

José Arnaldo Favaretto

Biologia

Unidade e Diversidade

2



Biologia

Unidade e Diversidade

2

ENSINO MÉDIO
COMPONENTE CURRICULAR
BIOLOGIA

José Arnaldo Favaretto

Médico graduado pela Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.
Professor de Biologia no ensino médio no estado de São Paulo.

1ª edição
São Paulo – 2016

FTD

**MANUAL DO
PROFESSOR**

Diretor editorial	Lauri Cericato
Gerente editorial	Flavia Renata P. A. Fugita
Editora	Valquiria Baddini Tronolone
Editores assistentes	Débora de Almeida Francisco Nichel, Eveline Duarte, João Paulo Bortoluci, Juliana Bardi, Vitor Hugo Rodrigues
Assistentes editoriais	Laura de Paula, Angelica da Silva Sousa
Assessoria	Hellen Fumagalli, Anita Adas
Gerente de produção editorial	Mariana Milani
Coordenador de produção editorial	Marcelo Henrique Ferreira Fontes
Coordenadora de arte	Daniela Máximo
Projeto gráfico	Casa Paulistana
Projeto de capa	Bruno Attili
Foto de capa	Thais Falcão/Olho do Falcão
	<i>Modelos da capa:</i> Andrei Lopes, Angélica Souza, Beatriz Raielle, Bruna Soares, Bruno Guedes, Caio Freitas, Denis Wiltemburg, Eloá Souza, Jardo Gomes, Karina Farias, Karoline Vicente, Leticia Silva, Lilith Moreira, Maria Eduarda Ferreira, Rafael Souza, Tarik Abdo, Thais Souza
Supervisora de arte	Isabel Cristina Corandin Marques
Diagramação	Adriana M. Nery de Souza, Eduardo Benetorio, Gabriel Basaglia, Marcia Sasso, Lucas Trevelin, Sara Slovac Savero
Tratamento de imagens	Ana Isabela Pithan Maraschin, Eziquiel Racheti
Coordenadora de ilustrações e cartografia	Marcia Berne
Ilustrações	Alex Argozino, Alex Silva, Bourdiel, Cecília Iwashita, Eduardo Borges, Gilmar, Jurandir, Ligia Duque, Manzi, Luis Moura, Luiz Rubio, Osni Oliveira, Paulo César Pereira, Rafael Herrera, Samuel Silva, Studio Caparroz, Tarumã
Cartografia	Allmaps
Coordenadora de preparação e revisão	Lilian Semenichin
Supervisora de preparação e revisão	Izabel Cristina Rodrigues
Revisão	Ana Lúcia Horn, Carolina Manley, Célia Regina Camargo, Cristiane Casseb, Dilma Dias Ratto, Edna Viana, Fernanda Rodrigues, Iara R. S. Mletchol, Juliana Rochetto, Kátia Cardoso, Lilian Vismari, Lucila Segóvia, Regina Barrozo, Solange Guerra
Coordenador de iconografia e licenciamento de textos	Expedito Arantes
Supervisora de licenciamento de textos	Elaine Bueno
Iconografia	Marcia Trindade
Diretor de operações e produção gráfica	Reginaldo Soares Damasceno

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Favaretto, José Arnaldo
Biologia unidade e diversidade, 2º ano / José Arnaldo Favaretto.
— 1. ed. — São Paulo : FTD, 2016. —
(Coleção biologia unidade e diversidade)

Componente curricular: Biologia.
ISBN 978-85-96-00344-5 (aluno)
ISBN 978-85-96-00345-2 (professor)

1. Biologia (Ensino médio) I. Título. II. Série.

16-03557

CDD-574.07

Índices para catálogo sistemático:

1. Biologia : Ensino médio 574.07

Apresentação

Nós, seres humanos, compartilhamos um pequeno planeta azul com milhões de outras espécies de seres vivos, das mais diversas formas e tamanhos: alguns imensos, como as castanheiras-do-pará e as baleias-francas; outros minúsculos, como as cianobactérias, encontradas em diversos lugares, como nas camadas superficiais dos oceanos.

Na biosfera — nome que designa o conjunto de todas as regiões da Terra onde há vida — estima-se que existam mais de 30 milhões de espécies de organismos, unidos por um importante vínculo: a ancestralidade comum. Além dos ancestrais remotos, as espécies de seres vivos atuais compartilham outros aspectos, como a organização celular e algumas características químicas, a capacidade de perceber estímulos ambientais e reagir a eles, a possibilidade de gerar descendentes, para os quais transmitem características hereditárias, e o fato de se modificarem com o tempo, ou seja, de evoluírem. A descendência com modificação deixa marcas que distinguem entre si as espécies e que fazem tão rica a biodiversidade do planeta.

Antes de começarmos nossa caminhada pela Biologia, sugerimos que você leia uma das mais belas descrições da Terra e de sua capacidade de conter a vida. Essa descrição¹ não foi escrita por um biólogo, mas pelo astronauta norte-americano Eugene Cernan, o último ser humano a caminhar na superfície lunar, onde chegou em dezembro de 1972, como tripulante da nave espacial Apollo 17:

Quando se está na órbita da Terra, ao olhar para baixo, veem-se lagos, rios, penínsulas. Voa-se rapidamente sobre mudanças de topografia, como montanhas cobertas de neve, desertos e cinturões tropicais — tudo muito visível. Passa-se por um nascer e um pôr do sol a cada 90 minutos. Ao sair da órbita terrestre, enxerga-se a Terra de um polo ao outro e de um oceano a outro sem sequer virar a cabeça. Vê-se a América do Norte e a América do Sul “dobrando a esquina”, enquanto a Terra gira em torno de um eixo invisível; então, vê-se a Oceania, depois a Ásia, a Europa e a África e, a seguir, as Américas vêm substituí-las. Começa-se a perceber como é pequena a nossa compreensão do tempo. Perguntamos a nós mesmos: onde estamos, no espaço e no tempo? Olhamos “para casa” e não vemos as barreiras de cor, religião e política que dividem este mundo.

**Esse é o lugar da vida.
Boa viagem!**

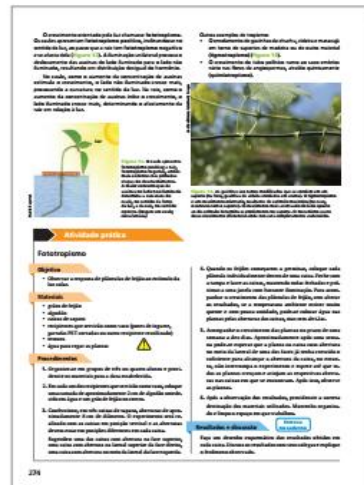
¹ CERNAN, E. apud MARGULIS, L.; SAGAN, D. *O que é vida?* Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002.

Conheça o seu livro

Unidades e Capítulos
 Nosso livro organiza-se em quatro Unidades, cada uma com quatro Capítulos que se iniciam com texto e foto de abertura, destacados em página dupla, cujo papel é estimular a reflexão a respeito dos assuntos abordados.

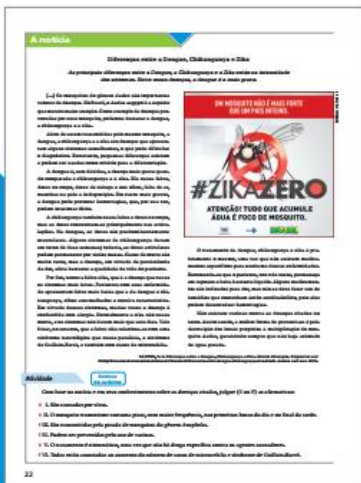


Boxes
 Ao longo do texto, são encontrados pequenos boxes, que apresentam definições ou informações complementares.



Atividade prática

As atividades práticas encontradas no livro procuram estimular a observação e a elaboração de hipóteses. Este ícone indica que na execução de algumas atividades práticas há necessidade de cuidado no manuseio dos materiais.



A notícia

Nessa seção, encontram-se recortes de jornais ou revistas que apresentam temas associados ao conteúdo do capítulo, acompanhados de propostas de atividades.

Atividades

Após o desenvolvimento do conteúdo teórico de cada capítulo, encontra-se um bloco de atividades, contendo questões analítico-discursivas que estimulam a reflexão sobre os conteúdos apresentados.



Conexões

Encerrando cada capítulo, apresentam-se textos para discussão referentes a determinados temas de destaque, ampliando os horizontes e trazendo contribuições de outras áreas do conhecimento. Em alguns casos, há mais de um texto com visões distintas a respeito de um determinado assunto, possibilitando promover debates e expressão de opinião.

CONEXÕES



Apicultura e agricultura

Texto 1

Praticando o Suco caseiro

Os apicultores são responsáveis por manter as colônias de abelhas saudáveis e produtivas, que são essenciais para a produção de mel e pólen. No Brasil, a apicultura é uma atividade tradicional, mas que vem ganhando cada vez mais importância devido ao papel das abelhas na polinização de diversas culturas agrícolas. Além disso, o mel produzido por essas abelhas é um produto de alto valor nutricional e medicinal.

Para garantir a qualidade do mel, é necessário adotar práticas sustentáveis, como a preservação das áreas de flora nativa e o uso de métodos orgânicos de manejo das colônias. Isso garante não apenas a saúde das abelhas, mas também a qualidade e a segurança do produto final.

Além disso, a apicultura pode ser considerada uma atividade econômica promissora, especialmente em regiões com alta diversidade de flora. Com o apoio de políticas públicas e programas de incentivo, é possível fortalecer a cadeia produtiva do mel e promover o desenvolvimento sustentável das comunidades rurais.

CONEXÕES

Texto 2

Os perigos de um deserto árido

Os desertos áridos são regiões caracterizadas por baixas precipitações pluviométricas e altas temperaturas. Essas condições resultam em solos pobres em nutrientes e baixa capacidade de retenção de água, o que dificulta a sobrevivência de muitas espécies de plantas e animais. Além disso, a falta de água pode levar à desertificação de áreas férteis, comprometendo a segurança alimentar e hídrica das populações locais.

Para enfrentar os desafios impostos pelos desertos áridos, é necessário adotar estratégias de conservação e manejo sustentável dos recursos hídricos e do solo. Isso inclui a implementação de técnicas de irrigação eficiente, o uso de plantas resistentes à seca e a adoção de práticas agrícolas sustentáveis que promovam a recuperação dos ecossistemas degradados.

ATIVIDADES COMPLEMENTARES

1. PIRÂMIDE

Observe a pirâmide de energia a seguir e responda:

- Qual é o nível trófico ocupado por cada um dos organismos mostrados?
- Qual é o nível trófico ocupado pelo produtor?
- Qual é o nível trófico ocupado pelo consumidor primário?
- Qual é o nível trófico ocupado pelo consumidor secundário?
- Qual é o nível trófico ocupado pelo consumidor terciário?

2. GRÁFICO

Observe o gráfico a seguir e responda:

- Qual é o tipo de gráfico apresentado?
- Qual é o eixo vertical (Y) e o eixo horizontal (X)?
- Qual é o significado de cada uma das barras?
- Qual é a conclusão principal do gráfico?

3. TEXTO

Leia o texto a seguir e responda:

Desafios da vida em um deserto árido

Os desertos áridos são regiões caracterizadas por baixas precipitações pluviométricas e altas temperaturas. Essas condições resultam em solos pobres em nutrientes e baixa capacidade de retenção de água, o que dificulta a sobrevivência de muitas espécies de plantas e animais. Além disso, a falta de água pode levar à desertificação de áreas férteis, comprometendo a segurança alimentar e hídrica das populações locais.

Atividades complementares

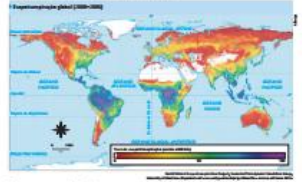
No final de cada Unidade, questões inéditas e questões extraídas de provas do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) e das provas dos principais vestibulares do país abordam os mais relevantes conteúdos explorados ao longo dos quatro capítulos.

TEXTO & CONTEXTO

1. Tabela de dados

País	População (bilhões)	Área (milhões de km²)	Densidade populacional (habitantes/km²)
Brasil	210,1	8,5	24,7
Estados Unidos	325,7	9,8	33,2
China	1,402,1	9,6	146,1
Índia	1,380,0	3,3	418,2
Rússia	146,0	17,1	8,5
Países Baixos	17,1	0,4	427,5
Canadá	38,1	9,9	3,8
Argentina	45,9	2,8	164,0
Coreia do Sul	51,7	0,1	507,0
Paquistão	235,0	7,9	29,7
Indonésia	270,0	1,9	142,1
Malásia	30,0	0,3	1000,0
África do Sul	60,0	1,2	500,0
África do Norte	300,0	3,0	100,0
América Latina	600,0	10,0	60,0
Europa	750,0	4,0	187,5
Ásia	4,500,0	44,0	102,3
Oceania	45,0	3,0	15,0

2. Mapa



Observe o mapa do mundo e responda:

- Qual é o continente com a maior população mundial?
- Qual é o continente com a menor população mundial?
- Qual é o continente com a maior densidade populacional?
- Qual é o continente com a menor densidade populacional?

Texto & Contexto

A seção apresenta, no final de cada Unidade, atividades que visam a compreensão leitora. Assuntos da Biologia e da Ciência em geral são apresentados em diversas modalidades de linguagens verbais e não verbais, como textos científicos e jornalísticos, gráficos, tabelas, tiras, charges, peças publicitárias, infográficos e mapas.

UNIDADE I

Capítulo 1

Alan Schein Photography
Corbis/Alamy



Diversidade e classificação

Organizando o mundo dos seres vivos 10

Classificando os seres vivos 12

Categorias taxonômicas 12

Nomenclatura científica 13

O que é uma espécie? 14

Dispersão e surgimento de novas espécies 14

Subdivisões de uma espécie 15

Classificação biológica, um trabalho em andamento 16

Reinos, uma controvérsia permanente 17

Vírus, parasitas acelulares 18

Estrutura e organização 18

Reprodução 18

Doenças causadas pelos vírus 19

A notícia 22

Atividades 23

Conexões – Ações afirmativas e política de cotas 24

Capítulo 2

Cristóbal Rojas, 1886, óleo sobre tela, Galeria de Arte Nacional, Caracas, Venezuela



Bactérias, arqueas e fungos

Seres versáteis 26

Arqueobactérias e eubactérias 28

Eubactérias: bactérias e cianobactérias 28

Estrutura e fisiologia 29

Reprodução 29

Papel ecológico e importância econômica das bactérias 30

Doenças bacterianas 31

A notícia 32

Fungos 32

Diversidade e classificação 33

Reprodução 33

Papel ecológico e importância econômica 34

Atividade prática 35

Atividades 36

Conexões – Genérico ou “de marca”? 37

Capítulo 3

NASA Images



Algas e protozoários

Representantes de um mundo microscópico 38

Protistas 40

Algas 40

Diversidade e classificação 40

Reprodução 42

Papel ecológico e importância econômica 42

A notícia 43

Protozoários 44

Estrutura e fisiologia 44

Diversidade e classificação 45

Reprodução 45

Papel ecológico e doenças 46

Atividade prática 46

Atividades 47

Conexões – Microalgas: questões ecológicas e possibilidades econômicas 48

Capítulo 4

Tim Flach/Getty Images



Protozooses

Doenças sociais 50

Parasitas e hospedeiros 52

Danos causados por parasitas 52

Penetração do parasita no hospedeiro 52

Transferência de parasitas 53

Doença de Chagas 53

Agente etiológico e vetor 53

Ciclo de vida do parasita 54

Manifestações 55

Profilaxia 55

Malária 55

A malária no Brasil 56

Agente etiológico e vetor 56

Ciclo de vida do parasita 56

Manifestações 57

Profilaxia 58

A notícia 58

Amebíase 59

Agente etiológico 59

Ciclo de vida do parasita 59

Manifestações 59

Profilaxia 59

Tricomoníase 59

Giardiase 60

Balantidíose 60

Leishmaniose cutaneomucosa 60

Leishmaniose visceral 60

Toxoplasmose 60

Atividades 61

Conexões – O conflito em torno do quinino 62

Atividades complementares 64

Texto & Contexto 66

UNIDADE II

Capítulo 5

André Seale/Pulsar



Vida e diversidade animal

Invertebrados I 68

O que significa ser um animal?..... 70

Poríferos 73

Cnidários 75

A notícia 77

Platelmintos 78

Anelídeos 79

Moluscos 81

Formação das pérolas 83

Atividades 83

Conexões – Ações antropogênicas e branqueamento dos corais 84

Capítulo 6

Fabio Colombini



Vida e diversidade animal

Invertebrados II 86

Nematódeos 88

Artrópodes 88

Aspectos gerais 88

Crustáceos 90

Aracnídeos 91

Insetos 91

A notícia 92

Equinodermos 93

Sistema ambulacrário 94

Atividade prática 94

Atividades 95

Conexões – A vida das abelhas 96

Capítulo 7

André Dib/Pulsar



Vida e diversidade animal

Cordados 98

Cordados: aspectos gerais 100

Fendas faríngeas e endóstilo 100

Notocorda 100

Tubo nervoso dorsal 101

Cordados não vertebrados 101

Ágnatos 102

Peixes 102

Anfíbios 104

Répteis 106

Aves 108

Aves e saúde humana 111

Mamíferos 111

A notícia 113

Mamíferos e saúde humana 114

Atividades 115

Conexões – Serpentes e peçonha 116

Capítulo 8

Luciana Whitaker/Pulsar



Helmintíases

Doenças negligenciadas 118

Esquistossomose mansônica 120

Agente etiológico 120

Hospedeiro intermediário 120

Ciclo de vida 120

Manifestações 122

Profilaxia 122

Fasciolose 122

Teníases 123

Agente etiológico 123

Ciclo de vida 123

Manifestações 124

Cisticercose 124

Profilaxia 124

Hidatidose 125

Ascaridíase 125

Agente etiológico 126

Ciclo de vida 126

Manifestações 127

Profilaxia 127

Ancilostomíase 127

Agente etiológico 127

Ciclo de vida 128

Manifestações 128

Profilaxia 128

Estrongiloidíase 129

Oxiuríase ou enterobiase 129

Bicho-geográfico (larva *migrans cutânea*) 129

Filariíase ou elefantíase 129

A notícia 130

Atividades 131

Conexões – Mudanças climáticas e saúde humana 132

Atividades complementares 134

Texto & Contexto 136

UNIDADE III

Capítulo 9

Leo Francini/Getty Images



Homeostase

Digestão e respiração..... 138

Nutrição e digestão..... 140

Alimentação e obtenção de energia..... 141

O processamento dos alimentos..... 141

Digestão mecânica..... 142

Digestão química..... 142

Etapas da digestão humana..... 142

Boca..... 142

Estômago..... 142

Intestino delgado..... 144

Intestino grosso..... 144

Principais secreções digestivas..... 145

Absorção e distribuição de nutrientes..... 145

Controle da atividade digestiva e da fome..... 146

A notícia..... 147

Respiração..... 149

Oxigênio na água e no ar..... 149

Sistema respiratório humano..... 150

Biomecânica e controle da respiração..... 151

Controle da respiração..... 151

Atividades..... 153

Conexões – A descoberta do mundo subaquático..... 154

Capítulo 10

Hiana/Shutterstock.com



Homeostase

Circulação, excreção e equilíbrio hídrico..... 156

Sistema cardiovascular..... 158

Componentes do sistema cardiovascular..... 159

Circulação humana..... 160

Controle da atividade circulatória..... 162

A notícia..... 164

Sistema linfático..... 165

Equilíbrio hidrossalino e excreção..... 166

Sistema urinário humano..... 168

Formação da urina..... 169

Regulação da função renal..... 170

Substituindo o papel dos rins..... 170

Atividades..... 171

Conexões – Onde há fumaça, há fogo... e muito mais..... 172

Capítulo 11

B. Calkins/Shutterstock.com



Homeostase

Integração e coordenação..... 174

Sistema nervoso..... 176

Parte central do sistema nervoso..... 176

Arco reflexo..... 178

A notícia..... 179

Atividade prática..... 180

Parte periférica do sistema nervoso..... 180

Sistema endócrino..... 182

Hipófise e hipotálamo..... 183

Glândula tireoide..... 184

Glândulas paratireoides..... 186

Pâncreas..... 186

Glândulas suprarrenais..... 187

Atividades..... 189

Conexões – A ilusão do tempo infinito..... 190

Capítulo 12

Gustav Klimt, 1907-1908, Museum of Modern Art, New York, USA.



Sistema genital

Gênero, sexo e sexualidade..... 192

Sistema genital masculino..... 194

Controle hormonal da atividade sexual masculina..... 195

Sistema genital feminino..... 197

A notícia..... 199

Regulação hormonal do ciclo menstrual..... 199

Gestação..... 201

Parto..... 203

Amamentação (ou aleitamento)..... 205

Métodos contraceptivos..... 205

Anticoncepcional oral..... 206

Vasectomia..... 206

Laqueadura tubária..... 206

Preservativo..... 207

Diafragma..... 207

Dispositivo intrauterino (DIU)..... 207

Camisinha feminina..... 208

Implante contraceptivo de longa duração..... 208

Método do calendário..... 208

Outros métodos contraceptivos..... 208

Atividades..... 209

Conexões – Discutindo o preconceito..... 210

Atividades complementares..... 212

Texto & Contexto..... 214

UNIDADE IV

Capítulo 13

Fabio Colombini



O mundo vegetal

Grupos vegetais e reprodução

Diversidade vegetal 216
Grupos de plantas 218

A vida reprodutiva em ciclo	219
Briófitas	220
Ciclo de vida	220
Pteridófitas	221
Ciclo de vida	221
Gimnospermas	222
Ciclo de vida	222
Angiospermas	223
Polinização	224
Ciclo de vida	225
Frutos	226
Classificação das angiospermas	228

A evolução das plantas e a ocupação dos ambientes terrestres 229

A notícia 231

Reprodução assexuada em plantas 232

Atividades 233

Conexões – Apicultura e agricultura 234

Capítulo 14

Natalia Melnychuk/
Shutterstock.com



A estrutura das plantas

Órgãos e tecidos vegetais

Estruturas externas das plantas 236

Raiz	238
Caule	240
Folhas	241
Tecidos vegetais	241
Tecidos meristemáticos	242
Tecidos adultos	242
Folhas e tecidos	243
Atividade prática	244
Estrutura interna dos vegetais	244
Caule	245
Raiz	247

Comparações entre monocotiledôneas e eudicotiledôneas 248

A notícia 248

Atividades 249

Conexões – Das paisagens do Carbonífero à sociedade industrial 250

Capítulo 15

Ricardo Azoury/Pulsar



Fisiologia vegetal

Trocas gasosas, transporte e nutrição

Espaços aeríferos e trocas gasosas 254

Estrutura dos estômatos 255

Funcionamento dos estômatos 255

Atividade prática 257

A notícia 258

Transporte de seiva inorgânica 258

Transporte no xilema: entendendo o processo 259

Transporte de seiva orgânica 261

Anel de Malpighi 261

Transporte no floema: entendendo o processo 262

Atividades 263

Conexões – Evapotranspiração e clima: um delicado equilíbrio 264

Capítulo 16

Dellim Martins/Pulsar



Hormônios e movimentos

Respostas a estímulos ambientais

Ação dos fitormônios 266

Auxinas 268

Giberelinas 271

Citocininas 271

Etileno 271

Ácido abscísico 272

A notícia 272

Fitormônios no ciclo de vida das plantas 273

Movimentos vegetais 273

Tactismos 273

Tropismos 273

Atividade prática 274

Nastismos 275

Fotoperíodismo e floração 275

Atividade prática 276

Atividades 277

Conexões – A importância da infraestrutura 278

Atividades complementares 280

Texto & Contexto 282

Além dos limites destas páginas 284

Lista de siglas 287

Referências bibliográficas 288

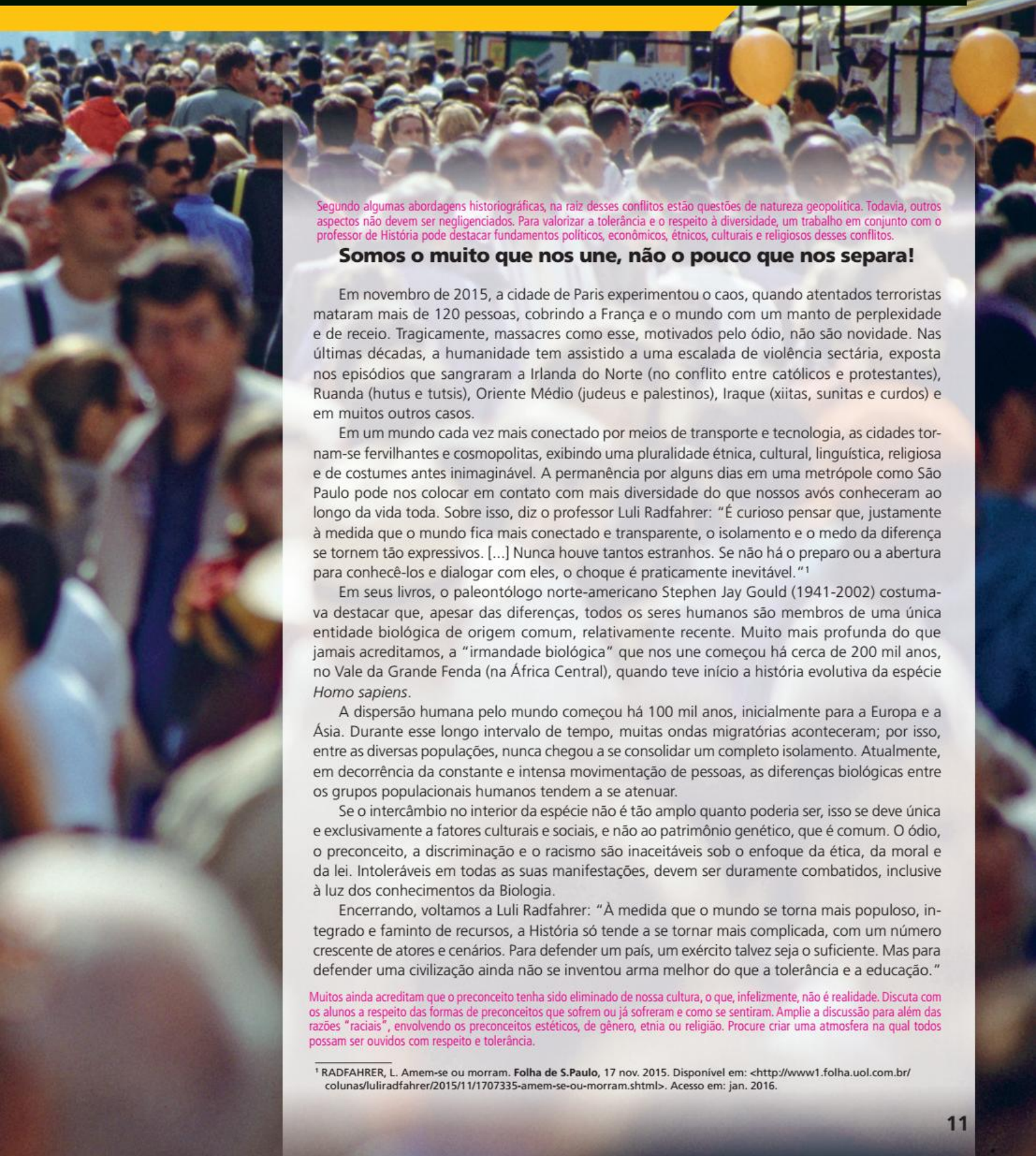
Diversidade e classificação

Organizando o mundo dos seres vivos



Alan Schein Photography/Corbis/Latinstock

Historicamente, a cor da pele humana vem sendo o substrato que sustenta diversas formas odiosas de segregação, preconceito, discriminação e racismo.



Segundo algumas abordagens historiográficas, na raiz desses conflitos estão questões de natureza geopolítica. Todavia, outros aspectos não devem ser negligenciados. Para valorizar a tolerância e o respeito à diversidade, um trabalho em conjunto com o professor de História pode destacar fundamentos políticos, econômicos, étnicos, culturais e religiosos desses conflitos.

Somos o muito que nos une, não o pouco que nos separa!

Em novembro de 2015, a cidade de Paris experimentou o caos, quando atentados terroristas mataram mais de 120 pessoas, cobrindo a França e o mundo com um manto de perplexidade e de receio. Tragicamente, massacres como esse, motivados pelo ódio, não são novidade. Nas últimas décadas, a humanidade tem assistido a uma escalada de violência sectária, exposta nos episódios que sangraram a Irlanda do Norte (no conflito entre católicos e protestantes), Ruanda (hutus e tutsis), Oriente Médio (judeus e palestinos), Iraque (xiitas, sunitas e curdos) e em muitos outros casos.

Em um mundo cada vez mais conectado por meios de transporte e tecnologia, as cidades tornam-se fervilhantes e cosmopolitas, exibindo uma pluralidade étnica, cultural, linguística, religiosa e de costumes antes inimaginável. A permanência por alguns dias em uma metrópole como São Paulo pode nos colocar em contato com mais diversidade do que nossos avós conheceram ao longo da vida toda. Sobre isso, diz o professor Luli Radfaher: “É curioso pensar que, justamente à medida que o mundo fica mais conectado e transparente, o isolamento e o medo da diferença se tornem tão expressivos. [...] Nunca houve tantos estranhos. Se não há o preparo ou a abertura para conhecê-los e dialogar com eles, o choque é praticamente inevitável.”¹

Em seus livros, o paleontólogo norte-americano Stephen Jay Gould (1941-2002) costumava destacar que, apesar das diferenças, todos os seres humanos são membros de uma única entidade biológica de origem comum, relativamente recente. Muito mais profunda do que jamais acreditamos, a “irmandade biológica” que nos une começou há cerca de 200 mil anos, no Vale da Grande Fenda (na África Central), quando teve início a história evolutiva da espécie *Homo sapiens*.

A dispersão humana pelo mundo começou há 100 mil anos, inicialmente para a Europa e a Ásia. Durante esse longo intervalo de tempo, muitas ondas migratórias aconteceram; por isso, entre as diversas populações, nunca chegou a se consolidar um completo isolamento. Atualmente, em decorrência da constante e intensa movimentação de pessoas, as diferenças biológicas entre os grupos populacionais humanos tendem a se atenuar.

Se o intercâmbio no interior da espécie não é tão amplo quanto poderia ser, isso se deve única e exclusivamente a fatores culturais e sociais, e não ao patrimônio genético, que é comum. O ódio, o preconceito, a discriminação e o racismo são inaceitáveis sob o enfoque da ética, da moral e da lei. Intoleráveis em todas as suas manifestações, devem ser duramente combatidos, inclusive à luz dos conhecimentos da Biologia.

Encerrando, voltamos a Luli Radfaher: “À medida que o mundo se torna mais populoso, integrado e faminto de recursos, a História só tende a se tornar mais complicada, com um número crescente de atores e cenários. Para defender um país, um exército talvez seja o suficiente. Mas para defender uma civilização ainda não se inventou arma melhor do que a tolerância e a educação.”

Muitos ainda acreditam que o preconceito tenha sido eliminado de nossa cultura, o que, infelizmente, não é realidade. Discuta com os alunos a respeito das formas de preconceitos que sofrem ou já sofreram e como se sentiram. Amplie a discussão para além das razões “raciais”, envolvendo os preconceitos estéticos, de gênero, etnia ou religião. Procure criar uma atmosfera na qual todos possam ser ouvidos com respeito e tolerância.

¹ RADFAHER, L. Amem-se ou morram. *Folha de S.Paulo*, 17 nov. 2015. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/colunas/luliradfaher/2015/11/1707335-amem-se-ou-morram.shtml>>. Acesso em: jan. 2016.

Classificando os seres vivos

Uma boa proposta de trabalho sobre classificação dos seres vivos está disponível em: <<http://tub.im/697kpw>>. Acesso em: fev. 2016.

Em um supermercado, as compras são feitas com rapidez porque os produtos são colocados de acordo com critérios de classificação que agrupam alimentos, bebidas, artigos de limpeza, utilidades domésticas etc. Dessa forma, encontra-se com agilidade o que se deseja e escolhe-se mais adequadamente. O ordenamento reflete um modelo de arrumação dos produtos. Ao organizá-los, os funcionários determinam semelhanças entre eles e, para isso, empregam algum critério de classificação. Conhecendo o critério usado, podemos nos orientar com facilidade. Algo semelhante ocorre com os seres vivos.



Figura 1. A grande diversidade de produtos à venda em um supermercado não está arranjada aleatoriamente. Eles podem ser facilmente localizados por clientes e vendedores porque sua disposição em corredores e prateleiras obedece a certa ordem.

Nos últimos anos, um assunto de grande interesse tem sido a **biodiversidade**, ou seja, a variedade de seres vivos na Terra; conseqüentemente, vários estudos sobre as espécies vêm sendo realizados. Se por um lado muito conhecimento foi gerado, por outro é notório que alguns grupos de seres vivos ainda carecem de estudo.

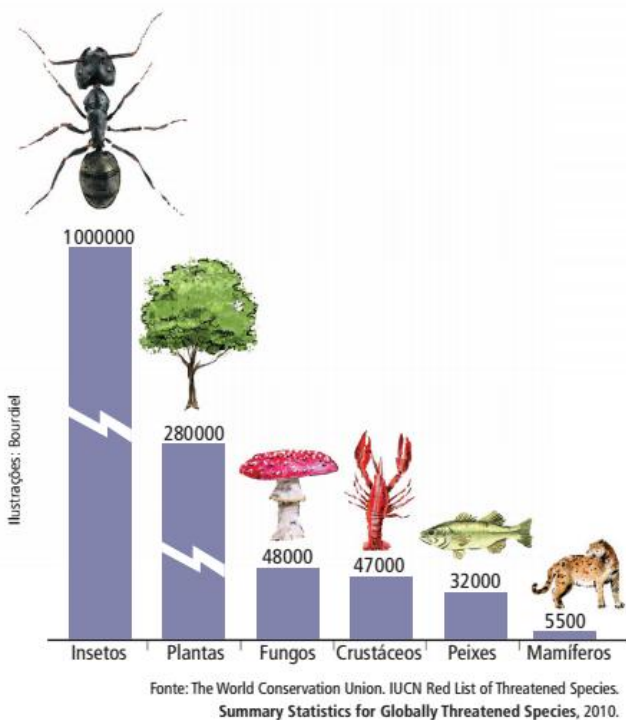


Figura 2. Cerca de 1.700.000 espécies de seres vivos já foram identificadas, mas o número total pode ser muito maior. A figura mostra o número de espécies conhecidas de alguns grupos. Observe que os insetos representam o grupo mais numeroso. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Desde muito tempo, os cientistas buscam formas de classificar os seres vivos. As primeiras tentativas datam do século V a.C., quando os animais, com base nos conhecimentos da época, eram classificados em "com sangue vermelho" e "sem sangue vermelho".

A **taxonomia** (do grego *táxis*, disposição, arranjo, e *nómos*, regra, lei) é o ramo da Biologia que determina as regras de classificação dos seres vivos. Essas regras — que são as mesmas para todos os seres vivos — baseiam-se em critérios arbitrários estabelecidos por grupos de pesquisadores. A classificação biológica sofre frequentes alterações e, à medida que descobertas são feitas, organismos mudam de posição nas categorias taxonômicas. Por exemplo: alguns organismos antes considerados plantas estão atualmente no grupo dos fungos, e microrganismos anteriormente classificados como algas hoje agrupam-se com as bactérias.

Além dos dípteros, outras ordens também incluem insetos com apenas um par de asas, diferindo umas das outras pela constituição, posicionamento, permanência etc.

▶ Categorias taxonômicas

Moscas, aranhas e camarões — assim como cães, serpentes, peixes, mariscos e muitos outros organismos — pertencem a um dos **reinos** de seres vivos: o reino animal. Porém, moscas, aranhas e camarões têm características em comum que não se encontram em outros animais, como a presença de pernas articuladas e uma carapaça de quitina (um polissacarídeo, que é um tipo de carboidrato). Isso permite que sejam classificados em um subconjunto do reino animal: o **filo** dos artrópodes (do grego *árthron*, articulação, e *podós*, pés).

Entre outras características, as moscas diferem de aranhas e camarões porque possuem asas, três pares de pernas e um par de antenas. Essas particularidades as situam em um grupo do filo dos artrópodes: a **classe** dos insetos. Entre milhares de insetos diferentes, encontram-se as moscas e os mosquitos. Com um par de asas membranosas, finas e transparentes, eles formam a **ordem** dos dípteros (do grego *di*, dois, e *pterón*, asa).



Figura 3. Apesar de diferentes, (a) moscas, (b) aranhas e (c) camarões apresentam características comuns ao filo dos artrópodes. (Imagens sem escala; cores-fantasia.) O estudo do desenvolvimento evolutivo dos grupos de seres vivos constitui a **filogenia** (do grupo *phylon*, tribo, e *genos*, origem).

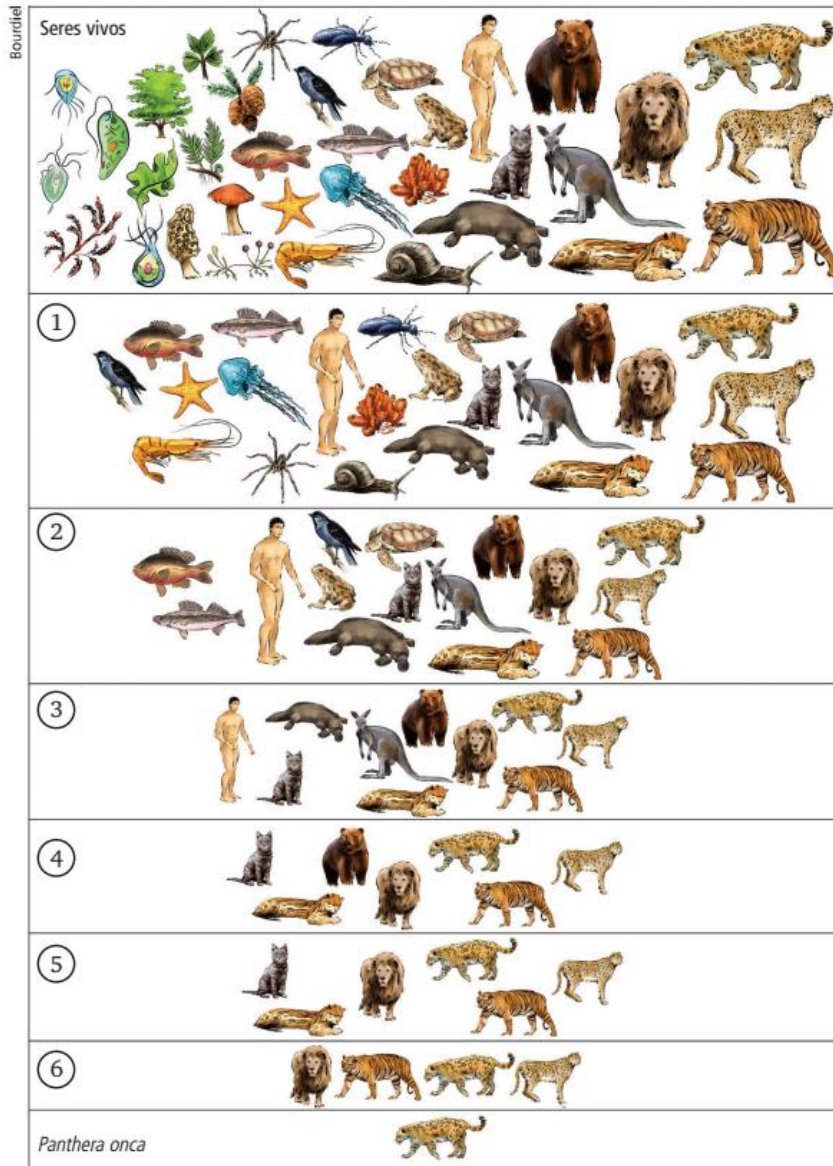
Dípteros que se caracterizam pela presença de um longo apêndice bucal sugador e de antenas plumosas nos machos (como o mosquito-prego, transmissor da malária) constituem a **família** dos culicídeos, que contém diversos **gêneros**, os quais, por sua vez, reúnem uma ou várias **espécies**. Por exemplo:

- No gênero *Anopheles* encontra-se a espécie *Anopheles darlingi* (transmissora da malária).
- O gênero *Aedes* engloba, entre outras, a espécie *Aedes aegypti* (transmissora da febre amarela, da dengue, da zika e do chikungunya).

Podemos organizar essas informações da seguinte maneira: os seres vivos classificam-se em **reinos**, que se dividem em **filos**, que incluem uma ou mais **classes**. As classes dividem-se em **ordens**, que contêm **famílias**. As famílias dividem-se em **gêneros**, com uma ou diversas **espécies**.

Reinos, filios, classes, ordens, famílias, gêneros e espécies são **categorias taxonômicas** (ou **táxons**), ou seja, categorias de classificação. Observe a **figura 4**, que apresenta a classificação da onça-pintada (espécie *Panthera onca*).

Se analisarmos o esquema abaixo no sentido espécie → reino (de baixo para cima), veremos que a diversidade no interior de cada categoria aumenta. No sentido inverso, aumenta a quantidade de características semelhantes entre os membros, que, em geral, são muito parecidos.



Na nomenclatura das plantas, a categoria taxonômica **filio** pode ser substituída por **divisão**.

Figura 4. (1) O reino animal compreende vários filios, entre eles o dos cordados (**Chordata**). (2) No filio dos cordados, há várias classes: anfíbios, répteis, aves, mamíferos e outras. (3) Na classe dos mamíferos, encontram-se as ordens dos carnívoros (onças, ursos), monotremados (ornitorrinco), marsupiais (canguru), primatas (seres humanos) e outras. (4) A ordem dos carnívoros apresenta famílias como os felídeos (gatos, onças) e ursídeos (ursos). (5) A família dos felídeos tem diversos gêneros; alguns deles são *Felis* (no qual estão os gatos domésticos), *Leopardus* (ao qual pertence a jaguatirica) e *Panthera*. (6) No gênero *Panthera* estão as espécies *Panthera onca* (onça-pintada), *Panthera pardus* (leopardo), *Panthera leo* (leão) e *Panthera tigris* (tigre). (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Nomenclatura científica

Para nomear as espécies, o botânico sueco **Lineu** (Carolus Linnaeus, 1707-1778) propôs uma **nomenclatura binomial**, usada até hoje, segundo a qual o nome científico de uma espécie é composto de dois termos, grafados com destaque (em *itálico* ou sublinhado). O primeiro termo, correspondente ao gênero, é

escrito com inicial maiúscula; o segundo, que é o nome específico, com inicial minúscula. Os nomes científicos são escritos em latim, assim como os nomes de outras categorias taxonômicas. Os nomes das famílias são identificados pelo sufixo **idae** (como em **Felidae**).



Figura 5. Nomes científicos das espécies (a) do leopardo (1,5 m de comprimento) e (b) da onça-pintada (2 m de comprimento), que pertencem ao mesmo gênero. O primeiro termo (*Panthera*) corresponde ao gênero e é comum às duas espécies; o segundo termo (*pardus* ou *onca*) é exclusivo de cada espécie. Como cada nome é formado por dois termos, a espécie a que pertence o leopardo chama-se *Panthera pardus*, e a onça-pintada pertence à espécie *Panthera onca*.

O que é uma espécie?

Espécie é uma categoria taxonômica e pode ser determinada com base em algum critério natural, embora passível de contro-
vêrsia. A definição clássica define espécie como um conjunto de seres vivos semelhantes que podem se cruzar na natureza, originando descendentes férteis. Todavia, há casos que desafiam essa definição, baseada em critérios reprodutivos restritos. Por exemplo, não se cruzam um grande macho são-bernardo e uma pequena fêmea chihuahua.

No século XX, o geneticista ucraniano **Theodosius Dobzhansky** (1900-1975) e o zoólogo alemão **Ernst Mayr** (1904-2005) passaram a considerar espécies como grupos de populações que, reproduzindo-se sexualmente, compartilham informações genéticas e mantêm um **patrimônio genético comum**.

Nesta acepção, a transferência horizontal de informações genéticas — que permite, por exemplo, a passagem de genes que conferem resistência a herbicidas entre plantas de espécies distintas — não caracteriza fluxo gênico. O risco de ocorrer transferência horizontal é um dos motivos apontados pelos críticos à liberação dos organismos geneticamente modificados (OGMs).

Isso facilita a compreensão do que acontece com os cães citados. Em condições naturais, indivíduos de algumas das diversas raças de cães não se cruzam; contudo, pode ocorrer troca de genes entre esses animais por meio de outros cruzamentos inter-raciais. Dessa maneira, outras raças estabelecem uma “ponte genética” que permite o fluxo gênico entre são-bernardo e chihuahua, permitindo concluir que ambos pertencem à mesma espécie. A movimentação de genes (ou fluxo gênico) entre os indivíduos confere **unidade genética** aos membros de uma espécie. Não ocorre fluxo gênico entre membros de espécies diferentes, que são reprodutivamente isoladas umas das outras. Portanto, é evidente que todos os seres humanos pertencem à mesma espécie. Não há **isolamento reprodutivo** entre diferentes grupos e etnias, e o fluxo de genes ocorre livremente.



Fabio Colombini



Du Zuppani/Pulsar

Figura 6. Seres vivos de espécies diferentes apresentam isolamento reprodutivo, ou seja, não se cruzam na natureza ou, quando o fazem, não geram descendentes ou estes são estéreis. Um caso conhecido é o da égua (a, *Equus caballus*, 1,80 m de altura) e do jumento (b, *Equus asinus*, 1,10 m de altura), que pertencem a espécies diferentes e, embora possam se cruzar, não produzem descendência fértil. Esse cruzamento resulta em um burro ou uma mula, que são estéreis.

▶ Dispersão e surgimento de novas espécies

Uma população ancestral pode se dividir em grupos e se dispersar por diversos ambientes (**figura 7**), como florestas, campos, desertos ou oceanos. A **dispersão** desses grupos, que passam a ocupar distintos habitats e nichos ecológicos, submetidos a diferentes pressões de seleção dos ambientes resulta na **irradiação adaptativa** (ou **adaptação divergente**).

Com diferentes pressões de **seleção natural**, cada ambiente passa a selecionar diferentes variações em cada grupo. Os organismos portadores de variações favoráveis podem sobreviver e originar descendentes, que poderão constituir **espécies diferentes**, adaptadas aos ambientes em que se desenvolvem. Mesmo assim, os indivíduos pertencentes às novas espécies continuarão a exibir aspectos semelhantes, em razão da **ancestralidade comum**.



Figura 7. Representação de uma hipótese sobre a irradiação adaptativa dos mamíferos, provavelmente a partir de um pequeno ancestral insetívoro.

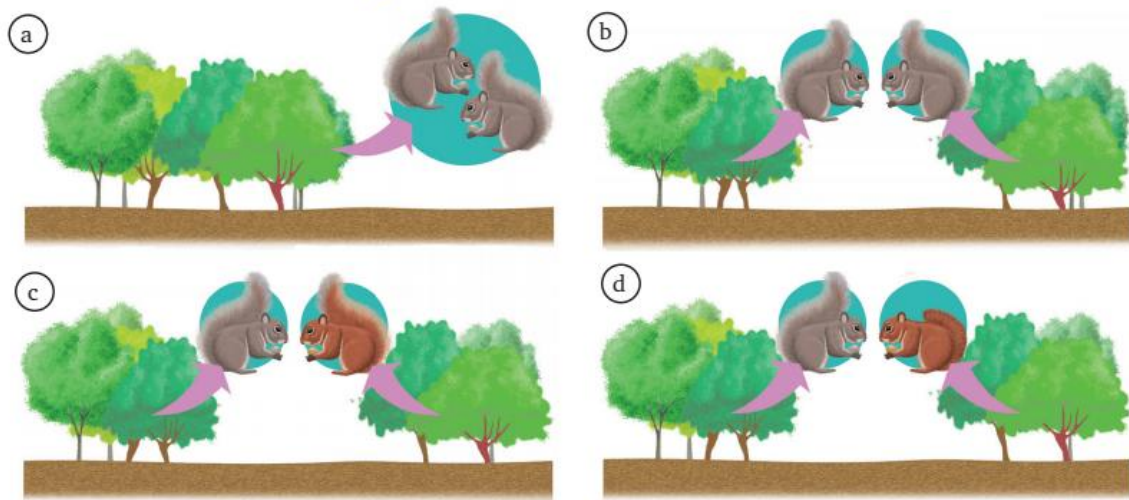
O membro superior humano é constituído por braço, antebraço e mão. A asa do morcego tem semelhança com o membro superior humano quanto à estrutura interna, apresentando os mesmos tipos de ossos. Entretanto, alguns são mais longos e outros mais curtos. A semelhança interna observada entre o membro superior humano e a asa de morcego pode ser explicada por ambos serem mamíferos com ancestralidade comum, embora provenientes de duas linhagens distintas. O membro superior humano e a asa do morcego apresentam **homologia**. Órgãos homólogos apresentam, ainda, a mesma origem embrionária.

Especiação é o surgimento de novas espécies, que em geral se inicia com a separação da espécie em duas ou mais populações por uma barreira física, situação denominada **isolamento geográfico**. Impedindo o encontro de indivíduos das populações, a barreira física (**figura 8**) também impede o fluxo de genes entre elas.



Figura 8. Existem vários tipos de barreiras físicas naturais, como (a) oceanos, (b) vales ou áreas desmatadas e (c) áreas secas. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Nas duas populações, submetidas à ação diferencial da seleção natural em ambos os lados da barreira, podem ocorrer mutações, que se integram ao patrimônio genético do grupo. A probabilidade de ocorrer a mesma mutação em indivíduos das duas populações é pequena, e a existência da barreira física impede o fluxo de genes entre elas. Progressivamente, as diferenças entre os indivíduos dessas populações vão se acentuando até a instalação do isolamento reprodutivo, com a formação de duas espécies (**figura 9**).



Ilustrações: Eduardo Borges

Figura 9. Caso hipotético de especiação em esquilos. (a) População original ocupa uma floresta. (b) A barreira física (representada pela distância entre as manchas de vegetação arbórea) determina o isolamento geográfico. (c) Mutações e diferentes pressões da seleção natural acarretam diferenças entre as duas populações. (d) Ocorrem o isolamento reprodutivo e a formação de duas espécies. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

► Subdivisões de uma espécie

Se, eventualmente, indivíduos de duas populações isoladas geograficamente se encontram antes de o isolamento reprodutivo ter se estabelecido, eles ainda podem se cruzar e gerar descendentes férteis. Nesse caso, mesmo que apresentem diferenças significativas, os indivíduos continuam pertencendo à mesma espécie.

Entre os taxonomistas, há controvérsia sobre as denominações dadas aos subgrupos de uma espécie. Subespécies, variedades e cepas são algumas dessas denominações.

De acordo com alguns modelos de classificação, uma espécie divide-se em duas ou mais **subespécies** desde que estejam presentes duas condições: (I) se os subgrupos da espécie mantiverem, na natureza, **isolamento geográfico** e (II) se esses subgrupos isolados puderem ser diferenciados por características com **variação descontínua**.

Mas o que é uma característica com variação descontínua?

Analisando-se exemplares de gramíneas da espécie *Achillea lanulosa*, encontrada na América do Norte, verifica-se que a estatura dos pés varia gradativamente entre 15 cm e 75 cm, sendo possível achar plantas com 20 cm, 25 cm, 35 cm, 45 cm, 55 cm etc. Trata-se de uma **variação contínua** (ou seja, gradativa).

Ao se observarem duas populações de girafas (espécie *Giraffa camelopardalis*) separadas pelo rio Tana, no Quênia (África), nota-se que os animais da margem leste apresentam na pelagem placas escuras grandes e bem delimitadas; os animais da margem oeste têm placas escuras menores, com bordas mal definidas. Trata-se de dois grupos nitidamente diferenciáveis e sem formas intermediárias. Portanto, o padrão da pelagem exibe variação descontínua e a transição entre uma forma e outra é abrupta.

Variações adaptativas determinam o desenvolvimento de características que tornam mais viável a sobrevivência e a ocupação de um determinado hábitat ou nicho ecológico. Organismos adaptados têm maior probabilidade de se reproduzirem e de gerar descendentes que herdarão suas características. Portanto, a seleção natural estabelece uma **taxa diferencial de reprodução**.

Entre as duas populações separadas pelo rio Tana há isolamento geográfico, e a característica distintiva (padrão da pelagem) apresenta variação descontínua. Portanto, *Giraffa camelopardalis reticulata* (figura 10a) e *Giraffa camelopardalis rothschildi* (figura 10b) seriam subespécies. Nesse caso, a nomenclatura é trinomial, e o último termo corresponde à subespécie.

Ainda mais polêmica é a inclusão de “raças” entre os subgrupos de uma espécie. Por essa razão, optamos por não considerar “raça” como categoria taxonômica.

Atualmente, não faz sentido falar em isolamento geográfico entre grupos populacionais humanos. Além disso, quando se comparam

diversas populações humanas, não se notam características distintas descontínuas. A ausência de isolamento geográfico e de características distintas com variação descontínua entre grupos populacionais humanos aponta claramente para a **inexistência de subespécies** na espécie humana.

A classificação das pessoas em “raças” — baseada principalmente na cor da pele (característica com variação contínua ou gradativa) — é uma construção estritamente social e não encontra suporte em nenhum critério biológico, embora venha sendo, há séculos, usada como justificativa para uma forma de discriminação: o racismo, que deve ser implacavelmente combatido.

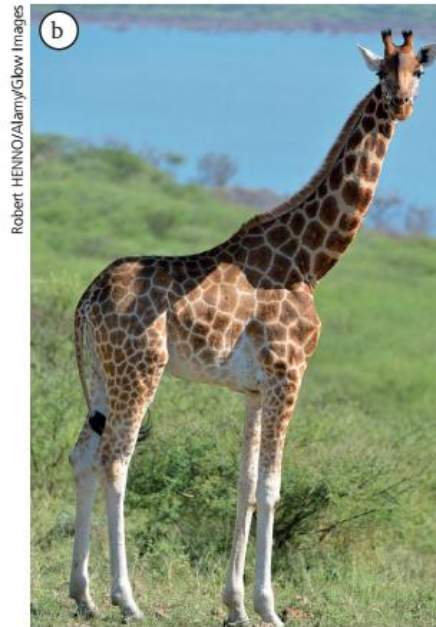
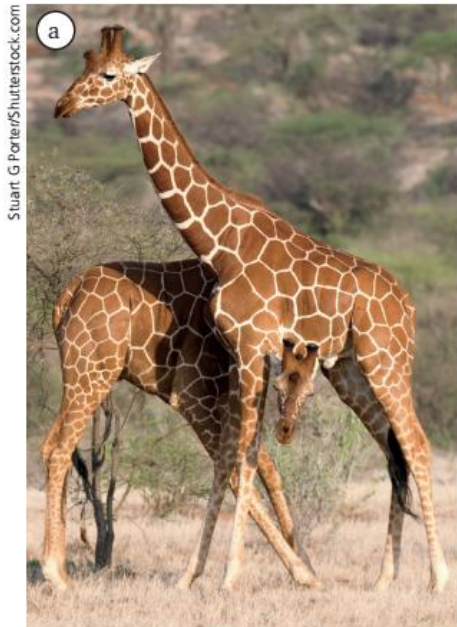


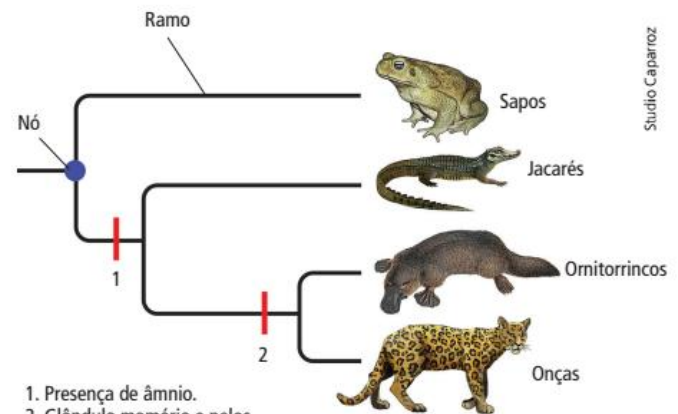
Figura 10. Mesmo isoladas geograficamente na natureza, (a) *G. camelopardalis reticulata* (6 m de altura) e (b) *G. camelopardalis rothschildi* (5 m de altura) cruzam-se em parques e zoológicos, gerando descendentes férteis. Ocorre fluxo gênico entre os grupos, que pertencem à mesma espécie.

Classificação biológica, um trabalho em andamento

Presente na Terra há 4 bilhões de anos, a vida desde então evoluiu e diversificou-se em numerosos ramos, que chegam a todos os grupos de seres vivos atuais. Os diversos tipos de organismos (atuais ou já extintos) originaram-se de **ancestrais comuns**, e a adaptação a diferentes ambientes moldou as características de cada grupo, resultantes da seleção de características adaptativas, transmitidas hereditariamente de uma geração para outra (**descendência com modificação**). A enorme biodiversidade, que representa a quantidade de espécies existentes, reflete a ocorrência de milhões de eventos de especiação, que descrevemos anteriormente.

Em um contexto evolutivo, baseada nos conceitos de ancestralidade comum e descendência com modificação, a **sistemática filogenética** é o ramo da Biologia que procura estabelecer **relações evolutivas** entre os grupos de organismos conhecidos.

Esquemas que representam a relação de parentesco evolutivo entre seres vivos chamam-se **cladogramas**. Nos cladogramas, os organismos são agrupados de acordo com a existência de um ancestral comum. Os pontos de bifurcação (chamados nós) representam os ancestrais comuns dos grupos aos quais estão associados. No cladograma da figura 11, o agrupamento de jacarés, ornitorrincos e onças forma um **grupo monofilético**, pois todos compartilham um ancestral comum. Já o agrupamento dos animais que possuem ovos com casca calcária (jacarés e ornitorrincos) não é um grupo monofilético, pois exclui as onças, que compartilham com eles um ancestral comum.



1. Presença de âmnio.
2. Glândula mamária e pelos.

Fonte: POUGH, F. H.; JANIS C. M.; HEISER, J. B. *A vida dos vertebrados*. São Paulo: Atheneu, 2008.

Figura 11. Representação simplificada de um cladograma, mostrando prováveis relações evolutivas entre quatro tipos de vertebrados. O cladograma reflete a ordem cronológica na qual os diversos ramos se separaram. Neste caso, o passar do tempo é lido da esquerda para a direita: a separação que originou o grupo dos sapos é anterior à separação que deu origem ao grupo dos jacarés e, assim, sucessivamente. A presença de âmnio (membrana que protege os embriões) é uma condição que caracteriza o ramo formado pelo grupo dos jacarés, ornitorrincos e onças, mas não está presente no ramo dos sapos. Já a presença de glândulas mamárias e pelos é uma característica dos representantes do ramo formado por ornitorrincos e onças, mas não do ramo dos jacarés. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Reinos, uma controvérsia permanente

Em linhas gerais, a classificação dos seres vivos em reinos é um processo histórico que acompanha o desenvolvimento das técnicas de análise e investigação. Os primeiros critérios de classificação baseavam-se em características analisadas macroscopicamente (com a vista desarmada, ou “a olho nu”). Foi assim que Lineu propôs uma classificação dos seres vivos nos reinos **Animalia** e **Plantae**.

No século XIX, com a ampliação dos conhecimentos sobre a vida microscópica, o naturalista alemão Ernst Haeckel (1834-1919) sugeriu a existência do reino Protista, que incluía todos os microrganismos. Já no século XX, os procariontes (organismos com células sem envoltório nuclear) foram arranjados em um grupo à parte: o reino Monera (do grego *moneres*, único). Esse reino inclui bactérias e cianobactérias (anteriormente chamadas cianofíceas ou algas azuis), que são procariontes unicelulares, autotróficos ou heterotróficos.

Na década de 1990, com base em análises bioquímicas, o cientista norte-americano Carl Woese (1928-2012) sugeriu que os procariontes fossem divididos em dois reinos: **Eubacteria** (bactérias verdadeiras ou eubactérias) e **Archaeobacteria** (arqueobactérias). Dessa proposta resultou a classificação dos seres vivos em **seis reinos**, adotada nesta obra, ressaltando que se trata de um critério arbitrário e sujeito a permanentes revisões.

Os seis reinos considerados são:

- **Eubacteria.** Junto às arqueobactérias, diferem dos organismos dos demais reinos porque seus componentes são procariontes. Caracterizam-se pela presença, na parede celular, de uma molécula orgânica complexa, o peptidoglicano (um polissacarídeo associado a alguns aminoácidos).
- **Archaeobacteria.** Diferem das eubactérias, entre outras características, por não possuírem peptidoglicano na parede celular. Muitas arqueobactérias são encontradas em ambientes com salinidade, temperatura ou pH extremos. São exemplos as arqueobactérias metanogênicas (que produzem metano e vivem em pântanos e no sistema digestório de ruminantes), as halobactérias (que vivem em ambientes com

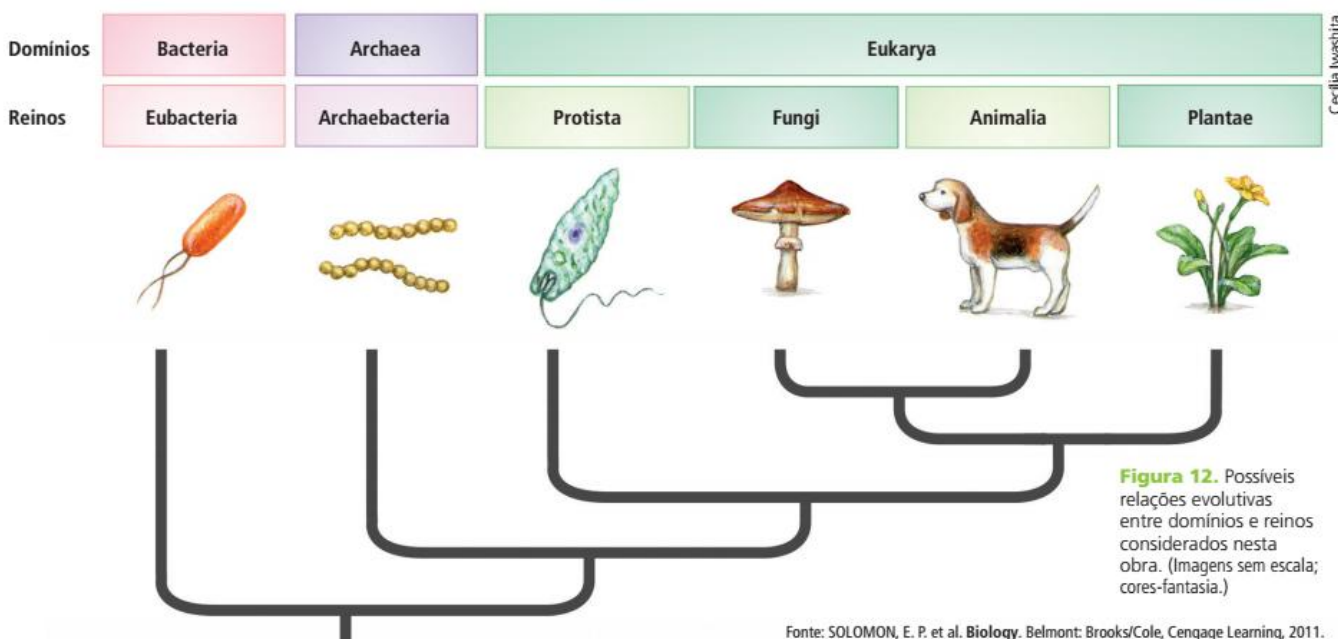
concentrações muito elevadas de sal) e as arqueobactérias termofílicas (que suportam temperaturas extremas e são encontradas, por exemplo, em fontes termais).

- **Protista.** De maneira geral, protistas são todos os eucariontes (organismos que apresentam células com núcleo delimitado pela carioteca) que não são fungos, plantas ou animais. Esse reino inclui as algas e os protozoários. As **algas** são seres unicelulares ou pluricelulares, autotróficos clorofilados e desprovidos de tecidos diferenciados. Os **protozoários** são unicelulares, heterotróficos e têm vida livre ou parasitária. Segundo muitos pesquisadores, esse grupo seria, na verdade, formado pelo agrupamento de diversos reinos menores.
- **Fungi.** Reúne os fungos (como os cogumelos, as orelhas-de-pau, os bolores e as leveduras), organismos eucarióticos, unicelulares ou pluricelulares, heterotróficos, que geralmente se reproduzem por esporos em pelo menos uma fase da vida.
- **Plantae** (ou **Metaphyta**). Inclui as plantas, seres eucarióticos, pluricelulares, autotróficos clorofilados, com tecidos diferenciados. Seus representantes são as briófitas (cujos exemplares mais conhecidos são os musgos), as pteridófitas (samambaias e avencas, por exemplo), as gimnospermas (como pinheiros e sequoias) e as angiospermas (plantas com frutos).
- **Animalia** (ou **Metazoa**). Compreende todos os animais, seres eucarióticos, pluricelulares e heterotróficos.

Diante das marcantes diferenças celulares e bioquímicas entre eubactérias e arqueobactérias, foi proposta na década de 1990 a criação de **domínios**, categorias taxonômicas superiores aos reinos, que seriam constituídos dessa maneira:

- Domínio **Bacteria**, que inclui bactérias e cianobactérias (reino **Eubacteria**).
- Domínio **Archaea**, onde estão as arqueobactérias (reino **Archaeobacteria**).
- Domínio **Eukarya**, que agrupa todos os eucariontes (membros dos reinos **Protista**, **Plantae**, **Fungi** e **Animalia**).

Exceto quando assinalado, adotamos a taxonomia seguida em: SOLOMON, E. P.; BERG, L. R.; MARTIN, D. W. **Biology**. Belmont: Brooks/Cole, 2011.



Fonte: SOLOMON, E. P. et al. **Biology**. Belmont: Brooks/Cole, Cengage Learning, 2011.

Vírus, parasitas acelulares

Considerar ou não os vírus como organismo é apenas uma questão de gosto.

André Michel Lwoff (1902-1994), biólogo francês, vencedor do prêmio Nobel em Fisiologia ou Medicina de 1965.¹

Nossa relação com os vírus ocorre frequentemente de forma dramática, por causa das doenças que eles provocam (figura 13). Síndrome respiratória aguda grave (a pneumonia asiática), aids, dengue e febre amarela são algumas das faces sombrias dessa convivência.

► Estrutura e organização

Os vírus não se incluem em nenhum dos reinos atuais. São desprovidos de organização celular e constituídos basicamente por uma **cápsula proteica** (ou capsídeo) envolvendo o **material genético** (DNA ou RNA). Os vírus causadores da raiva e da varíola, por exemplo, possuem DNA, enquanto os que causam a gripe, a poliomielite (ou paralisia infantil) e a aids, além da maioria dos que infectam plantas, possuem RNA.

Os retrovírus têm RNA como material genético e apresentam a enzima transcriptase reversa, que possibilita a síntese de DNA a partir de um molde de RNA. O exemplo mais conhecido de retrovírus é o HIV, causador da aids, que apresenta um envelope externo com lipídios. Curiosamente, há vírus com cadeias duplas de RNA e outros com cadeia simples de DNA.

Os vírus não têm metabolismo próprio e utilizam o equipamento biológico de células que parasitam, às quais causam prejuízo. Por isso, são **parasitas intracelulares obrigatórios**, reproduzindo-se apenas no interior de células vivas.

Apesar da simplicidade, certamente os vírus não foram pioneiros no planeta, pois dependem de células vivas para sua multiplicação. Acredita-se que tenham se originado de organismos celulares, em diversos momentos da evolução.

► Reprodução

Muito do que se conhece sobre os vírus deve-se ao estudo dos **bacteriófagos** (vírus que atacam bactérias), constituídos de uma cápsula proteica em cujo interior fica o material genético (DNA). Na cauda, eles possuem fibras que contribuem para a fixação à parede das bactérias que infectam.

Ao se reproduzirem, os vírus geralmente causam a morte da célula hospedeira, e esse padrão de reprodução é denominado **ciclo lítico** (figura 14).

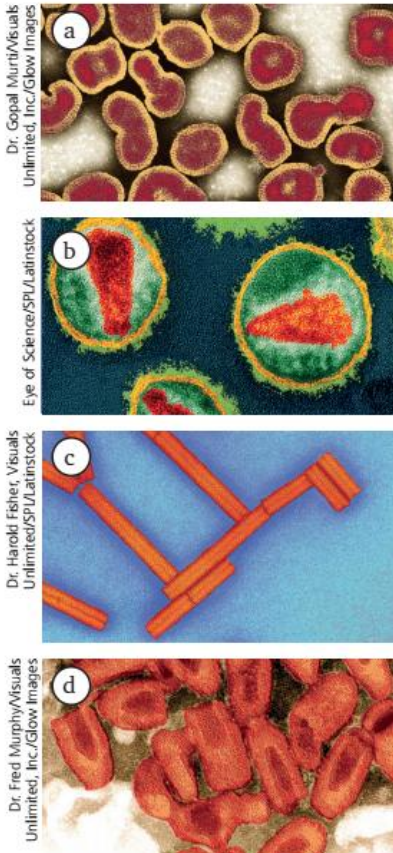


Figura 13. Imagens de microscopia eletrônica dos vírus (a) *influenza*, causador da gripe (aumento aproximado de 246470 vezes), (b) HIV, causador da aids (aumento aproximado de 90000 vezes), (c) do mosaico do tabaco (aumento aproximado de 572 140 vezes) e (d) da raiva (aumento aproximado de 85 710 vezes). (Coloridas artificialmente.)

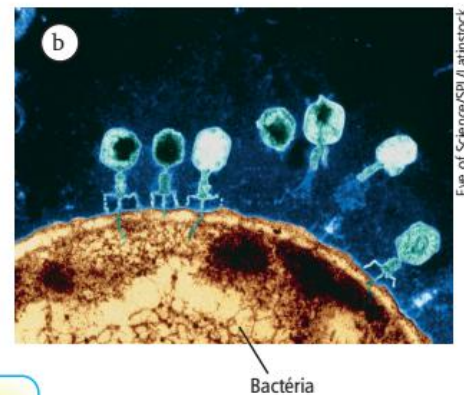
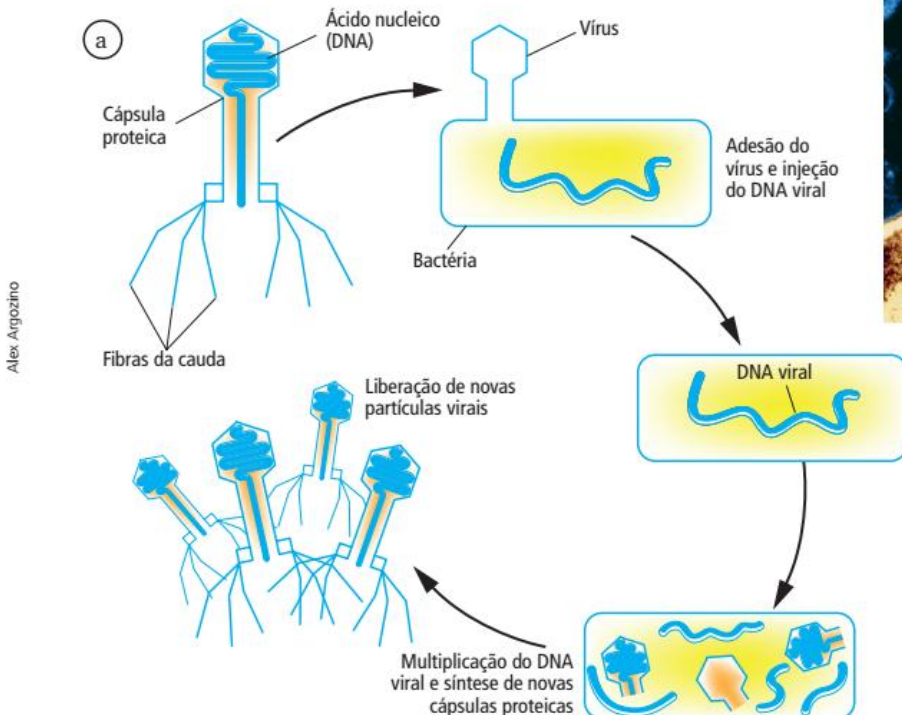


Figura 14. (a) O ciclo lítico de um bacteriófago. (Imagens sem escala; cores-fantasia.); (b) Imagem de microscopia eletrônica de vírus bacteriófago sobre bactéria. (Aumento aproximado de 120 000 vezes; colorida artificialmente.)

¹ Apud MAYR, B.; VAN ROGENMORTE, M. H. V. *Desk Encyclopedia of general virology*. Academic Press: Oxford, 2010. (Tradução nossa.)

Os vírus também podem manter-se em estado temporário de inatividade, sem o envoltório proteico, com o material genético incorporado ao da célula hospedeira, sem causar-lhe a morte. Quando a célula se reproduz, o material genético (que incorporou o DNA viral) duplica-se e distribui-se entre as células-filhas. Assim, a cada ciclo de divisão celular, infecta-se toda a descendência. Esse processo é conhecido por **ciclo lisogênico**. Os vírus causadores do herpes e da hepatite B, por exemplo, podem permanecer latentes por muitos anos, voltando a se manifestar em situação de baixa resistência orgânica.

Os vírus são parasitas intracelulares obrigatórios e específicos, atacando um ou alguns poucos tipos celulares. O causador da poliomielite, por exemplo, ataca determinados neurônios (células nervosas) localizados na medula espinal e provoca paralisia.

A especificidade do vírus está associada à presença, na membrana plasmática das células invadidas, de tipos particulares de proteínas que permitem a fixação e a entrada das partículas virais. A proteína CD₄, por exemplo, presente na membrana plasmática dos linfócitos T₄ (células infectadas pelo HIV), permite o reconhecimento dessas células pelo vírus causador da aids.

Um caso interessante envolve a bactéria causadora da difteria (*Corynebacterium diphtheriae*), que adquire patogenicidade quando infectada por um tipo de bacteriófago que permanece em ciclo lisogênico.

Fora de uma célula hospedeira, os vírus podem ser cristalizados, permanecendo inativos; entretanto, mantêm por muitos anos a capacidade de invadir células.

Doenças causadas pelos vírus

Os vírus são más notícias embrulhadas com um pouco de proteína.

Peter B. Medawar (1915-1987),
biólogo britânico nascido no Brasil.¹

No interior das células hospedeiras, os vírus podem exibir dois efeitos distintos:

- Efeito **citolítico**: destroem as células invadidas e parasitadas.
- Efeito **citocinético**: induzem a ocorrência de divisões celulares, como a que se verifica na formação das verrugas. Vírus citocinéticos têm sido associados a diversas formas de câncer, como o de colo uterino.

Doenças infecciosas causadas por vírus atingem microrganismos, fungos, plantas e animais, e são genericamente denominadas **virose**. A **tabela 1** na página seguinte resume informações sobre as principais viroses humanas.

Sarampo e poliomielite vêm sendo combatidos com sucesso por amplas campanhas de vacinação. Após décadas sob controle, a dengue e a febre amarela urbana (transmitidas pela picada de mosquitos das espécies *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*) voltaram a se alastrar no país, apresentando casos graves que podem causar a morte.

As infecções virais não respondem ao tratamento com antibióticos, que são eficazes contra bactérias. Além de inúteis contra vírus, os antibióticos matam bactérias que compõem a microbiota (flora microbiana normal do organismo) e aumentam a probabilidade de que bactérias patogênicas resistentes aos antibióticos sejam selecionadas.

Os **vírus oncogênicos** (causadores de tumor) relacionam-se com o aparecimento de câncer na espécie humana e em outros animais. O vírus da hepatite B pode desencadear câncer de fígado, o papilomavírus (HPV) provoca câncer de colo de útero, o vírus Epstein-Barr causa linfoma de Burkitt (um tipo de câncer dos nódulos linfáticos), o herpes vírus tipo 8 induz o desenvolvimento de sarcoma de Kaposi (uma forma de câncer de pele).

Atualmente, alguns tipos de vírus são usados no controle biológico de pragas agrícolas. Os baculovírus, por exemplo, são inimigos naturais da lagarta da soja. Desde 1990, o Brasil vem economizando milhões de reais anualmente em defensivos agrícolas com o emprego dos baculovírus. Tal prática não é prejudicial ao ambiente, pois, como a atuação do vírus é específica, outras espécies não são afetadas, diferentemente do que ocorre com os inseticidas convencionais, que podem eliminar também espécies não consideradas pragas.

Image Point Fr/Shutterstock.com



Figura 15. A gripe é uma infecção viral. Epidemias de gripe (como a de 1918, conhecida como gripe espanhola) já mataram milhões de pessoas em todo o mundo. A prevenção da gripe por vacinação, particularmente no inverno, reduziu significativamente a incidência de pneumonias entre idosos brasileiros. Bactérias e vírus causadores de pneumonia instalam-se no organismo debilitado pela gripe e podem levar à morte.

¹ Apud ESKILD, P. et al. *Sherris Medical Microbiology*. New York/London: McGraw-Hill Medical, 2010. (Tradução nossa.)

Tabela 1. Doenças humanas causadas por vírus, principais manifestações e formas de prevenção

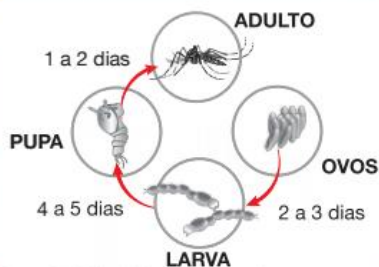
Doença	Agente etiológico	Transmissão	Manifestações	Prevenção
Influenza (gripe)	Vírus da <i>influenza</i> (tipos A, B e C)	Gotículas eliminadas por tosse, espirro	Febre, coriza, tosse, obstrução nasal	Evitar contato com doentes; vacinação
Rubéola	Vírus da rubéola	Gotículas eliminadas por tosse, espirro	Febre, nódulos linfáticos aumentados, manchas avermelhadas na pele, dor articular	Evitar contato com doentes; vacinação
Rubéola congênita	Vírus da rubéola	Transmissão transplacentária	Malformações congênicas	Vacinação pré-gestacional
Sarampo	Vírus do sarampo	Gotículas eliminadas por tosse, espirro	Febre, manchas avermelhadas na pele, coriza, tosse	Evitar contato com doentes; vacinação
Variola (atualmente erradicada)	Vírus da variola	Contato direto, gotículas eliminadas por tosse, espirro	Lesões cutâneas, febre, hemorragias	Evitar contato com doentes; vacinação
Poliomielite (paralisia infantil)	Poliovírus (tipos 1, 2 e 3)	Gotículas eliminadas por tosse, espirro, fala; água e alimentos contaminados	Febre, diarreia, fraqueza muscular, paralisia	Saneamento ambiental; evitar contato com doentes; vacinação
Raiva	Vírus da raiva	Mordedura de cão ou de outros animais infectados	Cefaleia, mal-estar, dificuldade para deglutir e respirar	Vacinação de cães; vacinação humana
Hepatite A	Vírus da hepatite A	Água ou alimentos contaminados por fezes; contato direto	Icterícia, febre, dor abdominal, urina escura e fezes claras	Evitar contato com doentes; saneamento ambiental; vacinação
Hepatite B	Vírus da hepatite B	Transfusão de sangue; materiais contaminados com sangue; contato sexual	Semelhantes às da hepatite A	Vacinação; cuidado com equipamentos, agulhas e seringas; análise de amostras de sangue para doação; uso de preservativo
Hepatite C	Vírus da hepatite C	Transfusão de sangue; materiais contaminados com sangue; contato sexual	Semelhantes às da hepatite A	Cuidado com equipamentos, agulhas e seringas; análise de amostras de sangue para doação; uso de preservativo
Dengue	Vírus da dengue (tipos 1, 2, 3 e 4)	Picada de mosquito do gênero <i>Aedes</i>	Febre, dor muscular e articular, hemorragias, cefaleia	Combate ao mosquito
Febre amarela	Vírus da febre amarela	Picada de mosquito do gênero <i>Aedes</i>	Febre, icterícia, diarreia, hemorragias, insuficiência renal	Combate ao mosquito; vacinação
Aids	HIV	Contato com sangue, esperma e secreções vaginais; materiais contaminados com sangue; da mãe para o filho pela placenta, durante a gestação, no parto ou aleitamento	Febre persistente, diarreia, emagrecimento, manchas na pele, infecções oportunistas, aumento de linfonodos, pneumonia, diminuição da quantidade de linfócitos circulantes	Usar preservativo em todas as relações sexuais (vaginal, anal ou oral); não compartilhar e ter cuidado com equipamentos, seringas e agulhas; análise de amostras de sangue

Fontes: VERONESI, R. *Doenças infecciosas e parasitárias*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991./Ministério da Saúde/Centers of Disease Control and Prevention.

Outras infecções virais são transmitidas pelo *Aedes*: a chikungunya e a zika. A chikungunya tem sintomas semelhantes aos da dengue, enquanto a zika é caracterizada por vermelhidão na pele, febre intermitente, vermelhidão nos olhos, dores no corpo (principalmente nas articulações e na cabeça). Em geral, evolui de forma benigna e os sintomas desaparecem após três ou sete dias. Vários casos de microcefalia em recém-nascidos foram associados à infecção materna por zika, especialmente no primeiro trimestre de gestação.

» DENGUE: UMA BATALHA SEM TRÉGUAS

Ciclo de vida do *Aedes aegypti*



A fêmea deposita seus ovos, que são extremamente resistentes, em locais sombreados com água parada, onde ficam incubados até a eclosão das larvas, que dão origem às pupas, as quais originam os adultos.

A dengue é uma doença infecciosa causada por um vírus da família Flaviviridae transmitido pela fêmea infectada do mosquito *Aedes aegypti*.



Não existe tratamento específico para a dengue: a principal forma de prevenção da doença é o combate ao mosquito.

O *Aedes aegypti* é um mosquito com atividade diurna, período em que pica suas vítimas.

Sulcos e parte interna de pneus acumulam água e servem como local de reprodução para mosquitos



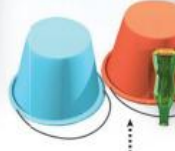
Peixes que se alimentam de larvas de mosquito ajudam a controlar a população



As raízes das plantas aquáticas servem de criadouro para as larvas do mosquito



Vasos, baldes, latas e garrafas devem ser guardados em local fechado ou virados para baixo



Caixas-d'água devem ficar tampadas e ser lavadas periodicamente



Mantenha as calhas desimpedidas

Vasos com plantas devem ter a água trocada diariamente

Bebedouros e tanques devem ser limpos diariamente

Coloque areia no suporte dos vasos

Manifestações da dengue

- Febre alta
- Perda de apetite
- Náusea e vômito
- Fortes dores de cabeça
- Dores pelo corpo e atrás dos olhos

O que fazer?

- Procurar um médico ou posto de saúde
- Ingerir bastante líquido
- Não usar qualquer medicamento sem indicação médica

Evite picadas do mosquito

Calça, blusa de manga longa, meia e sapato

Repelentes

Vela de citronela

Telas e mosquiteiros

Você sabia que...

- As primeiras epidemias conhecidas de dengue datam do fim do século XVIII. Nessa época, a doença era conhecida como "febre quebra-ossos", por causa das fortes dores que causava nas articulações.
- Atualmente, a dengue é considerada um dos principais problemas de saúde pública em todo o mundo, afetando cerca de 400 milhões de pessoas por ano.
- O mosquito é atraído pelos odores, gás carbônico e calor emitidos pelo corpo humano e de outros animais.
- Somente as fêmeas se alimentam de sangue, enquanto os machos se alimentam de substâncias vegetais e açucaradas.
- Pesquisas recentes criaram uma população transgênica de mosquitos *A. aegypti*. Espera-se que, após a introdução desses mosquitos na natureza, se obtenham, da união de machos alterados geneticamente com fêmeas normais, fêmeas incapazes de voar por apresentarem atrofia nas asas.

Divulgue essas informações entre seus amigos e familiares. Quanto mais pessoas colaborarem, maiores serão as chances de sucesso nessa batalha!



(Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Diferenças entre a Dengue, Chikungunya e Zika

As principais diferenças entre a Dengue, a Chikungunya e a Zika estão na intensidade dos sintomas. Entre essas doenças, a dengue é a mais grave.

[...] Os mosquitos do gênero *Aedes* são importantes vetores de doenças. No Brasil, o *Aedes aegypti* é a espécie que merece maior atenção. Como exemplo de doenças provocadas por esse mosquito, podemos destacar a dengue, a chikungunya e a zika.

Além de serem transmitidas pelo mesmo mosquito, a dengue, a chikungunya e a zika são doenças que apresentam alguns sintomas semelhantes, o que pode dificultar o diagnóstico. Entretanto, pequenas diferenças existem e podem ser usadas como critério para a diferenciação.

A dengue é, sem dúvidas, a doença mais grave quando comparada à chikungunya e à zika. Ela causa febre, dores no corpo, dores de cabeça e nos olhos, falta de ar, manchas na pele e indisposição. Em casos mais graves, a dengue pode provocar hemorragias, que, por sua vez, podem ocasionar óbito.

A chikungunya também causa febre e dores no corpo, mas as dores concentram-se principalmente nas articulações. Na dengue, as dores são predominantemente musculares. Alguns sintomas da chikungunya duram em torno de duas semanas; todavia, as dores articulares podem permanecer por vários meses. Casos de morte são muito raros, mas a doença, em virtude da persistência da dor, afeta bastante a qualidade de vida do paciente.

Por fim, temos a febre zika, que é a doença que causa os sintomas mais leves. Pacientes com essa enfermidade apresentam febre mais baixa que a da dengue e chikungunya, olhos avermelhados e coceira característica. Em virtude desses sintomas, muitas vezes a doença é confundida com alergia. Normalmente a zika não causa morte, e os sintomas não duram mais que sete dias. Vale frisar, no entanto, que a febre zika relaciona-se com uma síndrome neurológica que causa paralisia, a síndrome de Guillain-Barré, e também com casos de microcefalia.



SUS/Governo Federal

O tratamento da dengue, chikungunya e zika é praticamente o mesmo, uma vez que não existem medicamentos específicos para nenhuma dessas enfermidades. Recomenda-se que o paciente, nos três casos, permaneça em repouso e beba bastante líquido. Alguns medicamentos são indicados para dor, mas não se deve fazer uso de remédios que contenham ácido acetilsalicílico, pois eles podem desencadear hemorragias.

Não existem vacinas contra as doenças citadas no texto. Assim sendo, a melhor forma de prevenir-se é pela destruição dos locais propícios à multiplicação do mosquito *Aedes*, garantindo sempre que não haja acúmulo de água parada.

SANTOS, V. S. *Diferenças entre a Dengue, Chikungunya e Zika*. Mundo Educação. Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/doencas/diferencas-entre-dengue-chikungunya-zika.htm>>. Acesso em: mar. 2016.

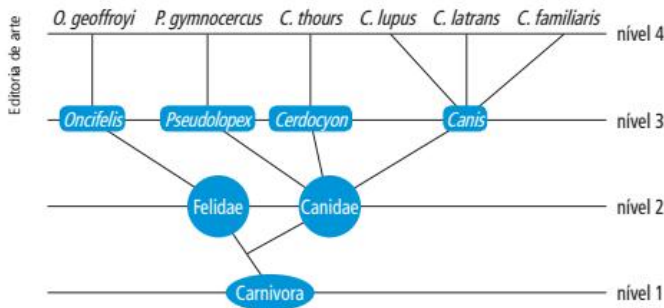
Atividade

Escreva no caderno

Com base na notícia e em seus conhecimentos sobre as doenças citadas, julgue (V ou F) as afirmativas:

- V I. São causadas por vírus.
- V II. O mosquito transmissor costuma picar, com maior frequência, nas primeiras horas do dia e no final da tarde.
- F III. São transmitidas pela picada de mosquitos do gênero *Anopheles*.
- F IV. Podem ser prevenidas pelo uso de vacinas.
- V V. O tratamento é sintomático, uma vez que não há droga específica contra os agentes causadores.
- F VI. Todas estão associadas ao aumento do número de casos de microcefalia e síndrome de Guillain-Barré.

1. (UFPEL-RS) Utilizando seus conhecimentos de sistemática, analise o diagrama hipotético abaixo e responda:



- a) Os elementos inseridos nos níveis 1, 2, 3 e 4 pertencem, respectivamente, a que categorias sistemáticas?
 b) Todos os indivíduos classificados no nível 4 pertencem à mesma classe? Explique, denominando essa(s) classe(s).

2. (Ceag/FGV-SP) Para facilitar o estudo dos seres vivos, os cientistas os dividem em categorias de classificação (ou táxons):

Espécie → Gênero → Família → Ordem → Classe → Filo → Reino.

- a) A baleia-azul (*Balaenoptera musculus*) e a baleia-espadarte (*Balaenoptera borealis*) pertencem à família Balaenopteridae. Portanto, possuem em comum, obrigatoriamente, quais outras categorias de classificação?
 b) A baleia-franca (*Eubalaena australis*, da família Balaenidae), como todas as demais baleias, pertence à ordem Cetacea. Se em um determinado ecossistema marinho hipotético forem avistados exemplares de baleia-franca, baleia-azul (*Balaenoptera musculus*, da família Balaenopteridae) e baleia-espadarte (*Balaenoptera borealis*, da família Balaenopteridae), teremos representantes de quantas classes? De quantas famílias? De quantos gêneros? De quantas espécies?

3. Se você perguntar a um morador da Amazônia o significado da expressão *Lachesis muta*, provavelmente ele não saberá; entretanto, ele conhece o perigo representado pela picada da surucucu, serpente peçonhenta que habita as florestas da região.

- a) Por que cientistas e pesquisadores preferem utilizar a denominação *Lachesis muta*, em vez de surucucu?
 b) O que representa cada uma das palavras que compõem o nome científico dessa serpente?
 c) *Lachesis muta* designa uma espécie. Biologicamente, o que isso significa?
 d) Surucucu (*Lachesis muta*), cascavel (*Crotalus terrificus*), jararacuçu (*Bothrops jararacussu*) e jararaca-verdadeira (*Bothrops jararaca*) pertencem à ordem Squamata. Que outras categorias taxonômicas certamente são comuns a essas serpentes?

4. A jararaca-ilhoa (*Bothrops insularis*) é uma serpente peçonhenta cuja existência é limitada exclusivamente à ilha da Queimada Grande, no litoral do estado de São Paulo. Nas áreas continentais da América do Sul, existem diversas outras serpentes do mesmo gênero, como a jararaca-verdadeira (*Bothrops jararaca*), a jararaca-verde (*Bothrops bilineata*) e a jararacuçu (*Bothrops jararacussu*).

- a) Quais devem ter sido as etapas do processo que levou ao desenvolvimento da espécie *Bothrops insularis* (jararaca-ilhoa)?
 b) Que procedimento pode ser utilizado para confirmar se a jararaca-ilhoa e a jararaca-verdadeira pertencem a espécies diferentes?

5. A respeito dos vírus, pergunta-se:

- a) Que argumentos você usaria para incluí-los entre os seres vivos?
 b) O biólogo norte-americano Peter Raven diz que “os vírus são más notícias embrulhadas com um pouco de proteína”. Como você explica essa curiosa definição?

6. (UFS-SE) “Os primeiros seres vivos da Terra surgiram na água e se alimentavam de substâncias orgânicas que haviam se formado durante um lento processo de evolução química em nosso planeta.”

Explique por que os primeiros seres vivos não deviam ser semelhantes aos atuais vírus.

7. (Unicamp-SP) Após um surto de uma doença misteriosa (início com febre, coriza, mal-estar, dores abdominais, diarreia, manchas avermelhadas espalhadas pelo corpo) que acometeu crianças com até cinco anos de idade em uma creche, os pesquisadores da Unicamp conseguiram sequenciar o material genético do agente causador da doença e concluíram que se tratava de um vírus. Um segmento dessa sequência era UACCCGUUAAAG.

- a) Explique por que os pesquisadores concluíram que o agente infeccioso era um vírus.
 b) Dê duas características que expliquem por que os vírus não são considerados seres vivos.
 c) Sabendo-se que a sequência mostrada acima (UACCCGUUAAAG) dará origem a uma fita de DNA, escreva a sequência dessa fita complementar.

8. Observe a charge abaixo:



MAAL Ilustra

A charge sugere a necessidade de todos se mobilizarem no combate ao agente transmissor de importantes doenças humanas, que se alastraram no Brasil nos últimos anos.

- a) A charge refere-se a qual agente transmissor?
 b) A quais doenças o texto faz referência? Quais são seus agentes etiológicos?
 c) Cite medidas profiláticas capazes de preveni-las.

Ações afirmativas e política de cotas

Uma sugestão de encaminhamento de discussão sobre o mesmo tema está disponível em: <<http://tub.im/ty6mcv>>. Acesso em: fev. 2016.



michaeljung/Shutterstock.com

Estão entre nós as políticas públicas que buscam superar a discriminação, principalmente a racial, e promover a inclusão social; todavia, sua aplicação ainda é motivo de polêmica.

No mundo ainda abalado pela Segunda Guerra Mundial (1939-1945), foi criada a Organização das Nações Unidas (ONU), cuja Declaração Universal dos Direitos Humanos, em seu Artigo 2º, afirma:

Todo ser humano tem capacidade para gozar os direitos e as liberdades estabelecidos nesta Declaração, sem distinção de qualquer espécie, seja de raça, cor, sexo, idioma, religião, opinião política ou de outra natureza, origem nacional ou social, riqueza, nascimento, ou qualquer outra condição.¹

Em 1963, a ONU adotou a Declaração Internacional Sobre a Eliminação de Todas as Formas de Discriminação Racial, que diz no Artigo 1º:

A discriminação entre seres humanos em razão da raça, cor ou origem étnica é uma ofensa à dignidade humana, e será condenado como uma negação dos princípios da Carta das Nações Unidas, como uma violação dos direitos humanos e liberdades fundamentais proclamados na Declaração Universal dos Direitos Humanos, como um obstáculo às relações amigáveis e pacíficas entre as nações e como um fato capaz de perturbar a paz e a segurança entre os povos.²

Cinco décadas depois, ao tratar das chamadas **ações afirmativas**, Joaquim Barbosa, então ministro do Supremo Tribunal Federal (STF), definiu essas estratégias como:

[...] políticas públicas (e também privadas) voltadas à concretização do princípio constitucional da igualdade material e à neutralização dos efeitos da discriminação racial, de gênero, de idade, de origem nacional e de compleição física. Impostas ou sugeridas pelo Estado, entes vinculados e até mesmo entidades puramente privadas, visam combater não somente manifestações flagrantes, mas também as manifestações de fundo cultural, estrutural, enraizada na sociedade. [...]³

As ações afirmativas inserem-se em um amplo conjunto de medidas de combate a todas as formas de discriminação a grupos sociais, que envolvem o racismo, as questões de gênero, a homofobia, a discriminação por idade, por deficiência e a xenofobia. A expressão “ação afirmativa” foi empregada pela primeira vez pelo então presidente norte-americano John Kennedy, em 1961, em um documento que obrigava os patrões a dar

¹ ONU. Declaração Universal dos Direitos Humanos. Disponível em: <<http://www.dudh.org.br/wp-content/uploads/2014/12/dudh.pdf>>. Acesso em: fev. 2016.

² ONU. Declaração das Nações Unidas sobre a Eliminação de Todas as Formas de Discriminação Racial. Disponível em: <<http://www.oas.org/pt/default.asp>>. Acesso em: fev. 2016.

³ Apud COELHO, C. R. J. Do princípio da igualdade à ação afirmativa. A trajetória do direito à inclusão social. **Jus Navigandi**, Teresina, ano 16, n. 2 899, 9 jun. 2011. Disponível em: <<https://jus.com.br/artigos/19298/do-principio-da-igualdade-a-acao-afirmativa/2>>. Acesso em: fev. 2016.

O documento da Declaração Universal dos Direitos Humanos encontra-se na íntegra disponível em: <<http://tub.im/9w5oey>>. Acesso em: fev. 2016.

tratamento igualitário a todos os funcionários, independentemente de raça, credo, cor ou nacionalidade. Promulgada em 1964, no governo de Lyndon Johnson, a Lei de Direitos Civis pôs fim à segregação racial em locais públicos e privados nos Estados Unidos, permitindo aos afrodescendentes frequentar os mesmos ambientes e desfrutar dos mesmos direitos legais que os brancos. A partir de então, diversas medidas de incentivo às ações afirmativas foram implementadas nos Estados Unidos, principalmente em questões ligadas ao mundo da educação e do trabalho.

No Brasil, a Constituição de 1988 foi a primeira a abordar objetivamente propostas derivadas da Declaração Universal dos Direitos Humanos e da Convenção Internacional Sobre a Eliminação de Todas as Formas de Discriminação Racial, abrindo a possibilidade de implementação de ações afirmativas. Desde então, estão ocorrendo ações nas esferas governamentais municipais, estaduais e federal voltadas aos afrodescendentes.

Em julho de 2010, o então presidente Luís Inácio Lula da Silva sancionou o Estatuto da Igualdade Racial, prevendo garantias e estabelecendo políticas públicas de valorização dos afrodescendentes. Em agosto de 2012, no governo Dilma Rousseff, foi sancionada lei que destina 50% das vagas das universidades federais a alunos que cursaram integralmente o ensino médio em escolas públicas, com preferência a indígenas e afrodescendentes.

Quando se discutem ações afirmativas, a adoção das cotas como alternativa para reduzir a desigualdade na inserção de estudantes brancos e afrodescendentes nas universidades é um tema controverso. Sobre o assunto, leia os dois textos a seguir.

O documento na íntegra do Estatuto da Igualdade Racial encontra-se disponível em: <<http://tub.im/qdrh22>>. Acesso em: fev. 2016.

Texto 1

Sueli Carneiro

Filósofa, fundadora do Geledés — Instituto da Mulher Negra.

As cotas são instrumentos de uma política mais ampla, a ação afirmativa, que decorre do reconhecimento, por uma dada sociedade, de que nela alguns segmentos receberam tratamento desigual, acarretando ônus social. E que, para reverter as desvantagens sociais que esses grupos acumularam, eles têm que ser alvo de medidas específicas, que contenham ou interrompam o ciclo de exclusão. No Brasil, o debate sobre as cotas omite que tais medidas tenham sido adotadas em vários países, entre eles Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, Alemanha, Austrália, Nova Zelândia, Nigéria, Sri Lanka, África do Sul, Israel, Noruega, Bélgica, Malásia, ex-União Soviética, Líbano, Colômbia e Peru. Em

cada um desses países, essa política procurou corrigir os efeitos produzidos por ideologias como o racismo, o sexismo, a intolerância religiosa e outras formas de discriminação. A ação afirmativa, aliás, não é uma invenção estadunidense; é uma política de inclusão social nascida na Índia, que desde 1948 previu medidas especiais de promoção dos *dalits*, os "intocáveis". No Brasil, estamos acostumados a ver professores, gerentes, diretores, secretárias, políticos, médicos e engenheiros quase sempre brancos e consideramos isso a "ordem natural das coisas".

Não é; é apenas a naturalização de uma ordem social injusta e racialmente excludente, que chamamos de "democracia racial". Muitos países já recusaram esse mito e optaram por encarar as suas mazelas sociais de frente!

Leia mais sobre a segregação na Índia em <<http://tub.im/vcchfy>>. Acesso em: fev. 2016).

Texto 2

José Carlos Miranda

Coordenador nacional do Movimento Negro Socialista.

As chamadas cotas raciais são políticas públicas velhas. Desde 1949 são aplicadas na Índia; desde 1972 nos EUA; desde 1995 na África do Sul e, no Brasil, a partir de 2001, quando o então ministro da reforma agrária do governo FHC, Raul Jungman, a implementou em seu ministério. E muitas universidades públicas passaram a adotar esse sistema, cada uma à sua maneira, desde então. Podemos afirmar que nem o racismo nem a desigualdade diminuíram após a aplicação das cotas raciais. A herança histórica da escravidão, aliada ao imenso abismo entre as classes sociais e à incapacidade da classe dominante de constituir uma nação justa, relegou a maioria dos ex-escravos e seus descendentes a uma situação de brasileiros de segunda classe desde a abolição da escravatura, em 1888. No Brasil existe racismo, evidenciado na violência do cotidiano, mas não existe nenhuma lei que defina direitos e deveres de acordo com a cor da pele. A discriminação racial existe e repercute nas entranhas da sociedade e nas suas instituições.

Basta verificar as estatísticas para constatar o tratamento desigual em relação à cor da pele. As cotas raciais são uma falsa saída, que apenas alivia a pressão da luta por espaço para todos. Ela lança os filhos dos trabalhadores uns contra os outros na luta por vagas nas universidades públicas, nos empregos etc. Uma política de combate ao racismo só pode ser eficaz se partir da igualdade jurídica. As cotas raciais vão no sentido contrário dessa premissa.

Depois da leitura dos textos, faça o que se pede:

Escreva
no caderno

1. Aponte a ideia central dos textos 1 e 2 e identifique os principais argumentos de cada autor.
2. Os textos 1 e 2 expressam opiniões convergentes ou antagônicas? Localize palavras e/ou frases que expressam convergência ou oposição.
3. Qual é sua opinião a respeito?
4. Discuta as opiniões dos autores e a sua própria opinião, confrontando-a com a dos seus colegas.

Bactérias, arqueas e fungos

Seres versáteis



Cristóbal Rojas. 1886. Óleo sobre tela. Galería de Arte Nacional, Caracas, Venezuela

La miséria (1886), óleo sobre tela de Cristóbal Rojas.

Duro de matar

No leito de morte em um decrepito quarto escuro, uma mulher agoniza. Com semblante preocupado e olhar perdido, o homem que a acompanha mira o chão desgastado, que escancara a pobreza do lugar.

Filho de um casal de médicos, o pintor venezuelano Cristóbal Rojas (1857-1980), um dos mais importantes artistas da América Latina, teve a tuberculose como tema recorrente de seu trabalho. Seus modelos eram personagens reais dos subúrbios de Paris da segunda metade do século XIX, marcados pela pobreza e pela doença, então chamada “morte branca”. Triste ironia, também a causa da morte do pintor.

O avanço da terapia antimicrobiana e a melhoria das condições de vida mudaram a história da tuberculose na primeira metade do século XX. Todavia, estima-se que 2 bilhões de pessoas (cerca de 30% da população mundial) estejam atualmente infectadas pela bactéria causadora da tuberculose; portanto, sujeitas a desenvolver a doença. De acordo com a OMS, em 2014 foram registrados em todo o mundo 6 milhões de novos casos de tuberculose, e mais de 1 milhão de mortes em consequência dela. Países em desenvolvimento registram 95% dos casos e 98% das mortes. No Brasil, a tuberculose também é grave problema da saúde pública. O país registra aproximadamente 70 mil novos casos por ano, com mais de 4 mortes. Estes números fazem da tuberculose a principal causa de morte por doenças infectocontagiosas em adultos, em todo o mundo.

Em 1993, a Organização Mundial da Saúde (OMS) disparou um sinal de alarme contra a tuberculose. Segundo a OMS, as principais causas da gravidade do quadro atual de tuberculose são a pobreza, a aids, o envelhecimento da população e os frequentes e grandes movimentos migratórios.

O principal agente etiológico da tuberculose é a bactéria da espécie *Mycobacterium tuberculosis*, também conhecida como bacilo de Koch (BK), em homenagem a Robert Koch, cientista que a isolou e identificou, em 1882. A transmissão habitual da tuberculose ocorre de pessoa a pessoa, por inalação de bacilos em gotículas de secreções respiratórias suspensas no ar, as quais são expelidas por doentes por meio de tosse, espirro e fala. A mais importante fonte de infecção são os doentes bacilíferos (ou seja, os que eliminam o bacilo para o exterior) com a forma pulmonar da doença. Sem tratamento, um desses doentes pode infectar anualmente de 10 a 15 pessoas que com ele convivem.

Apesar de a tuberculose pulmonar ser de longe a expressão mais comum da doença, muitos outros órgãos, como a laringe, a pele, o intestino, os rins, os ossos, os testículos, os ovários e as meninges, podem ser afetados. Nesse texto, trataremos apenas da tuberculose pulmonar, em razão da maior importância clínica e epidemiológica. A maioria dos casos de tuberculose primária surge aproximadamente 12 meses após a infecção inicial. Embora possa haver cura espontânea, em 90% dos indivíduos infectados o sistema imune apenas impede o avanço da infecção, “cercando” o bacilo, que permanece vivo, em estado latente. Em 10% desses indivíduos, a tuberculose se manifestará tardiamente. A progressão para a doença clínica é favorecida por muitos fatores que reduzem a imunidade (por exemplo, precárias condições sanitárias, alcoolismo, desnutrição, estresse, idade avançada, infecção pelo HIV, diabetes melito, tumores e uso prolongado de corticosteroides e de outros medicamentos imunodepressores). Pelo menos um terço das pessoas infectadas pelo HIV também são infectadas pelo *M. tuberculosis* e apresentam de 20 a 30 vezes mais probabilidade de desenvolverem a tuberculose.

Os principais sinais e sintomas da tuberculose são febre, tosse persistente (por mais de três semanas), suor noturno abundante, escarro com sangue ou eliminação de sangue puro, dor torácica, redução de apetite, perda de peso e fraqueza.

A prevenção se faz principalmente pela detecção e tratamento dos doentes bacilíferos. Outra medida preventiva é o controle dos comunicantes (pessoas que convivem intimamente com o doente), que, depois de avaliação e indicação médicas, podem necessitar de quimioprofilaxia. A administração da vacina BCG (bacilo de Calmette-Guérin), obrigatória no Brasil para menores de um ano de idade, não evita a tuberculose, mas protege contra as formas mais graves.

O tratamento da tuberculose é feito com a administração de antimicrobianos combinados, com o propósito de reduzir a probabilidade de desenvolvimento de resistência bacteriana aos medicamentos. Três semanas depois de iniciado o tratamento adequado, o paciente deixa de transmitir a doença; entretanto, quando o tratamento é interrompido ou inadequado, pode ocorrer o desenvolvimento de variedades resistentes às drogas rotineiras.

Desenvolva com os alunos um trabalho a respeito da automedicação, com enfoque no uso de antibióticos. Junto aos alunos, elabore um questionário e peça que formem grupos de trabalho para a realização de entrevistas. Peça a colaboração de professores de Matemática na orientação para a elaboração e a análise de gráficos e tabelas. Discuta com os alunos os resultados, relacionando-os com o risco de desenvolvimento de resistência a antibióticos. Como trabalho final dessa atividade, proponha aos alunos que desenvolvam materiais de divulgação sobre os perigos da automedicação, para serem expostos ou distribuídos na comunidade escolar.

Arqueobactérias e eubactérias

Os procariontes dividem-se em dois reinos, o das **arqueobactérias** (reino **Archaeobacteria**) e o das **eubactérias** (reino **Eubacteria**). Diferem quanto a propriedades bioquímicas e aspectos do metabolismo. Além disso, a parede celular das arqueobactérias não possui peptidoglicano, um polissacarídeo presente na parede celular das eubactérias.

As **arqueobactérias** são um grupo ainda pouco conhecido. Sabe-se que a maioria delas vive em ambientes com condições

extremas, como fontes termais, meios aquáticos com acidez acentuada e locais de excessiva salinidade. Há arqueobactérias produtoras de metano (metanogênicas), que vivem em ambientes pobres em oxigênio, como as águas de pântanos e de esgotos e nos intestinos de animais.

As **eubactérias** têm ampla distribuição pelo planeta, podendo ser encontradas em ambientes aquáticos, no ar, nos diferentes tipos de solo e em associação com outros seres vivos.

Uma interessante proposta de trabalho sobre a importância das bactérias para a vida está disponível em: <<http://tub.im/ddokrm>>. Acesso em: jan. 2016.

Eubactérias: bactérias e cianobactérias

Estima-se em cerca de 4,6 bilhões de anos a idade da Terra, e a vida deve ter emergido menos de 1 bilhão de anos depois, na forma de seres com estrutura bastante simples (**figura 1**). Presentes na biosfera ainda hoje, adaptados a seus habitats e nichos ecológicos, esses organismos desempenham papéis ecológicos fundamentais. **Bactérias e cianobactérias** (antes denominadas algas azuis ou cianofíceas) são **procariontes unicelulares**. No planeta há mais de 3,5 bilhões de anos, são essenciais nos ecossistemas. Sem elas, a vida estaria extinta, exaurida de compostos orgânicos e soterrada nos próprios resíduos.

A manutenção das comunidades de um ecossistema depende de, pelo menos, dois componentes bióticos: os **produtores**, que capturam energia luminosa e sintetizam matéria orgânica, e os **decompositores**, que reciclam a matéria, devolvendo-a para o ambiente. Agindo como produtores e decompositores, respectivamente, cianobactérias e bactérias vêm garantindo a dinâmica dos ecossistemas e a continuidade da vida, que se modificou e alcançou a diversidade que observamos atualmente.

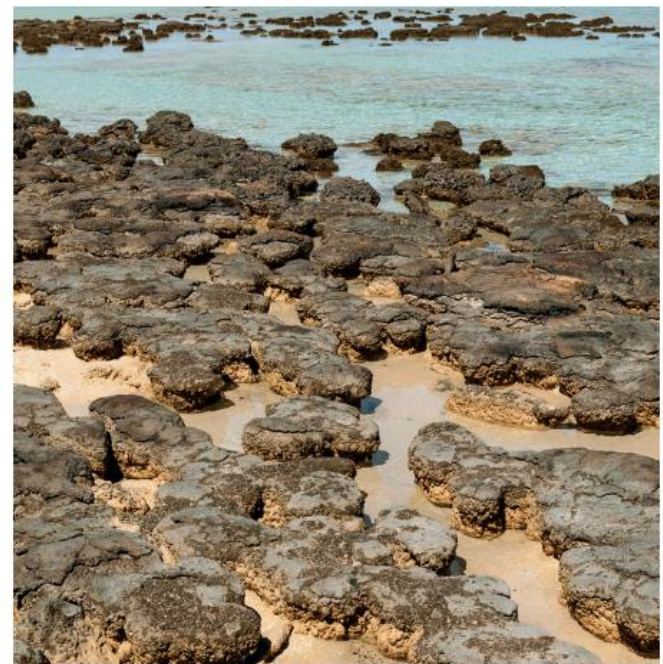
As cianobactérias vivem em ambientes aquáticos (água doce ou salgada) e em solos úmidos ou encharcados. São seres **autotróficos fotossintetizantes** e produzem grande parte do oxigênio atmosférico. Em associação mutualística com fungos, formam alguns tipos de líquens.

As bactérias vivem em ambientes aquáticos (água doce ou salgada), no solo, no ar ou associadas a outros seres vivos (animais e plantas). Embora existam bactérias autotróficas fotossintetizantes e bactérias autotróficas quimiossintetizantes, a maioria é **heterotrófica**, com espécies parasitas, mutualísticas, comensais e decompositoras. As espécies que atuam como decompositoras participam da reciclagem da matéria nos ecossistemas.

Entre as **bactérias autotróficas**, existem espécies quimiossintetizantes e espécies fotossintetizantes. Bactérias **fotossintetizantes** possuem bacterioclorofila (um tipo especial de clorofila), que permite o aproveitamento da energia luminosa. As bactérias **quimiossintetizantes** também produzem matéria orgânica; porém, em vez da energia luminosa, utilizam a energia química originária da oxidação de compostos inorgânicos.

Bactérias aeróbias utilizam o oxigênio molecular (O_2) na respiração celular aeróbia, por meio da qual obtêm a energia da matéria orgânica. **Bactérias anaeróbias** fazem fermentação ou respiração celular anaeróbia e não necessitam do O_2 . A bactéria causadora do tétano (*Clostridium tetani*), por exemplo, é um anaeróbio obrigatório, não sobrevivendo na presença de O_2 .

Quanto ao tipo morfológico, as bactérias podem ser classificadas em cocos, espirilos, bacilos e vibriões (**figura 2**).



Robert Wyatt/Alamy/Glow Images

Figura 1. Alguns dos mais antigos fósseis do planeta (com quase 4 bilhões de anos) estão nos estromatólitos, como estes encontrados na praia de Shark Bay, na Austrália. Formados pela deposição de sais de cálcio em colônias de cianobactérias, mostram semelhanças com as cianobactérias atuais, demonstrando a relativa estabilidade desses procariontes durante o tempo.

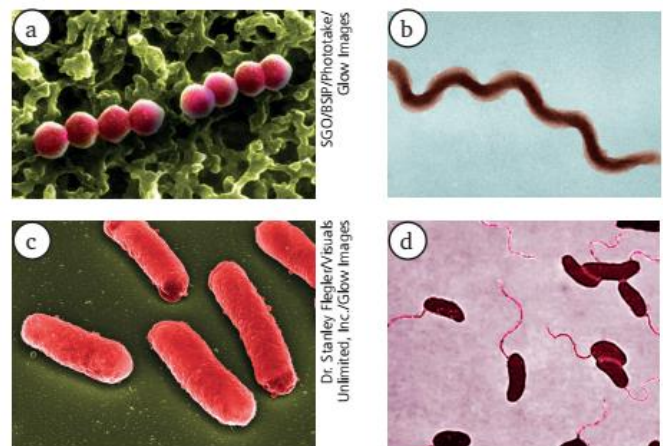


Figura 2. Imagens de microscopia ilustrando os tipos morfológicos de bactérias. (a) Coco (*Staphylococcus pneumoniae*), forma esférica (aumento aproximado de 17 330 vezes); (b) espirilo (*Treponema pectinovorum*), forma helicoidal/ondulada (aumento aproximado de 38 890 vezes); (c) bacilo (*Escherichia coli*), forma de bastonete (aumento aproximado de 16 250 vezes); (d) vibrião (*Vibrio cholerae*), forma de vírgula (aumento aproximado de 1 800 vezes). (Coloridas artificialmente.)

► Estrutura e fisiologia

A célula bacteriana tem organização muito simples (**figura 3**). Apresenta membrana plasmática e citoplasma, onde se encontram os ribossomos e o material genético. Externamente à membrana plasmática, a maioria das bactérias apresenta uma **parede celular** rígida, composta principalmente de **peptidoglicano** (polipeptídeos associados a carboidratos). Pode, ainda, existir uma **cápsula** gelatinosa mais externa envolvendo a parede celular.

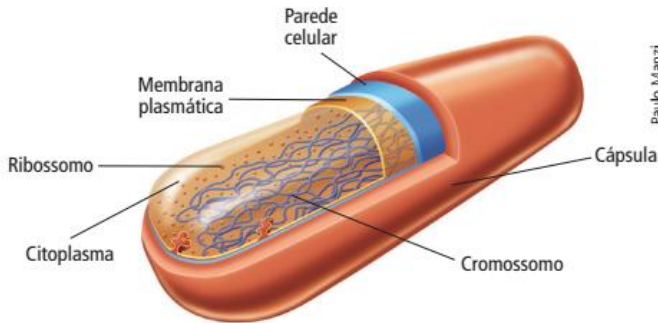


Figura 3. Representação esquemática de uma bactéria, com seus principais componentes. Diferentemente da célula eucariótica, a célula bacteriana não possui envoltório nuclear nem organelos membranosos (lisossomos, retículo endoplasmático, mitocôndrias, complexo golgiense, entre outros). Sua parede celular não contém celulose (diferentemente da parede de células vegetais). Embora possa ter flagelos, eles não estão relacionados aos centríolos, como os flagelos de células eucarióticas. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

A membrana plasmática é lipoproteica. Nela podem ser encontrados os **mesossomos**, invaginações que se prendem aos cromossomos bacterianos durante a divisão celular e possuem enzimas relacionadas com a respiração celular aeróbia.

Sendo procariontes, as bactérias não possuem envoltório nuclear, e seu material genético é um **cromossomo circular** constituído de DNA, que fica imerso no citoplasma, em uma região denominada **nucleoide**. As bactérias podem apresentar **plasmídios**, pequenas moléculas circulares de DNA, separadas do cromossomo, que contêm alguns genes (como os que conferem resistência a antibióticos).

Relacionados com a síntese de proteínas, os **ribossomos** são os únicos organelos citoplasmáticos bacterianos.

As **cianobactérias** (**figura 4**) apresentam a organização celular típica dos procariontes, sem envoltório nuclear nem organelos citoplasmáticos membranosos. Sua parede celular assemelha-se à das bactérias em estrutura e composição química.

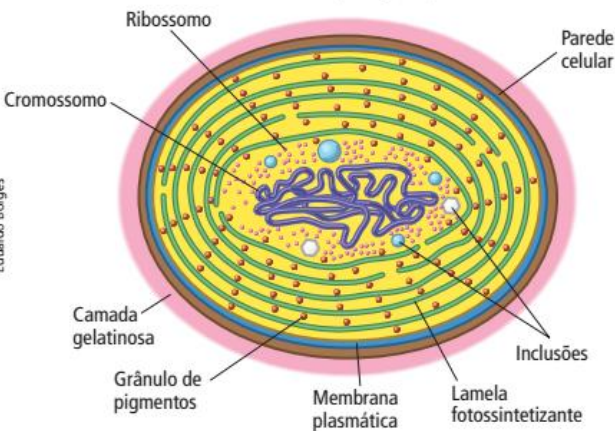


Figura 4. Representação esquemática de uma cianobactéria. Lamelas fotossintetizantes são invaginações saculares e achatadas da membrana plasmática às quais ficam aderidos os grânulos de pigmentos fotossintetizantes. Inclusões são grânulos ou gotículas de diferentes substâncias, que permanecem dispersos no citoplasma, não envolvidos por membranas. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

As cianobactérias são clorofiladas, fotossintetizantes e, portanto, autotróficas. Algumas espécies (como as dos gêneros *Anabaena* e *Nostoc*) fixam o nitrogênio (N_2) atmosférico, contribuindo para a fertilidade do solo e da água.

► Reprodução

A reprodução das bactérias geralmente ocorre por **divisão binária** (ou cissiparidade). Trata-se de um processo de **reprodução assexuada** em que um organismo unicelular se divide em dois novos organismos geneticamente idênticos.

Em condições ideais, uma bactéria pode originar duas células-filhas em poucos minutos, que se separam completamente ou, em alguns casos, formam arranjos chamados **colônias**.

Os clostrídios, bactérias causadoras de doenças como o tétano (*Clostridium tetani*) e o botulismo (*Clostridium botulinum*), podem gerar **esporos** — formas resistentes que suportam condições desfavoráveis de temperatura, salinidade ou escassez de água. Na forma de esporos, as bactérias permanecem em estado de atividade metabólica reduzida, gastando pouca energia. Se o ambiente readquire condição favorável, os esporos originam bactérias no **estado vegetativo**, em que retomam a atividade metabólica normal.

Conjugação, transformação e transdução (**figura 5**) são mecanismos de troca de material genético (ou recombinação genética) entre as bactérias, e seus efeitos correspondem aos da **reprodução sexuada**. Caracterizam-se pela troca de fragmentos de DNA entre as células. A bactéria receptora incorpora o DNA recebido ao seu próprio cromossomo.

A vantagem evolutiva da reprodução sexuada é a **variabilidade genética** que esta proporciona. A existência de variabilidade (diversidade) entre os componentes de uma população favorece a adaptação ao ambiente.

Não se conhece nenhuma forma de reprodução sexuada entre as cianobactérias. Entre elas, as **mutações** são a sua principal fonte de variabilidade genética.

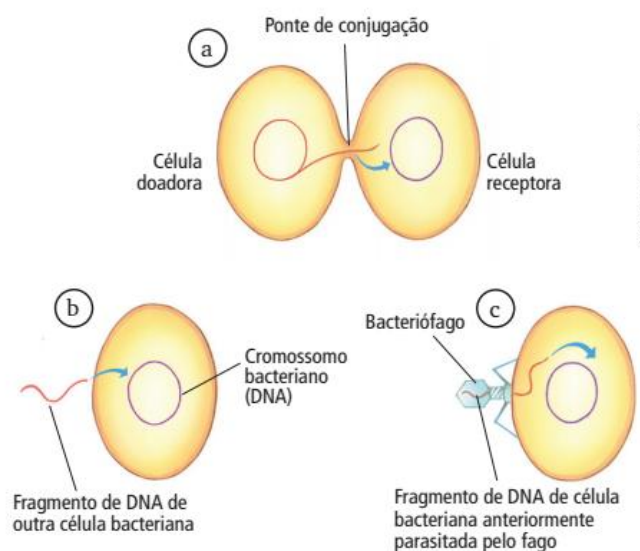


Figura 5. Mecanismos de recombinação genética em bactérias. (a) A conjugação envolve a transferência, por uma ponte intercelular, do DNA de uma bactéria doadora para uma receptora. (b) A transformação consiste na incorporação, por uma célula bacteriana, de DNA livre, encontrado no meio. (c) A transdução é a transferência de DNA de uma célula bacteriana para outra, por ação de um vírus. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Bactérias da espécie *Thermus aquaticus* são isoladas em ambientes extremos (fontes hidrotermais). Delas, é obtida a enzima taq-polimerase, que catalisa a duplicação de DNA. O uso da taq-polimerase revolucionou a biologia molecular, permitindo a replicação de fragmentos de material genético de interesse, como na reação em cadeia da polimerase (PCR).

Papel ecológico e importância econômica das bactérias

Bactérias desempenham importantes papéis nos ecossistemas:

- A reciclagem de matéria depende da atuação das **bactérias decompositoras**.
- A densidade populacional de diversas espécies é controlada por **doenças causadas por bactérias**.
- O ciclo do nitrogênio (elemento fundamental na composição das proteínas e dos ácidos nucleicos) tem etapas conduzidas por bactérias.
- No solo dos manguezais e em ambientes aquáticos ricos em matéria orgânica, bactérias aeróbias consomem oxigênio, tornando o meio inviável para outros seres vivos.

Também é grande a importância econômica das bactérias para a vida humana:

- A **fermentação** do leite (por bactérias como os lactobacilos) produz queijos, iogurte e coalhada.
- A indústria farmacêutica usa diferentes tipos de bactérias na **produção de antibióticos** (como a tetraciclina, a nistatina e a neomicina) e de vacinas (por exemplo, as que imunizam contra tuberculose, meningite e coqueluche).
- **Bactérias geneticamente modificadas** (ou transgênicas) sintetizam insulina humana e fatores de coagulação, compostos usados no tratamento do diabetes melito e da hemofilia, respectivamente.
- No corpo humano, há uma vasta **microbiota** (flora bacteriana normal). No intestino, a microbiota sintetiza vitaminas (como a vitamina K); na pele e nas vias genitais, mantém o pH relativamente ácido, dificultando a proliferação de microrganismos patogênicos (causadores de doenças).
- Pela **decomposição** de grandes quantidades de matéria orgânica, bactérias podem atuar em estações de tratamento de esgoto ou em desastres ambientais, degradando petróleo proveniente de vazamentos ou resíduos orgânicos decorrentes de despejos de esgotos em represas e lagoas.

Aplicações agrícolas

Intensificou-se nas últimas décadas o uso de **defensivos agrícolas** (agroquímicos ou agrotóxicos, como inseticidas, fungicidas e herbicidas) para controlar seres vivos considerados pragas na agricultura. Aplicados sobre folhas, frutos e sementes das plantas, esses produtos podem provocar danos à saúde das próprias plantas ou dos animais que delas se alimentam (inclusive seres humanos). Ademais, quando levados pelas águas das chuvas, podem contaminar aquíferos, rios e oceanos.

Uma alternativa ao uso dos defensivos agrícolas é o **controle biológico**, que utiliza inimigos naturais das pragas, como competidores, predadores ou parasitas, os quais controlam o tamanho de populações, com baixo impacto ambiental. Bactérias da espécie *Bacillus thuringiensis*, por exemplo, são usadas contra uma ampla variedade de insetos. Inofensivos para seres humanos, aves, anelídeos e outros animais, esporos dessa bactéria são aplicados nas plantações. Depois de consumidos com as folhas pelas larvas de inseto, os esporos convertem-se na forma vegetativa (metabolicamente ativa) e produzem a **toxina Bt**, que paralisa o sistema digestório da lagarta, matando-a por inanição. A aplicação direta da toxina Bt nas plantações causa o mesmo efeito obtido com o uso dos esporos.

Plantas geneticamente modificadas podem receber o gene correspondente à toxina Bt, de maneira que suas próprias células passam a produzir a toxina, tornando-se letais para as lagartas. Com isso, reduz-se a necessidade de aplicação de inseticidas.

Bactérias e alimentos

Em maior ou menor quantidade, as bactérias estão presentes nos alimentos em geral. As do gênero *Lactobacillus* e da espécie *Streptococcus lacti*, por exemplo, fermentam naturalmente o leite, convertendo a lactose em ácido láctico, o que acidifica o meio e provoca coagulação das proteínas. A fermentação industrial do leite por ação bacteriana produz laticínios, como queijos, coalhada e iogurte.

A **pasteurização** reduz a quantidade de bactérias e retarda a deterioração do produto, mas não o torna completamente estéril.

O vinagre, de larga aplicação culinária, é produzido por bactérias do gênero *Acetobacter* pela oxidação, até ácido acético, do etanol (álcool etílico) obtido na fermentação de frutos (vinagre de vinho ou de maçã) ou sacarose (vinagre de cana-de-açúcar).

Intoxicações graves podem resultar da contaminação de alimentos com bactérias das espécies *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens* e *Escherichia coli*, além de bactérias dos gêneros *Salmonella* e *Shigella*.

Comum no solo, a bactéria anaeróbia obrigatória *Clostridium botulinum* pode contaminar alimentos em conserva, mantidos sem contato com o ar, e, portanto, na ausência de O_2 , gerando uma toxina que provoca paralisia e pode matar por asfixia (botulismo). Alimentos frescos ou que permanecem em contato com o ar não se contaminam porque a bactéria não tolera O_2 ; por isso, enlatados correm maior risco de contaminação. A toxina botulínica bloqueia a transmissão de impulsos entre os nervos e os músculos, causando paralisia; é empregada atualmente na atenuação não cirúrgica de rugas na face.



Lavar as mãos



Refrigerar os alimentos



Cozinhar adequadamente qualquer tipo de carne



Cuidados com os utensílios domésticos



Lavar frutas e verduras



Evitar o consumo de ovos crus ou malcozidos

Ilustrações: Luis Moura

Figura 6. Alguns cuidados simples podem reduzir o risco de contaminação por bactérias. Além desses cuidados, deve-se afastar do manuseio de alimentos toda pessoa que apresentar manifestação de processo infeccioso, como febre, diarreia e vômito. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

▶ Doenças bacterianas

Bactérias causam doenças em plantas, muitas de interesse comercial. O **cancro cítrico**, por exemplo, é doença causada pela espécie *Xanthomonas citri*; o **amarelinho** (ou clorose variegada) tem como agente causador a espécie *Xylella fastidiosa*. Ambas afetam principalmente plantações de citros, causando grandes prejuízos (figura 7).

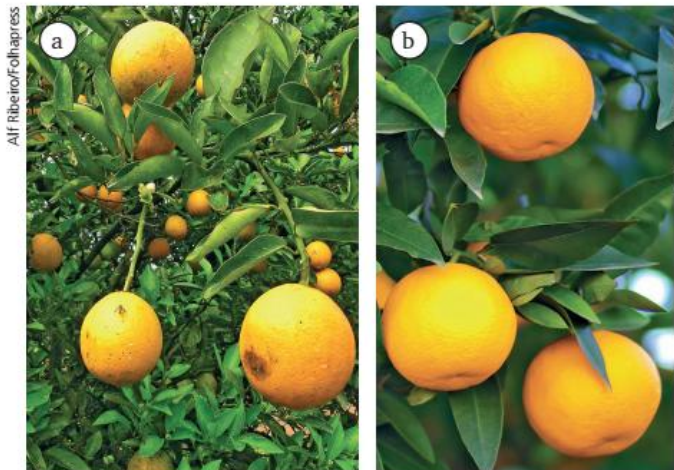


Figura 7. Observe os danos causados pelo amarelinho comparando folhas e frutos em (a) uma laranjeira atacada e (b) uma laranjeira sadia.

Doenças causadas por bactérias em seres humanos (tabela 1) podem assumir **caráter epidêmico** e afetar parcelas consideráveis da população, como ocorre com a cólera e a meningite meningocócica. Bactérias causadoras de enfermidades graves podem ser transmitidas por animais aos seres humanos; é o caso da bactéria da leptospirose, transmitida principalmente pela urina de ratos. Algumas doenças sexualmente transmissíveis (DSTs), como a gonorreia e a sífilis, são provocadas por bactérias.

Ocorre **endemia** quando, em um dado período de tempo (em geral, vários anos), o número de casos novos de uma doença permanece relativamente estável, em determinada região. A doença de Chagas, por exemplo, é endêmica em muitos municípios da região Norte, principalmente no estado do Pará. A esquistossomose é endêmica em municípios dos estados da região Nordeste (principalmente Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte) e da porção leste do estado de Minas Gerais.

Epidemia é a manifestação de casos novos de uma doença que ultrapassam o número e/ou local esperado em certo período, em determinada região. Meningites e gripes têm caráter epidêmico.

Pandemia é a manifestação de uma epidemia em larga escala, por um continente ou por todo o planeta. A aids e a gripe A (causada pelo vírus *influenza* H1N1) têm caráter pandêmico.

Tabela 1. Doenças humanas causadas por bactérias

Doença	Agente etiológico	Transmissão	Manifestações	Prevenção
Pneumonia bacteriana	Pneumococo, hemófilo etc. (muitas pneumonias são virais)	Gotículas eliminadas por tosse, espirro, fala	Tosse, febre, dor torácica	Evitar contato com doentes; tratamento dos doentes; vacinação
Tuberculose	Bacilo de Koch (<i>Mycobacterium tuberculosis</i>)	Gotículas eliminadas por tosse, espirro, fala	Febre, tosse, emagrecimento, hemoptise (expectoração com sangue)	Evitar contato com doentes; tratamento dos doentes; condições adequadas de moradia e de alimentação; vacinação (vacina BCG)
Hanseníase	<i>Mycobacterium leprae</i>	Contato íntimo e prolongado com doentes	Lesões da pele, áreas insensíveis na pele, nódulos, regiões de pele seca	Tratamento dos doentes
Difteria	<i>Corynebacterium diphtheriae</i>	Gotículas de saliva eliminadas por tosse, espirro, fala	Tosse, febre, dificuldade respiratória, mal-estar, rouquidão	Evitar contato com doentes; tratamento dos doentes; vacinação
Coqueluche	<i>Bordetella pertussis</i>	Gotículas de saliva eliminadas por tosse, espirro, fala	Tosse espasmódica, febre	Evitar contato com doentes; tratamento dos doentes; vacinação
Tétano	<i>Clostridium tetani</i>	Contaminação de ferimentos ou do coto umbilical	Espasmos musculares, distúrbios respiratórios	Cuidados com ferimentos; vacina tríplice (DPT) ou antitetânica
Cólera	<i>Vibrio cholerae</i>	Água e alimentos contaminados por fezes de doentes	Diarreia intensa, vômitos, dor abdominal, febre, desidratação intensa	Saneamento ambiental; tratamento dos doentes; evitar contato com doentes; cuidados no preparo de alimentos; higiene pessoal; vacinação (pouco eficaz)
Meningite	Meningococo, hemófilo, pneumococo (muitas meningites são virais)	Gotículas de saliva eliminadas por tosse, espirro, fala	Cefaleia, febre, vômitos, rigidez na nuca, convulsões, lesões hemorrágicas na pele	Evitar contato com doentes; tratamento dos doentes; vacinação

Exame de sangue rápido pode diminuir o uso desnecessário de antibiótico

Cientistas desenvolveram um exame que fica pronto em até duas horas e detecta se a infecção foi causada por vírus ou bactéria

Cientistas desenvolveram um novo exame sanguíneo capaz de detectar, em até duas horas, se uma infecção é causada por vírus ou bactéria. De acordo com os pesquisadores, atualmente o diagnóstico clínico destas infecções é impreciso e os exames laboratoriais são demorados, levando ao mau uso de antibióticos. [...]

Para desenvolver o exame, os pesquisadores analisaram amostras de sangue de mais de 1 000 pacientes. Inicialmente, eles procuraram identificar proteínas do sistema imune cuja produção é desencadeada exclusivamente por vírus ou bactérias. Em seguida, foram

desenvolvidos marcadores, utilizados no novo exame de sangue, que identificam estas proteínas e detectam com precisão as causas da infecção. Este exame é realizado em laboratório, mas os cientistas já estão trabalhando em uma forma de transformá-lo em um dispositivo portátil.

Embora os resultados da pesquisa tenham mostrado que o novo exame acertou na maioria dos diagnósticos, a [empresa que participou da pesquisa] afirma que o teste não dispensa a avaliação clínica de um médico nem outros exames de apoio. No entanto, para os cientistas, a rapidez deste método pode ajudar a evitar o uso

inapropriado de antibióticos e melhorar a rapidez e prescrição de um tratamento adequado.

O uso excessivo de antibióticos é uma preocupação para médicos e para a Organização Mundial da Saúde (OMS), pois a prática contribui para a disseminação da resistência ao medicamento. De acordo com um relatório da instituição divulgado no ano passado, essa condição é uma ameaça global à saúde pública. Por outro lado, a demora na prescrição de antibióticos para tratar infecções bacterianas coloca em risco os pacientes e aumenta os custos no tratamento.

Exame de sangue rápido pode diminuir o uso desnecessário de antibiótico. **Veja.com**, São Paulo: Veja/Abril Comunicações, 22 jan. 2016. Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/noticia/saude/exame-de-sangue-rapido-pode-diminuir-o-uso-desnecessario-de-antibiotico>>. Acesso em: maio 2016.

Atividades

Escreva no caderno

Depois de ler a notícia, responda:

1. Em poucas palavras, qual é a principal vantagem do método descrito?
2. Por que a diferenciação promovida pelo teste é importante?

Fungos

Os fungos (reino **Fungi**, **figura 8**), como cogumelos, orelhas-de-pau, leveduras e bolores, têm grande importância ecológica, pois atuam como decompositores, parasitas ou mutualistas. Alguns deles são usados na alimentação humana (certos cogumelos e trufas, por exemplo) e na indústria (como agentes fermentadores e na produção de antibióticos).

Os fungos são **eucariontes heterotróficos, unicelulares ou pluricelulares**. As células dos fungos geralmente possuem **quitina** na parede celular, polissacarídeo que também está presente no exoesqueleto dos artrópodes, e armazenam carboidratos na forma de **glicogênio** (característica que compartilham com as células animais). Crescem sobre substratos variados, como couro, papel, madeira e alimentos (por exemplo, frutas, queijo, carne e pão). Exibem formas distintas: as orelhas-de-pau (**figura 8a**), por exemplo, que se desenvolvem sobre madeira, têm formato mais achatado que o dos cogumelos (**figura 8b**).

O bolor preto do pão (gênero *Rhizopus*) é um tipo de fungo pluricelular muito comum. Sobre um substrato adequado em condições favoráveis, um esporo germina e forma filamentos denominados **hifas**, que invadem o substrato e nele liberam enzimas digestivas. O fungo realiza, portanto, **digestão extracorpórea** (um tipo especial de **digestão extracelular**) e absorve os produtos através da parede celular e da membrana plasmática.

O conjunto das hifas forma o **micélio**, que é o corpo dos fungos pluricelulares. Há aqueles formados por **hifas cenocíticas**, com centenas de núcleos em uma única massa citoplasmática e aspecto de filamentos multinucleados, e outros que possuem **hifas septadas**, com divisórias que separam células individuais, com um ou mais núcleos.

Nos cogumelos e em alguns outros fungos, as **hifas aéreas** (externas) formam estruturas organizadas (**corpos de frutificação**), onde se formam os esporos.



Fabio Colombini



Zig Koch/Natureza Brasileira

Figura 8. (a) Orelha-de-pau (8 cm de diâmetro) e (b) cogumelo (1,5 cm de altura).

Orientar os alunos a não aproveitarem alimentos contaminados por fungos (ou embolorados, como se costuma dizer). É comum a prática de retirar a parte embolorada e consumir o restante do alimento; porém, não se pode garantir que todo o micélio foi retirado ou que o fungo não tenha produzido toxinas. Portanto, o ideal é descartar todo o alimento.

Diversidade e classificação

A taxonomia dos fungos é muito discutida. Segundo classificações aceitas atualmente, os fungos distribuem-se em quatro grupos.

Os **ascomicetos** e os **basidiomicetos** produzem esporos em estruturas denominadas **esporângios** (ascos e basídios, respectivamente). Entre esses fungos, alguns são de grande interesse comercial, como a espécie *Saccharomyces cerevisiae* (ascomiceto usado na produção de alimentos, bebidas fermentadas e etanol) e alguns basidiomicetos comestíveis, como, por exemplo, o *champignon*.

Entre os **zigomicetos** destaca-se o gênero *Rhizopus*, cujo ciclo reprodutivo apresenta uma fase assexuada e outra fase sexuada. Os **quitridiomicetos** caracterizam-se por apresentar esporos monoflagelados em uma fase da vida.

Antigamente, as classificações dos fungos consideravam ainda um quinto grupo, o dos **deuteromicetos** (ou fungos mitospóricos). Na sistemática atual, esse grupo não é mais reconhecido como um filo, e muitas espécies de fungos que pertenciam a esse grupo são, atualmente, classificadas como ascomicetos.

Reprodução

Os fungos reproduzem-se assexuadamente por **fragmentação**, **brotamento** (nos fungos do gênero *Saccharomyces*, como o fermento de padaria e o levedo de cerveja) ou **esporulação** (formação de esporos, que ocorre, por exemplo, no gênero *Rhizopus*, ou bolor preto do pão).

A **reprodução sexuada** envolve hifas de micélios sexualmente compatíveis (denominadas hifas + e hifas -), que se unem por **plasmogamia** (fusão dos citoplasmas) (figura 9). As hifas resultantes da união organizam-se e formam um novo corpo de frutificação. Tais hifas exibem dois núcleos haploides (n) que se fundem em um único **núcleo diploide** ($2n$), um tipo especial de zigoto, processo denominado **cariogamia** (fusão dos núcleos). A meiose (R1) do núcleo diploide origina quatro esporos haploides.

Em determinados fungos que se reproduzem sexuadamente, encontram-se **ascos** e **basídios** (figura 10). Nos gêneros *Saccharomyces* e *Morchella*, por exemplo, a união de hifas de micélios sexualmente compatíveis produz hifas com células dicarióticas (dois núcleos). Em algumas células, os núcleos haploides fundem-se, gerando zigotos diploides. Cada zigoto divide-se por meiose e gera quatro células haploides que, em seguida, se dividem por mitose e formam oito esporos haploides. A hifa em que isso ocorre se alonga e adquire aspecto de uma bolsa, denominada **asco**. Os oito esporos produzidos em cada asco se chamam **ascósporos**.

Processo semelhante ocorre na parte inferior do “chapéu” de um cogumelo, mas com uma diferença: as quatro células resultantes da meiose do zigoto diploide não sofrem mitose e já são esporos, exteriorizando-se na extremidade de hifas denominadas **basídios**, que têm o formato de clava. Os quatro esporos produzidos em um basídio denominam-se **basidiósporos**.

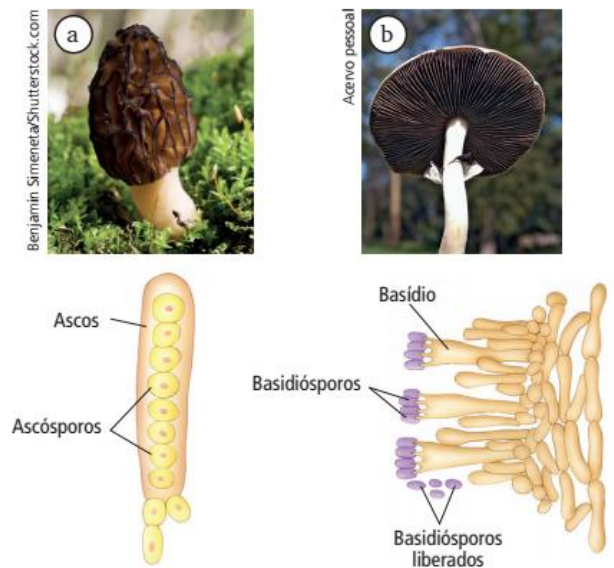


Figura 10. (a) *Morchella* (6 cm de altura) é um fungo comestível que apresenta ascos. (b) Os cogumelos (6 cm de diâmetro) possuem basídios nas lamelas. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

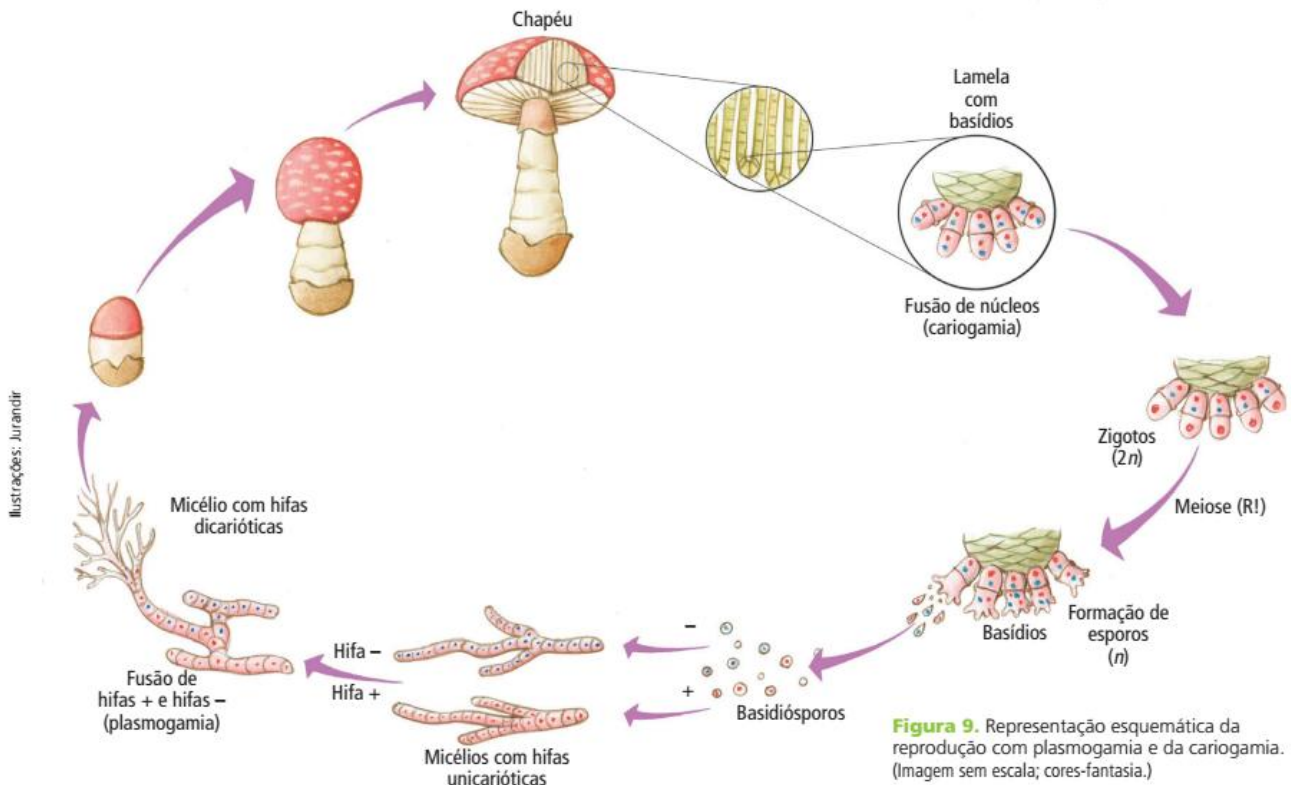


Figura 9. Representação esquemática da reprodução com plasmogamia e da cariogamia. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Os fungos do gênero *Rhizopus* realizam reprodução assexuada e sexuada (**figura 11**). Na reprodução assexuada, pequenos órgãos, denominados esporângios, desenvolvem-se nas extremidades superiores das hifas. Em cada esporângio, por mitose, formam-se esporos haploides que se espalham pelo ar e, em condições adequadas, germinam e formam um novo micélio. Na reprodução sexuada, os

esporos haploides germinam e formam hifas + e hifas -, sexualmente compatíveis, que se unem por plasmogamia e formam o **zigosporângio**, que contém núcleos haploides de ambas as hifas. Em condições favoráveis, ocorre fusão dos núcleos (cariogamia) seguida de meiose. O zigosporângio então germina, originando um esporângio, de onde saem esporos haploides, que se desenvolvem em hifas haploides.

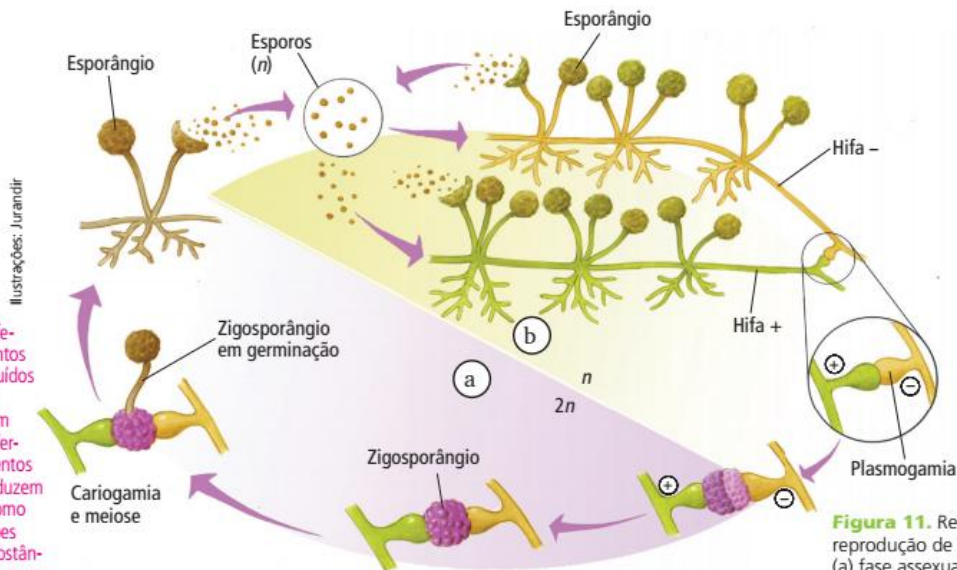


Figura 11. Representação esquemática da reprodução de fungos do gênero *Rhizopus*: (a) fase assexuada; (b) fase sexuada. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Vale destacar a diferença entre fermentos biológicos, constituídos normalmente por fungos, que liberam gás carbônico na fermentação, e fermentos químicos, que produzem o gás carbônico como resultado de reações catalisadas por substâncias que compõem esse tipo de fermento.

Papel ecológico e importância econômica

É grande a importância dos fungos na natureza e na vida humana. Os decompositores degradam matéria orgânica, etapa fundamental da circulação da matéria nos ecossistemas. Há fungos pertencentes ao gênero *Penicillium*, usados na produção de antibióticos (como a penicilina) e de queijos (como *camembert*, *roquefort* e *gorgonzola*), (**figura 12a**). Fungos fermentadores, como os microscópicos *Saccharomyces cerevisiae*, participam da fabricação de pães (**figura 12b**) e de bebidas alcoólicas.

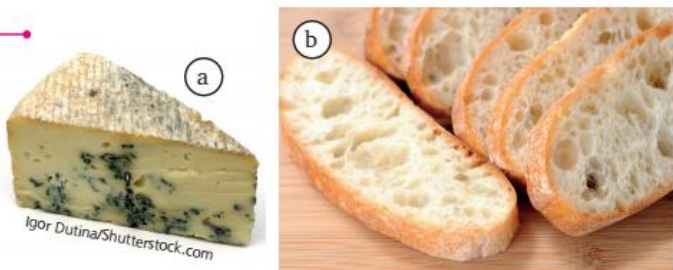


Figura 12. (a) O sabor característico de alguns queijos deve-se à presença de fungos. (b) A fermentação do amido da farinha libera o gás carbônico, que faz crescer a massa do pão.

Nos ambientes naturais, cogumelos de diferentes tipos crescem sobre o solo, em troncos de árvores caídas ou sobre plantas vivas. Alguns são comestíveis.

Fungos que atacam determinadas espécies de plantas, insetos e ácaros são usados no controle biológico de pragas agrícolas. Dissolvidos em água, os esporos dos fungos são aspergidos sobre a lavoura; as hifas desenvolvem-se, matando os invasores.

Fungos fermentam a sacarose da cana-de-açúcar, produzindo industrialmente o etanol, que, isoladamente ou adicionado à gasolina, movimentam parte da frota de veículos do mundo todo. Esmagado em grandes moendas, nas usinas e destilarias, o caule da cana-de-açúcar libera um caldo ao qual se adicionam fungos capazes de fermentar a sacarose.

Em líquens e micorrizas, há fungos vivendo em relações de mutualismo (benefício mútuo) com outros seres vivos. Nos **líquens**, os fungos associam-se a algas ou a cianobactérias, podendo sobreviver mesmo em condições hostis, como em tundras e alguns desertos. Parte da matéria orgânica produzida na fotossíntese realizada pela alga ou pela cianobactéria é utilizada pelo fungo, que, em contrapartida, envolve as células fotossintetizantes com suas hifas, protegendo-as e fornecendo-lhes água e sais minerais retirados do substrato.

A propagação dos líquens ocorre por **sorédios**, fragmentos formados por algas ou cianobactérias envolvidos por hifas de fungos. Caindo em substrato com umidade e luminosidade adequadas, o sorédio pode desenvolver-se em um novo líquen (**figura 13**).

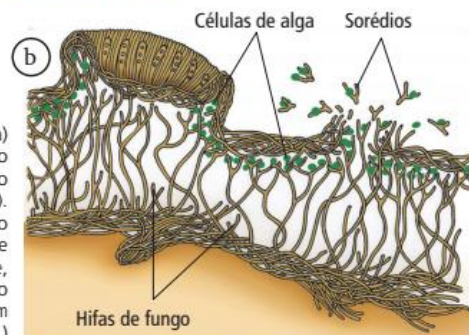


Figura 13. (a) Líquen: aspecto macroscópico (4 cm de diâmetro). (b) Representação esquemática de líquen em corte, desprendendo sorédios. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

As **micorrizas** são associações mutualísticas entre fungos e raízes de plantas. Os fungos decompõem a matéria orgânica do solo e fornecem à planta água e minerais, além de aumentar a capacidade de absorção. A planta, por sua vez, favorece o fungo, fornecendo-lhe matéria orgânica. As trufas, alimentos de sabor e aroma apreciados, são micorrizas de carvalhos.

► Fungos parasitas

Ferrugens e carvões são doenças causadas em plantas por fungos parasitas (figura 14). A ferrugem asiática vem atacando plantações de soja de diversas regiões do mundo, inclusive do Brasil. Causada pela espécie *Phakospora pachyrhizi*, a doença já provocou grandes prejuízos aos sojicultores do país, principalmente do Centro-Oeste, desde seu surgimento, em 2001. Prolifera principalmente no verão, época normalmente de muita chuva e temperaturas elevadas.

A “vassoura-de-bruxa”, doença causada por fungos da espécie *Crinipellis perniciosa*, danifica folhas e frutos do cacauzeiro. Desde o fim da década de 1980, lavouras cacauzeiras da Bahia e do Espírito Santo vêm sendo duramente atacadas por esse fungo.

Doenças fúngicas em animais são genericamente conhecidas como **micoses**. Em humanos, as mais comuns são a frieira (ou pé

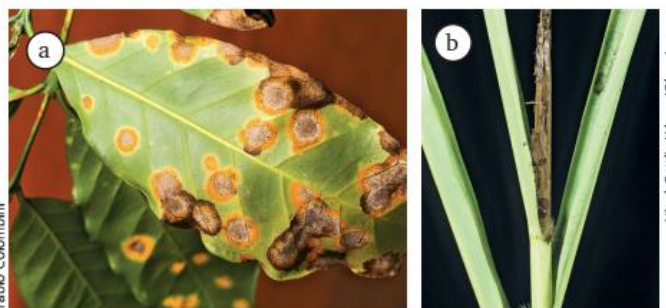


Figura 14. (a) Folhas de café com lesões de ferrugem (causada por fungo da espécie *Hemileia vastatrix*). (b) Cana-de-açúcar atacada pelo carvão (causada por fungo da espécie *Ustilago scitaminea*).

de atleta), a pitiríase (que provoca manchas na pele) e a candidíase ou “sapinho” (que pode afetar a boca, os órgãos genitais e outras regiões do corpo).

Além das micoses, são bem conhecidas as alergias em seres humanos causadas por fungos. A propagação de fungos alergênicos ocorre principalmente no outono e no inverno, em épocas úmidas e em lugares pouco ventilados.

Apesar de os fungos estarem frequentemente presentes em nosso meio, é possível evitar ou diminuir o contato com eles, aumentando os cuidados com a higiene pessoal, da casa e dos alimentos.

Atividade prática

Observação do crescimento de bactérias e fungos

Objetivo

- Observar indiretamente a presença e acompanhar o crescimento de culturas de bactérias e fungos, especialmente aqueles com os quais o ser humano convive.

Materiais

A esterilização pode ser feita previamente em uma panela com água fervente.

- placas de Petri esterilizadas contendo meio de cultura à base de ágar ou gelatina incolor (ou frascos de vidro pequenos que possam ser aquecidos e que tenham tampa que feche bem, para evitar contaminação)
- hastes flexíveis com pontas de algodão
- solução fisiológica 0,9%
- etiquetas (ou caneta de retroprojeter)
- fita adesiva



Procedimentos

Veja detalhes sobre o procedimento desta atividade nas **Orientações para o professor**.

1. Cada dupla de alunos receberá uma placa de Petri esterilizada já contendo ágar ou gelatina e uma haste flexível com ponta de algodão. As placas não deverão ser destampadas. As pontas das hastes flexíveis deverão ser embebidas com solução fisiológica 0,9%.
2. Escolha um local ou substrato (como, por exemplo: terra, folhas, insetos mortos, grama, água de chuva, dinheiro em notas e moedas, teclados de computador, celulares etc.) de onde pretende coletar uma amostra para contaminar a placa de Petri. Ao coletar a amostra, abra a placa e em duas extremidades passe a haste com a amostra coletada sobre a gelatina/ágar.
3. Feche a placa e lacre-a com a fita adesiva. Em seguida, identifique-a (por fora) com suas iniciais.

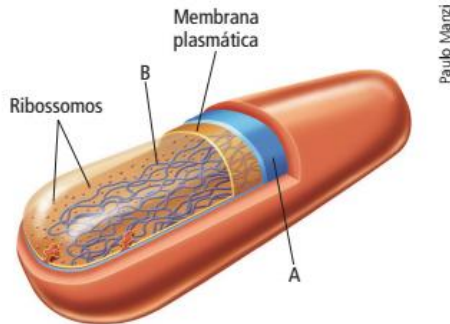
4. Coloque a placa em um local reservado, fresco e sem luz do sol direta.
5. Uma das placas contendo ágar ou gelatina deve ser mantida fechada e servirá como placa controle.
6. Faça observações da sua placa e da placa controle a cada 24 horas e durante pelo menos três dias, mantendo-as sempre lacradas.
7. Anote em seu caderno as alterações observadas nas placas (controle e na produzida por você e sua dupla), como mudança de coloração, aparecimento/surgimento de “manchas” na placa e o crescimento destas etc.
8. Após a observação dos resultados providencie a correta destinação dos materiais utilizados. Mantenha organizado e limpo o espaço em que trabalhou.

Resultados e discussão

Escreva no caderno

- a) Faça um breve relato de suas observações com relação à atividade realizada. Inclua o local de onde sua amostra foi retirada e compare o seu resultado com o da placa controle e os das amostras de seus colegas.
- b) O que representam as “manchas” que surgiram nas placas de Petri? São todas iguais em todas as placas ou é possível notar diferenças entre elas?
- c) A contaminação das placas indica necessariamente que os microrganismos que ali se desenvolveram são nocivos à saúde humana? Explique por quê.
- d) Relacione os resultados obtidos com a importância dos hábitos de higiene.

1. Observe a representação esquemática da célula bacteriana abaixo e, de acordo com os seus conhecimentos, responda:



Paulo Manzi

- a) O tipo celular representado pertence a um organismo eucarionte ou procarionte? Justifique.
- b) Quais os nomes das estruturas A e B?
- c) Cite duas situações em que as bactérias são benéficas e duas em que são prejudiciais aos seres humanos.
2. (IFCE) O fenômeno das “florações de cianobactérias”, nos ambientes aquáticos de abastecimento, tem causado grande preocupação em razão da natureza neurotóxica e hepatotóxica de certas cianobactérias que, em geral, proliferam nos mananciais eutrofizados, como consequência do excesso de nutrientes presentes na água e das condições ambientais propícias. Considere o exposto e responda:
- a) Que são cianobactérias? A que reino pertence este grupo de organismos?
- b) Como esses organismos se classificam do ponto de vista nutricional?
- c) Sendo procariontes, que componentes estruturais estão presentes em suas células?
3. (Vunesp-SP) Em relação às doenças: gripe, paralisia infantil, gonorreia, amarelão, cólera, tuberculose e febre amarela, pergunta-se:
- a) Quais delas são passíveis de tratamento com antibióticos? Por quê?
- b) Quais delas teriam sua incidência diminuída pela dedetização? Por quê?
4. (UFRJ) Um dos armários do laboratório da escola apareceu com pontos e fios brancos em suas portas, do lado interno. Um dos alunos identificou os pontos e os fios brancos como sendo um tipo de mofo. Para eliminá-lo, passou um pano embebido em álcool na porta, até limpá-la totalmente. Na semana seguinte, para surpresa do aluno, os pontos e os fios reapareceram. A partir dos seus conhecimentos a respeito da estrutura e biologia dos fungos, explique por que o mofo reapareceu.
5. (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.
- a) Cite uma forma pela qual bactérias e fungos podem contribuir para a reciclagem de nutrientes minerais.
- b) Cite um exemplo de conquista científica no combate a infecções que foi possível a partir da utilização de fungos.

6. (Fuvest-SP) Os líquens são formados pela associação de dois tipos de organismos.
- a) Quais são eles?
- b) Explique o tipo de interação entre esses dois organismos.
7. (UFPA) Artigos publicados recentemente na revista **Science**, baseados em análise molecular, sugerem que os fungos deveriam ser incluídos no reino **Metazoa**. É interessante porque há muito que se sabe que os fungos possuem algumas características típicas do reino **Metazoa**. Cite três dessas características.
8. Leia a nota a seguir, publicada pelo jornal **Folha de S.Paulo**, em 4 dez. 2011.

A doença que a enchente espalha

A temporada das chuvas já começou e, com ela, chegam também as enchentes.

Em São Paulo completam-se, no dia 25 de janeiro próximo, 457 anos de inundações sempre presentes nesta época do ano. Essas águas são contaminadas pelas bactérias presentes na urina dos ratos, que transmitem a leptospirose aos seres humanos.

Pequenas lesões na pele de quem está dentro dessas águas, ou a ingestão de alimentos e bebidas que entraram em contato com o líquido, levam à infecção, que pode até afetar irremediavelmente o fígado.

A doença, em fase inicial, pode ser confundida com uma virose, ao causar sintomas como febre, dor de cabeça e dores musculares. O risco para a saúde das pessoas sitiadas por uma enchente é tanto que especialistas recomendam o uso de um antibiótico como profilaxia. [...]

ABRAMCZYK, J. A doença que a enchente espalha.

Folha de S.Paulo, 4 dez. 2011. Fornecido pela Folhapress. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/esp/saude/12792-a-doenca-que-a-enchente-espalha.shtml>>. Acesso em: maio 2016.



Alagamento provocado por chuva forte em São Paulo, SP, 2015.

- a) A leptospirose é causada por qual tipo de agente infeccioso?
- b) Por que a leptospirose é “a doença que a enchente espalha”, como afirma o título da nota?

Genérico ou “de marca”?

Para mais informações sobre medicamentos genéricos, acesse o portal da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Disponível em: <<http://tub.im/qzrtoh>>. Acesso em: fev. 2016.



Desde o final da década de 1990, tornou-se usual o emprego dos chamados medicamentos genéricos, com diversas aplicações clínicas. Entre estas drogas estão os antibióticos, usados para tratar infecções causadas por microrganismos patogênicos (inclusive bactérias). Os antibióticos (assim como outros medicamentos) devem ser tomados apenas sob orientação profissional, na dose e pelo período adequados, para que a infecção seja corretamente combatida e para se evitar a seleção de microrganismos resistentes.

Você entra em uma farmácia e solicita, pelo nome comercial, um conhecido medicamento antitérmico, mas recebe uma embalagem onde se lê dipirona sódica. Esse caso exemplifica a questão dos medicamentos genéricos.

Os medicamentos de referência (ou medicamentos de marca) são drogas cuja eficácia, segurança e qualidade foram comprovadas cientificamente. Geralmente se encontram há muito tempo no mercado e têm marca comercial registrada e conhecida.

A cada ano, as indústrias farmacêuticas desenvolvem centenas ou milhares de drogas, protegidas por patentes que resguardam o investimento do fabricante no desenvolvimento de uma droga (que pode atingir US\$ 200 milhões para uma única substância!) e lhe garantem a exclusividade da venda do medicamento enquanto vigorar a patente.

Até 1999, o Brasil não reconhecia as patentes de medicamentos. As “cópias químicas” eram permitidas, e seu lançamento podia até coincidir com o lançamento dos produtos no mercado internacional e — o que era pior — sem a realização de testes de equivalência. Consequentemente, não havia interesse dos fabricantes em produzir medicamentos genéricos. Por outro lado, os produtores dos medicamentos de referência, com marcas consagradas, podiam comercializá-los por preços muitas vezes superiores ao razoável, devido à falta de concorrência de qualidade comprovada.

A partir de 1999, o Brasil passou a respeitar as patentes de medicamentos, concedidas por até vinte anos. Após esse período,

a tecnologia passa ao domínio público, quando podem ser registrados medicamentos genéricos.

Um medicamento genérico não difere do medicamento de referência com relação ao princípio ativo, dose, forma farmacêutica, via de administração, indicação terapêutica e segurança. Uma vez que foi submetido a testes, o medicamento genérico é o único intercambiável com o medicamento de referência.

Os testes de equivalência farmacêutica são realizados *in vitro* (ou seja, não são realizados em seres humanos) por laboratórios de controle de qualidade habilitados pelo Ministério da Saúde. Já os testes de bioequivalência asseguram que, do ponto de vista terapêutico, o medicamento genérico equivale ao medicamento de referência, ou seja, apresenta a mesma segurança e eficácia clínica.

Embora sejam quimicamente idênticos aos medicamentos de referência, os preços dos medicamentos genéricos são significativamente menores: no Brasil, o custo médio é 35% inferior ao dos medicamentos de referência. Estima-se que os medicamentos genéricos representem uma economia de US\$ 16 bilhões a US\$ 20 bilhões anuais para consumidores de todo o mundo.

Os fabricantes de medicamentos genéricos não necessitam investir em pesquisa para desenvolvê-los, visto que as formulações, já definidas pelos medicamentos de referência, servem de parâmetro para sua fabricação. Outro motivo é o menor investimento em propaganda, pois não há marca para divulgar.

Depois da leitura do texto, faça o que se pede:

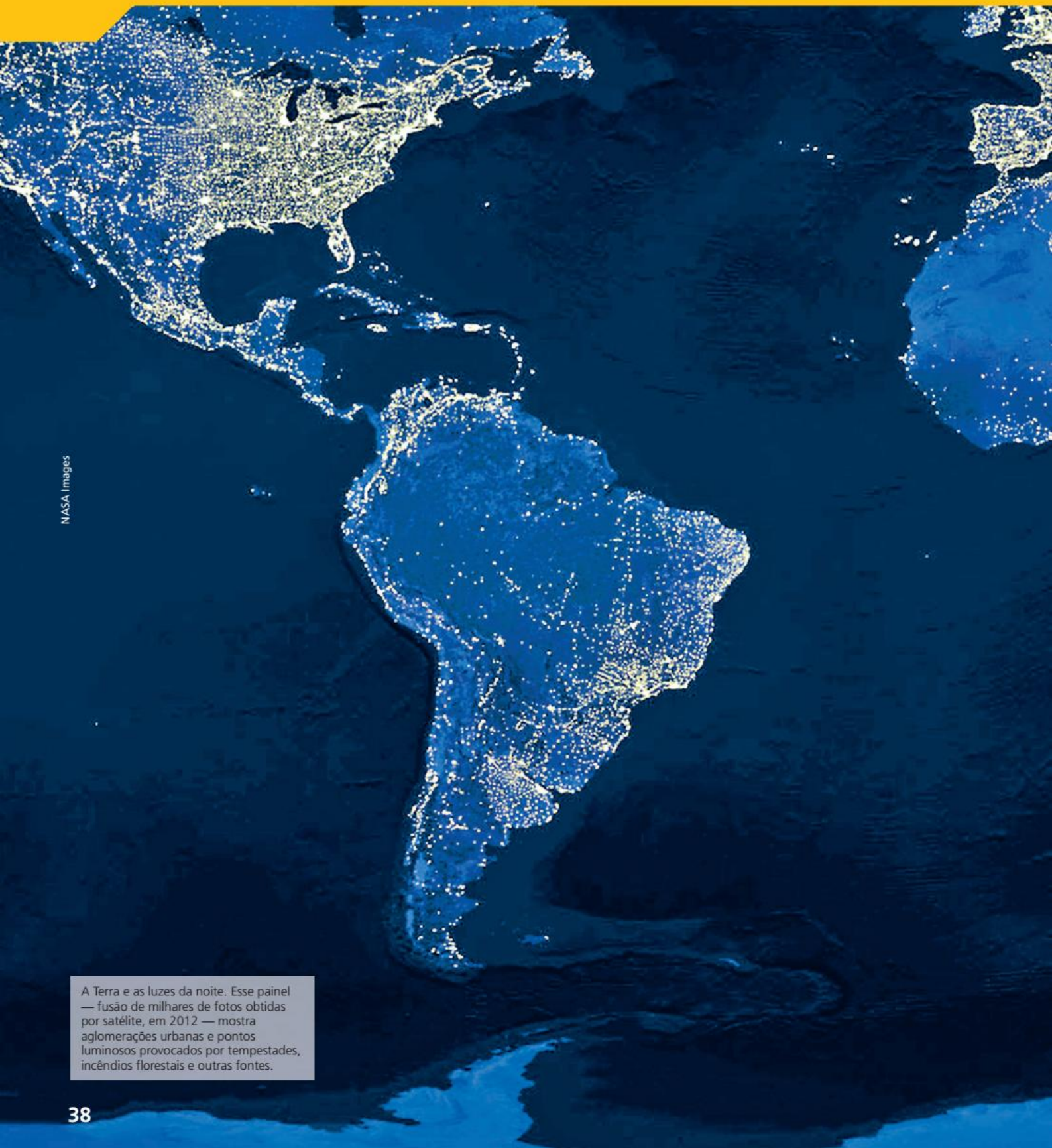
Escreva
no caderno

Sugerimos uma pesquisa de campo com consumidores de medicamentos (cinco consumidores por aluno). Os dados obtidos podem ser expressos em gráfico para análise e discussão em sala. Como proposta, indicamos as seguintes questões:

1. Já usou ou está usando algum medicamento genérico?
2. Já usou ou está usando medicamentos de marca?
3. Já comparou preços de medicamentos genéricos com os de medicamentos de marca? Encontrou diferença significativa?
4. Ao usar algum medicamento genérico, obteve ou não o efeito desejado?
5. Ao usar algum medicamento de marca, obteve ou não o efeito desejado?
6. Confia na qualidade de todos os medicamentos genéricos ou apenas na de alguns?
7. Confia na qualidade de todos os medicamentos de marca ou apenas na de alguns?
8. Se pudesse, usaria somente medicamentos de marca?

Algas e protozoários

Representantes de um mundo microscópico



NASA Images

A Terra e as luzes da noite. Esse painel — fusão de milhares de fotos obtidas por satélite, em 2012 — mostra aglomerações urbanas e pontos luminosos provocados por tempestades, incêndios florestais e outras fontes.



O mundo é grande e cabe nesta janela sobre o mar¹

Poeticamente, os mineiros Milton Nascimento e Fernando Brant nos desafiaram:

ficar de frente para o mar, de costas pro Brasil
não vai fazer desse lugar um bom país².

O desafio procede porque a imagem não deixa dúvida: somos vizinhos do mar.

No mundo todo, cerca de 45% da população ocupa uma faixa de terra distante no máximo 50 km da costa oceânica dos continentes. Isso significa que perto de três bilhões de pessoas vivem em regiões litorâneas. A faixa territorial brasileira distante até 200 km da costa representa menos de 18% da área total do país, mas concentra 80% da população.

Para essas pessoas, o oceano é fonte de recursos (como alimentos e sal); todavia, também é o destino de resíduos (esgoto, lixo domiciliar e rejeitos industriais). Além disso, quase todos os rios carregam em suas águas resíduos originários de regiões interiores e os despejam nos oceanos.

A grande extensão dos oceanos dilui esses poluentes; entretanto, como o despejo de materiais vem ocorrendo ano após ano, a concentração de muitas substâncias está aumentando perigosamente, principalmente nas plataformas continentais, onde se concentra boa parte da vida marinha.

Estima-se que 35% de todo esgoto domiciliar mundial seja despejado nos oceanos, sem receber tratamento prévio, aumentando a concentração de matéria orgânica e contaminando as águas e praias com coliformes fecais (bactérias habitualmente encontradas nas fezes).

A presença de material orgânico em grande quantidade, resultante do despejo de esgoto *in natura*, pode provocar aumento exagerado da população de algas. Algumas delas liberam toxinas na água, formando as chamadas marés vermelhas, um sério problema ambiental. Durante as marés vermelhas, diversas cadeias alimentares marinhas são contaminadas por toxina, inclusive os seres humanos, caso entrem em contato com a água do mar ou se alimentem de organismos contaminados.

Observada ao microscópio, uma única gota da água do mar pode revelar uma imensa quantidade de pequenos seres vivos — como algas e protozoários — tão numerosos quanto fundamentais nos ecossistemas. Embora a classificação e a nomenclatura desses organismos sejam complexas e controversas, algas (sejam unicelulares ou pluricelulares) e protozoários são habitualmente considerados representantes do grupo dos protistas (do grego *protos*, primeiros).

¹ ANDRADE, C. D. Amar se aprende amando. *Poesia e prosa*. Rio de Janeiro: Nova Aguilar, 1983.

² NASCIMENTO, M.; BRANT, F. Notícias do Brasil (Os pássaros trazem). Intérprete: Milton Nascimento. In: NASCIMENTO, M. *Caçador de mim*. Rio de Janeiro: Ariola, 1981.

Protistas

Como componentes do plâncton, os protistas atuam como produtores e consumidores. Transportados com a água de lastro dos navios, podem alterar as comunidades de regiões distantes de seus locais de origem. Apresente aos alunos a atividade disponível em: <<http://tub.im/dmrbhv>> (acesso em: abr. 2016).

Os **protistas** são definidos apenas como uma confederação de eucariontes que não apresentam o nível de organização tecidual observado nas plantas, animais e fungos.

Richard C. Brusca & Gary J. Brusca,
zoólogos norte-americanos.¹

Algas e protozoários são os principais representantes do reino **Protista**, um grupo de difícil classificação. Protistas exibem grande

diversidade de padrões de organização celular, de vias metabólicas e de ciclos de vida. Alguns são autótrofos fotossintetizantes; outros são heterótrofos e absorvem nutrientes por ingestão ou pelas membranas celulares. Em muitas espécies, a nutrição varia de acordo com as condições ambientais: na presença de luz, comportam-se como autótrofos e fazem fotossíntese; no escuro, comportam-se como heterótrofos e ingerem nutrientes.

Algas

Para a polêmica classificação das algas, adotamos a proposta de EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

Autótrofos fotossintetizantes do reino Protista, as algas são eucariontes, unicelulares ou pluricelulares, de grande importância evolutiva e ecológica. Ocupam ambientes terrestres úmidos e aquáticos (de água doce ou salgada), nos quais constituem a base das cadeias alimentares (**figura 1**). No meio aquático são os principais responsáveis pela **fotossíntese**, respondendo pela produção de grande parte do gás oxigênio presente na atmosfera.

Plâncton é o conjunto de organismos aquáticos, a maioria microscópica, que facilmente é levado pela movimentação das correntes de água. O **fitoplâncton** é composto de autótrofos (algas e cianobactérias), enquanto o **zooplâncton** compreende heterótrofos (por exemplo, protozoários, pequenos crustáceos e larvas de vários grupos de animais).

As algas pluricelulares não apresentam diferenciação tecidual; assim, todas as células possuem basicamente o mesmo aspecto e as mesmas funções. Somente as células reprodutoras distinguem-se das demais.

A organização simples diferencia as algas das plantas, que possuem tecidos verdadeiros. Algas não são plantas aquáticas; todavia, há muitos aspectos semelhantes: assim como as plantas, a maioria delas tem cloroplastos, parede celular celulósica e usa amido como reserva energética.

Diversidade e classificação

Nos ecossistemas aquáticos, as algas são os principais componentes do fitoplâncton, com destaque para as **diatomáceas** (classe **Bacillariophyceae**), cujas células têm paredes normalmente impregnadas com sílica, formando carapaças rígidas de formatos bem variados (**figura 2a**), e os **dinoflagelados**, que incluem espécies causadoras da maré vermelha, algumas espécies bioluminescentes (ou seja, capazes de emitir luz) e zooxantelas, dinoflagelados que vivem associados aos corais formando os recifes (**figura 2b**).

Nas praias, podem-se encontrar **algas pardas** (feofíceas, classe **Phaeophyceae**) trazidas pelas ondas, como as do gênero *Sargassum* (**figura 2c**), abundante no Brasil, de cujo eixo saem lâminas e pequenas bolsas que contêm ar, úteis na flutuação. Há também as do gênero *Fucus*, com lâminas e estruturas de flutuação, e as do gênero *Laminaria*, com a base presa a um substrato (como o fundo do mar) e o restante do corpo com a aparência de uma longa folha, que pode chegar a vários metros de comprimento.



Figura 1. Ao mesmo tempo que nadam, (a) as baleias (15 m de comprimento) filtram a água do mar e ingerem o plâncton, do qual fazem parte (b) as algas unicelulares (imagem de microscopia óptica, aumento aproximado de 20 vezes; colorida artificialmente). Alguns dos menores produtores servem de alimento para os maiores consumidores do planeta.

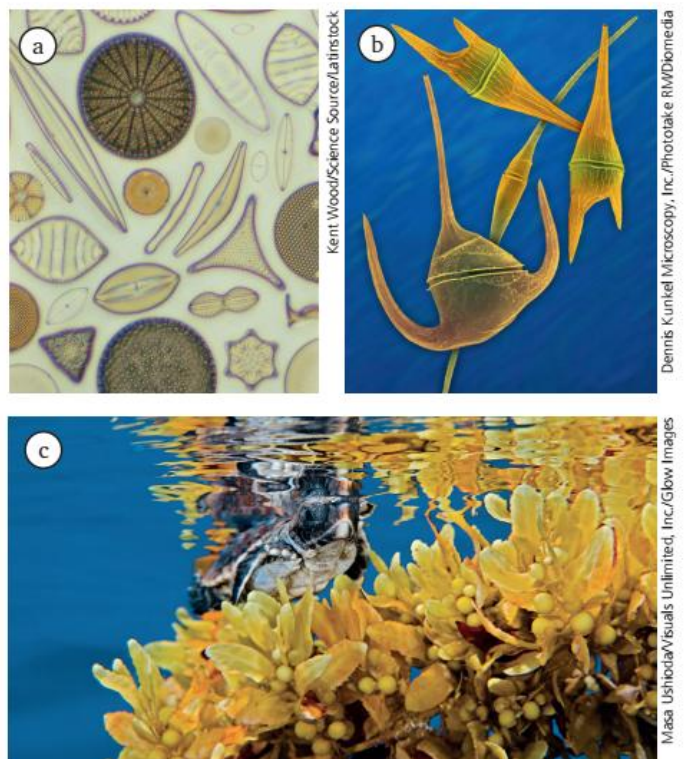


Figura 2. (a) Diatomáceas (imagem de microscopia óptica, aumento aproximado de 207 vezes; colorida artificialmente), (b) dinoflagelados (imagem de microscopia eletrônica, aumento aproximado de 110 vezes; colorida artificialmente) e (c) *Sargassum* (50 cm de altura).

¹ BRUSCA, R. C.; BRUSCA, G. J. **Invertebrados**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

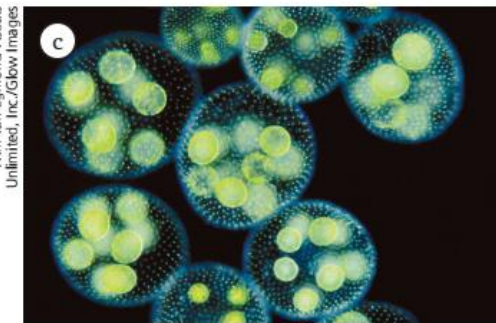
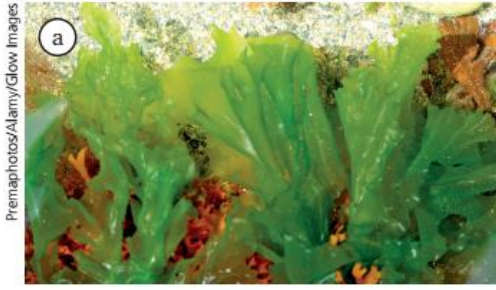


Figura 3. Exemplos de algas verdes: (a) *Ulva* (20 cm de comprimento), (b) *Acetabularia* (4 cm de altura), (c) *Volvox* (imagem de microscopia óptica, aumento aproximado de 15 vezes; colorida artificialmente).

As **algas verdes** (como as clorofíceas, da classe **Chlorophyceae**) formam o grupo maior e mais diversificado, destacando-se as do gênero *Ulva*, conhecidas como alfaces-do-mar (**figura 3a**), as do gênero *Acetabularia*, com uma única célula de alguns centímetros de comprimento, semelhante a um guarda-chuva (**figura 3b**), e as do gênero *Volvox*, que se organizam em colônias microscópicas (**figura 3c**).

As algas verdes possuem clorofilas A e B como pigmentos predominantes, reservam amido como fonte de energia e são revestidas por parede celulósica, características que as aproximam dos vegetais, sustentando a hipótese de que algas verdes atuais e plantas compartilhariam um ancestral comum.

Os **euglenoides**, organismos unicelulares, planctônicos e flagelados, vivem principalmente em água doce e apresentam ampla variedade de formas (alongadas, esféricas, elípticas ou foliáceas). Durante muito tempo foram considerados protozoários, pois, diferentemente dos outros grupos de algas, não apresentam parede celular rígida, possuem ocelo ou estigma (estrutura que permite orientação em direção à luz), e em algumas circunstâncias se comportam como heterótrofos (**figura 4a**). Atualmente, porém, classificam-se entre as algas.

As algas vermelhas (rodofíceas, filo **Rhodophyta**) são delicadas, geralmente filamentosas e permanecem fixas a substratos (**figura 4b**). A maioria habita o fundo dos ambientes marinhos tropicais, mas há espécies de água doce. Externamente à parede celular celulósica existe uma camada de mucilagem, da qual se obtêm compostos de uso comercial, como o **ágar** (consistente como gelatina) e a **carragena** (semelhante ao ágar, porém mais fluida). Inclui ainda espécies comestíveis.



Figura 4. (a) *Euglena* sp. (imagem de microscopia eletrônica, aumento aproximado de 570 vezes; colorida artificialmente) e (b) alga vermelha (*Calliblepharis ciliata*, 30 cm de comprimento).

A **tabela 1** resume e compara as principais informações sobre os grupos das algas.

Tabela 1. Características dos grupos das algas			
Grupo	Número de células	Ambiente	Características
Bacillariophyceae	Unicelulares (isoladas ou coloniais)	Mar e água doce	Componentes do fitoplâncton, incluem as diatomáceas
Dinoflagelados	Unicelulares (isoladas ou coloniais)	Mar e água doce	Componentes do fitoplâncton, incluem os causadores das marés vermelhas e as zooxantelas
Phaeophyceae (algas pardas)	Pluricelulares	Maioria marinha	Possuem maior tamanho e complexidade, incluem espécies comestíveis
Chlorophyceae (clorofíceas, um dos grupos de algas verdes)	Unicelulares (isoladas ou coloniais) ou pluricelulares	Mar, água doce e solo úmido	Clorofíceas atuais provavelmente compartilham com as plantas um ancestral comum; há espécies comestíveis
Rhodophyta (algas vermelhas)	Maioria pluricelular	Mar, água doce e solo úmido	Filamentosas e fixas a substratos, com espécies comestíveis, produzem o ágar
Euglenoides	Unicelulares	Maioria de água doce	Grande quantidade delas sugere poluição das águas por matéria orgânica

Reprodução

Algas unicelulares geralmente realizam reprodução assexuada, mais frequentemente por **divisão binária** (ou cissiparidade) e, nas formas filamentosas, por **fragmentação**.

As diatomáceas exibem uma peculiar forma de reprodução. Sua carapaça silicosa é formada por duas valvas encaixadas, uma menor que a outra. Quando se dividem, cada valva serve como molde para a formação de outra menor. Assim, ocorre redução progressiva do tamanho da carapaça ao longo de algumas gerações (**figura 5**). Quando atingem certo tamanho mínimo, os organismos formam gametas, que se fecundam e formam um zigoto que cresce até o tamanho original da alga, produzindo uma nova carapaça.

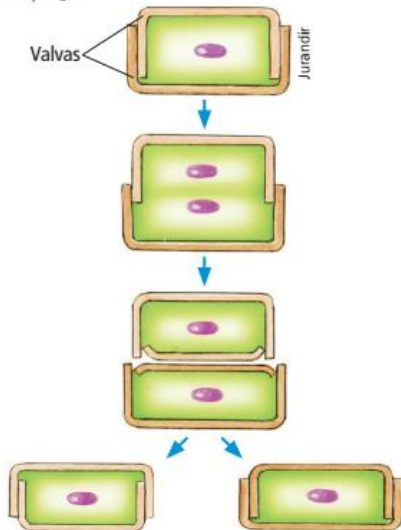


Figura 5. Representação esquemática da reprodução assexuada de diatomácea. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

A reprodução sexuada de algas pode ocorrer de diferentes maneiras. A **conjugação** (**figura 6**) ocorre em algas verdes filamentosas, como as do gênero *Spirogyra*, que habitam a água doce. Células sexualmente compatíveis unem-se por uma “ponte”, através da qual as células “masculinas” transferem material genético para as “femininas”. Com a fusão do material genético, originam-se zigotos diploides, que posteriormente sofrem meiose e restabelecem o número haploide da espécie.

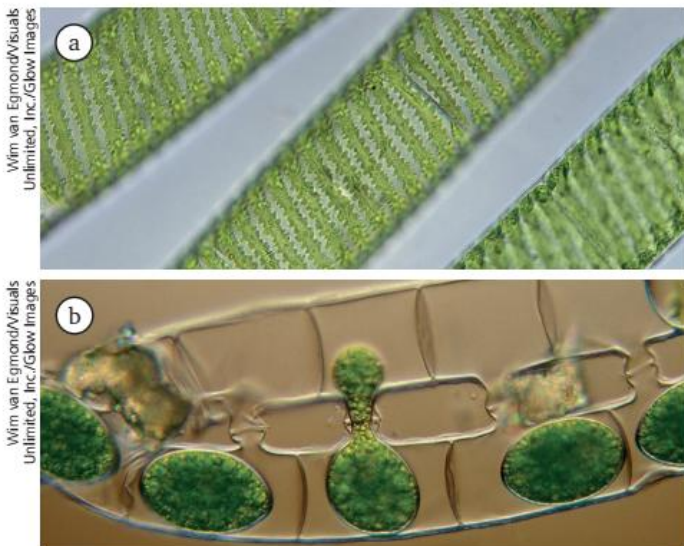


Figura 6. (a) Filamento isolado de *Spirogyra* (imagem de microscopia óptica, aumento aproximado de 20 vezes; colorida artificialmente) e (b) imagem da conjugação em *Spirogyra* (imagem de microscopia óptica, aumento aproximado de 20 vezes; colorida artificialmente).

Entre as algas verdes, pardas e vermelhas, diversas espécies realizam **alternância de gerações** (**figura 7**), fenômeno comum também entre algumas plantas, no qual uma geração assexuada, produtora de esporos, alterna-se com outra, sexuada, produtora de gametas.

Destaque desde já estas definições: gametófitos produzem gametas; esporófitos produzem esporos.

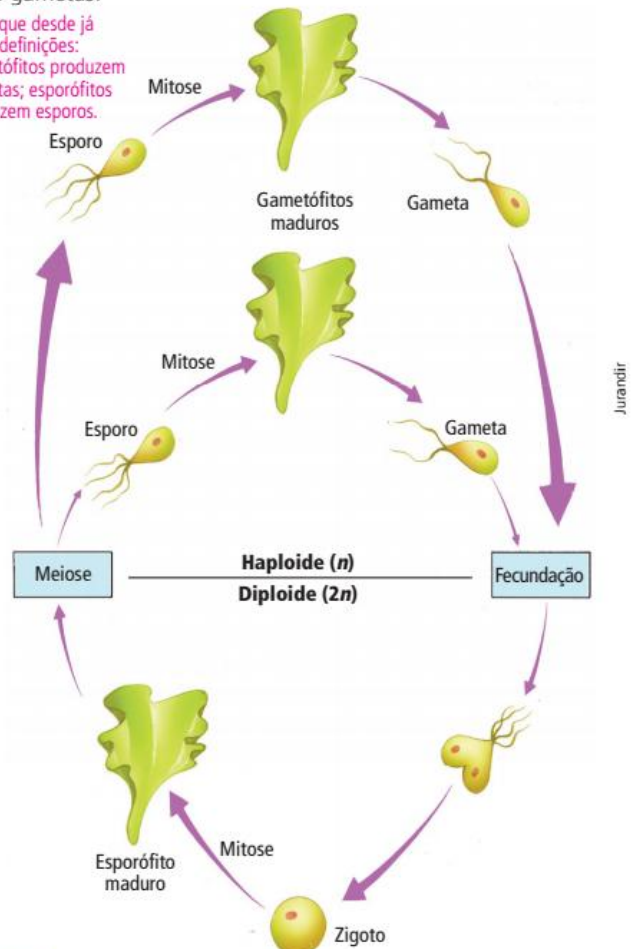


Figura 7. Alternância de gerações em *Ulva*, a alface-do-mar. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Papel ecológico e importância econômica

As algas são fundamentais nos ecossistemas: além de repor a maior parte do oxigênio atmosférico pela fotossíntese, representam os principais produtores das cadeias alimentares aquáticas. Certas variedades apresentam alto teor de proteínas, vitaminas e sais minerais, constituindo assim alimento para os consumidores, inclusive seres humanos.

Há muito tempo a humanidade utiliza as algas na alimentação. Os japoneses, por exemplo, usam algas em diversos pratos, como os *sushis*, feitos com *nori* (**figura 8**), algas marinhas prensadas em lâminas. Alimentos industrializados também contêm algas ou compostos produzidos por elas. É o caso do iogurte, da massa usada para fazer sorvete, do leite achocolatado e de certas bebidas.



Figura 8. O *sushi* pode ser preparado com vários ingredientes, geralmente enrolados em uma lâmina de *nori*.

Além de alimentos, outros produtos usados em nossas casas e no dia a dia estão, pelo menos em parte, associados às algas: pasta de dentes, creme de barbear e outros produtos de higiene e beleza, em geral, usam algas ou compostos produzidos por elas.

Como saber se o que usamos ou comemos contém derivados de algas? Basta procurar nos rótulos das embalagens. Alguns desses compostos, como o ágar, o alginato ou a carragena, podem estar nomeados por códigos.

O estabilizante INS-405, por exemplo, é derivado de algas, assim como os espessantes EP-I, EP-II e EP-X. Esses produtos são usados para garantir a consistência de certos alimentos.

Entre os diversos produtos obtidos de algas, estão:

- **ágar** (ou ágar-ágar): material gelatinoso encontrado nas paredes das células de certas algas vermelhas. Pode ser acrescentado a vários alimentos, como balas e doces, e tem grande utilidade em laboratórios, em que é empregado como meio de cultura para microrganismos;
- **alginato**: preparado com base na algina, um polissacarídeo de algas pardas, utilizado na fabricação de cosméticos, sorvetes e massa de moldagem em odontologia;
- **carragena**: polissacarídeo extraído da parede celular de algas vermelhas, usado principalmente como espessante de alimentos lácteos, como sorvetes, queijos e iogurtes, e também em cosméticos e tintas;

Figura 9. Sob certas condições, dinoflagelados proliferam tão intensamente que chegam a alterar a cor da água (o que justifica a expressão "maré vermelha"). Shenzhen, China, 2014.



U. Suren/Xinhua Press/Corbis/latinstock

- **diatomito**: material constituído por carapaças silicosas de diatomáceas que se depositaram no leito oceânico há milhões de anos. É usado em filtros em razão de sua consistência fina e porosa. Quando pulverizado, é empregado como abrasivo em polidores de metal e cremes dentais.

Eventualmente, as algas podem provocar problemas ambientais de grande magnitude, como as **marés vermelhas** (figura 9), que ocorrem quando certos dinoflagelados proliferam abundantemente, liberando na água uma potente toxina, geralmente absorvida pelos consumidores que deles se alimentam. Mariscos, ostras, peixes e mesmo seres humanos podem ingerir essa toxina junto com a água ou alimentos contaminados, sofrendo danos, às vezes fatais, no sistema nervoso.

A notícia

Entenda quais são as causas e consequências das zonas mortas dos oceanos

As zonas mortas dos oceanos influenciam no ecossistema da região com a ausência de vida marítima

Recebem o nome de zonas mortas determinadas áreas dos oceanos onde os níveis de oxigênio sofreram queda e são, por isso, incapazes de sustentar uma vida marinha regular. As causas e consequências desse problema são inúmeras.

Essas regiões são, geralmente, sazonais e o processo é iniciado quando o nitrogênio proveniente de adubos e esgotos estimula o crescimento de algas que são dissolvidas [decompostas] por bactérias – estas

consomem grandes quantidades de oxigênio, o que leva à falta do mesmo. Os baixos níveis matam peixes, ovas, larvas e crustáceos.

As zonas mortas, que também são conhecidas como áreas hipóxicas, podem acontecer, ainda, devido à vinda da água doce de um rio para o mar, o que reduz o fluxo de oxigênio das águas de superfície ao nível mais profundo da água salgada. Isto acontece na ocorrência de grandes fluxos de água, como enchentes.

Além da ausência de vida marítima, essas regiões também enfrentam outro problema ecossistêmico: a dificuldade de recuperação de espécies sob proteção após um processo de pesca excessiva.

[...]

Entenda quais são as causas e consequências das zonas mortas dos oceanos. **Portal Pensamento Verde**. 10 set. 2014. Disponível em: <www.pensamentoverde.com.br/meio-ambiente/entenda-quais-sao-causas-e-consequencias-das-zonas-mortas-dos-oceanos/>. Acesso em: fev. 2016.

Atividades

Escreva no caderno

Mais informações sobre as zonas mortas marinhas podem ser obtidas na reportagem **Recuperação de zonas mortas**, de Laurence Mee, disponível em: <<http://tub.im/cz35wf>>. Acesso em: jan. 2016.

A notícia trata das chamadas zonas mortas, regiões oceânicas afetadas pela poluição e que se caracterizam pela escassez de vida. Depois da leitura, responda às questões:

1. As zonas mortas oceânicas caracterizam-se pela ausência de seres vivos (fitoplâncton, zooplâncton e outros). Explique a potencial associação entre a expansão dessas áreas (causa) e a acentuação do efeito estufa (consequência).
2. Que atividades do seu dia a dia podem, direta ou indiretamente, comprometer a saúde dos oceanos?



Protozoários

Pseudópode: do grego *pseudes*, falso, e *podos*, pés. Cílio: do latim *cilium*, pestana. Flagelo: do latim *flagellum*, chicote.

Os protozoários são os principais representantes heterótrofos dos protistas. Em sua maioria, vivem na água; entretanto, muitas espécies adaptaram-se à vida parasitária e, no corpo de outros seres vivos, encontram condições adequadas à sobrevivência e à reprodução. Algumas das mais graves doenças que afetam a humanidade — como a malária e a doença de Chagas — são causadas por protozoários.

► Estrutura e fisiologia

A célula eucariótica dos protozoários pode ser **uninucleada** (um único núcleo), como nas amebas, ou **binucleada**, como no paramécio, em que o macronúcleo controla o metabolismo celular e o micronúcleo se relaciona com uma forma de reprodução sexuada.

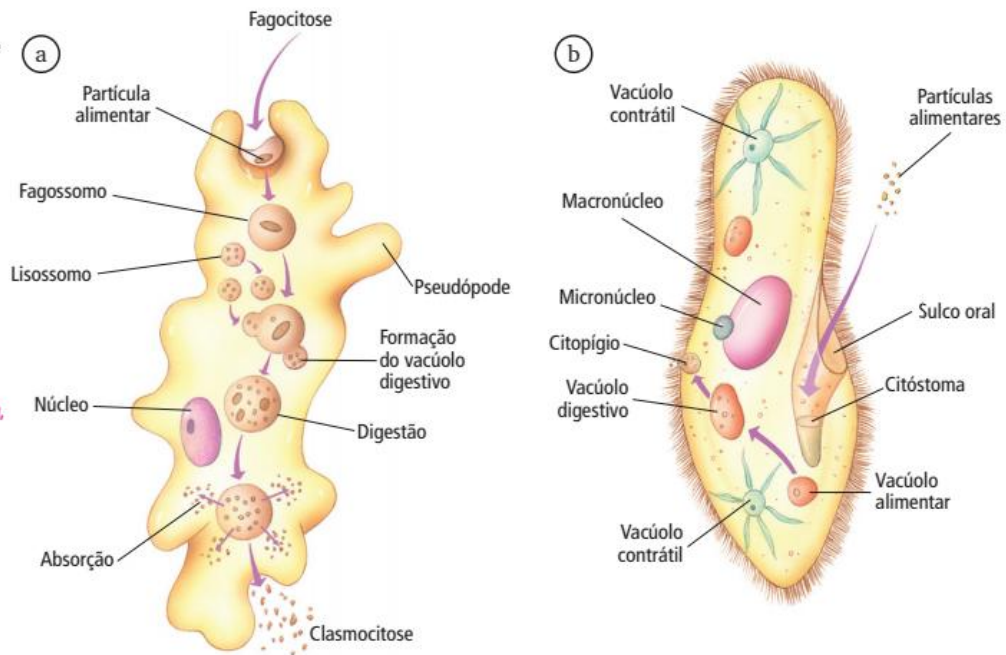
O citoplasma diferencia-se em ectoplasma, a porção externa mais viscosa, que contribui para a manutenção da forma da célula, e endoplasma, porção interna mais fluida, onde estão os organoides citoplasmáticos.

Como estruturas locomotoras, paramécios e vorticelas utilizam **cílios** (figura 10a), giárdias e tripanossomos utilizam **flagelos** (figura 10b) e amebas, **pseudópodes** (figura 10c); plasmódios e toxoplasmas não exibem estruturas locomotoras.

As estruturas locomotoras também participam da captura de alimentos, que podem ser partículas em suspensão na água, bactérias, algas unicelulares e outros protozoários. As amebas (figura 11a) usam seus **pseudópodes** para fagocitar partículas alimentares, que ficarão contidas em vacúolos alimentares, os fagossomos. Os paramécios (figura 11b) criam, com o batimento ciliar, correntes de água que trazem alimentos até uma abertura chamada **citóstoma**, por meio da qual alcançam um curto canal, a **citofaringe**, acumulando-se no fundo e formando os vacúolos alimentares.

O processamento alimentar em amebas e paramécios é semelhante: os vacúolos alimentares unem-se a lisossomos formando **vacúolos digestivos**, nos quais o alimento sofre a ação das enzimas digestivas. Enquanto ocorre a digestão intracelular, os vacúolos digestivos movimentam-se pelo citoplasma, facilitando a distribuição de nutrientes. Restos não assimilados são eliminados por **clasmocitose**: na ameba, por qualquer parte da superfície da membrana plasmática; no paramécio, por uma abertura específica, o **citopígio**.

Figura 10. Estruturas locomotoras dos protozoários visualizadas em imagens de microscopia: (a) cílios (em amarelo) de *Vorticella* sp. (aumento aproximado de 690 vezes); (b) flagelos de *Giardia lamblia* (aumento aproximado de 1800 vezes); (c) pseudópodes de *Amoeba proteus* (aumento aproximado de 20 vezes). (Coloridas artificialmente.)



Citóstoma: do grego *kytos*, célula, e *stoma*, boca. Citopígio: do grego *kytos*, célula, e *pygeon*, nádega.

Figura 11. Representação esquemática da obtenção e do processamento de alimentos em (a) uma ameba e em (b) um paramécio. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

A osmorregulação (ou seja, o controle da quantidade de água existente na célula) ocorre por ação dos **vacúolos contráteis** ou **pulsáteis**. Tais organoides se enchem de água absorvida por osmose e periodicamente se contraem, expulsando o excedente hídrico através de um poro que se abre para o meio externo. Vacúolos contráteis são comuns em protozoários de água doce, que, por serem hipertônicos (mais concentrados) em relação ao meio externo, recebem água continuamente por osmose, o que pode provocar sua ruptura. Protozoários marinhos geralmente não dependem de vacúolos contráteis, pois têm concentração intracelular semelhante à da água salgada.

Diversidade e classificação

A classificação dos protozoários passa por constantes mudanças, resultado das frequentes revisões decorrentes de estudos recentes. Para fins didáticos, serão considerados os grupos apresentados na **tabela 2**. Classificação seguida em: SADAVA, D. et al. *Life – The Science of Biology*. Sunderland, MA: Sinauer Associates/Freeman, 2011.

Tabela 2. Características de alguns grupos de protozoários			
Grupo	Estrutura locomotora	Características	Exemplos
Amoebozoa (sarcodinos)	Pseudópodes	Vida livre (de água doce ou marinhos) ou parasitária	Amebas
Kinetoplastida	Flagelos	Vida livre (marinhos, de água doce e solos úmidos) ou parasitária	Tripanossomos
Ciliata (ciliados)	Cílios	Vida livre, poucos parasitas	Paramécios e vorticelas
Apicomplexa (esporozoários)	Ausente	Parasitas intracelulares	Plasmódios e toxoplasmas
Diplomonada	Flagelos	Dois núcleos, ausência de mitocôndrias, a maioria de vida parasitária	Giárdias
Parabasalida	Flagelos e membrana ondulante	Ausência de mitocôndrias, a maioria de vida parasitária	Tricomonas

Reprodução Esquizogonia: do grego *schizo*, fender, partir, e *gonos*, gerar.

É muito comum, entre os protozoários, a reprodução assexuada, que geralmente ocorre por divisão binária (**figura 12a**). Plasmódios (protozoários do gênero *Plasmodium*, causadores da malária) e outros protozoários realizam **esquizogonia** (ou divisão múltipla), reprodução assexuada em que uma célula se divide em várias células-filhas. Quando penetram nas hemácias de uma pessoa, os plasmódios tornam-se multinucleados; posteriormente, ao redor de cada núcleo, reúne-se uma pequena porção de citoplasma, formando várias pequenas células, que correspondem a novos protozoários, liberados com a ruptura das hemácias (**figura 12b**). Ciliados reproduzem-se

sexuadamente por **conjugação** (**figura 12c**), processo em que não há união de gametas, mas sim troca de material genético contido nos micronúcleos das células participantes.

Sob condições ambientais desfavoráveis, vários protozoários podem produzir formas de resistência chamadas **cistos**, que possuem envoltório protetor e citoplasma reduzido, e dois ou mais núcleos no interior. Os cistos mantêm atividade metabólica muito reduzida, voltando a desenvolver-se quando as condições ambientais forem adequadas. Muitos protozoários parasitas disseminam-se de um hospedeiro a outro por meio de cistos.

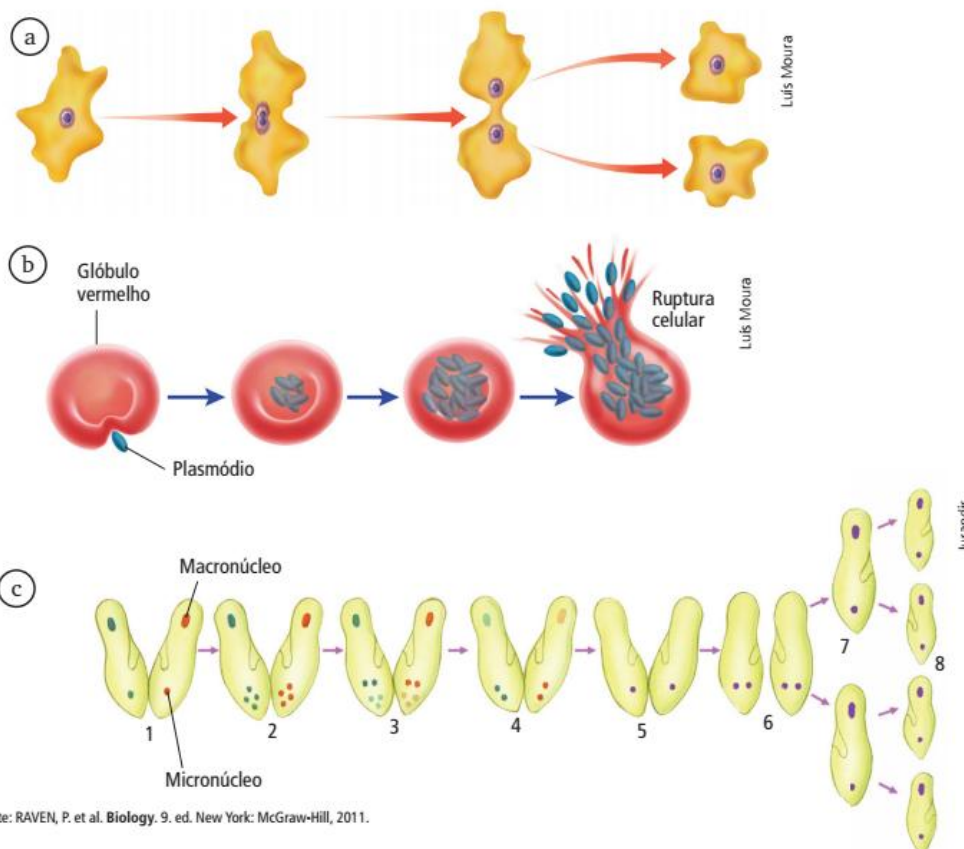


Figura 12. (a) Divisão binária de ameba. (b) Esquizogonia, tipo de reprodução assexuada em que uma célula origina várias. (c) Conjugação. (1) Dois paramécios emparelham-se. (2) Em cada paramécio, o micronúcleo diploide divide-se por meiose e origina quatro micronúcleos haploides. (3) Desses quatro micronúcleos, três degeneram-se e um divide-se por mitose, formando dois micronúcleos haploides. (4) Os paramécios emparelhados trocam entre si um dos micronúcleos. Ao mesmo tempo, o macronúcleo começa a degenerar. (5) Os paramécios separam-se e, em cada um, o micronúcleo recebido funde-se com o micronúcleo remanescente, formando um micronúcleo diploide. (6) Em cada paramécio, o micronúcleo diploide divide-se por mitose, produzindo dois micronúcleos. (7) Um dos micronúcleos converte-se em macronúcleo. (8) Cada paramécio se divide em dois, e surgem quatro paramécios, cada qual com um macronúcleo e um micronúcleo. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Papel ecológico e doenças

Os protozoários de **vida livre**, como o paramécio e certas amebas, são importantes componentes nas cadeias alimentares dos ecossistemas aquáticos, consumindo e controlando populações microbianas e servindo de alimento para outros consumidores. Podem ser usados como indicadores da qualidade do ambiente, pois não se encontram em águas poluídas por resíduos industriais; entretanto, são abundantes em ambientes ricos em matéria orgânica.

Existem muitos protozoários **parasitas**. A espécie *Entamoeba histolytica*, por exemplo, parasita o intestino humano; o flagelado *Trypanosoma cruzi* instala-se em células musculares do coração e de outros órgãos.

Os protozoários parasitas, especificamente aqueles cujo ciclo envolve o ser humano como um dos hospedeiros, estão entre os mais bem estudados do grupo por sua importância como indicadores da qualidade de vida das populações. As doenças parasitárias (protozooses) e os ciclos de vida de alguns protozoários de importância para a saúde humana serão estudados oportunamente.

Os protozoários comensais beneficiam-se da associação com outros organismos, sem causar-lhes dano. É o caso de protozoários da espécie *Entamoeba coli*, comumente encontrados no intestino humano, onde obtêm abrigo e alimento sem acarretar prejuízo.

Há protozoários que se relacionam com outros seres em mutualismo. No estômago de ruminantes, como bois e carneiros, protozoários ciliados digerem a celulose por ação da enzima **celulase**. Parte dos produtos dessa digestão é aproveitada pelos ruminantes.

Comensalismo é a relação entre organismos de espécies distintas na qual uma espécie tira proveito de algum recurso da outra, sem que esta seja prejudicada.

Mutualismo é a relação entre organismos de espécies distintas na qual ambos se beneficiam e dependem um do outro para sobreviver.


Atividade prática

Observação de eucariontes microscópicos

Objetivos

- Criar uma cultura de microrganismos e identificá-los.
- Reconhecer que as populações dos organismos microscópicos estão constantemente variando.
- Reconhecer que fatores como espaço, alimento e predatismo limitam o tamanho e determinam os tipos de população.

Materiais

- frasco de vidro limpo
- lâminas
- lamínulas 
- algodão
- conta-gotas
- cultura com microrganismos
- folhas de alface
- microscópio
- lápis/papel
- água mineral

Solicite aos alunos que providenciem este material para uma data preestabelecida; ou, se preferir, saia com os alunos nas imediações da escola para coletar a amostra.

Procedimentos

Organizem-se em grupos de três ou quatro alunos. Cada grupo deverá realizar os procedimentos 1 e 2.

1. Obtenção dos protistas:

- Coletar um pouco de terra proveniente de um local onde há acúmulo de folhas no solo, colocar o material em um frasco de vidro limpo (como aqueles usados para alimentos em conserva, molhos, geleias etc.) com uma folha de alface e completar com água filtrada.
- Deixar descansar em local fresco e sem exposição direta à luz do sol por dois ou três dias.

OU

- Coletar amostras de água com sedimentos de fundo de lagos, poças de chuva etc. e colocar em frascos de vidro limpos com uma folha de alface.

- Deixar descansar em local fresco e sem exposição direta à luz do sol por dois ou três dias.

2. Observação dos protistas:

- Com o auxílio de um conta-gotas, coloque uma gota da amostra preparada em uma lâmina de vidro, cubra com lamínula e analise ao microscópio. Nessa amostra, você, provavelmente, poderá observar seres microscópicos, como fungos, algas (diatomáceas e clorofíceas), rotíferos, amebas e outros. Procure observar a presença de paramécios. Registre suas observações em seu caderno. Ao terminar, mantenha a amostra em local fresco e sem exposição direta à luz do sol por mais uma semana.
- Faça novas observações da amostra após sete e quatorze dias a contar da data da primeira observação. Verifique o número de paramécios e outras alterações na quantidade de microrganismos presentes na cultura. Registre em seu caderno.

Dica: Os paramécios locomovem-se com extrema rapidez, o que torna difícil a sua visualização. Para minimizar seus movimentos, coloque na água da lâmina alguns fios de algodão esparsos e entrecruzados.

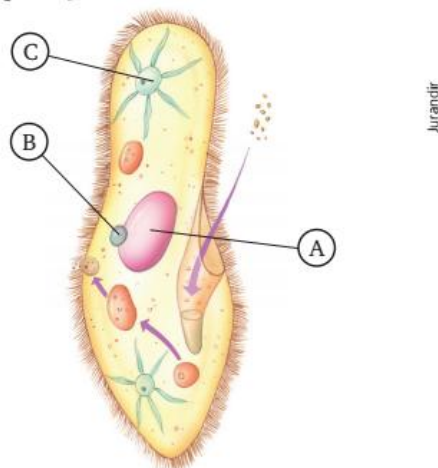
- Após a observação dos resultados, providencie a correta destinação dos materiais utilizados. Mantenha organizado e limpo o espaço em que trabalhou e cuide para que os equipamentos sejam corretamente desligados.

Resultados e discussão

Escreva no caderno

- Represente em esquemas cada um dos organismos encontrados nessa infusão. Procure identificá-los com o auxílio de seu professor e das figuras encontradas neste capítulo.
- Caso consiga observar um paramécio, procure determinar as partes que o constituem.
- Foram observadas alterações na cultura a partir da segunda e da terceira semanas? Quais? Elabore uma hipótese que justifique a causa dessas alterações.

1. A hipótese de que plantas e algas estão relacionadas evolutivamente e derivaram de ancestrais comuns tem grande força na comunidade científica. Que características das algas atuais poderiam sustentar tal argumentação?
2. Algas e fungos apresentam muitas semelhanças: ambos podem ser unicelulares ou pluricelulares, sempre são eucariontes e não possuem tecidos. Entretanto, apresentam também uma série de diferenças. Compare algas e fungos com relação:
 - a) ao hábitat.
 - b) à forma de nutrição.
 - c) ao material armazenado como reserva de energia nas células.
 - d) à composição química da parede celular.
3. (Fuvest-SP) Resultados de uma pesquisa publicada na revista **Nature**, em 29 de julho de 2010, mostram que a quantidade média de fitoplâncton dos oceanos diminuiu cerca de 1% ao ano, nos últimos cem anos. Explique como a redução do fitoplâncton afeta:
 - a) os níveis de carbono na atmosfera;
 - b) a biomassa de decompositores do ecossistema marinho.
4. (Ceag/FGV-SP) Em meados da década de 1970, peixes, focas e até animais domésticos apareceram mortos, numa grande extensão do litoral sul brasileiro. Alguns moradores também foram afetados, sentindo tonturas e graves problemas respiratórios. Explique a provável causa do fenômeno natural conhecido como maré vermelha, que poderia ter causado tal tragédia ecológica.
5. Observe o esquema abaixo, de um paramécio. A seguir responda ao que se pede.



- a) Quais são as estruturas apontadas em A, B e C?
 - b) Que processos metabólicos estão relacionados a essas estruturas?
6. A maioria dos protozoários realiza reprodução assexuada, sobretudo por meio de cissiparidade. Entretanto, existem ciliados, como o paramécio, que podem eventualmente se reproduzir sexuadamente por meio de conjugação.
 - a) Qual desses processos possibilita maior variabilidade genética? Por quê?
 - b) Explique sucintamente como ocorre a conjugação entre os paramécios.

7. (Unicamp-SP) Uma certa quantidade de água de lagoa com amebas foi colocada em frascos numerados de 1 a 5. Foram adicionadas quantidades crescentes de sais a partir do frasco 2 até o 5. Observando-se, em seguida, as amebas ao microscópio, constatou-se uma gradual diminuição na velocidade de formação de vacúolos pulsáteis a partir do frasco 2. No frasco 5 não se formavam esses vacúolos.
 - a) Qual a principal função do vacúolo pulsátil?
 - b) O que aconteceria se as amebas do frasco 1 não tivessem a capacidade de formar vacúolos? Por quê?
 - c) Por que no frasco 5 não se formavam vacúolos?
8. (IFCE) Fungos, protozoários e algas possuem características distintas. Estabeleça as diferenças entre esses organismos com relação ao arranjo celular, ao modo de nutrição e à motilidade.
9. Dinoflagelados, principais responsáveis pela elevada produtividade dos recifes de coral, vivem em relação obrigatória e de benefício mútuo, no interior do corpo de cnidários que compõem essas grandes edificações biológicas que se formam em águas geralmente pobres em nutrientes.



Recife de coral em Japaratinga, AL, 2015.

- a) Qual processo metabólico realizado pelas zooxantelas faz delas as responsáveis pela elevada produtividade dos recifes de coral?
 - b) Explique as possíveis vantagens que ambos os organismos têm na associação.
10. A figura a seguir mostra a reprodução de um protista:
 - a) Como é chamada essa modalidade reprodutiva?
 - b) Discuta as vantagens e desvantagens desse processo.

Microalgas: questões ecológicas e possibilidades econômicas

À medida que aprofundamos o conhecimento a respeito das algas, aumenta a compreensão sobre os papéis que elas desempenham nos ecossistemas e na biosfera. Surgem, também, alternativas para sua aplicação em escala comercial, nos diversos campos da atividade econômica — em particular como fonte de insumos industriais e de biocombustíveis.

As algas têm efeito crucial sobre a atmosfera, não só como a mais importante fonte de oxigênio, mas também como regulador do clima e da pluviosidade. O dimetilsulfeto (DMS), liberado pelo fitoplâncton, funciona como agregador de moléculas de água e está relacionado com a formação de nuvens e a quantidade de chuvas sobre os oceanos e as áreas costeiras. Entre os compostos produzidos e liberados pelas algas, muitos possuem uso industrial e farmacológico. Algas encontradas nos mares brasileiros, por exemplo, sintetizam compostos capazes de barrar a radiação ultravioleta, que poderão ser empregados em filtros solares.

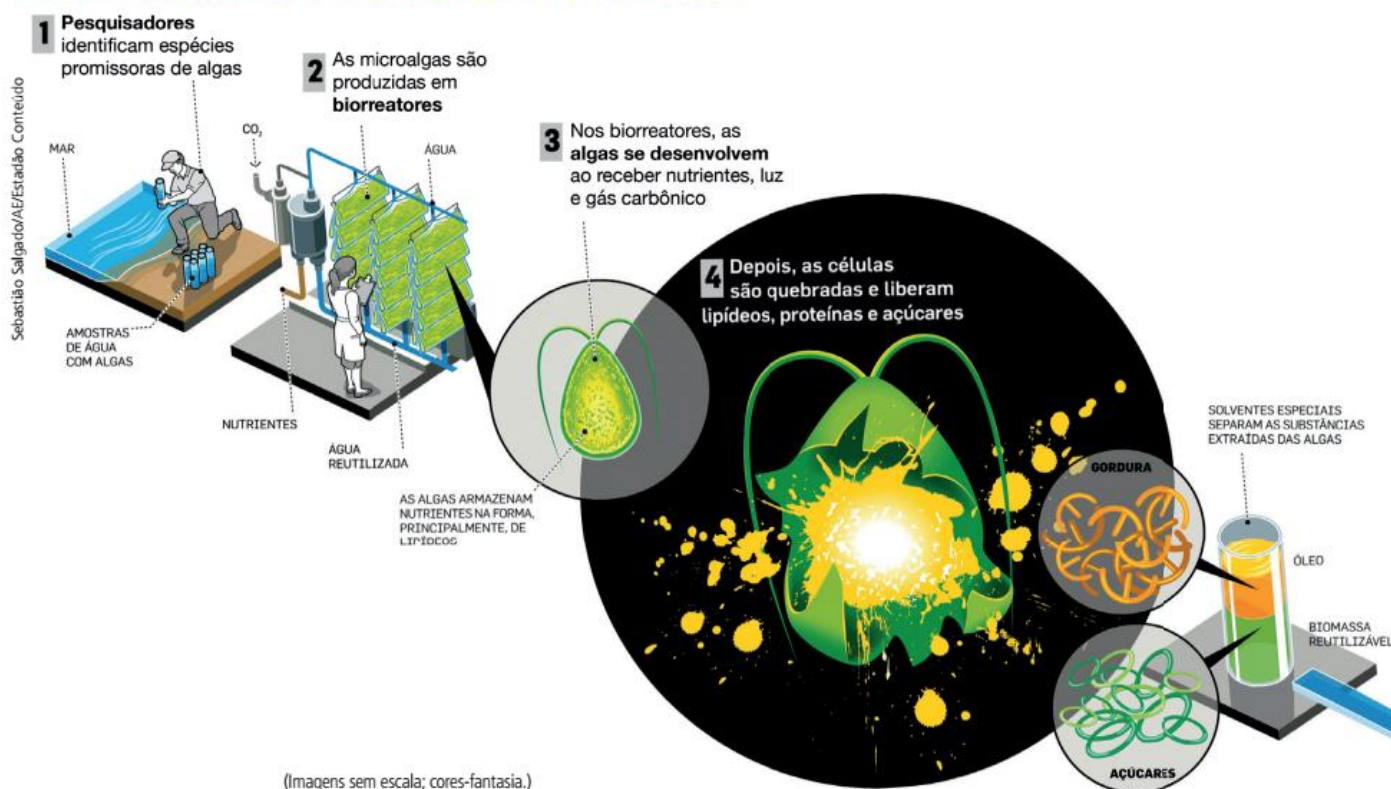
Recentemente, verificou-se que variedades de algas absorvem certos poluentes (como os derivados de enxofre), podendo ser usadas em casos de vazamentos de petróleo.

Nos ecossistemas aquáticos, as algas atuam como produtores e respondem por quase toda a produtividade primária bruta desses ambientes, sustentando as cadeias alimentares. Nos tanques de carcinicultura (criação de camarões), por exemplo, as algas servem de alimento para os crustáceos e auxiliam na purificação da água.

Não bastasse toda essa importância, estão sendo desenvolvidos processos que utilizam as algas como fonte de biocombustíveis.

Comparativamente às fontes vegetais convencionais, nenhuma garante produtividade tão elevada quanto as microalgas. Enquanto um hectare (10 000 m²) cultivado com dendê e um hectare cultivado com cana-de-açúcar permitem a produção de, respectivamente, 4 mil litros e 8 mil litros de biocombustíveis por ano, o cultivo de microalgas em um corpo-d'água com a mesma dimensão permitiria produzir mais de 200 mil litros!

Etapas de produção do biocombustível de algas



Qual é a razão dessa enorme diferença? A obtenção dos biocombustíveis a partir do dendê e da cana-de-açúcar utiliza como matéria-prima o óleo de dendê e a sacarose, enquanto a produção a partir das microalgas utiliza mais de 90% da biomassa total.

Outra vantagem potencial: certas algas promissoras como fonte de biocombustíveis toleram bem águas salinas ou águas poluídas com esgoto, que é rico em nutrientes (como fosfatos e nitratos).

Cultivadas em larga escala em tanques, lagoas e represas, as microalgas não sofrem os efeitos da sazonalidade que caracteriza a produção das culturas anuais (é o caso da cana-de-açúcar), além de não serem tão sensíveis à escassez de chuvas, às variações de temperatura, às geadas etc.

O sequestro de carbono é um “efeito colateral” mais do que desejável: as algas — por meio da mesma fotossíntese que produz a biomassa — recolhem grandes quantidades de gás carbônico da atmosfera, podendo atenuar o efeito estufa e o aquecimento global. Hipoteticamente, gigantescos biorreatores nos quais fossem cultivadas as microalgas poderiam receber parte do gás carbônico gerado nas usinas termelétricas movidas a carvão ou a gás natural, evitando que fosse lançado na atmosfera.

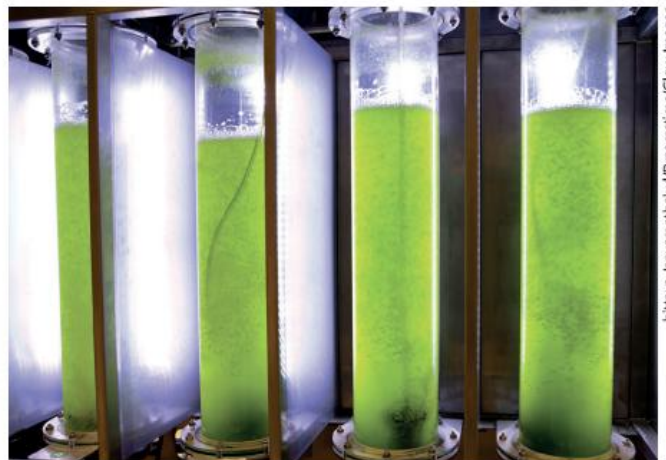
Existem algumas etapas importantes a serem vencidas até que essas estratégias se tornem economicamente viáveis — muito tempo, muita pesquisa e muito investimento ainda serão necessários. Inicialmente, é preciso escolher variedades de microalgas que reúnam baixas exigências de cultivo, elevada produtividade e tolerância ambiental. A seguir, precisam ser desenvolvidos métodos de separação da biomassa, para que os componentes energeticamente eficientes (principalmente lipídios e carboidratos de cadeia curta) sejam isolados.

Pesquisas estão avançadas em todo o mundo (inclusive no Brasil), e os próximos anos trarão novidades.



Avião sendo abastecido com biocombustível em Houston, Estados Unidos, 2009.

David J. Phillip/AP/Glow Images



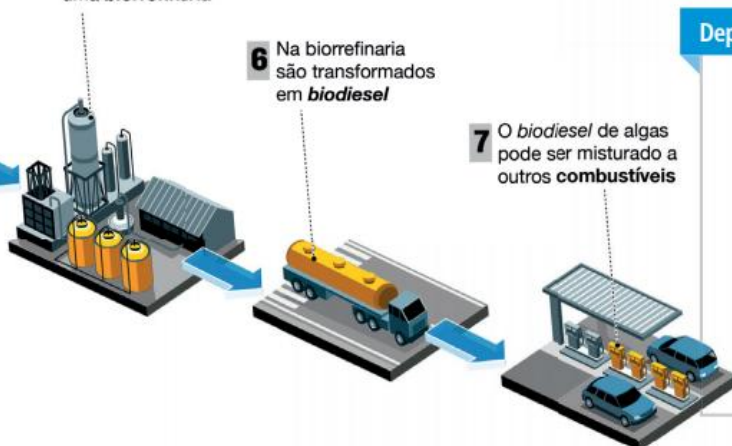
Exemplo de biorreatores utilizados no cultivo de algas.

hitaya_janyamethakul/Dreamstime/Glow Images

5 Os lipídeos são separados e enviados a uma **biorrefinaria**

6 Na biorrefinaria são transformados em **biodiesel**

7 O **biodiesel** de algas pode ser misturado a outros **combustíveis**



Depois da leitura do texto, faça o que se pede:

Escreva no caderno

1. Correlacione o cultivo de microalgas, o sequestro de carbono e a atenuação do aquecimento global.
2. Resumidamente, elabore uma estratégia que permita o cultivo de microalgas no semiárido nordestino, destacando:
 - a) condições locais favoráveis;
 - b) condições locais desfavoráveis;
 - c) impactos sociais e econômicos que a atividade poderia trazer para a região.

Protozooses

Doenças sociais

Mosquitos do gênero *Anopheles* (1,5 cm de comprimento) podem ser portadores do plasmódio, agente causador da malária.





Uma forma de partilha

A comunidade biológica é um vasto e complicado sistema de partilha e distribuição de energia entre as diversas formas de vida. Um dos modos pelos quais os organismos conseguem sua porção de energia é o parasitismo.

Marston Bates (1906-1974), biólogo norte-americano.¹

O parasitismo (do grego *parásitos*, que come ao lado de ou com) consiste na interação biológica em que um ser vivo (o **parasita**) vive à custa de alimento retirado do corpo de outro (o **hospedeiro**).

O biólogo Marston Bates reconhece o parasitismo como uma forma de partilha de energia, em uma interação que controla a densidade das populações, evitando que cresçam muito e esgotem recursos ambientais importantes, como espaço e alimento. As doenças parasitárias afetam frequentemente os indivíduos mais predispostos, que são os mais jovens, os mais velhos e os portadores de distúrbios nutricionais ou imunológicos.

Para além dessa visão ecológica, o parasitismo tem um agravante: é um dos mais frequentes problemas de saúde das populações humanas, principalmente das que vivem em condições sociais mais limitadas, razão pela qual é de interesse médico. Assim, as doenças parasitárias (como a malária) funcionam como indicadores da qualidade de vida humana.

A transmissão e a persistência de uma parasitose em uma população humana resultam da interação entre o ecossistema e dois de seus componentes: o parasita e o hospedeiro. O parasita é o agente causador, cuja presença é indispensável para que a parasitose se instale. O hospedeiro é o organismo que, em certo momento, pode ser infectado pelo parasita. O ecossistema representa o conjunto de fatores em interação que permitem a ação do parasita no hospedeiro. Esses fatores incluem, entre outros, as condições de moradia e de saneamento e a presença de vetores (como os insetos transmissores de parasitas).

Algumas doenças parasitárias afetam grande número de pessoas. No Brasil, representam um dos mais sérios problemas de saúde pública. Algumas das mais significativas são a malária, a doença de Chagas, a leishmaniose, a teníase, a cisticercose, a esquistossomose, a ascariíase e a ancilostomíase.

As doenças parasitárias habitualmente não são muito agressivas, uma vez que a seleção natural tende a eliminar os parasitas mais letais. Assim, um parasita adaptado é aquele que se beneficia da associação com o hospedeiro, mas cuja lesão não lhe provoca a morte no curto prazo. Algumas doenças, como a malária, são graves; outras, como o amarelão, não determinam a morte imediata do paciente. Porém, com o tempo, debilitam-no e pioram suas já insatisfatórias condições de vida.

Pessoas em situação de pobreza crônica têm maior probabilidade de adquirir doenças parasitárias, o que agrava seu estado nutricional. Anemia e desnutrição crônica são consequências da ação de parasitas espoliativos (que retiram nutrientes dos hospedeiros), como o ancilóstomo e o esquistossomo.

Assim, as parasitoses ilustram dramaticamente a catástrofe do ciclo pobreza-desnutrição-doença no Brasil e em outros países. O parasita rouba do indivíduo parte de seu escasso alimento, retirando-lhe as forças. Com reduzida capacidade para o trabalho, perpetuam-se a miséria, a fome e a doença.

¹ BATES, M. *A floresta e o mar*. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1965.

Parasitas e hospedeiros

Existem parasitas entre os vírus, as bactérias, os fungos e os protozoários, bem como na maioria dos filos animais. Encontram-se parasitas entre os platelmintos (tênia e esquistossomos), anelídeos (sanguessugas), nematódeos (lombrigas e ancilóstomos), artrópodes (piolhos e carrapatos) e cordados (lampreias).

As doenças provocadas por protozoários são conhecidas como **protozooses**, enquanto as causadas por platelmintos e nematódeos são tradicionalmente chamadas de **helmintíases**.

A relação hospedeiro-parasita geralmente tem **alta especificidade**, isto é, cada espécie de parasita normalmente age sobre um tipo específico de hospedeiro e, neste, ataca tecidos ou órgãos bem definidos.

O parasita apresenta estruturas e comportamentos que lhe permitem se instalar no hospedeiro, o qual, por sua vez, acaba por desenvolver mecanismos de defesa ou de tolerância ao parasita. A evolução do parasita e do hospedeiro ocorre por meio de influências mútuas, um servindo como agente de seleção natural do outro; esse processo chama-se **coevolução**.

O ser vivo (humano, outro animal ou vegetal) ou o substrato (como o solo e a água) em que um parasita pode viver e se reproduzir e a partir do qual pode chegar a um hospedeiro se chama **reservatório**. O tripanossomo, por exemplo, é o agente causador da doença de Chagas; o ser humano é um de seus hospedeiros, enquanto mamíferos silvestres (como o tatu, o gambá, o morcego e vários roedores) e domésticos (por exemplo, cão e gato) são seus reservatórios (**figura 1**).

Agente etiológico é o organismo (um vírus, uma bactéria, um protozoário etc.) que causa uma doença. O plasmódio e o tripanossomo, por exemplo, são agentes etiológicos da malária e da doença de Chagas, respectivamente.

Parasitas **monoxênicos** (ou monóxenos) são os que possuem apenas um hospedeiro em seu ciclo de vida. Os que possuem mais de um hospedeiro são parasitas **heteroxênicos** (ou heteróxenos).

Chama-se **hospedeiro definitivo** aquele em que o parasita se encontra em fase de maturidade ou em que ocorre a reprodução sexuada. **Hospedeiro intermediário** é o que apresenta o parasita em estágio larval ou aquele em que se reproduz assexuadamente. Atualmente, adotam-se de preferência as designações **hospedeiro vertebrado** e **hospedeiro invertebrado** (se aplicável).

Quando ligados à superfície externa de hospedeiros, os parasitas são denominados **ectoparasitas**; os que vivem dentro de seus hospedeiros são chamados **endoparasitas**.



Figura 1. O tatu-galinha (*Dasypus novemcinctus*, 80 cm de comprimento) é um dos reservatórios de protozoários da espécie *Trypanosoma cruzi*, mas nele não provocam doença.

O tripanossomo exerce efeito lesivo nas pessoas, mas não no tatu, um de seus reservatórios. Como o tatu hospeda o parasita há mais tempo que o ser humano, houve seleção de mecanismos eficientes de resistência e/ou de tolerância ao protozoário.

Danos causados por parasitas

Parasitas podem afetar diferentes tecidos e/ou órgãos do corpo do hospedeiro:

- **sangue** – o plasmódio (agente etiológico da malária) destrói os glóbulos vermelhos, e o esquistossomo (causador da esquistossomose) alimenta-se do plasma sanguíneo;
- **intestino** – a lombriga (nematódeo causador da ascariíase) e as tênia (platelmintos que causam a teníase e a cisticercose) aproveitam parte do alimento ingerido pela pessoa parasitada; o ancilóstomo (nematódeo causador da ancilostomíase), por sua vez, fixa-se na parede do tubo digestório, alimentando-se de sangue retirado do hospedeiro;
- **vasos linfáticos** – as filárias (causadoras da filariase) provocam a obstrução desses vasos;
- **tecidos diversos** – os protozoários da espécie *Toxoplasma gondii* (causadores da toxoplasmose) agem indistintamente no sangue, nos músculos, no encéfalo, nos pulmões etc.

Penetração do parasita no hospedeiro

A entrada do parasita no corpo do hospedeiro ocorre geralmente através da pele, de mucosas ou por via oral. A pele humana dificulta o acesso de parasitas em razão do pH normalmente ácido, da camada superficial de células mortas e das secreções sebáceas, que a tornam uma barreira eficaz contra a penetração de agentes infecciosos. Por outro lado, a entrada por via oral, veiculada pela água, por alimentos ou pelas mãos, é bastante comum.

Mucosas são os tecidos de revestimento das cavidades naturais do corpo, como as das vias respiratórias (cavidades nasais, traqueia, brônquios etc.) e as do tubo digestório (esôfago, estômago etc.).

O parasita tem **penetração ativa** quando entra no corpo do hospedeiro por recursos próprios. As larvas dos parasitas causadores da esquistossomose e da ancilostomíase, por exemplo, penetram ativamente pela pele humana.

Na **penetração passiva**, o parasita é levado por outros organismos, como insetos que, ao perfurarem a pele do hospedeiro ao se alimentar, podem introduzir parasitas trazidos de outro indivíduo. O agente biológico que transporta o parasita até o hospedeiro é chamado **vetor**. O plasmódio, causador da malária, é veiculado pela picada do mosquito-prego, que é o vetor desse parasita. A ingestão de formas infectantes de parasitas, como ovos, cistos ou larvas presentes na água ou em alimentos, também constitui penetração passiva. Assim são transmitidas a teníase e a ascariíase.

O tempo decorrido entre a entrada de um agente infeccioso em um organismo e o aparecimento das primeiras manifestações da doença é chamado **período de incubação**.

Transferência de parasitas

A continuidade do ciclo de vida de um parasita depende fundamentalmente de sua transferência de um hospedeiro para outro. A saída das formas infectantes do parasita — que podem ser ovos, cistos ou larvas — acontece, sobretudo:

- pelas fezes, como em parasitoses intestinais e em algumas parasitoses do fígado;
- pelo sangue, quando sugado por insetos hematófagos (do grego: *hemato*, sangue, e *phagein*, comer), que também são hospedeiros e atuam como vetores, transferindo os parasitas para outro hospedeiro;
- por tecidos diversos, como os musculares, que, ao servir de alimento para outros animais, transferem os parasitas neles alojados. Ao comer carne malpassada, por exemplo, uma pessoa pode adquirir teníase ou toxoplasmose.

Doença de Chagas

Em 1907, quando coordenava uma campanha contra a malária na região do Rio das Velhas (MG), o médico sanitariano Carlos Chagas (1878-1934) observou que muitas pessoas da região manifestavam uma doença até então desconhecida. Por informações de moradores locais, soube do aparecimento frequente de um percevejo conhecido por **barbeiro** (ou chupança). Examinando o tubo digestório do inseto, encontrou exemplares de um protozoário flagelado (que nomeou *Trypanosoma cruzi*), identificado por ele como o agente etiológico da nova doença (que foi posteriormente nomeada doença de Chagas). Descreveu também suas principais manifestações.

A doença de Chagas, também conhecida por tripanossomíase sul-americana, distribui-se do sul dos Estados Unidos à Argentina. No Brasil, estima-se o número de doentes em mais de 2 milhões de pessoas. O mapa da **figura 2** mostra os locais de maior ocorrência da doença de Chagas no Brasil, em sua fase aguda.



Fonte: Doença de Chagas aguda no Brasil: série histórica de 2000 a 2013. *Boletim epidemiológico*, v. 46, n. 21, 2015.

Figura 2. Número de casos de doença de Chagas aguda distribuídos por estados, entre 2000 e 2013.

Agente etiológico e vetor

O causador da doença de Chagas é um protozoário, conhecido como tripanossomo (*Trypanosoma cruzi*), encontrado nas formas flagelada e aflagelada. No hospedeiro vertebrado (mamífero), a forma flagelada é observada no sangue (**figura 3**), enquanto a forma aflagelada produz grupamentos chamados ninhos, no interior de células do coração e do sistema nervoso (particularmente as células nervosas do esôfago e do intestino). Em seu ciclo de vida, o tripanossomo passa por hospedeiros diferentes (o barbeiro e um mamífero); por isso é um parasita heteroxênico.

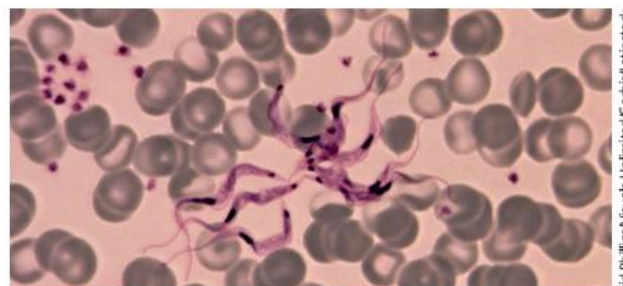


Figura 3. Formas flageladas de *Trypanosoma cruzi*, no sangue humano (imagem de microscopia óptica, aumento aproximado de 365 vezes; colorida artificialmente).

▶ A **tripanosomíase africana** (ou doença do sono), doença frequentemente fatal que ocorre na África, é causada por outra espécie de tripanossomo, o *Trypanosoma brucei*. A doença é transmitida pela picada da mosca tsé-tsé (gênero *Glossina*).

As espécies transmissoras do tripanossomo pertencem aos gêneros *Triatoma*, *Rhodnius* e *Panstrongylus*, insetos da ordem Hemiptera. Conhecidos como barbeiros (**figura 4a**), são hematófagos e têm hábitos noturnos. O nome popular está relacionado ao fato de o inseto picar preferencialmente o rosto das pessoas durante o sono.

O barbeiro infecta-se com o tripanossomo geralmente quando suga o sangue de vertebrados silvestres (como a cutia, o gambá e o tatu) e de animais domésticos (cão e gato), reservatórios naturais do parasita. Faz seus ninhos em frestas nas paredes de casas de pau a pique (**figura 4b**) e também pode se alojar em colchões, atrás de móveis, em paióis e galinheiros, alimentando-se do sangue das aves.

A ação hematófaga do barbeiro sobre seres humanos e animais domésticos deve-se sobretudo ao desmatamento, que alterou o hábitat e a dieta do inseto. Com a proximidade de moradias humanas, o barbeiro passou a habitá-las e, conseqüentemente, alterou seu nicho ecológico, passando a alimentar-se de sangue humano e de animais domésticos.



Figura 4. (a) Um barbeiro adulto tem geralmente de 3 a 4 cm de comprimento. Enquanto se alimenta do sangue, ele defeca próximo ao local da picada. (b) Casa de pau a pique, como esta em Angicos (SE), é moradia ideal para barbeiros, que se alojam nas frestas existentes nas paredes de barro.



▶ Ciclo de vida do parasita

Quando pica uma pessoa ou animal infectado, o barbeiro ingere sangue e os tripanossomos existentes na circulação sanguínea. No tubo digestório do inseto, os tripanossomos multiplicam-se por divisões binárias, assumindo, no final do intestino, a forma flagelada infectante. Ao picar uma pessoa e defecar, o barbeiro elimina os parasitas com as fezes. Pelo orifício da picada, por lesões provocadas pela coçagem, ou mesmo através de mucosas íntegras, os tripanossomos penetram no corpo, invadem células e multiplicam-se, chegando à corrente sanguínea, por meio da qual atingem vários órgãos (**figura 5**).

Nas células desses órgãos, os tripanossomos convertem-se na forma aflagelada e dividem-se, originando novas formas flageladas, que rompem as células e retornam à corrente sanguínea. Quando alcançam outros órgãos, formam em suas células novos ninhos da forma aflagelada. O ciclo repete-se continuamente, afetando principalmente o coração, o sistema nervoso e o sistema digestório do organismo infectado.

Há risco de transmissão da doença de Chagas por transfusões de sangue, já que as pessoas infectadas podem ter parasitas circulantes. Existem casos registrados de contágio por leite materno, através da placenta (forma congênita da doença) e por transplantes de órgãos.

Além do aleitamento materno, existe outra forma de transmissão oral. Ela ocorre pela ingestão de bebidas ou alimentos contaminados com fezes ou partículas de barbeiros triturados. A ingestão de caldo de cana em 2005, em Santa Catarina, e de suco de açaí, em 2007, no Amapá, provocou surtos da doença de Chagas, porque ambas as bebidas estavam contaminadas por barbeiros triturados durante a moagem.

O período do ciclo do tripanossomo no barbeiro dura cerca de 10 dias.

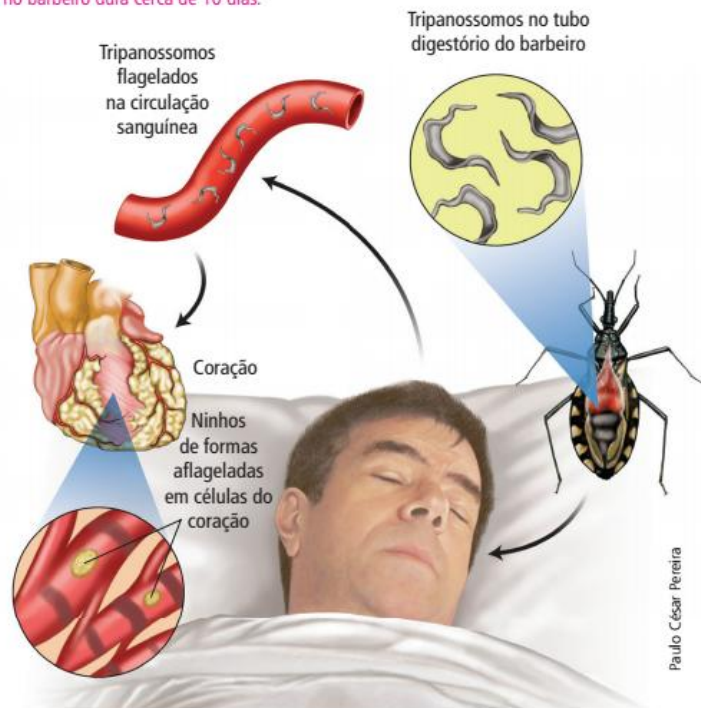


Figura 5. Representação esquemática do ciclo de vida do *Trypanosoma cruzi*, mostrando as formas do parasita (nos detalhes) na passagem pelo barbeiro e pelo ser humano. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

▶ Manifestações

A entrada do parasita ocorre pela lesão da picada do barbeiro na pele ou através de mucosas, como a conjuntiva (fina membrana que reveste internamente a pálpebra e externamente a córnea), provocando inchaço palpebral. O período de incubação dura de uma a duas semanas. Em seguida, surgem as primeiras manifestações da fase aguda: febre, mal-estar, dor de cabeça e falta de apetite, podendo ocorrer morte por falência cardíaca ou meningoencefalite (inflamação do encéfalo e meninges do sistema nervoso).

Depois de um período de aparente inatividade, que pode durar anos ou décadas, desenvolve-se a fase crônica da doença, na qual as manifestações são mais discretas e estão relacionadas, principalmente, a lesões no coração e no tubo digestório.

▶ Profilaxia

Profilaxia (ou prevenção) é o conjunto das medidas que visam prevenir, erradicar ou ao menos diminuir a frequência de uma doença. Conhecendo-se o ciclo de vida do parasita, fica mais fácil estabelecer essas medidas.

Como o tratamento da doença de Chagas na fase crônica ainda hoje é insatisfatório e apenas sintomático (ou seja, os medicamentos tratam apenas as manifestações e não a causa da doença), é fundamental a adoção de medidas profiláticas.

Há muito tempo, pesquisadores buscam uma vacina que evite a doença de Chagas. Um passo foi dado por cientistas brasileiros, que desenvolveram um vírus *influenza* (causador da gripe) modificado, contendo no material genético um fragmento do genoma do *Trypanosoma cruzi*. Expostos ao vírus geneticamente modificado, animais — e, futuramente, humanos — poderão apresentar resposta imunológica contra as duas doenças, ficando protegidos de ambas.

O elo mais vulnerável do ciclo da doença de Chagas é o inseto transmissor, que pode ser combatido com o uso de inseticidas. Campanhas realizadas no estado de São Paulo na década de 1970 reduziram drasticamente a incidência da doença. Atualmente, são estudadas formas de controle biológico, com o emprego de fungos e de insetos capazes de destruir os ovos dos barbeiros.

É fundamental melhorar as condições de moradia, pois isso dificulta a aproximação entre o vetor e as pessoas. O fechamento das frestas das paredes com reboque e o uso de telas nas janelas e mosquiteiros sobre as camas são úteis.

A transmissão da doença de Chagas por transfusão de sangue pode ser evitada fazendo-se exames em todas as amostras disponíveis para uso nos bancos de sangue e nos hospitais.

O tratamento dos doentes crônicos não é uma medida profilática eficaz contra a doença de Chagas porque, além de não haver medicamento capaz de eliminar os parasitas nessa fase, existem animais que atuam como reservatórios naturais, dos quais o barbeiro pode retirar os tripanossomos e transferi-los para os seres humanos.

As manifestações de uma doença incluem sintomas (queixas relatadas pelo doente ou familiares) e sinais (que podem ser observados no exame físico).

Malária

Há quem diga que a malária é a doença que mais influenciou o curso da História. Guerras foram perdidas ou se prolongaram por causa dela (**figura 6**); a construção do canal do Panamá (entre 1880 e 1914) foi interrompida por longo período, e a empresa responsável pela obra foi à falência em razão da alta incidência da doença entre os operários, provocando numerosas mortes.

Também conhecida como impaludismo, febre palustre ou maleita, a malária tem seu nome derivado do italiano *mala aria*, maus ares. Acreditava-se que fosse provocada por “ares pestilentos”, hipótese rejeitada em 1880, quando se descobriram os protozoários parasitas do gênero *Plasmodium*. É uma doença infecciosa com manifestações agudas, em surtos. De todas as doenças parasitárias, talvez esta seja a mais antiga e a mais mundialmente distribuída. Estima-se que, em todo o mundo, cerca de 200 milhões de pessoas sejam infectadas por ano.

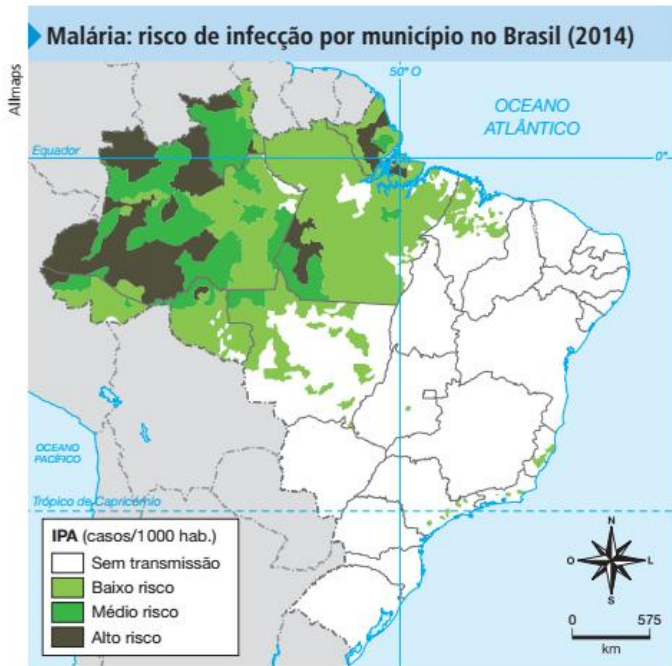


Figura 6. Durante a Guerra do Vietnã (1955-1975), os soldados norte-americanos tiveram na malária um poderoso inimigo, que provocou muitas mortes. Para desespero dos médicos, 80% dos casos apresentaram resistência ao tratamento habitual.

Album/akg-images/LatinStock

A malária no Brasil

De acordo com o Ministério da Saúde, em 2014 foram confirmados no Brasil 144 mil casos de malária, sendo 99,9% deles na Amazônia Legal (que inclui os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins e parte do Mato Grosso e Maranhão). Por essa razão, os estados amazônicos são considerados área endêmica de malária (figura 7). A maioria dos casos (85%) ocorre em áreas rurais (figura 8), mas há registro também em áreas urbanas.



Fonte: Sinan/SVS/MS e Sivep-Malária/SVS/MS

Figura 7. As áreas coloridas do mapa apresentam registros contínuos de casos da doença durante todo o ano. A incidência parasitária anual (IPA) indica o risco de contrair a doença e classifica as áreas de transmissão em alto, médio e baixo risco, de acordo com o número de casos por mil habitantes.



Figura 8. Assentamentos agrícolas, como este, são instalados em áreas desmatadas na Amazônia (Presidente Figueiredo, AM, 2007). O desmatamento é um dos fatores agravantes nos casos de malária porque aproxima as populações humanas do habitat dos mosquitos silvestres, facilitando a disseminação dos parasitas. Por isso, a doença passou a ser um grave problema para grupos que antes eram livres dela, como o dos indígenas.

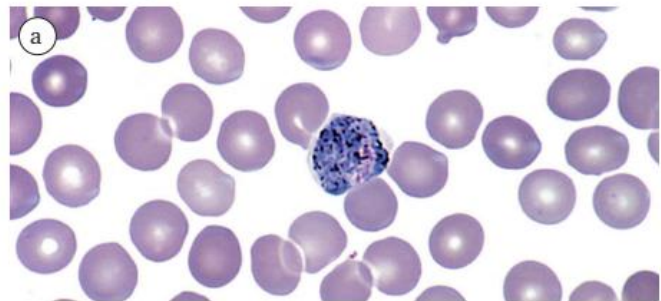
Ainda que o número de casos da doença seja elevado, observa-se diminuição em relação a anos anteriores na Amazônia Legal, que registrou mais de 600 mil doentes em 1999. Esses resultados

devem-se à expansão da rede de diagnóstico, à detecção da doença e ao tratamento oportuno dos pacientes e à inclusão de novos medicamentos no programa terapêutico. No Brasil, a letalidade da moléstia é baixa e não chega a 0,1% do total de enfermos.

Agente etiológico e vetor

Existem dezenas de espécies de plasmódios (protozoários esporozoários do gênero *Plasmodium*) que utilizam como hospedeiro, durante o ciclo de vida, um mosquito e um vertebrado. Dessas espécies, quatro têm o ser humano como hospedeiro vertebrado e causam a malária. No Brasil, encontram-se as espécies *P. vivax* (responsável pela maioria dos casos, figura 9a), *P. falciparum* e *P. malariae*. A espécie *P. ovale* não ocorre no país. Os plasmódios são parasitas heteroxênicos: o ser humano é seu hospedeiro vertebrado, e o mosquito, o hospedeiro invertebrado.

O vetor da malária é o mosquito-prego, inseto do gênero *Anopheles* (figura 9b). Somente as fêmeas, que são hematófagas, transmitem o parasita.



Dr. Gleadon Willis/Visuals Unlimited/Corbis/Latinstock



Tim Flach/Getty Images

Figura 9. (a) *Plasmodium vivax*, a principal espécie causadora da malária no Brasil, no interior de célula sanguínea (imagem de microscopia óptica, aumento aproximado de 920 vezes; colorida artificialmente). (b) Mosquito-prego (*Anopheles* sp.), vetor da malária.

Ciclo de vida do parasita

Quando pica uma pessoa infectada (figura 10a), junto com o sangue a fêmea de *Anopheles* ingere gametócitos (formas geradoras de gametas). No tubo digestório do mosquito, os gametócitos diferenciam-se em gametas, que se unem, formando um zigoto (figura 10b). Por ser o local da reprodução sexuada do plasmódio, o mosquito é considerado seu hospedeiro definitivo. O zigoto invade a parede do tubo digestório do mosquito e converte-se em uma estrutura multinucleada denominada **ooocisto**, que se divide em milhares de pequenas células alongadas, os **esporozoítos** (figura 10c). Estes migram para as glândulas salivares do mosquito e são por ele inoculados na corrente sanguínea de outra pessoa (figura 10d). Mosquitos que têm as glândulas salivares repletas de esporozoítos sugam menor volume sanguíneo do que os mosquitos não infectados; por isso, repetem várias vezes os ataques aos hospedeiros, o que aumenta a chance de transmissão.

No endereço eletrônico **BiolInteractive**, do **Howard Hughes Medical Institute** (disponível em: <<http://tub.im/8297re>>; acesso em: fev. 2016), encontram-se vídeos sobre o ciclo da malária, em inglês.

Os esporozoítos, então, alcançam o fígado da pessoa, em cujas células realizam múltiplas divisões. Os produtos, chamados **merozoítos**, atingem a corrente sanguínea e invadem hemácias (**figura 10e**), nas quais se modificam e se replicam (**figura 10f**). Dessa forma, originam novos merozoítos e acabam por provocar lise celular, o que lhes permite invadir outras hemácias

(**figura 10g**), em episódios cíclicos acompanhados por febre e calafrio, que se repetem a cada 36, 48 ou 72 horas (dependendo da espécie do plasmódio). Alguns parasitas sofrem diferenciação celular dentro das hemácias, originando os gametócitos, que são transferidos para outro mosquito e nele iniciam a fase sexuada do ciclo (**figura 10h**).

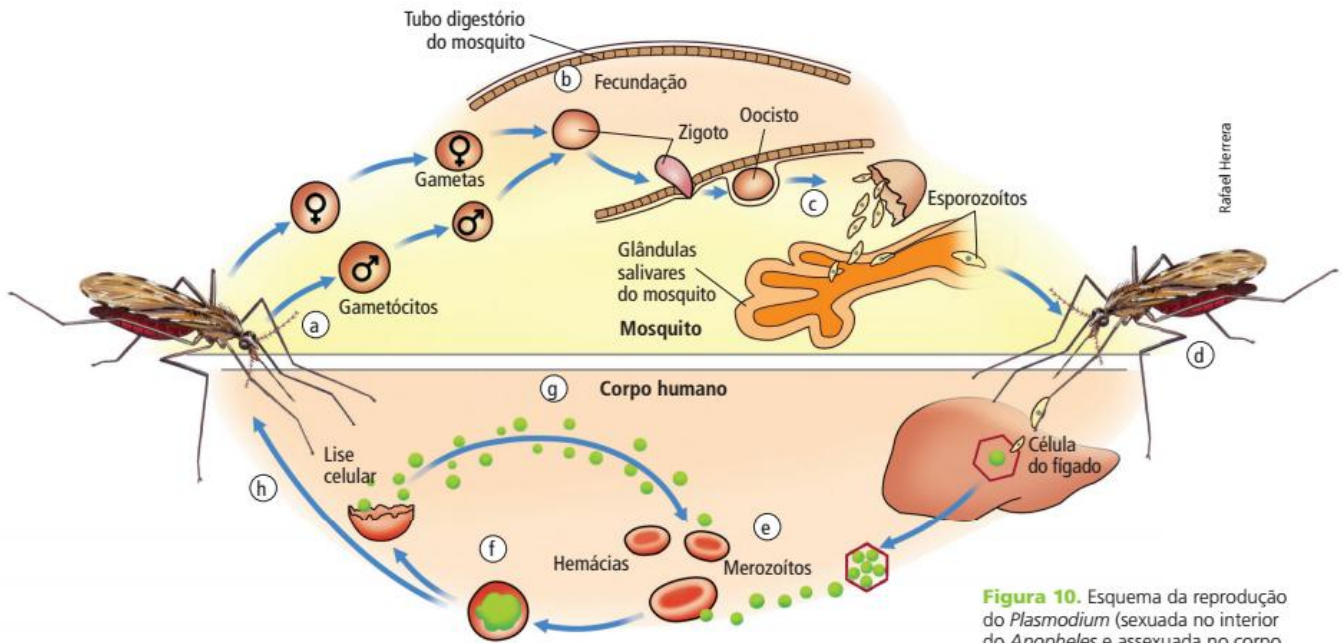


Figura 10. Esquema da reprodução do *Plasmodium* (sexuada no interior do *Anopheles* e assexuada no corpo humano). (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

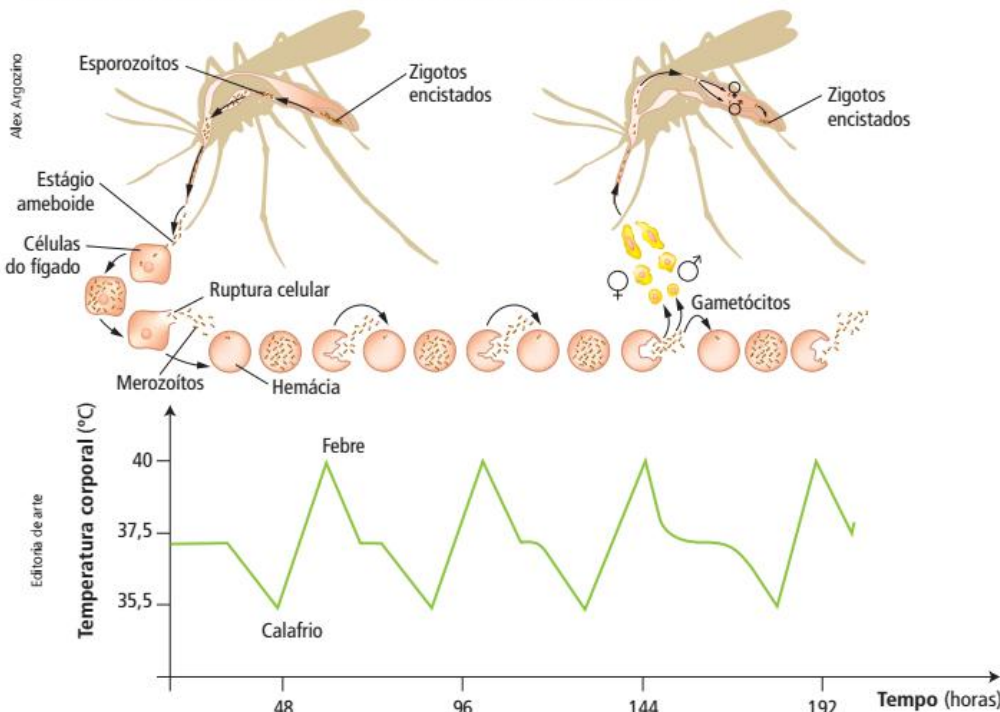
▶ Manifestações

As manifestações típicas da malária são episódios de febre (**figura 11**) acompanhados por calafrios, dor de cabeça, fadiga, delírios e vômitos. Quando os parasitas rompem as hemácias, ocorre liberação de hemozoína, o “pigmento malárico”. Essa substância é resultante da degradação da hemoglobina da qual os parasitas se alimentam. A liberação de hemozoína no plasma é responsável pelos característicos episódios de febre da malária.

As infecções por *P. vivax* e *P. falciparum* provocam a chamada **febre terçã**, pois, como os ciclos de destruição das hemácias se

repetem em intervalos de aproximadamente 48 horas, as manifestações retornam no terceiro dia. Na infecção por *P. malariae*, os episódios de febre acontecem em intervalos de 72 horas e caracterizam a **febre quartã**.

Na forma crônica, podem ocorrer anemia (por causa da redução de hemoglobina no sangue), episódios febris de pequena intensidade, aumento do tamanho do fígado e do baço e alterações cardíacas, digestivas, renais e neurológicas.



O *Plasmodium vivax* provoca febre terçã benigna, enquanto o *Plasmodium falciparum* causa febre terçã maligna. A segunda frequentemente conduz à morte, o que raramente ocorre com a primeira, embora cause séria debilidade orgânica. A malária maligna destrói maior número de hemácias a cada reprodução dos merozoítos além de provocar aglutinação dentro dos vasos sanguíneos, comprometendo o fluxo de sangue para órgãos importantes.

Figura 11. Representação dos episódios de ruptura das hemácias e liberação de hemozoína. Essa substância é responsável pelos episódios de febre, representados no gráfico. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: HOPSON, J. L.; WESSELLS, N. K. *Essentials of Biology*. New York: McGraw-Hill, 1990.

▶ Profilaxia

Cerca de 35% da população do mundo vive em áreas malarígenas; por isso, o combate à doença é uma questão de importância mundial. Uma medida fundamental no controle da malária é o combate aos criadouros dos mosquitos, que requer obras de drenagem de águas e construção de aterros. Outra estratégia de combate ao mosquito é o controle biológico, com a utilização de plantas que tornam o meio inadequado ao desenvolvimento larval, ou de peixes, como o guaru (*Gambusia affinis*), que se alimentam de larvas de *Anopheles*.

A partir de 1945, o emprego de inseticidas revolucionou as estratégias de prevenção da malária, principalmente pelo efeito residual do DDT, produto habitualmente usado no interior das casas, que continua agindo por um período de seis meses a um ano. Todavia, criou condições para o aumento progressivo da quantidade de mosquitos resistentes ao produto, selecionados em razão das aplicações contínuas.

Telas em portas e janelas dificultam a entrada dos mosquitos no ambiente doméstico, mas têm efeito limitado, uma vez que protegem as pessoas apenas quando estão em casa.

Como as pessoas parasitadas são a fonte do plasmódio, o tratamento delas diminui a disseminação dos parasitas. Infelizmente, porém, tem aumentado o número de casos de malária resistente aos medicamentos usuais.

Vacinas vêm sendo testadas e, em breve, deverão representar uma importante medida no controle da malária.

No Brasil, a população de mosquitos vem sendo controlada pela aplicação de bioinseticida nos focos ou nos criadouros de larvas. Desenvolvido na década de 1990 pelo Centro Nacional de Recursos Genéticos e Biotecnologia da Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias), o bioinseticida tem em sua composição apenas água e a bactéria *Bacillus sphaericus*, razão pela qual não causa danos ao ambiente nem traz riscos à saúde de pessoas (principalmente para quem o manipula) e animais domésticos.

A notícia

Vacina contra malária recebe aval na Europa e será analisada pela OMS

A primeira vacina do mundo contra a malária recebeu luz verde [...] do órgão regulador europeu de medicamentos [Agência Europeia de Medicamentos, ou EMA¹], que a considerou segura e eficaz para ser usada em bebês na África em áreas de risco da doença transmitida por mosquitos.

A dose [...] pode se tornar a primeira vacina humana licenciada contra essa doença parasitária e ajudar a evitar milhões de casos da malária, que mata muita gente nos países onde é endêmica.

A vacina ainda enfrenta obstáculos antes de ser lançada na África, com o aval de governos e outros financiadores, pois oferece apenas uma proteção parcial.

A [vacina] será agora estudada pela Organização Mundial da Saúde (OMS), que informou [...] que iria começar uma avaliação [...] sobre quando e onde a vacina poderia ser usada.

A OMS tem como objetivo fazer uma recomendação [...].

“Vamos olhar para a vacina a partir do ponto de vista da saúde pública”, disse o porta-voz da OMS Gregory Hartl. “Precisamos pensar atentamente sobre a melhor forma de acrescentar – e se a acrescentar – uma vacina contra a malária em certas áreas onde a malária é endêmica.”

A malária é uma das maiores causas de morte de crianças no mundo, pois a cada minuto uma criança morre da doença.

A enfermidade infecta cerca de 200 milhões de pessoas por ano e matou cerca de 584 000 em 2013, na grande maioria bebês na África Subsaariana.

Andrew Witty, CEO da [empresa produtora], disse que a opinião favorável da Agência Europeia de Medicamentos (EMA) foi um passo importante no sentido de tornar a vacina a primeira disponível no mundo contra a malária. “Embora a [vacina] por si só não seja a resposta completa à malária, o seu uso junto com outras medidas, como mosquiteiros e inseticidas, daria uma contribuição muito significativa para controlar o impacto da malária em crianças nessas comunidades africanas que mais precisam dela”, disse.

¹Nota nossa.

Vacina contra malária recebe aval na Europa e será analisada pela OMS. Portal G1/Da Reuters. 24 jul. 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2015/07/vacina-contramalaria-recebe-aval-na-europa-e-sera-analisada-pela-oms.html>>. Acesso em: fev. 2016.

Atividade

Escreva
no caderno

Depois de ler a notícia, julgue (V ou F) as afirmativas:

- V I. A Agência Europeia de Medicamentos considerou a vacina segura para uso em bebês.
- F II. Diversas vacinas contra a malária estão disponíveis, mas o custo elevado torna proibitivo o uso em larga escala.
- V III. Mesmo oferecendo proteção parcial, a vacina será útil em regiões onde a malária é endêmica.
- V IV. Inseticidas, mosquiteiros e a vacina podem ter efeitos sinérgicos na prevenção da malária.

Amebíase

O intestino humano é o hábitat de muitas espécies de amebas. A maioria não causa transtornos; contudo, existem espécies patogênicas, ou seja, capazes de causar doenças, como a amebíase (ou colite amebiana), que tem distribuição universal.

▶ Agente etiológico

O causador da amebíase é o protozoário sarcodino *Entamoeba histolytica*, que, em sua forma vegetativa (ativa), usa pseudópodes para locomoção e alimentação. Localiza-se principalmente no intestino grosso, embora possa, excepcionalmente, alcançar outros órgãos, como o fígado, os pulmões e o sistema nervoso. Por habitar somente o hospedeiro humano, é um parasita monoxênico.

▶ Ciclo de vida do parasita

Há duas fases distintas no ciclo da ameba: a fase vegetativa ou **trofozoíto**, na qual ela se locomove, se alimenta e se reproduz por divisão binária na cavidade intestinal, e a fase cística ou **cisto**, na qual a ameba não se alimenta nem se locomove, permanecendo revestida por uma camada espessa e resistente. Eliminados com as fezes humanas, os cistos podem resistir por longo tempo no ambiente. Em água, podem sobreviver por um mês.

Depois de ingeridos, os cistos passam inalterados pelo estômago e pelas primeiras porções do intestino delgado. Rompidos pelas secreções digestivas nos últimos trechos do intestino delgado, liberam amebas ativas (trofozoítos), que se instalam no intestino grosso.

O ser humano é a única fonte dos cistos da ameba, e a transmissão pode ocorrer:

- de pessoa para pessoa, pelo contato com mãos sujas;
- pela contaminação, por fezes, da água para consumo humano ou para lavar alimentos;

- pela contaminação de alimentos por meio das mãos de manipuladores (cozinheiros, por exemplo);
- por insetos (como moscas e baratas) que carregam os cistos na superfície do corpo ou no tubo digestório, o que os torna importantes disseminadores da parasitose.

▶ Manifestações

Amebas da espécie *Entamoeba histolytica* são hematófagas e formam lesões ulceradas e sangrantes na mucosa intestinal. A amebíase pode ser totalmente assintomática (sem manifestações evidentes) ou provocar distúrbios intensos, como diarreia sanguinolenta, febre, dores abdominais, anemia e emagrecimento.

As manifestações extraintestinais dependem da localização do parasita: tosse e expectoração, quando ele está alojado no pulmão; manifestações semelhantes a uma hepatite (pele amarelada e urina escura), quando está no fígado; dor de cabeça, vômitos e convulsões, quando se instala no sistema nervoso.

▶ Profilaxia

Como a pessoa parasitada é a fonte dos cistos, o tratamento adequado dos dejetos humanos é a principal providência para evitar a disseminação da doença. Medidas de saneamento ambiental (que incluem coleta e tratamento de esgotos e da água domiciliar) cumprem esse papel. As pessoas doentes, principalmente se manipulam alimentos, devem ser tratadas com medicamentos específicos.

Os alimentos merecem cuidado especial: cozidos ou cuidadosamente lavados, devem ser protegidos do contato com moscas e baratas. As mãos devem ser bem lavadas antes do preparo dos alimentos, antes das refeições e após as evacuações.

Tricomoniase

O protozoário da espécie *Trichomonas vaginalis* (**figura 12**) é um parasita monoxênico transmitido por relações sexuais e, eventualmente, por objetos contaminados, como toalhas e roupas íntimas. Nos homens, mesmo atingindo a uretra, a próstata e as vesículas seminais, a doença é geralmente assintomática.

Nas mulheres, caracteriza-se por inflamação na vagina, com corrimento, prurido (coceira) e dor.

A profilaxia consiste em usar preservativos em todas as relações sexuais, reduzir o número de parceiros sexuais, adotar medidas de higiene pessoal e tratar as pessoas infectadas, incluindo o parceiro sexual da mulher afetada, pois geralmente é portador assintomático.

Figura 12. *Trichomonas vaginalis*, agente etiológico da tricomoníase, (imagem de microscopia eletrônica, aumento aproximado de 3 330 vezes; colorida artificialmente).



Dr. Fred Hossler/Visuals Unlimited/LatinStock

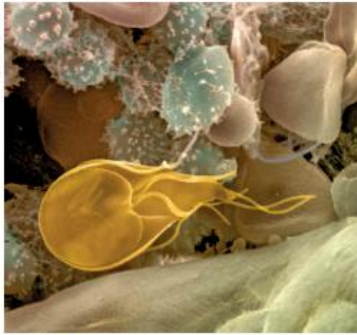


Figura 13. *Giardia lamblia*, agente etiológico da giardíase (imagem de microscopia eletrônica, aumento aproximado de 1 530 vezes; colorida artificialmente).

Giardíase

É causada pelo protozoário binucleado da espécie *Giardia intestinalis* ou *Giardia lamblia* (figura 13), parasita monoxênico que se adquire pela ingestão de cistos presentes na água e em alimentos (principalmente verduras). Os cistos, que suportam dois meses fora do hospedeiro, toleram até o cloro colocado na água tratada. Essa resistência torna possível que sejam veiculados por baratas, moscas e pelas mãos (uma vez que podem se alojar sob as unhas). Todavia, temperaturas elevadas podem inativá-los.

Normalmente o parasita aloja-se na mucosa do intestino delgado e dificulta a absorção de nutrientes. Infecções maciças podem ocasionar diarreia, dor abdominal, perda de peso, anemia e inapetência (falta de apetite).

A profilaxia requer medidas de saneamento ambiental, preparo adequado dos alimentos (incluindo lavagem cuidadosa e cozimento), higiene pessoal e tratamento das pessoas infectadas.

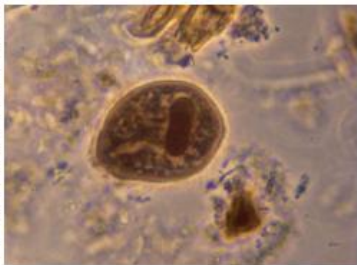


Figura 14. *Balantidium coli*, causador da balantidíose (imagem de microscopia óptica, aumento aproximado de 340 vezes; colorida artificialmente).

Balantidíose

O agente etiológico é o protozoário ciliado da espécie *Balantidium coli* (figura 14), parasita heteroxênico transmitido pela ingestão de cistos que contaminam água, alimentos e mãos. Frequentemente os cistos são encontrados em fezes de suínos. O parasita afeta o intestino grosso, no qual provoca lesões semelhantes às da *Entamoeba histolytica*. Algumas de suas manifestações são dores abdominais e diarreia. Saneamento ambiental, higienização e cozimento dos alimentos, higiene pessoal e tratamento dos infectados são as medidas profiláticas mais adequadas.

Leishmaniose cutaneomucosa

Também chamada úlcera de Bauru, é causada por protozoário do gênero *Leishmania* (no Brasil, *L. braziliensis* é a espécie mais comum). Trata-se de um parasita heteroxênico transmitido pela picada de fêmeas de mosquitos do gênero *Lutzomyia* (principalmente *Lutzomyia whitmani*), conhecidos como flebótomos, mosquitos-palha ou birigui. Roedores silvestres, gambás e canídeos, entre outros organismos, servem de reservatórios.

O parasita provoca lesões na pele e em mucosas, além de destruição da cartilagem nasal, levando ao desabamento do nariz (condição conhecida como “nariz de anta”). Laringe e faringe podem ser afetadas, o que dificulta a fala e a alimentação.

A prevenção consiste em combater os mosquitos com inseticidas, usar telas, mosquiteiros e repelentes, além de tratar as pessoas infectadas.

Leishmaniose visceral

Também chamada calazar, seu agente etiológico é o protozoário do gênero *Leishmania* (em toda a América Latina, inclusive no Brasil, *L. chagasi* é a espécie predominante). É um parasita heteroxênico transmitido por picada de mosquitos do gênero *Lutzomyia* (principalmente *Lutzomyia longipalpis*). O cão e a raposa são seus principais reservatórios.

Os órgãos atingidos por essa moléstia, muitas vezes fatal, são o fígado, o baço e a medula óssea. Entre as manifestações notam-se febre, anemia, emagrecimento, ascite (distensão abdominal por acúmulo de líquido), aumento do fígado e do baço. A profilaxia inclui combate aos mosquitos por meio de inseticidas, eliminação de cães infectados, tratamento dos doentes e uso de telas, mosquiteiros e repelentes.

Toxoplasmose

A toxoplasmose é causada pelo protozoário esporozoário *Toxoplasma gondii*, um parasita heteroxênico.

A infecção do ser humano ocorre por ingestão de oocistos eliminados com as fezes de gatos, que são os hospedeiros definitivos do parasita. O parasita aloja-se praticamente em todos os tecidos do corpo. Suínos e bovinos também podem infectar-se pela ingestão de oocistos existentes em água ou alimento. Carne crua ou malpassada com cistos pode infectar pessoas. Ocorre, ainda, transmissão congênita pela placenta.

A transmissão congênita pode causar, nos fetos, lesões nos olhos (capazes de levar à cegueira) e na parte central do sistema nervoso (provocando retardo mental).

Medidas profiláticas incluem cuidar de tanques de areia onde crianças brincam (impedindo o depósito de fezes de gatos), não alimentar gatos com carne crua, remover cuidadosamente seus dejetos, evitar contato de gatos com gestantes e medidas de higiene pessoal (como lavar bem as mãos), evitar a ingestão de carne crua (de mamíferos e de aves).

1. Leia o trecho a seguir.

Comunidade biológica é um vasto e complicado sistema de partilha e distribuição da energia entre as diversas formas de vida. Um dos modos pelos quais os organismos conseguem sua porção de energia é o parasitismo.

BATES, M. A floresta e o mar.
Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1965.

Em um enfoque evolutivo e ecológico, Marston Bates define parasitismo como uma forma de partilha de energia. Entretanto, do ponto de vista da saúde, trata-se de um dos mais frequentes agravos das populações humanas.

- a) Por que o parasitismo é apresentado como uma forma de “partilha e distribuição da energia”?
- b) Por que as doenças parasitárias podem ser chamadas “doenças sociais”?

2. Leia o texto abaixo:

O Brasil recebeu ontem da Organização Pan-Americana de Saúde (Opas) um documento inédito na América Latina, a Certificação de Eliminação da Transmissão da Doença de Chagas. Para conceder o certificado, nos últimos cinco anos uma equipe internacional formada por especialistas em saúde fez visitas regulares a cada Estado brasileiro para checar a incidência do barbeiro, o principal transmissor da doença. [...]

Nem todo tipo de transmissão foi eliminada no país, porém. “O atestado comprova que interrompemos a contaminação pelo barbeiro, responsável por 85% dos casos da doença”, explica Jarbas Barbosa, secretário de Vigilância em Saúde, do Ministério da Saúde. [...]

LOPES, A. D. Erradicada transmissão de Chagas por picada.
O Estado de S. Paulo. 10 jun. 2006.

- a) Explique por que, mesmo conseguindo interromper a transmissão da doença de Chagas pelo barbeiro, o Brasil ainda não está livre dessa grave protozoose.
- b) Proponha medidas que poderiam ser adotadas a fim de interromper pelo menos duas outras formas de transmissão da doença.

3. (Unicamp-SP) A tabela se refere à prevalência hipotética de um parasita humano em três regiões geográficas distintas:

Região \ Ano	1850	1900	1950	1980
A	90%	82%	76%	65%
B	0	0	0	0
C	0	5%	45%	45%

Considerando um intenso fluxo migratório humano no final do século XIX da região A para as regiões B e C, como explicar a diferença de prevalência da parasitose entre as regiões B e C, no ano de 1980?

4. Leia o texto abaixo:

Mosquitos transgênicos que brilham sob luz ultravioleta abrem caminho para a erradicação da malária do planeta.

Uma equipe de pesquisadores no Reino Unido conseguiu, pela primeira vez, alterar por engenharia genética um mosquito do gênero *Anopheles*, [vetor] do parasita causador da malária, [...] chamado plasmódio.

A descoberta poderá permitir que sejam feitas outras modificações genéticas no mosquito, criando populações do inseto incapazes de abrigar o parasita que ataca o homem.

BONALUME NETO, R. Equipe insere gene em inseto da malária. Panorâmica/Biotecnologia. Folha de S.Paulo, 22 jun. 2000. Fornecido pela Folhapress. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/fsp/ciencia/fe2206200005.htm>. Acesso em: abr. 2016.

Com relação à malária e à técnica descrita na notícia, responda.

- a) Qual é o agente etiológico?
 - b) Qual é a principal forma de transmissão?
 - c) Quais são os métodos mais comuns de profilaxia?
 - d) Em linhas gerais, em que consistem as técnicas de transgenia citadas no texto?
5. (UFSCar-SP) Em termos populacionais, as doenças causadas por agentes patogênicos podem existir no estado endêmico ou epidêmico. Uma das doenças endêmicas do Brasil é a esquistossomose, popularmente conhecida como barriga-d’água, que afeta mais de 10 milhões de brasileiros. É causada pelo *Schistosoma mansoni*, um endoparasita platelminto da classe dos trematódeos, que usa o ser humano (hospedeiro definitivo) e um caramujo planorbídeo (hospedeiro intermediário) para completar seu ciclo de vida.
- a) O que define um hospedeiro como definitivo ou como intermediário?
 - b) O que caracteriza uma doença como endêmica ou epidêmica?
6. Leia o texto a seguir.

O saneamento ambiental pode ser definido como o conjunto de obras ou atividades cujo objetivo é garantir que o meio em que vivemos seja mais limpo e saudável, para a prevenção de doenças e manutenção da saúde humana. As ações mais comuns de saneamento ambiental são os sistemas de distribuição de água encanada e tratada e os sistemas de coleta de esgoto (os resíduos líquidos produzidos pelas sociedades humanas) e de lixo (os resíduos sólidos).

TELAROLLI Júnior, R. Medicina preventiva e saúde pública. In: Saúde em debate. São Paulo: Moderna, 1997.

- a) Em linhas gerais, explique por que as medidas de saneamento ambiental contribuem para a prevenção de doenças parasitárias.
 - b) No caso das doenças parasitárias, é habitual que o tratamento das pessoas doentes seja incluído entre as medidas de profilaxia. Por quê?
7. Entre as doenças humanas causadas por protozoários, estão a amebíase e a giardíase. Assinale aspectos comuns a essas duas enfermidades quanto a:
- a) agente etiológico.
 - b) manifestações clínicas.
 - c) profilaxia.
8. A situação da malária entre os indígenas brasileiros está associada à endemia em populações não indígenas. E é na Amazônia, região de mais alta endemicidade da malária, onde está concentrada a maior parte da população indígena do país. Com relação à malária, responda:
- a) Por que o ser humano é considerado o hospedeiro intermediário do parasita, enquanto o mosquito é o hospedeiro definitivo?
 - b) Os indígenas têm sido vítimas da malária, sobretudo devido ao desmatamento desenfreado de suas reservas, para a exploração da pecuária e do garimpo. Explique a relação entre o desmatamento e a ocorrência da malária.

Flores e botões florais da quinquina (*Cinchona officinalis*), planta da qual se extrai o quinino.

blckwinkle/Alamy/Latinstock

O conflito em torno do quinino

[...]

A malária foi tratada com quinino a partir do século XVII, mas até fins do século passado acreditava-se que era contraída pela aspiração de emanções venenosas (miasmas) de pântanos e alagadiços. Em 1880, Laveran, na Argélia, descobriu seu agente causador, um parasita dos glóbulos vermelhos do sangue. Mais tarde, outros autores descobriram que eram quatro as espécies parasitas da malária: *Plasmodium falciparum*, causador de uma forma particularmente grave da doença, muitas vezes mortal; *P. vivax*, responsável por uma forma menos grave, mas recidivante, e *P. malariae* e *P. ovale*, causadores de formas mais atenuadas. Em 1900, Ross, na Índia, descobriu que o parasita era transmitido ao homem pela picada de mosquitos hematófagos, pernilongos, que Grassi reconheceu como sendo do gênero *Anopheles*. À época da Segunda Grande Guerra, surgem os inseticidas de ação residual. Drogas sintéticas eficazes foram acrescentadas à farmacopeia antimalárica. Todavia, a transposição de cada uma dessas etapas não foi tranquila e não se ateve aos domínios da medicina. Facções se hostilizaram em um amplo espectro de confrontos não científicos criando conflitos que permearam toda a história da malária. [...]

O primeiro medicamento realmente eficaz contra a malária foi o extrato da casca da quina. Consta que os chineses, desde o século II, já usavam com sucesso infusões de uma planta, *Artemisia*, para a cura da malária. Porém, a droga dela derivada, artemisinina, só entrou na farmacopeia ocidental há cerca de dez anos. Durante quase três séculos, a partir do século XVII, o único e realmente importante tratamento disponível em nível mundial para a malária foi o quinino, ou melhor o extrato da casca da *Cinchona*, [quinquina] ou quinaquina, uma rubiácea.

O uso da quina como febrífugo se origina no Peru por meados de 1600, e daí, levado por mercadores e jesuítas chega à Europa. Sua eficácia era indiscutível, como o é até hoje. Porém, o conteúdo em princípio ativo (quinino) variava

de partida para partida de cascas, em função da existência de inúmeras variedades da *Cinchona*. Em consequência, às vezes o produto funcionava, às vezes não. Além disso, a quina foi usada no princípio contra todo tipo de febre e ela só funciona contra a febre malárica. A variabilidade na eficácia da quina abriu a primeira brecha para o primeiro grande conflito: defensores versus inimigos da quina.

O caso religioso

Os grandes promotores da quina, no início, foram os jesuítas, que incentivaram seu uso em todas as áreas e hospitais sobre os quais tinham jurisdição na Europa. À época, porém, no agudo da Reforma, países protestantes viam com maus olhos tudo que fosse de origem católica e por consequência a quina. O uso do *polvere dei gesuiti* ou *polvere del Cardinale* ["pó dos jesuítas" ou "pó do Cardeal"] foi contestado e até proibido em alguns desses países. Segundo Celli, ele foi proscrito na Inglaterra por causa *dai fanatici in odio ai gesuiti* ["do ódio fanático aos jesuítas"] enquanto na Faculdade de Medicina de Paris um anticlerical praguejava que este *ignotus sine nomine pulvis* ["pó desconhecido e sem nome"] seja maldito pelas gerações futuras. Não pode ficar sem registro que foi na Espanha (1786), nação e estado católicos, onde se propôs, pela primeira vez, que o rei tornasse amplamente acessível, a preços mínimos, a quina à população. O conflito sobre o uso da quina foi, portanto, de início, um conflito essencialmente religioso, não científico. Não existem crônicas que avaliem o grau, a extensão e a profundidade com que esse preconceito paroquial foi transferido à medicina, mas certamente ele serviu de pano de fundo para um conflito mais sério, agora em termos puramente médicos.

O caso médico

Trata-se de um conflito conceitual dentro da medicina, que radica no próprio conceito das causas de doenças e que se estendeu pelo século XVIII adentro.

Os professores de História podem auxiliar no entendimento do que foi o conflito religioso entre católicos e protestantes, iniciado no século XVI.

Uma das facções beligerantes era composta por médicos que entendiam as doenças como produto do desequilíbrio e envenenamento dos humores do corpo. Dentro dessa óptica, a função do médico seria a de limpar o organismo, depurá-lo, purificá-lo. A decorrente administração de clisteres, purgativos e sangrias, para expelir os humores maléficis, provavelmente matou mais pacientes do que a doença mataria por si própria.

Do lado oposto estavam os médicos partidários de uma medicina nova, influenciada pelo próprio advento da quina. A quina trouxe consigo uma revolução conceitual para a medicina: uma droga específica podia combater um mal específico sem expelir um humor maléfico sequer. Era um conceito novo, revolucionário e que, embora ainda mal delineado, trazia em seu bojo a ideia de que cada doença tem uma causa e um tratamento próprios. Partidários de cada um desses dois conceitos se confrontaram por mais de um século.

Segundo Bruce-Chwatt, "*the merits of the Peruvian bark... were passionately debated and nearly all of Europe's physicians were divided in two opposing camps*" ["os méritos da quina... foram apaixonadamente debatidos e quase todos os médicos da Europa dividiram-se em dois campos opostos"]. Segundo Angelo Celli, "*La china trovata I medici del tempo caldi difensori, ma contemporaneamente ostinati avversari*" ["a quina encontrou defensores calorosos, mas, ao mesmo tempo, os mais obstinados adversários"]. A guerra foi violenta e não foi travada em torno de experimentos e de seus resultados. Foi puramente conceitual. Incrivelmente, a disputa se estendeu até o início do século XIX, sendo a última grande batalha provavelmente travada dentro do próprio serviço médico colonial do Império Britânico.

A quina foi introduzida no Indian Medical Service em 1757 e encontrou fervoroso advogado no médico James Lind da esquadra britânica (que parece ter sido um espírito iluminado, pois não só introduziu o uso do limão contra o escorbuto na esquadra britânica como exigia que seus navios ancorassem longe das áreas pantanosas). Até 1827 a quina foi usada com sucesso na prevenção da mortalidade por malária, que era elevadíssima na Índia. Mas aí assumiu a direção do serviço médico o Dr. James Johnson, partidário do conceito *depurativo* que reinstituiu o tratamento com sangrias, purgativos e clisteres sem falar no uso do mercúrio para provocar salivação, que só agravavam o padecimento dos pacientes. São necessários 20 anos de sofrimento e morte para milhares de indianos e britânicos

para que um novo médico chefe consiga restaurar o uso da quina, em meio a uma *storm of controversy in the Indian Medical Service* [tempestade de controvérsias no Serviço Médico da Índia].

O caso comercial

Ainda dentro da história do quinino um outro conflito, este agora de natureza puramente comercial: a disputa pela produção de quina. A *Cinchona* é nativa dos Andes do Equador, Peru e Bolívia. Dela existem muitas variedades de diferente teor de quinino. Jesuítas e negociantes de especiarias exportavam sua casca para a Europa. Por má fé ou incompetência a qualidade das partidas variava. Expedições inglesas, holandesas e francesas, algumas clandestinas, vieram ao Peru tentar identificar a planta e transportá-la para a Europa. Lineu a identificou e criou para ela o gênero *Cinchona*, em homenagem à condessa de Chinchón, erroneamente considerada pelas crônicas a primeira paciente curada pela quina no vice-reinado do Peru. A mais bem-sucedida das expedições foi a de Charles Ledger que, em 1865, ao custo de ter seu auxiliar torturado e morto pelo governo boliviano, conseguiu coletar sete quilos de sementes de uma variedade com alto teor de quinino. Vendeu-as a negociantes indianos e holandeses, que iniciaram produtivas plantações em Madras e em Java, sendo que só esta, ao tempo da Segunda Grande Guerra, produzia dez mil toneladas de casca por ano. Particularmente Java foi cenário de um grande conflito aliado/japonês pelo controle das plantações de quina. A grande disputa só iria se encerrar com a descoberta de produtos sintéticos, mas aí iniciou-se outra disputa entre grandes laboratórios farmacêuticos.

O interessante no caso do conflito pelo monopólio da *Cinchona* não é o conflito comercial em si, com o qual estamos muito familiarizados. O interessante é que jornais e crônicas da época, ao defenderem ou atacarem exportadores honrados ou contrabandistas, indígenas extrativistas ou monopolistas ingleses e holandeses, mantinham oculto seu verdadeiro partidário em torno da disputa comercial. Os discursos da época sempre se mascaravam atrás de princípios superlativos seja sobre o "direito à saúde da humanidade" seja sobre os "direitos inalienáveis dos povos indígenas às suas riquezas naturais" etc. Fosse hoje, a conflagração seria ainda mais ampla e tensa, posto que enriquecida por legiões ecológicas.

CAMARGO, E. P. A malária encenada no grande teatro social. *Estudos avançados* 9 (24), 1995. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/8875/10427>. Acesso em: fev. 2016.

Depois da leitura do texto, faça o que se pede:

Escreva
no caderno

1. Explique a relação entre a Reforma Protestante e a resistência ao uso da quina na Europa.
2. Mesmo entre a comunidade médica europeia, não havia consenso a respeito do uso na quina no tratamento da malária. Entre os médicos que se opunham ao seu emprego, qual era a hipótese que prevalecia sobre a causa da malária?
3. O médico inglês James Lind tomou decisões que se mostraram fundamentais na prevenção de duas doenças até então comuns entre os marinheiros da esquadra britânica.
 - a) Quais foram essas decisões?
 - b) Que doenças elas evitavam?

- Dois animais – A e B – pertencem a diferentes famílias de uma mesma ordem. Dois outros animais – C e D – pertencem a ordens diferentes de uma mesma classe. Espera-se encontrar maior quantidade de semelhanças em comum entre os animais A/B ou entre os animais C/D? Justifique sua resposta.
- (UFBA) Muitos taxonomistas concordam com a organização do mundo vivo em três grandes domínios, que representam um nível taxonômico superior a reino. O quadro a seguir apresenta algumas características pertinentes a cada domínio.

Características	Domínios		
	Bacteria	Archaea	Eukarya
Envelope nuclear	Ausente	Ausente	Presente
Organoides envolvidos por membrana	Ausente	Ausente	Presente
Citoesqueleto	Ausente	Ausente	Presente
RNA-polimerase	Um só tipo	Vários tipos	Vários tipos
Aminoácido iniciador da síntese proteica	Formil-metionina	Metionina	Metionina

Com base na análise das informações e nos conhecimentos sobre a organização celular, pode-se concluir:

- Os domínios Bacteria e Archaea abrigam seres vivos com organização celular procariótica.
 - A existência da membrana plasmática com arranjo molecular lipoproteico específico é um atributo essencial à organização celular.
 - A presença de organoides membranosos caracteriza um grupo de pequena diversidade biológica.
 - Bacteria, Archaea e Eukarya exibem as mesmas estruturas proteicas envolvidas na sustentação, na forma e nos movimentos celulares.
 - Fotossíntese e respiração celular aeróbia são processos celulares restritos ao domínio Eukarya.
 - A grande diversidade metabólica existente em Bacteria confere ao grupo expressiva importância ecológica.
 - Análises moleculares devem revelar proximidade evolutiva entre Archaea e Eukarya. **Soma = 99 (01 + 02 + 32 + 64)**
Dê como resposta a soma dos números das alternativas corretas.
- (UFMG) A leishmaniose afeta, atualmente, cerca de 400 mil pessoas em todo o mundo. A forma mais comum no Brasil, a leishmaniose tegumentar americana, vem aumentando em Minas Gerais. Esse crescimento se deve provavelmente:
 - à domiciliação do vetor em consequência do desmatamento.
 - à eliminação dos cães infectados que proliferam na periferia das cidades.
 - à falta de condições de higiene, o que permite o contágio com pessoas doentes.
 - ao aumento da resistência do protozoário às vacinas existentes.
 - ao uso comum de seringas por viciados em drogas, o que permite a transmissão do protozoário pelo sangue.

- (UFSCar-SP) Alguns livros do ensino médio definem uma espécie biológica como um grupo de populações naturais cujos membros podem cruzar naturalmente uns com os outros e produzir descendentes férteis, mas não podem cruzar com membros de outros grupos semelhantes. Considere as seguintes espécies:

- Siphonops paulensis*: cobra-cega, anfíbio que vive em galerias cavadas na terra;
- Mycobacterium tuberculosis*: bacilo de Koch, causador da tuberculose;
- Schistosoma mansoni*: verme causador da esquistossomose ou barriga-d'água;
- Canoparmelia texana*: líquen comumente encontrado sobre o tronco de algumas árvores em zonas urbanas.

- Dentre as espécies listadas, em duas delas teríamos dificuldades em aplicar a definição de espécie. Quais são elas?
- Para cada uma das espécies que você indicou, apresente as razões que dificultam a aplicação da definição biológica de espécie.

- Leia o texto a seguir e faça o que se pede.

Vida e vivo são palavras que os cientistas tomaram emprestadas do homem comum. O empréstimo funcionou satisfatoriamente até pouco tempo atrás, pois os cientistas quase não se preocupavam e certamente nunca souberam o que queriam dizer com essas palavras — nem o homem comum. Agora, porém, estão sendo descobertos e estudados sistemas que não são nem obviamente vivos nem obviamente mortos, e é necessário definir essas palavras — ou então parar de utilizá-las e inventar outras.

Norman Pirie (1907-1997), cientista britânico, 1934.
Apud VILLARREAL, L. P. Ameaça fantasma.
Scientific American Brasil, n. 32, p. 60-65, jan. 2005.

- Identifique os organismos aos quais Pirie faz referência neste trecho: “sistemas que não são nem obviamente vivos nem obviamente mortos”. Justifique sua resposta.
 - Cite pelo menos três doenças humanas causadas por esses organismos, apontando medidas profiláticas comprovadamente eficazes na prevenção de cada uma delas.
- (UERJ) Algumas doenças infectocontagiosas provocadas por vírus ou bactérias têm causado epidemias em grandes centros urbanos brasileiros, especialmente no verão, estação que normalmente apresenta o maior índice de chuvas. Cite duas doenças com essas características. Para cada uma delas, descreva os mecanismos de transmissão envolvidos e aponte uma medida preventiva e viável de controle epidêmico.
 - (UFF-RJ) Os organismos, popularmente conhecidos como cogumelos, são eucariontes que, em 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 estes 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 estes corpos serem, benéficamente, aproveitados pelo ser humano.

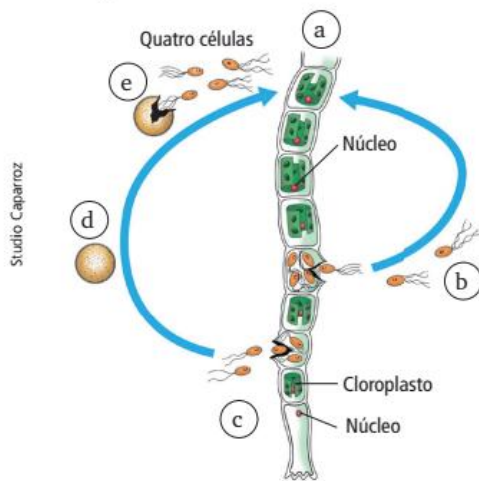
8. (Enem/MEC)



São características do tipo de reprodução representado na tirinha:

- a) simplicidade, permuta de material gênico e variabilidade genética.
- b) rapidez, simplicidade e semelhança genética.**
- c) variabilidade genética, mutação e evolução lenta.
- d) gametogênese, troca de material gênico e complexidade.
- e) clonagem, gemulação e partenogênese.

9. O esquema a seguir mostra a reprodução da alga filamentosa *Ulothrix* sp.

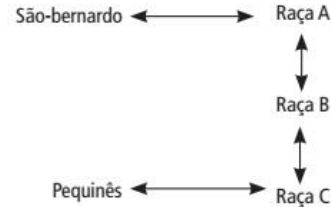


Considerando o esquema, identifique por meio das letras:

- a) um gameta e um esporo;
- b) estruturas haploides e estruturas diploides;
- c) a etapa em que ocorre a meiose.

10. (UFRJ) Medidas realizadas nas últimas décadas mostraram que, no referido período, tem ocorrido um aumento da temperatura média da Terra. Tal constatação permite que sejam feitas algumas previsões com relação à saúde. Por exemplo, em decorrência do aumento de temperatura, haverá um aumento global da pluviosidade, o que, por seu turno, aumentará a incidência de doenças tais como malária, dengue, leptospirose e cólera. Por que é possível prever que as doenças citadas terão uma incidência maior?

11. Em condições naturais, indivíduos de algumas entre as diversas raças de cães não se cruzam, como um macho da raça são-bernardo e uma fêmea da raça pequinês. No entanto, podem ocorrer trocas de genes entre essas duas raças, por meio de outros cruzamentos inter-raciais. Por isso, são-bernardo e pequinês pertencem à mesma espécie.



As raças hipotéticas A, B e C funcionam como uma “ponte genética”, permitindo o fluxo de genes entre as raças são-bernardo e pequinês.

- a) O que provavelmente aconteceria se as raças A, B e C desaparecessem? Por quê?
- b) Qual deveria ser a consequência do desaparecimento apenas da raça B? Justifique.

12. (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 lêvedo fagocita as moléculas de sacarose e as digere graças às enzimas dos lisossomos.
- b) a célula de lêvedo elimina enzimas digestivas para o meio e absorve o produto da digestão.**
- c) as células de lêvedo cresceriam mesmo sem a presença desse carboidrato ou de seus derivados.
- d) as células de lêvedo 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 entra na célula, onde é utilizada.

13. (Fatec-SP) Protistas são encontrados em toda parte, na terra e na água e no interior de outros organismos, onde podem atuar como parasitas. Sobre eles são feitas as afirmações a seguir:

- I. Cada protista consiste de uma única célula procariótica, em que o material hereditário se encontra mergulhado diretamente no líquido citoplasmático.
- II. Alguns protistas parasitas provocam doenças bastante conhecidas, como malária, febre amarela e tétano.
- III. O reino Protista engloba seres vivos exclusivamente heterótrofos, unicelulares, que se alimentam por absorção de nutrientes do meio.
- IV. Bactérias e protistas atuam na digestão da celulose no interior do tubo digestório de herbívoros, como cabras, bois, carneiros, veados e girafas.

Dentre essas afirmações, somente:

- a) I e II estão corretas.
- b) I e III estão corretas.
- c) II e III estão corretas.
- d) III e IV estão corretas.
- e) IV está correta.**

1. Leia o texto a seguir para responder às questões.

Os médicos

No quarto em torno do paciente, filhos e esposa esperam o doutor. Ele opera cedo, depois visita pacientes. Entra como um deus simpático e poderoso, jaleco condecorado com as insígnias do hospital famoso, bronzeado e sorridente. “Como vai nosso paciente?” Dormiu agitado, dor nas costas, alergia ao remédio. Belisca as bochechas do doente: “Mas está muito melhor, rosado, pressão normal e a temperatura baixou”. Sorrisos reconfortados. O doutor apalpa e diz para a enfermeira: “Veja o que ele quer para almoço. Já pode comer com sal”. Sai rápido; o filho mais velho atrás para saber a verdade na conversa do corredor – poucas chances de recuperação e sobrevida que não vale a pena.

No hospital de excelência, os melhores médicos do mundo, os equipamentos mais modernos. Aqui o desafio é morrer. Ciência, equipamentos e drogas impedem que a morte chegue, natural e humana. É atrasada inutilmente. Os filhos perdem pai, patrimônio e herança. A medicina desvendou um segredo proibido do qual não consegue se desvencilhar – vencer a morte sem recuperar a vida. Na sala dos médicos, vida e morte são assuntos triviais por dever de ofício. Conversam sobre rivalidades com os colegas, honorários e “investimentos” no doente. Investe-se com prejuízo porque ninguém mais sabe, nem médicos nem advogados nem os padres, como se livrar dos tubos e máquinas que atrasam a morte.

No hospital público, o médico chegou atrasado, a fila era longa. O paciente entra, acobardado e zangado com a demora. Senta-se à frente da mesinha do doutor, que veste um jaleco branco amarelado. O doutor parece cansado; enfrentou trânsito para vir do outro hospital, muito longe, cabelo despenteado, olhar distante e desesperado. “O senhor tomou o remédio que eu receitei?” “Estava em falta, era caro, o hospital só recebe na semana que vem. Na semana que vem não consigo vir porque não tem ninguém para ficar com as crianças.”

É um caso fácil, mas caro. Exige repouso, o sujeito tem família, não consegue internação, não pode pagar o tratamento que o governo não consegue dar para todo mundo. O médico examina, faz outra receita e pede novos exames e nova consulta, o que deve levar mais um mês. O médico sai correndo para outro hospital, tentando recompor a camada de indiferença e distância, perfurada por mais este caso, preparando-se para o próximo. Falta dinheiro para a vida aqui; sobra dinheiro para a morte lá.

SAYAD, J. As profissões: 3 - Os médicos. **Folha de S. Paulo**, 16 out. 2006. Fornecido pela Folhapress. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/opiniaofz1610200606.htm>>. Acesso em: abr. 2016.

O texto deixa clara a oposição entre diferentes tipos de medicina, representados pelos dois ambientes retratados.

- a) Quais são esses dois ambientes? Caracterize-os sucintamente.
- b) A imagem que se constrói dos médicos é a mesma nesses dois ambientes? Justifique, utilizando fragmentos do próprio texto.

66 O assunto é polêmico e merece o envolvimento de outros componentes curriculares. Procure contar com a colaboração dos professores de Filosofia e de Sociologia. Proponha aos alunos que apresentem situações locais, ou mesmo as que eles já tenham vivenciado.

c) O autor critica a postura de certos médicos, que procuram postergar artificialmente mortes inevitáveis. Que motivação ele enxerga nesse comportamento?

d) O último período do texto é particularmente eloquente: “Falta dinheiro para a vida aqui; sobra dinheiro para a morte lá”. Nesse período, as palavras aqui e lá ganham um significado que vai além da simples designação de locais distintos. Explique por quê.

2. Leia os trechos das notícias

São Paulo confirma primeiro caso de vírus zika

O primeiro resultado positivo de febre pelo vírus zika em São Paulo foi confirmado hoje (22) [22/05/2015] pela Secretaria Estadual de Saúde. O infectado é um homem de 52 anos, do município de Sumaré, na região de Campinas, interior paulista. A transmissão da doença, [...], ocorre por meio da picada do mosquito *Aedes aegypti*. [...]

MACIEL, C. São Paulo confirma primeiro caso de vírus zika. **Agência Brasil**, 22 maio 2015. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2015-05-primeiro-caso-de-zika-virus-e-confirmado-em-sao-paulo>>. Acesso em: jan. 2016.

Quem invadir computador ou mandar vírus por e-mail pagará 1 ano de prisão

Em votação simbólica, a Câmara aprovou ontem dois projetos de lei que tornam crime roubos e invasões na internet. [...] Os dois projetos tornam crime invasão de computadores, violação de senhas, obtenção de dados sem autorização, ação de *crackers* e clonagem de cartão de crédito ou débito – os chamados crimes cibernéticos. [...]

LOPES, E.; MADUEÑO, D. Quem invadir computador ou mandar vírus por e-mail pagará 1 ano de prisão. **O Estado de S. Paulo**, São Paulo, 8 nov. 2012. Disponível em: <<http://sao-paulo.estadao.com.br/noticias/geral/quem-invadir-computador-ou-mandar-virus-por-e-mail-pegara-1-ano-de-prisao-imp-,957120>>. Acesso em: jan. 2016.

Jovem “viraliza” após cantar Whitney Houston em karaokê no CE

[...], de 23 anos, está bombando na internet depois que um vídeo em que aparece cantando Whitney Houston em um karaokê no Ceará “viralizou” na internet. [...]

Jovem “viraliza” após cantar Whitney Houston em karaokê no CE. **BOL Notícias**, 26 jun. 2015. Disponível em: <<http://noticias.bol.uol.com.br/ultimas-noticias/entretenimento/2015/06/26/jovem-viraliza-apos-cantar-whitney-houston-em-karaoke-no-ce.htm>>. Acesso em: jan. 2016.

As notícias fazem referência a um “vírus” ou a um neologismo, o verbo “viralizar”. Explique o significado dessas palavras em cada um dos contextos.

3. Leia a tirinha a seguir.



A Organização Mundial da Saúde (OMS) define saúde como um estado de completo bem-estar físico, mental e social. Portanto, saúde não pode ser entendida simplesmente como a ausência de doença. Na tirinha, quando o personagem Hagar pergunta se há algum medicamento que ele possa tomar, ele reafirma ou contraria a definição da OMS? Justifique sua resposta.

4. O esquema a seguir explica o funcionamento de um fotobiorreator projetado pela Nasa, destinado à produção de biocombustíveis (biodiesel). Leia o infográfico e faça o que se pede a seguir.



- a) Em linhas gerais, explique o funcionamento desse fotobiorreator.
- b) Qual é a principal vantagem da produção de biocombustíveis por esse processo, em relação à produção a partir da palma, da canola ou da soja?
- c) Por que os fotobiorreatores usados em larga escala podem atenuar o aquecimento global?

» Plantas que fornecem óleos

Litros produzidos anualmente por acre (aproximadamente 4000 m²)

Alguns tipos de algas	Pelo menos 7 500 litros
Palmas	2 000 litros
Canola	600 litros
Soja	200 litros

Fonte: Nasa

Vida e diversidade animal

Invertebrados I

André Seale/Pulsar

Exploração consciente ou destruição consentida? O turismo representa uma crescente ameaça aos recifes de corais da costa brasileira (arquipélago de São Pedro e São Paulo, PE, 2008).

Professor, se você vive e trabalha em região costeira, discuta com os alunos a existência ou não de corais na região. Se não existirem, peça aos alunos que elaborem hipóteses que expliquem essa ausência. Se existirem, peça que tracem comparações entre as estruturas atuais e as de uma década atrás. Houve mudança? Quais? Que razões explicam essas mudanças? Se julgar interessante, desenvolva pesquisa com pessoas com 40/50 anos ou mais, a respeito desse tema. Se a sua cidade ou região não for litorânea, pesquise entre os alunos aqueles que já viajaram para região com corais e peça que relatem o que encontraram. Destaque a quantidade de espécies de peixes, a presença de lixo e o turismo sem controle.

Histórico dos impactos humanos nos recifes brasileiros

A costa brasileira fica localizada fora do cinturão caribenho de furacões, assentando-se em uma plataforma continental estável, e esta situação até agora tem poupado os recifes brasileiros de eventos naturais catastróficos como aqueles observados nos recifes indo-pacíficos e caribenhos. A maior ameaça aos recifes de coral no Brasil parece ser o impacto humano [...]. A área costeira do Estado do Rio Grande do Norte à Bahia (que é bordejada por recifes de coral) tem uma população de mais de 15 milhões de pessoas, a maioria distribuída nas capitais dos estados.

Danos causados por práticas inadequadas de uso do solo parecem ter se iniciado com a colonização europeia. Desde a descoberta [...], o fluxo de sedimentos para o mar aumentou significativamente, devido à crescente erosão das áreas costeiras causada pelas derrubadas da floresta Atlântica para exploração de madeira e para abrir lugar para as plantações de cana-de-açúcar [...]. Hoje, as plantações de cana-de-açúcar formam um cinturão de 60 km de largura e quase um mil quilômetros de extensão. Essa extensa monocultura localiza-se a poucos quilômetros da margem, ao longo da costa nordeste, onde os recifes costeiros

são numerosos. A sedimentação e a poluição agrícola originadas pelas plantações de cana-de-açúcar são provavelmente o maior fator observado de degradação dos recifes em certas áreas.

Os recifes estão depauperados ao redor das cidades com grandes populações, tais como ao redor das capitais dos estados, especialmente devido à poluição doméstica e à influência direta das atividades humanas. A exploração exagerada dos organismos dos recifes é um dos maiores impactos na maioria das áreas ao longo da costa. Corais têm sido empregados em construção desde o século XVII. Ao longo da costa existem diversas fortalezas construídas com colônias de coral e blocos de arenito. Por muitos anos, corais foram também extraídos dos recifes costeiros ao longo de toda a costa nordeste para suprir com cal a refinação de açúcar, usado como agente clarificador para o xarope de açúcar. Esta prática foi banida a partir dos anos 1970.

Devido à sua proximidade, a maioria dos recifes costeiros foi pesadamente explorada tanto para pesca artesanal como comercial. A população costeira destas áreas depende em grande



escala dos recursos dos recifes para um consumo de proteínas. Em alguns lugares têm sido utilizadas práticas ilegais de pesca, como o uso de bombas. Este tipo de técnica destrutiva, somada à remoção direta do substrato dos recifes, ao desenvolvimento e ao turismo não planejados são os culpados pelo declínio da pesca.

Mais recentemente, o turismo descontrolado e o desenvolvimento urbano ao longo de toda a costa setentrional brasileira figuram como as maiores ameaças. A costa entre Natal e o sul da Bahia são destinos populares de turismo. A beleza das praias tranquilas com fileiras de coqueiros atrai pessoas de todo o mundo e a população de algumas cidades ao longo da costa aumenta até 50 vezes durante os meses de verão, exigindo um desenvolvimento urbano que é normalmente associado com a degradação ambiental. O turismo marítimo pode representar uma séria ameaça a muitas das áreas recifais. Os danos aos recifes de coral são causados por ancoragem inadequada, vazamentos de barcos a motor, lixo, pisoteio nos recifes e mergulhadores descuidados. **Carcinicultura: criação de crustáceos (principalmente camarões).**

Mais recentemente, o desenvolvimento da carcinicultura em áreas costeiras tem representado uma séria ameaça aos

ecossistemas recifais. Em todo o mundo, a carcinicultura tem causado impactos à biodiversidade costeira e marinha, incluindo a destruição e degradação em grande escala de habitats naturais, salinização do lençol freático de planícies costeiras, despejo de efluentes com altas cargas de nutrientes, antibióticos e outros produtos químicos, escape acidental de espécies exóticas e/ou biotecnologicamente modificadas, transmissão de doenças aos estoques naturais e expropriação de comunidades tradicionais.

Além do aporte de sedimentos e poluição, os recifes de coral podem ser afetados diretamente pela destruição dos mangues, devido à conexão que existe entre mangues e corais no que diz respeito a vários recursos pesqueiros. Estudos recentes demonstram que a estrutura das comunidades de peixes de recifes de coral é fortemente influenciada quando existem manguezais adjacentes e que a biomassa de várias espécies de interesse comercial aumenta duas vezes ou mais quando os habitats estão conectados.

FERREIRA, B. P.; MAIDA, M. Histórico dos impactos humanos nos recifes brasileiros. In: FERREIRA, B. P.; MAIDA, M. **Monitoramento dos recifes de coral do Brasil: situação atual e perspectivas**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006.

Todos os grandes grupos animais têm representantes no meio aquático. Alguns são exclusivamente aquáticos, como os poríferos, os cnidários, os equinodermos e os cordados não vertebrados. Outros têm representantes em ambiente terrestre úmido ou são parasitas. Alguns grupos (como insetos, répteis, mamíferos e aves) ocupam ambiente terrestre e sobrevivem em locais secos. Nesses últimos grupos, há espécies que se adaptaram ao meio aquático ou ao ambiente terrestre úmido.

O estudo dos diversos tipos de tecido recebe o nome de histologia (do grego *histos*, tecido, e *logos*, que estuda), enquanto a fisiologia (do grego *physis*, natureza física) aborda aspectos referentes ao funcionamento dos organismos.

Nem todos os animais apresentam os quatro tipos de tecido bem diferenciados. É o caso dos poríferos, cujas células diferenciadas não formam tecidos verdadeiros. Há também alguns cnidários, por exemplo, que apresentam células de revestimento capazes de se contrair, sendo caracterizadas como células mioepiteliais.

O que significa ser um animal?

É complexo estabelecer com precisão todas as características que permitem incluir um ser vivo no reino **Animalia** (ou **Metazoa**), pois para cada característica apresentada encontram-se exceções. Essa é uma das razões que explicam a dificuldade em se determinar quando os animais apareceram na Terra. As hipóteses mais amplamente aceitas assinalam que eles teriam surgido há aproximadamente 630 milhões de anos.

A diversidade de tipos celulares e o alto nível de especialização de seus tecidos distinguem os animais de outros seres vivos. São eucariontes pluricelulares, cujas células não têm parede celular. Apresentam mobilidade em pelo menos uma fase da vida. São heterótrofos (incapazes de sintetizar compostos orgânicos utilizando compostos inorgânicos) e alimentam-se de matéria orgânica obtida de outros seres vivos ou de detritos que ingerem.

Os animais têm o corpo formado por milhares, milhões ou bilhões de células de diversos tipos. As **células** interagem permanentemente com o líquido intersticial (ou intercelular), que circula pelo **interstício** (espaço existente entre as células). Nesse líquido, elas obtêm recursos (como O_2 e nutrientes) e lançam seus resíduos.

Mesmo nos animais de organização corporal mais simples, a existência de mais de um tipo celular pressupõe **especialização**. Até organismos muito simples possuem tipos celulares com diferenças morfológicas e funcionais, organizados em tecidos.

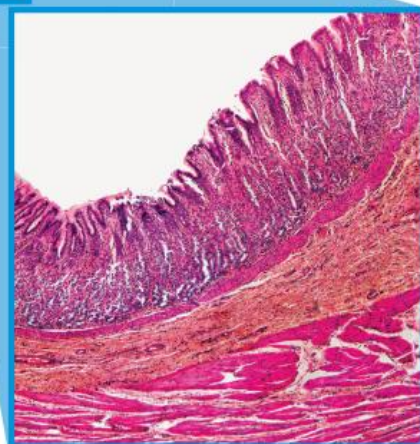
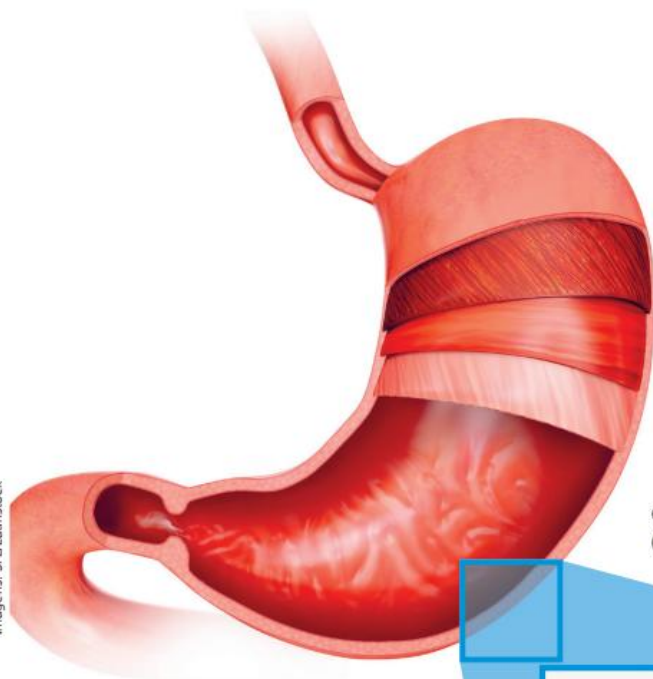
Os tecidos de um animal adulto originam-se de uma única célula, o zigoto (ou célula-ovo). No embrião, as células dividem-se por mitose, mas as células-filhas não permanecem idênticas, embora tenham o mesmo material genético. Surgem linhagens diferentes de células quanto à forma e à função, caracterizando a **diferenciação celular**.

Há quatro grandes categorias de tecidos animais, que diferem quanto aos tipos de célula e à proporção entre o volume total de células e o volume de interstício existente entre elas (**figura 1**).

- Os **tecidos epiteliais** revestem a superfície do corpo e a dos órgãos internos. Suas células são unidas entre si, e o escasso material intercelular atua como cimento, aderindo umas às outras.
- Os **tecidos conjuntivos** têm substância intercelular abundante e diversidade de tipos celulares. Preenchem espaços entre outros tecidos, mantendo a arquitetura dos órgãos e garantindo-lhes nutrição e defesa. Constituem, ainda, estruturas de sustentação, como ossos e cartilagens.
- Os **tecidos musculares** são formados por miócitos (ou fibras musculares), longas células contráteis, que executam movimentos. Estão ligados aos ossos ou presentes na parede de órgãos ocos, como o intestino e o coração.
- Os **tecidos nervosos** contêm neurônios, células com numerosos e longos prolongamentos que percorrem o corpo e propagam os impulsos nervosos.

Geralmente, um órgão é formado por alguns tipos de tecidos: o estômago, por exemplo, possui os quatro tipos de tecidos em sua parede (**figura 1**).

Imagens: SPL/Lainstock



Mucosa gástrica (um tipo de tecido epitelial)

Submucosa (formada por tecido conjuntivo, por onde passam vasos sanguíneos, vasos linfáticos e fibras de tecido nervoso)

Tecido muscular

Figura 1. Tecidos presentes nas camadas que formam a parede do estômago. A cavidade interna de um órgão oco é chamada luz. No detalhe, micrografia de corte do estômago (Imagem de microscopia óptica, aumento aproximado de 8 vezes; colorida artificialmente). (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

A organização corporal dos animais geralmente possui um tipo de **simetria**, ou seja, um arranjo definido das estruturas em relação a um eixo corporal. A maioria dos animais possui simetrias **radial** ou **bilateral**, sendo os poríferos normalmente assimétricos (**figura 2**). Em termos evolutivos, acredita-se que a simetria radial tenha surgido primeiro, uma vez que os grupos animais mais recentes apresentam simetria bilateral. Animais com simetria bilateral, como os mamíferos, geralmente são ágeis e apresentam estruturas sensoriais concentradas na região anterior, voltada para o sentido do deslocamento, permitindo “testar” as condições do ambiente.

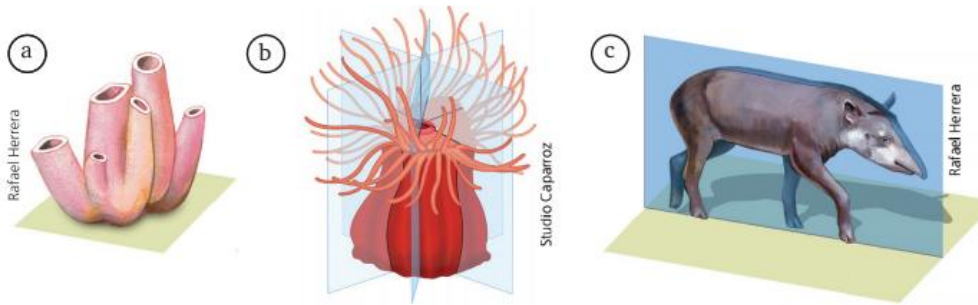


Figura 2. (a) A maioria dos poríferos é assimétrica: se cortados ao meio, obtemos duas metades diferentes uma da outra. (b) Nos animais com simetria radial, como os cnidários, o corpo pode ser dividido em “fatias” simétricas por planos imaginários que se cruzam no centro. (c) A maioria dos animais tem simetria bilateral, pelo menos na fase larval: apenas um plano divide o corpo em metades simétricas. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Os animais mantêm elevado grau de arranjo e complexidade à custa de gasto de energia, obtida de fontes alimentares que são usadas também como matéria-prima no crescimento e nas reparações. Eles obtêm substâncias orgânicas ingerindo tecidos ou fluidos de outros seres, animais ou vegetais. Em geral, a quebra dos alimentos ocorre no interior de uma **cavidade digestória**.

O interstício tende a se tornar pobre em nutrientes e O_2 , consumidos pelas células, e mais poluído com CO_2 e outros produtos descartados por elas. Todavia, um ambiente interno estável é fundamental para a atividade enzimática, que é influenciada por fatores como o pH e a temperatura. Diversos mecanismos mantêm o meio interno em **equilíbrio dinâmico**, conhecido por **homeostase**, que inclui a estabilidade do pH, da composição química, da pressão osmótica, da quantidade de água e, em alguns grupos, da temperatura.

Evolutivamente, o aumento na complexidade dos animais foi acompanhado por progressivo aumento na diversidade de tipos celulares e na eficiência de seus mecanismos homeostáticos. A capacidade de manter a temperatura corporal constante, por exemplo, é verificada em mamíferos e aves, dois dos mais recentes grupos animais (**figura 3**).

O metabolismo animal gera resíduos nitrogenados a partir de compostos que contêm nitrogênio (bases nitrogenadas e, principalmente, aminoácidos). O tipo de resíduo (amônia, ureia e ácido úrico, por exemplo) varia entre os diversos grupos animais. A excreção da amônia apresenta vantagens: o trabalho metabólico e o gasto energético são pequenos; além disso, a amônia atravessa rapidamente as membranas vivas, sendo eliminada com grande facilidade. Entretanto, como é muito tóxica, sua excreção exige grande quantidade de água. A maioria dos animais aquáticos excreta a amônia (são **amoniotélicos**). Na transição do ambiente aquático para o terrestre, com oferta de água mais restrita e menor capacidade de diluição, os animais passam a excretar resíduos nitrogenados menos tóxicos, como ureia (nos animais **ureotélicos**) ou ácido úrico (nos **uricotélicos**), mostrados na **tabela 1**.

Um dos desafios relacionados com a manutenção da vida é a obtenção e a conservação da água. Para os animais, a água é fundamental como meio onde ocorrem reações químicas, além de participar de outros processos, como a sustentação, a distribuição de substâncias, a eliminação de resíduos metabólicos e o controle térmico.



Dawn Wilson Photography/Getty Images

Figura 3. Mamíferos, como o urso-polar (*Ursus maritimus* que chega a 2,5 m de comprimento), são capazes de manter a temperatura corporal constante, mesmo em locais com temperaturas muito baixas.

Tabela 1. Resíduos nitrogenados			
Características	Amônia	Ureia	Ácido úrico
Toxicidade	Alta	Moderada	Baixa
Solubilidade	Alta	Alta	Muito baixa
Difusibilidade através de membranas	Alta	Moderada	Baixa
Custo metabólico da síntese	Muito baixo	Baixo	Alto
Fórmula química	NH_3	$(NH_2)_2CO$	$C_5H_4N_4O_3$
Quantidade de água (em mL) para excretar 1 g de nitrogênio	400	50	10

Fonte: SCHMIDT-NIELSEN, K. *Fisiologia animal: adaptação ao meio ambiente*. São Paulo: Editora Santos, 2002.

Nos animais que se reproduzem sexuadamente, a **fecundação**, fusão do espermatozoide (gameta masculino) com o óvulo (gameta feminino), gera o **zigoto**, que se divide em duas células geneticamente idênticas. Novas divisões sucessivas produzem muitas outras células, que formam o **embrião**.

Os animais classificam-se em **parazoários** (como os poríferos) e **eumetazoários** (por exemplo, os cnidários, os moluscos e os cordados). Nos embriões de eumetazoários (mas não nos parazoários), as células dispõem-se em camadas denominadas **folhetos embrionários** (ou **folhetos germinativos**), dos quais se originam os tecidos do corpo (**figura 4**). Nos embriões dos parazoários, as células não se organizam em folhetos germinativos.

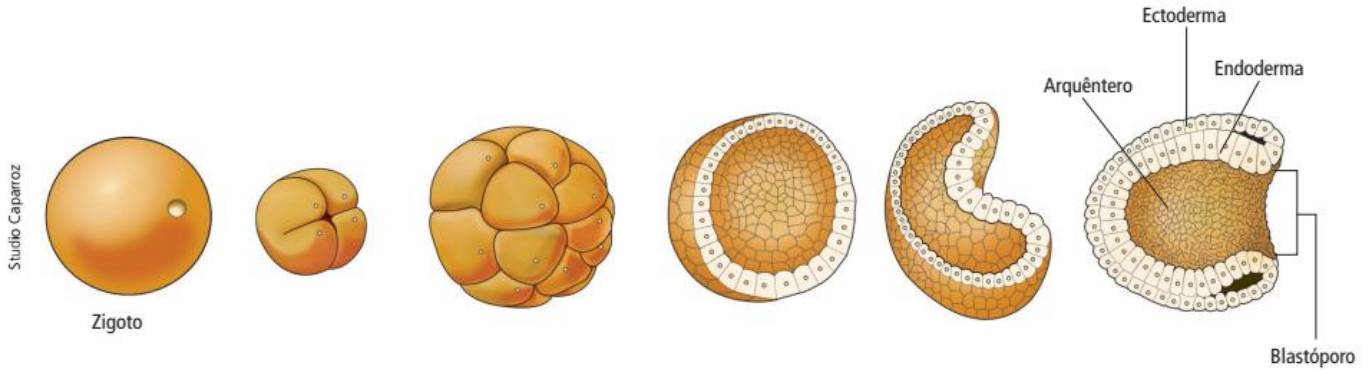


Figura 4. Representação esquemática do desenvolvimento inicial do embrião até a formação do arquêntero (ou intestino primitivo), do blastóporo e de dois folhetos embrionários (ectoderma e endoderma). O arquêntero abre-se para o meio externo pelo blastóporo. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

A simetria radial dos equinodermos adultos é secundária, pois seus estágios larvais possuem simetria bilateral.

A classificação de grupos animais em protostômios e deuterostômios, que considera apenas os celomados, é controversa. Alguns autores incluem platelmintos (acelomados) e nematódeos (pseudocelomados) entre os protostômios.

Cnidários são **animais diblásticos** (**figura 5a**), ou seja, cujo corpo é formado a partir de dois folhetos embrionários (ectoderma e endoderma). **Animais triblásticos** (platelmintos, nematódeos e anelídeos, por exemplo) têm o corpo formado a partir de três folhetos embrionários (ectoderma, endoderma e mesoderma) e apresentam simetria bilateral.

Durante o desenvolvimento embrionário, o blastóporo pode ter dois destinos. Nos animais **protostômios**, ele dá origem à boca, e o ânus surge posteriormente, na outra extremidade do arquêntero. Nos animais **deuterostômios**, ocorre o inverso: o blastóporo dá origem ao ânus, e a boca surge posteriormente.

A existência ou não de uma cavidade corporal, em que ficam alojados os órgãos, é outra característica que diferencia os grupos de animais triblásticos. **Acelomados** (**figura 5b**), como os platelmintos, são os animais que não têm cavidade corporal. Nos animais **pseudocelomados** (**figura 5c**), como os nematódeos, a cavidade corporal – chamada pseudoceloma – é revestida por mesoderma apenas junto à parede corporal. Animais **celomados** (**figura 5d**), como os anelídeos, têm a cavidade corporal – o celoma – totalmente revestida pelo mesoderma. Artrópodes, moluscos, equinodermos e cordados também são celomados.

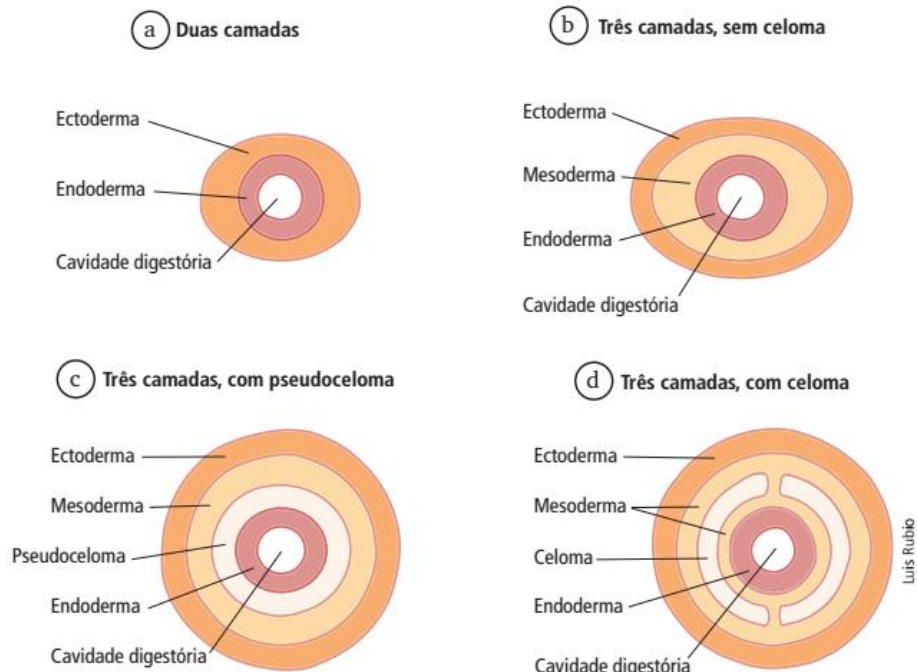


Figura 5. Representação esquemática das seções transversais de um animal (a) diblástico, (b) triblástico acelomado, (c) triblástico pseudocelomado e (d) triblástico celomado. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

O reino Animalia é subdividido em grupos, e alguns dos mais representativos estão no cladograma da **figura 6**.

Exceto quando assinalado, adotamos as linhas gerais de classificação animal propostas em HICKMAN, C. et al. **Princípios integrados de Zoologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013. Adotado por muitos zoólogos há pouco mais de uma década, este cladograma ainda levanta controvérsias e baseia-se, entre outros critérios, em dados moleculares. Difere do modelo usado até então, que aproximava platelmintos, nematódeos e anelídeos.

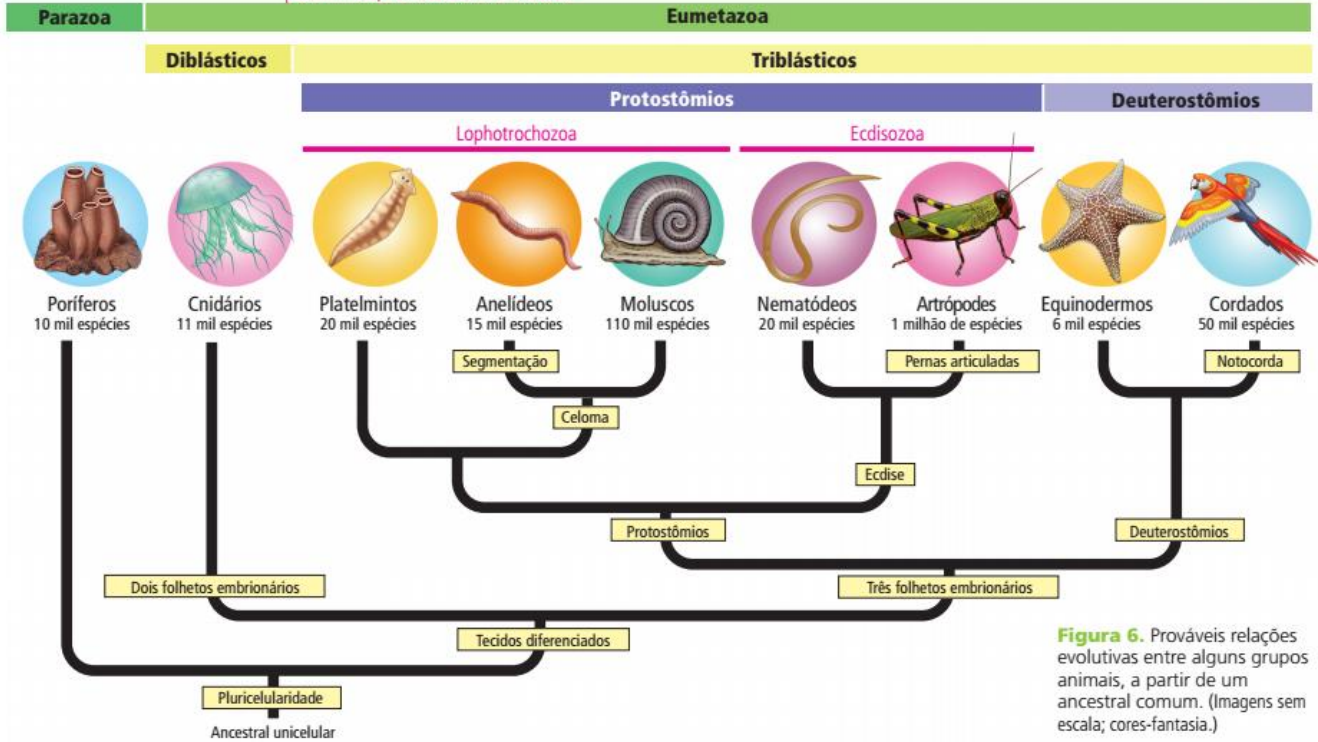


Figura 6. Prováveis relações evolutivas entre alguns grupos animais, a partir de um ancestral comum. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Fonte das informações: HICKMAN JR., C. P. et al. **Princípios integrados de Zoologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.

Poríferos

Porífero: do grego *poros*, passagem, e *phoros*, que porta, que contém.

Também chamados esponjas ou spongiários, os poríferos (filo **Porifera**) são animais sésseis — isto é, vivem fixos a um substrato — e dotados de poros. Ocupam ambientes aquáticos, sendo a maioria marinha. Não apresentam órgãos, mas exibem alguma divisão de trabalho entre as células.

Há três tipos morfológicos de porífero (**figura 7**), que diferem quanto à espessura e à complexidade estrutural das paredes de seus corpos.

Os poríferos do tipo **asconoide** (os mais simples) têm o corpo semelhante a um tubo ou barril, fixo em rochas, recifes de coral ou conchas. A parede corporal é perfurada por poros e delimita uma cavidade interna, o **átrio** (câmara flagelada ou **spongiocèle**). Uma abertura, o **óstulo**, está situada na extremidade oposta à base.

Átrio: do latim *atrium*, vestibulo, entrada.
Óstulo: do latim *osculu*, pequena boca.

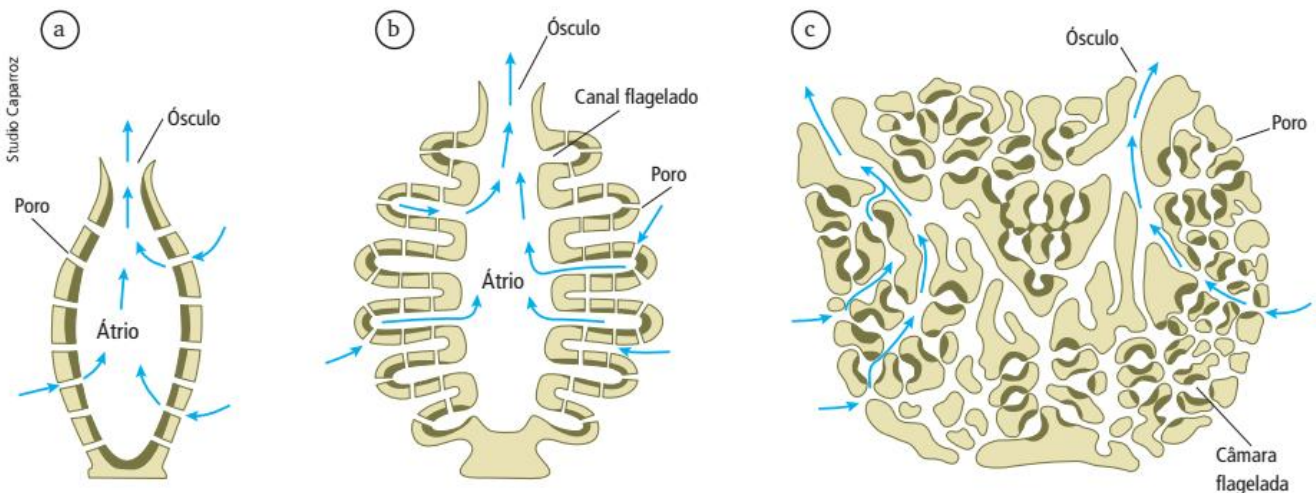
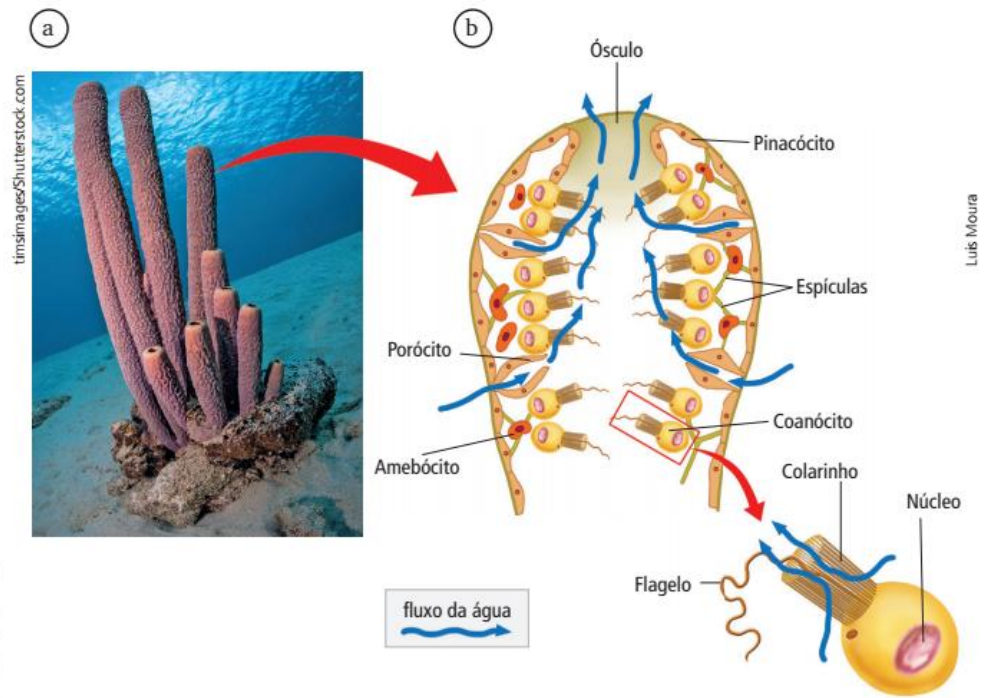


Figura 7. Representação esquemática dos tipos morfológicos de poríferos: (a) asconoide, (b) siconoide e (c) leuconoide. As camadas escuras voltadas para o átrio possuem numerosos coanócitos. As setas azuis mostram o caminho da água. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Existe certa diferenciação celular: os poros são constituídos por **porócitos**, células em forma de anel; **pinacócitos**, células achatadas que revestem externamente o corpo; e **coanócitos**, células flageladas com um colarinho membranoso contrátil, que revestem o átrio (**figura 8**).



Mesênquima: do grego *mesos*, meio, e *enchyma*, infusão.
Coanócito: do grego *choane*, funil, e *kytos*, cela.
Anfiblástula: do grego *amphis*, duplo, dos dois lados, e *blastos*, broto.

Figura 8. (a) Esponja tubular da espécie *Kallypildion* sp. (50 cm de altura), e (b) representação esquemática de corte da esponja. Mesmo sendo animais bastante simples, os poríferos possuem diferentes tipos de células (como o coanócito, visto no destaque). (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

O **mesênquima** é uma massa proteica gelatinosa, localizada entre as camadas celulares externa e interna. Nele estão imersos **elementos de sustentação**, que podem ser **espículas**, estruturas semelhantes a agulhas, de composição silicosa ou calcária, ou **fibras proteicas de esponjina**. Também se encontram no mesênquima células denominadas **amebócitos**, que podem assumir numerosas funções, convertendo-se em outros tipos celulares (como coanócitos, pinacócitos e gametas), produzindo espículas e completando a digestão dos alimentos, iniciada pelos coanócitos. Os produtos da digestão são distribuídos por difusão para as células do corpo.

Vibrando os flagelos, os coanócitos criam uma corrente de água que flui pelo corpo do animal, entrando pelos poros, circulando pelo átrio e saindo pelo ósculo. A água traz gás oxigênio e partículas alimentares (como protozoários e algas unicelulares) e carrega gás carbônico e outros resíduos.

Ao contrário da maioria dos animais, os poríferos não possuem sistema digestório e apresentam exclusivamente **digestão intracelular**. Não há órgãos sensoriais, células musculares nem sistema nervoso.

A reprodução pode ser assexuada ou sexuada. A **reprodução assexuada** ocorre por:

- **brotamento**: desenvolvem-se brotos laterais, que permanecem ligados ao organismo gerador (formando colônias) ou que se destacam e originam indivíduos.
- **regeneração**: quando um porífero é dividido em vários fragmentos, cada um pode originar um novo indivíduo. Isso é possível em virtude de sua grande quantidade de células indiferenciadas (como os amebócitos).
- **gemulação**: durante a seca ou o frio, algumas esponjas de água doce geram pequenas bolsas, chamadas **gêmulas**, que contêm células semelhantes aos amebócitos (os **arqueócitos**), com atividade metabólica quase nula, protegidas por um revestimento resistente. Quando as condições ambientais se tornam favoráveis, os arqueócitos deixam a abertura da gêmula, dividem-se e formam uma nova esponja.

Em relação à **reprodução sexuada**, os poríferos são **monoicos** (a maioria) ou **dioicos**.

Os coanócitos sofrem diferenciação e formam espermatozoides, que saem para o ambiente e podem entrar em outra esponja. Englobado e transportado por um coanócito, o espermatozoide fecunda o óvulo (que se origina de amebócito ou de coanócito) no mesênquima da esponja receptora (**fecundação interna**). Forma-se um zigoto, que, na maioria dos poríferos, origina uma larva flagelada móvel — denominada **anfiblástula** —, a qual sai do corpo da esponja e nada ativamente até se fixar em um substrato, onde origina um indivíduo. Portanto, ocorre **desenvolvimento indireto** (com passagem pelo estágio larval).

▶ Espécies monoicas (bissexuadas ou hermafroditas) são aquelas em que um mesmo indivíduo produz espermatozoides e óvulos. Espécies dioicas (unissexuadas ou de sexos separados) são aquelas em que cada indivíduo produz espermatozoides ou óvulos.

Cnidários

Os cnidários (filo **Cnidaria**) vivem em ambientes aquáticos. A maioria é marinha, embora existam hidras e outros poucos representantes de água doce. Os grandes avanços evolutivos desse filo são a **cavidade digestória** e o **sistema nervoso**.

Os cnidários são diblásticos, porque possuem apenas dois folhetos embrionários: o **ectoderma** origina a epiderme (revestimento externo); o **endoderma** dá origem à **gastroderme** (revestimento interno da cavidade digestória). Entre a epiderme e a gastroderme, há uma massa gelatinosa desprovida de células, chamada **mesogleia**.

Os cnidários possuem duas formas estruturais: **pólipos** e **medusa** (figura 9). O pólipos normalmente vive fixo no ambiente por uma extremidade, tem aspecto cilíndrico e, na extremidade livre, apresenta uma boca rodeada de tentáculos. A medusa é livre-nadante e assemelha-se a um guarda-chuva (ou sino), com a boca em posição inferior e as bordas providas de tentáculos. Algumas delas são comumente chamadas de águas-vivas.

As medusas movimentam-se por propulsão a jato, contraindo bruscamente o corpo e expulsando a água. As hidras, que são pólipos móveis, deslocam-se com movimentos semelhantes a cambalhotas.

No endereço eletrônico <<http://tub.im/rzatec>> (acesso em: mar. 2016) é possível conhecer o documentário **Slow Life**, trabalho do fotógrafo Daniel Stoupin, que apresenta imagens sequenciais do crescimento e da atividade de algumas espécies presentes em recifes de coral, entre elas diversos cnidários. A diversidade desses animais pode ser apresentada em vídeos, como o encontrado em <<http://tub.im/4qj9ap>> (acesso em: mar. 2016), que mostra uma medusa com tamanho bastante avantajado. Vídeos mostrando diferentes espécies podem facilmente ser encontrados na internet.

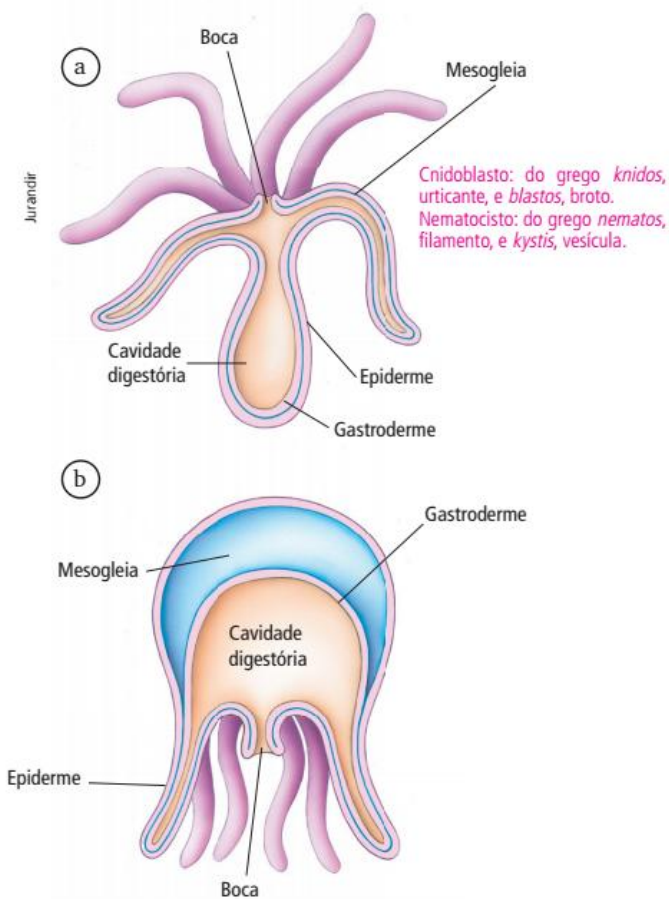
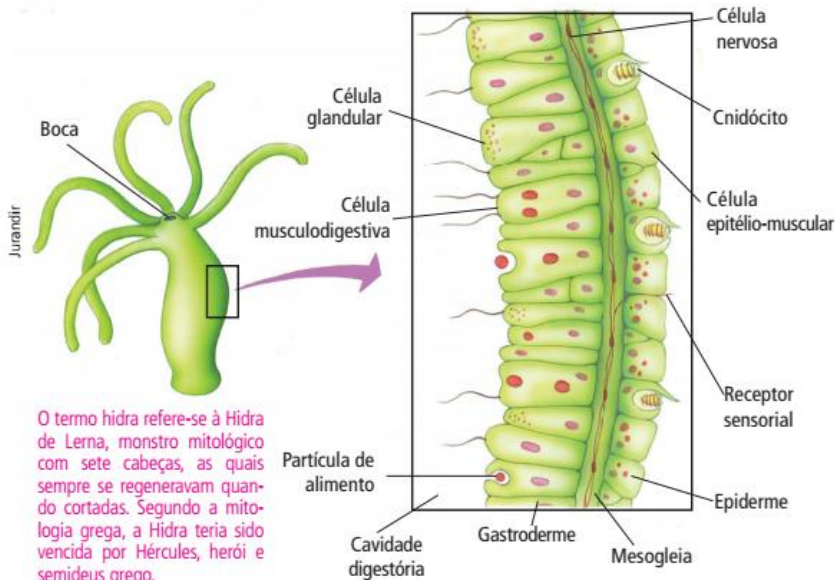


Figura 9. Representação esquemática das formas estruturais dos cnidários: (a) pólipos e (b) medusa. (Imagens sem escala; cores-fantasia.) Na foto (c), medusa da espécie *Chiropsalmus quadrumanus* (15 cm de diâmetro).

Os cnidários possuem tecidos verdadeiros, com células diferenciadas, que executam papéis definidos.

Entre elas, estão os **cnidócitos** ou **cnidoblastos**, que contêm uma cápsula chamada **nematocisto**, dentro da qual há um filamento enrolado. Um opérculo fecha o nematocisto, que ainda costuma apresentar um esporão (ou cnidocílio).

Os cnidócitos são abundantes na epiderme dos tentáculos e constituem um instrumento de defesa e de captura de presas. Quando um deles é mecânica ou quimicamente estimulado, o opérculo abre-se, e o filamento desenrola-se para fora, eliminando em sua extremidade livre uma substância urticante, cujo efeito pode ser uma dolorosa lesão, semelhante a uma queimadura, ou mesmo a paralisação e morte em pequenos animais.



O termo hidra refere-se à Hidra de Lerna, monstro mitológico com sete cabeças, as quais sempre se regeneravam quando cortadas. Segundo a mitologia grega, a Hidra teria sido vencida por Hércules, herói e semideus grego.

Figura 10. A abertura única da cavidade digestória (boca) dos cnidários serve tanto para a entrada de alimentos como para a saída de resíduos. Na parede do corpo, há diversos tipos celulares. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

A cavidade digestória é também chamada celêntero ou cavidade gastrovascular. Nela, os alimentos são parcialmente fracionados (**digestão extracelular**) pela ação de enzimas digestivas secretadas por células glandulares da gastroderme. A seguir, as partículas são englobadas por células musculodigestivas, completando-se a digestão em vacúolos digestivos (**digestão intracelular**). Restos não digeridos são eliminados pela boca, por contrações do corpo (**figura 10**).

As células nervosas formam uma **rede nervosa difusa** (o mais simplificado sistema nervoso entre os animais), distribuída uniformemente pelo organismo, não existindo nenhum centro de comando análogo a um cérebro. A distribuição peculiar do sistema nervoso dos cnidários relaciona-se com sua **simetria radial**.

Em sua maioria, os cnidários são dioicos, embora existam formas monoicas. A **reprodução assexuada** pode ocorrer por brotamento ou re-

generação, como nas hidras. A **reprodução sexuada** geralmente inclui fecundação externa, ou seja, fora do corpo do animal.

Os espermatozoides da hidra nadam até encontrar o óvulo, na superfície do corpo. Em outros cnidários, a fecundação pode ocorrer na cavidade digestória. Após a fecundação, o zigoto divide-se e forma um pequeno embrião que se solta e, livre na água, origina uma nova hidra, sem passar por estágio larval (**desenvolvimento direto**).

Na maioria das espécies, o zigoto origina a larva **plânula**, achatada e ciliada, a qual nada e se fixa a um substrato, formando um novo indivíduo. Nesse caso, trata-se de **desenvolvimento indireto**, pois há estágio larval.

No ciclo de vida de determinadas espécies, gerações de pólipos e medusas sucedem-se, em um processo denominado **alternância de gerações** ou **metagênese** (**figura 11**). Por reprodução assexuada, os pólipos originam medusas, que geram pólipos por reprodução sexuada. Os espermatozoides fecundam externa ou internamente os óvulos; o zigoto divide-se e forma a larva plânula, a qual nada até se fixar em um substrato, onde dá origem a um pólipo.

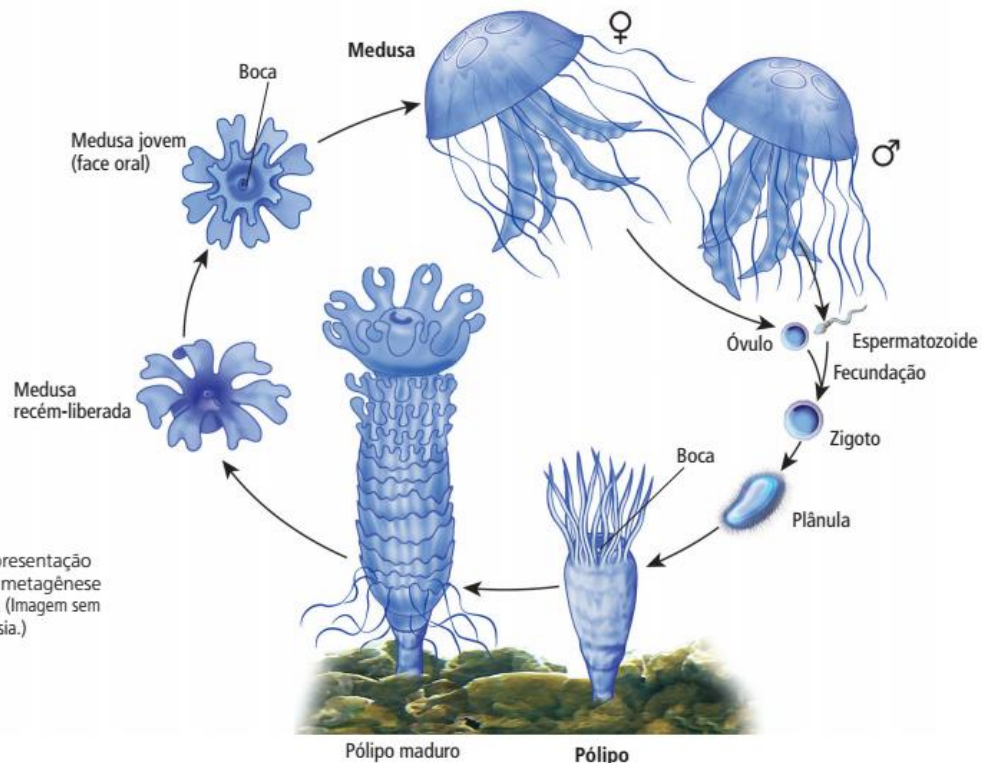


Figura 11. Representação esquemática da metagênese em um cnidário. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Studio Caparroz

Os cnidários estão distribuídos em quatro grupos, nos quais predomina uma das formas de vida (pólipo e medusa) (**tabela 2**).

Tabela 2. Cnidários: classificação e características		
Grupo	Forma de vida predominante	Exemplos
Hydrozoa (hidrozoários)	Predomínio da forma de pólipo	Hidras, caravela-portuguesa (<i>Physalia physalis</i>) e gênero <i>Obelia</i> , entre outros
Scyphozoa (cifozoários)	Predomínio da forma de medusa	Representantes dos gêneros <i>Aurelia</i> , <i>Chrysaora</i> e <i>Pelagia</i> , entre outros
Anthozoa (antozoários)	Apenas forma de pólipo	Anêmonas-do-mar e corais
Cubozoa (cubomedusas)	Predomínio da forma de medusa	<i>Chiropsalmus quadrumanus</i> e vespas-do-mar (<i>Chironex fleckeri</i>), entre outros

A notícia

Águas-vivas provocam queimaduras em mais de 12 mil pessoas no Sul

As águas-vivas já provocaram queimaduras em mais de 12 mil pessoas, no litoral de Santa Catarina e no Paraná. Os banhistas precisam ser cuidadosos para evitar as queimaduras.

A bióloga Mainara Figueiredo Cascaes diz que uma das explicações para o surto de águas-vivas é a temperatura da água. “A gente vem acompanhando desde o ano passado um aquecimento maior das águas aqui no litoral sul, isso acaba ocasionando a vinda dessas águas-vivas, que acabam se reproduzindo um pouco mais mar adentro e com essa água aquecida, esses indivíduos vêm um pouco mais para a costa buscar esse ambiente mais favorável para reprodução”.

No verão passado, os banhistas já pensavam duas vezes antes de entrar no mar. Foram mais de 12,5 mil ocorrências durante a temporada. Em alguns dias, os Bombeiros atenderam 600 pessoas.

A temporada mal começou e, segundo os Bombeiros, mais de dez mil pessoas se queimaram com água-viva nas praias entre Passo de Torres e Balneário Rincão, sul de Santa Catarina.

No Paraná, desde o dia 19 de dezembro [2015] mais de 1,7 mil pessoas foram queimadas por águas-vivas. A maior parte, no dia 31 de dezembro. No mesmo período do ano passado, foram pouco mais de mil casos. Ninguém precisou ser encaminhado a hospitais.

“Nos postos de guarda-vidas, de primeiro momento vamos passar o vinagre, que ele ajuda a neutralizar essa queimadura para que ele diminua um pouco a ardência”, diz o capitão do Corpo dos Bombeiros, Fernando Tratch.

Outro tratamento rápido e eficiente é lavar a queimadura com a própria água do mar, mas sem esfregar. Nunca jogue água doce ou passe pomadas na lesão sem orientação médica. Isso pode machucar ainda mais a pele. Além disso, evite pegar sol na região queimada.

Na maior parte dos casos, a queimadura não é grave e, quando tratada rapidamente, a ardência passa rápido. O problema é que algumas pessoas podem ter alergias.

LIMAS, J. Águas-vivas provocam queimaduras em mais de 12 mil pessoas no Sul. Portal G1. 6 jan. 2016. Disponível em: <<http://g1.globo.com/jornal-hoje/noticia/2016/01/aguas-vivas-provocam-queimaduras-em-mais-de-12-mil-pessoas-no-sul.html>>. Acesso em: mar. 2016.

Atividades

Escreva no caderno

Depois de ler a notícia, responda:

1. Não se deve aplicar água doce sobre queimaduras de água-viva (que é um animal marinho), pois essa conduta pode piorar as lesões e agravar os sintomas. Usando conceitos sobre osmose, explique essa recomendação.
2. A notícia fala do aparecimento de águas-vivas, é muito comum também notícias que mencionam o aparecimento de caravelas-portuguesas nas praias. Esses animais compartilham quais categorias taxonômicas?

Platelmintos

Platelminto: do grego *platys*, achatado, e *helminthes*, verme.

Os platelmintos (filo **Platyhelminthes**) são conhecidos como vermes achatados, por causa da forma do corpo, achatado dorsoventralmente. Entre os platelmintos há importantes parasitas humanos, como as tênias e os esquistossomos. Existem também representantes de vida livre, como as planárias, que ocupam ambientes terrestres úmidos ou aquáticos (**tabela 3**).

Tabela 3. Platelmintos: classificação e características		
Grupo	Características	Exemplos
Turbellaria (turbelários)	Existência de cílios ventrais, úteis na locomoção; maioria de vida livre	Planária
Trematoda (trematódeos)	Com ventosas e sem cílios; parasitas	Esquistossomos
Cestoda (cestódeos)	Ventosas e/ou ganchos; sem cílios; sem tubo digestório; parasitas	Tênias
Monogenea (monogêneos)	Ventosas e/ou ganchos; semelhantes aos turbelários; parasitas	Ectoparasitas de peixes, anfíbios e répteis

Além de tecidos diferenciados, os platelmintos têm órgãos definidos e são **triblásticos** — possuem um terceiro folheto embrionário, o **mesoderma**, localizado entre o ectoderma e o endoderma. Outra característica evolutiva é a **simetria bilateral**.

Como os cnidários, os platelmintos realizam **digestão extracelular e intracelular**. O sistema digestório é incompleto, uma vez que a cavidade digestória tem apenas boca, que serve tanto para a entrada de alimentos como para a eliminação de resíduos.

Não possuem sistema cardiovascular; a cavidade digestória, geralmente muito ramificada, facilita a distribuição de nutrientes por todas as partes do corpo (**figura 12**). Também não apresentam sistema respiratório, e o corpo, achatado dorsoventralmente e pouco espesso, facilita as trocas gasosas, que ocorrem através da superfície: o oxigênio difunde-se para o interior, enquanto o gás carbônico é eliminado.

Nos platelmintos, a excreção de resíduos metabólicos e, principalmente, do excesso de água ocorre por túbulos ramificados chamados **protonefrídios**, dispostos ao longo do corpo, com **células-flama** em suas extremidades internas (**figura 13**). O fluido intersticial passa para o interior dos protonefrídios e é impulsionado pelos batimentos dos cílios das células-flama, os quais são semelhantes ao movimento da chama de uma vela. Certas substâncias (como a água e a amônia) são excretadas por poros que se abrem na superfície do corpo.

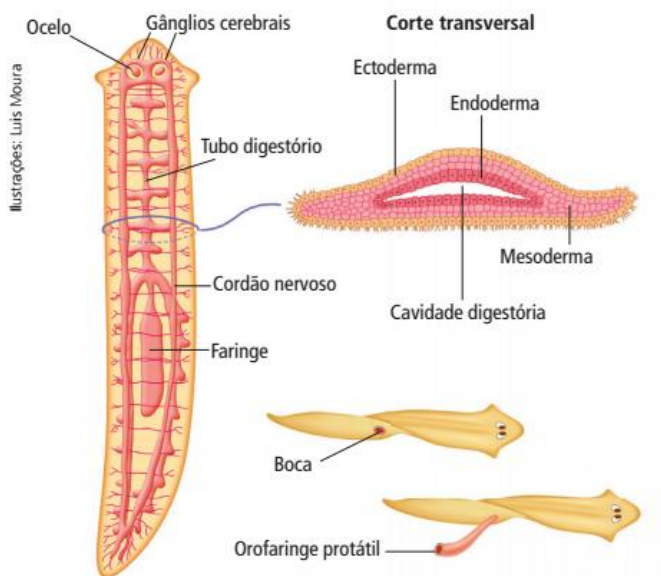


Figura 12. Representação esquemática dos sistemas nervoso e digestório da planária (vista superior). No corte transversal, notam-se a forma achatada e a disposição das três camadas do corpo. Observa-se, ainda, a cavidade digestória com única abertura, a boca, pela qual a faringe pode se protrair. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

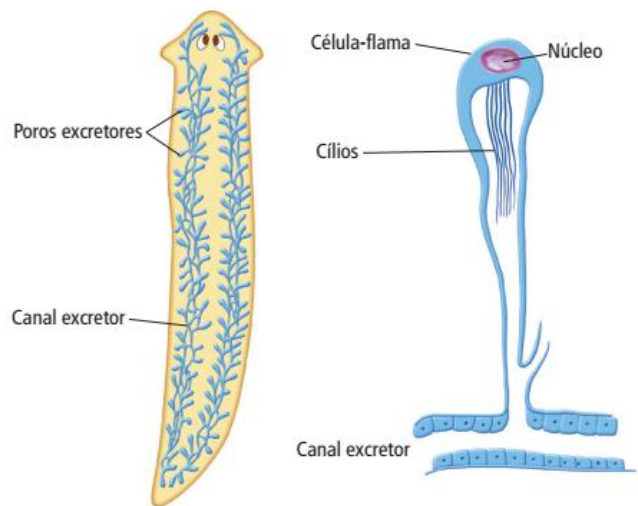


Figura 13. Representação esquemática dos poros e canais excretores dos protonefrídios e detalhe de uma célula-flama. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Na maioria dos platelmintos, o sistema nervoso apresenta um par de **gânglios cerebrais**, na região anterior do corpo, e cordões nervosos longitudinais. Ainda na região anterior, estão as principais estruturas sensoriais, como os **ocelos**, fotorreceptores que não formam imagens, apenas comunicam aos centros nervosos a direção e a intensidade de luz.

A reprodução dos platelmintos pode ser assexuada ou sexuada:

- **Reprodução assexuada.** Uma planária pode fixar a extremidade anterior a um substrato e, por estrangulamento do corpo, dividir-se transversalmente em partes que, por regeneração, formam novos indivíduos (**figura 14**). Se o corpo de uma planária for dividido longitudinalmente, cada parte também originará um indivíduo, o que demonstra a elevada capacidade de regeneração.
- **Reprodução sexuada.** Ocorre nos quatro grupos de platelmintos. Embora existam platelmintos **dioicos** (sexos separados), eles geralmente são **monoicos** (hermafroditas). Animais monoicos podem realizar **autofecundação**, em que os espermatozoides de um indivíduo fecundam os óvulos dele mesmo, ou **fecundação cruzada**, em que os espermatozoides de um indivíduo fecundam os óvulos de outro. Nos animais dioicos, ocorre necessariamente a fecundação cruzada. Platelmintos fazem **fecundação interna**; o desenvolvimento pode ser **indireto** (com passagem por estágio larval) ou **direto** (sem estágio larval).

As **planárias** são hermafroditas, mas fazem fecundação cruzada. Os zigotos são eliminados no ambiente, onde têm desenvolvimento direto. Os **esquistossomos** são dioicos (sexos separados), apresentam fecundação cruzada e desenvolvimento indireto. As **tênias** são hermafroditas, com autofecundação e desenvolvimento indireto.

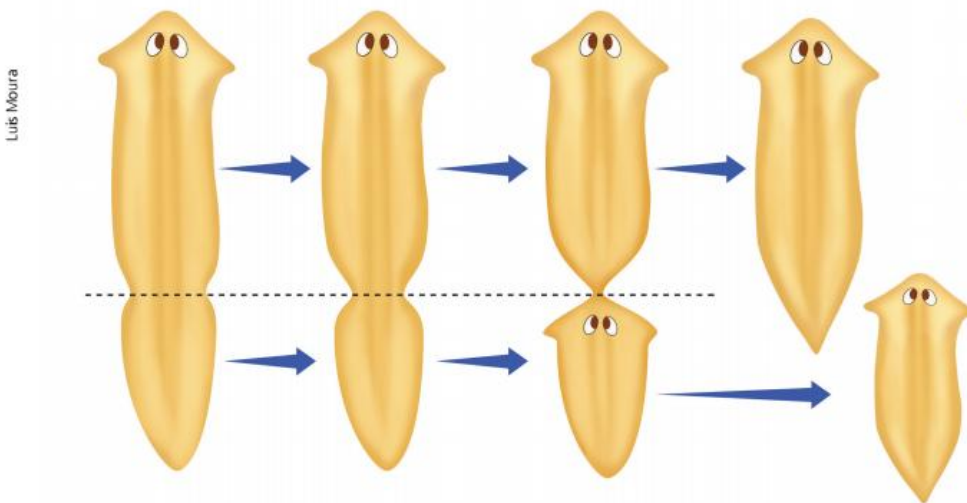


Figura 14. Representação esquemática do processo de regeneração em planária, após secção transversal do corpo. Fragmentos provenientes da região anterior do corpo têm maior capacidade de regeneração. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Anelídeos

Anelídeo: do latim *annelus*, *anel*.

Os anelídeos (filo **Annelida**) são vermes de corpo cilíndrico e nitidamente segmentado, sendo os representantes mais conhecidos a minhoca, a sanguessuga e uma série de animais aquáticos (predominantemente marinhos) conhecidos como poliquetas (**tabela 4**).

Tabela 4. Anelídeos: classificação e características

Grupos	Características	Exemplos
Oligochaeta (oligoquetas)	Hermafroditas; poucas cerdas curtas	Minhocas
Hirudinea ou Achaeta (hirudíneos)	Hermafroditas; parasitas; sem cerdas	Sanguessugas
Polychaeta (poliquetas)	Sexos separados (na maioria); parápodes com muitas cerdas evidentes	Representantes dos gêneros <i>Nereis</i> e <i>Eunice</i>

O critério de classificação dos grupos de anelídeos é a presença e a quantidade de cerdas. Oligoquetas possuem poucas cerdas; poliquetas possuem muitas cerdas; aquetas não possuem cerdas.



Figura 15. (a) Minhoca da espécie *Eisenia fetida* (10 cm de comprimento). (b) Poliqueta da espécie *Hermodice carunculata* (20 cm de comprimento). (c) Sanguessuga da espécie *Haementeria depressa* (5 cm de comprimento).

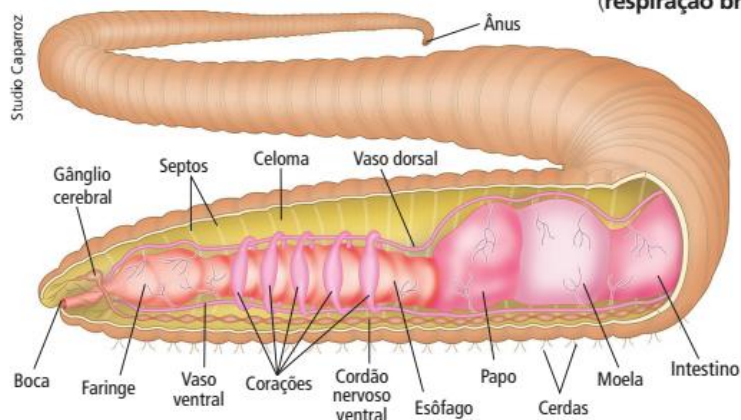


Figura 16. Representação esquemática de estruturas dos sistemas digestório, cardiovascular e nervoso da minhoca. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

As minhocas são frequentes no Brasil. Sua epiderme é fina e permanentemente úmida. Alguns anéis, na metade anterior do corpo, apresentam coloração mais clara e constituem o **clitelo**, relacionado com a reprodução. Nas porções ventral e lateral de uma minhoca, existem **cerdas**, minúsculas expansões que lembram “pelos” duros, que fornecem ponto de apoio quando o animal se desloca no solo.

As sanguessugas são anelídeos desprovidos de cerdas. São aquáticas e alimentam-se do sangue de animais que parasitam. Uma substância anticoagulante da saliva mantém a fluidez do sangue ingerido.

Alguns poliquetas têm, em cada anel, um par de **parápodes**, expansões laterais que auxiliam nas trocas gasosas e também na locomoção, pois possuem cerdas nas extremidades e, no interior, uma musculatura que permite algum movimento.

A **segmentação**, ou **metameria**, dos anelídeos (**figura 15**) também se verifica no interior do corpo, onde se encontram septos que dividem o celoma. O fluido que preenche a cavidade corporal funciona como esqueleto hidrostático, pois sustenta o animal, além de participar da distribuição de substâncias.

A musculatura, situada junto à parede do corpo, é dupla: há uma camada de músculos longitudinais e outra com disposição circular. A contração da musculatura circular estica o corpo; a longitudinal o encurta.

Os anelídeos apresentam **sistema digestório completo**, e a digestão é predominantemente extracelular. O alimento ingerido pela minhoca é constituído de uma mistura de matéria orgânica do solo, restos de animais e de plantas em decomposição, partículas de areia e argila. A separação de todo esse material requer um sistema digestório adaptado, em que se nota a presença do **papo**, local de armazenamento temporário de alimento, e da **moela**, responsável pela trituração (**figura 16**). As enzimas digestivas atuam principalmente no intestino, cuja parede apresenta uma prega longitudinal chamada **tiflossole**, que constitui grande área de absorção de nutrientes.

São animais vasculares, isto é, dotados de sistema cardiovascular, o que os diferencia dos nematódeos e dos platelmintos. Os anelídeos têm **sistema cardiovascular fechado**, em que o sangue circula sempre no interior de vasos sanguíneos, sob pressão elevada e com fluxo rápido. Pigmentos respiratórios — como a hemoglobina — estão dissolvidos no plasma sanguíneo (porção líquida do sangue), diferentemente do que ocorre nos vertebrados, em que os pigmentos estão no interior dos glóbulos vermelhos.

As trocas gasosas ocorrem através da epiderme (**respiração cutânea**), que é delgada, rica em vasos sanguíneos e permanentemente úmida. Nos poliquetas, os parápodes são ricamente vascularizados e funcionam como brânquias (**respiração branquial**).

Nos anelídeos a excreção ocorre por túbulos chamados **metanefrídios** (ou apenas nefrídios), um par em cada segmento (**figura 17**). Uma das extremidades do túbulo (o nefróstoma) tem forma de funil, e sua borda possui cílios, cujos batimentos impulsionam o fluido celomático para dentro do túbulo. A outra extremidade (o nefridióporo ou poro excretor) abre-se na superfície corporal.

Na passagem do fluido celomático pelo túbulo, água, íons e outras substâncias são reabsorvidos e devolvidos ao sangue, enquanto outros (os resíduos metabólicos, como a amônia) são eliminados.

O sistema nervoso consiste em um par de **gânglios cerebrais**, localizados na região anterior do corpo, e dois **cordões nervosos longitudinais e ventrais** (geralmente fundidos). Na superfície corporal, existem **ocelos** (detectores de luz), receptores químicos e táteis.

Em oligoquetas e poliquetas, há casos de reprodução assexuada por brotamento. Oligoquetas e hirudíneos são monoicos (hermafroditas) e têm **desenvolvimento direto**. Poliquetas são dioicos (sexos separados) e apresentam **desenvolvimento indireto**, com formação de uma larva denominada **trocófora**.

Ao se acasarem, as minhocas emparelham seus corpos em sentido contrário e realizam **fecundação cruzada**, trocando espermatozoides. Um casulo tubular, secretado por células glandulares do clitelo, desloca-se para a frente do corpo, recolhendo gametas femininos e masculinos, ocorrendo fecundação externa. O casulo é depositado no solo, e dos ovos emergem novas minhocas, sem estágio larval (**desenvolvimento direto**).

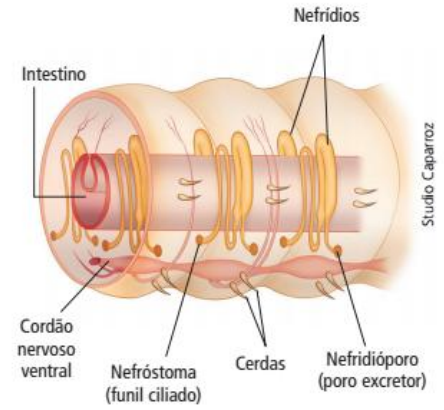


Figura 17. O fluido celomático penetra no nefrídio impulsionado pelo batimento dos cílios do nefróstoma. O fluido excretado sai pelo nefridióporo. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Moluscos

Os moluscos (filo **Mollusca**) têm representantes de água doce, de água salgada e de ambiente terrestre úmido. Apresentam **corpo mole** (daí o nome do filo), sem segmentos, ao contrário do que ocorre com artrópodes e anelídeos. O corpo mole acarreta vulnerabilidade a agressões, dificuldade de sustentação e risco de desidratação em ambiente aéreo.

Os moluscos distribuem-se nas classes **Gastropoda** (**figura 18a**), **Pelecypoda** (ou **Bivalvia**, **figura 18b**), **Cephalopoda** (**figura 18c**) e em outras menores: **Aplacophora** (pequenos, vermiformes e marinhos), **Polyplacophora** (quíton), **Scaphopoda** (dentálio) e **Monoplacophora** (neopilina).



Figura 18. Representantes de (a) gastrópodes (*Achatina fulica*, 18 cm de comprimento), (b) bivalves (*Argopecten irradians*, 7,5 cm de diâmetro) e (c) cefalópodes (*Octopus cyanea*, 80 cm de comprimento).

As larvas de certos bivalves de água doce desenvolvem-se como parasitas, aderidas às brânquias de peixes.

Tabela 5. Principais classes de moluscos

Classe	Características	Exemplos
Gastropoda (gastrópodes)	Sem concha ou com concha de uma valva, geralmente monoicos, alguns representantes terrestres	Caracóis-de-jardim, planorbídeos, escargots e lesmas
Pelecypoda (bivalve)	Aquáticos, concha com duas valvas, geralmente dioicos	Ostras, mariscos, mexilhões
Cephalopoda (cefalópodes)	Marinhos, concha interna, externa ou ausente, dioicos	Polvo, lula, calamar, náutilo

Observação: Valva é cada peça que compõe a concha de um molusco.

Existem moluscos, como as ostras, que apresentam um exoesqueleto calcário, a **concha**, que os protege contra agressões e desidratação. A lula tem concha interna, enquanto o polvo não a possui. A concha é secretada pelo manto, uma dobra da epiderme. Entre o manto e o corpo, encontra-se a **cavidade do manto**, um espaço que contém água ou ar do ambiente, onde são eliminados fezes, urina e, em alguns casos, gametas. Pela cavidade do manto de moluscos aquáticos passa também a água que banha as brânquias. Em moluscos terrestres (como o caracol-de-jardim), a cavidade do manto é ocupada por ar, atuando como um órgão respiratório análogo aos pulmões.

Os moluscos têm geralmente simetria bilateral, que se relaciona com a cefalização e o maior desenvolvimento do sistema nervoso. Durante o desenvolvimento, caracóis e caramujos sofrem torção e passam a exibir nítida assimetria. Caracóis, lulas e polvos têm **cabeça** bem evidente, na qual estão os olhos e, às vezes, os tentáculos sensoriais.

Muitos moluscos possuem **rádula**, uma língua denteada que, colocada para fora da boca, raspa e fragmenta os alimentos. Os cefalópodes usam a mandíbula córnea (bico) para rasgar os alimentos e a rádula para ingeri-los; os bivalves (como os mexilhões), que são filtradores, não têm rádula.

Na **massa visceral** concentram-se os órgãos: intestino, glândulas digestivas, sistemas cardiovascular, urinário e genital. Parte da massa visceral é coberta pelo manto.

O **pé** (**figura 19**) pode apresentar diversas modificações, servindo como elemento de fixação, escavação ou locomoção. A organização do pé é um dos critérios para a divisão em classes:

- nos gastrópodes, o pé fica na região ventral, apoiado no substrato e ligado à massa visceral;
- nos bivalves (ou pelecípodes), o pé é um prolongamento que sai da concha e pode servir como elemento escavador ou fixador;
- nos cefalópodes, como polvos e lulas, o pé está bem junto à cabeça, subdividido em vários tentáculos.

Os moluscos apresentam **sistema digestório completo**. Após a digestão, os nutrientes são absorvidos e distribuídos pelo sangue.

A maioria dos moluscos tem **sistema cardiovascular aberto**, e o coração situa-se dorsalmente na massa visceral. O sangue flui primeiramente por vasos e, depois, por lacunas situadas entre os órgãos. É um sistema de fluxo lento e sob baixa pressão, o que explica o pequeno porte de vários moluscos e seus movimentos vagarosos. Já os ágeis cefalópodes, alguns bastante grandes, possuem **sistema cardiovascular fechado**, pelo qual o sangue flui no interior de vasos, mantido sob pressão elevada e circulando com maior velocidade, o que aumenta a eficiência da distribuição de substâncias, como os gases respiratórios. Outra vantagem do sistema cardiovascular fechado sobre o aberto é a presença, no sangue, de grande quantidade e diversidade de células com funções específicas, como o transporte de gases e o combate a agentes infecciosos.

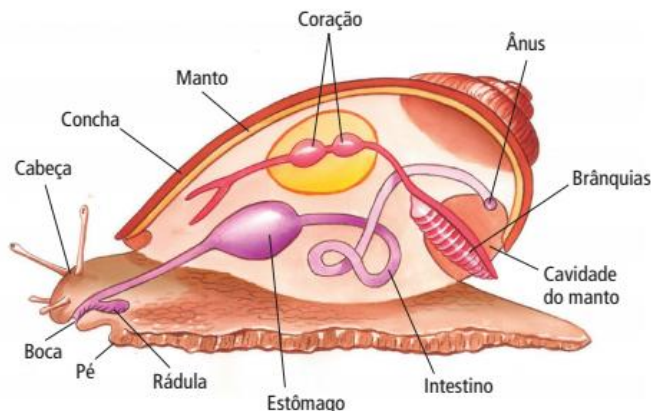
A cavidade do manto está intimamente relacionada ao sistema respiratório. Os órgãos respiratórios são irrigados por vasos sanguíneos. Os moluscos aquáticos em geral apresentam **brânquias**; os terrestres têm a cavidade do manto ricamente vascularizada, funcionando como **pulmão rudimentar**.

Os resíduos — principalmente a amônia — são retirados da **cavidade pericárdica** (remanescente do celoma embrionário, que reveste o coração) e eliminados na cavidade do manto por um “rim” primitivo, que, na verdade, é um aglomerado de **metanefrídios**.

O sistema nervoso é mais desenvolvido e cefalizado em alguns grupos de moluscos que em outros. É constituído tipicamente por gânglios e nervos, que se distribuem pelo corpo.

Os sexos são geralmente separados, com fecundação interna ou externa, desenvolvimento direto ou indireto. Não há casos de reprodução assexuada. Os caracóis, que são monoicos (hermafroditas), apresentam **fecundação cruzada e interna**. Dos ovos eclodem filhotes, sem estágio larval (**desenvolvimento direto**). Nos moluscos com desenvolvimento indireto, formam-se as larvas **trocófora e véliger**.

Relembre com os alunos os principais tipos de resíduos nitrogenados e a associação entre eles e o ambiente em que vive cada tipo de animal.



Inge Asbeh

Figura 19. Organização geral dos moluscos: o corpo é constituído por cabeça, pé e massa visceral, com nítida divisão de funções. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

► Formação das pérolas

Em bivalves, pequenas partículas de areia ou outros corpúsculos estranhos podem se instalar entre o manto e a concha. Parte do manto envolve a partícula, formando uma cobertura circular, que passa a depositar **nácar** (material calcário) em camadas mais ou menos concêntricas ao redor do objeto. Gradativamente, mais e mais material se deposita, formando-se a pérola (**figura 20**).

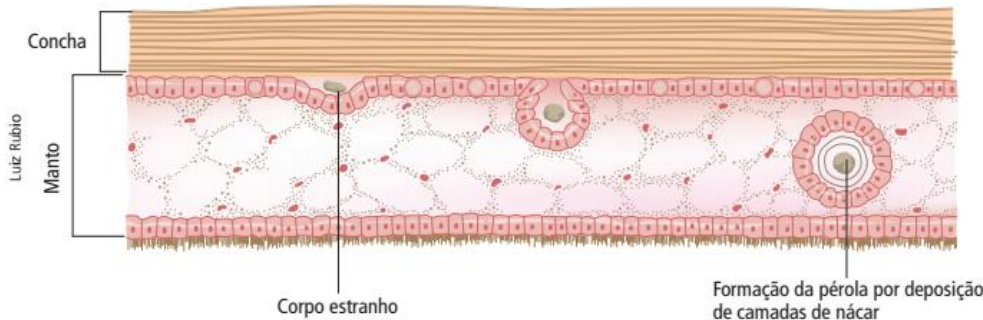


Figura 20. Representação esquemática das etapas da formação de uma pérola. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Atividades

Escreva
no caderno

- Sobre as esponjas, responda:
 - A qual filo pertencem? Quais são as principais características dos animais desse filo?
 - O átrio das esponjas é uma estrutura análoga à cavidade digestória dos cnidários? Justifique sua resposta.
 - Explique o processo digestivo dos poríferos.
 - Considerando que as esponjas são animais sésseis, explique a vantagem adaptativa da presença da larva nadante (denominada anfiblastula) no ciclo de vida desses organismos.
- (Unicamp-SP) Alguns hidrozoários coloniais, como a *Obelia* sp., ocorrem na natureza sob a forma de pólipos e medusas.
 - Como uma colônia desses hidrozoários se origina? E como uma colônia dá origem a novas colônias?
 - Que estrutura comum aos pólipos e medusas é encontrada somente nesse filo? Qual a sua função?
- Leia o texto abaixo:

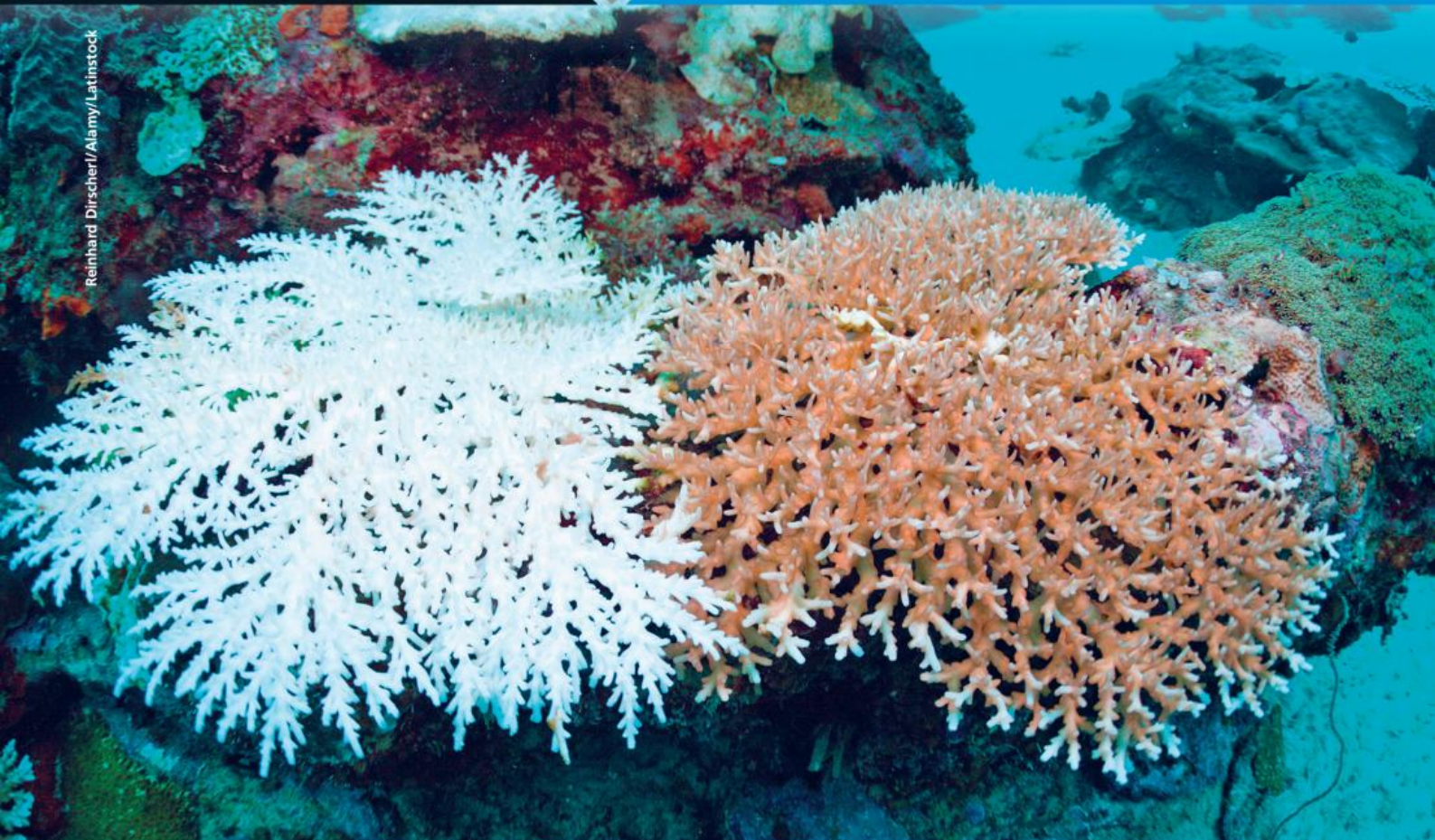
Nas praias lotadas do litoral do Paraná, os salva-vidas nunca precisaram tanto de vinagre. “Esse é o segundo vidro já”, aponta um salva-vidas. É o melhor remédio contra queimaduras de água-viva, que vêm atingindo centenas de pessoas por dia desde a semana passada [...]

Queimaduras com água-viva se multiplicam nas praias do Paraná. **Portal G1**, 23 jan. 2012. Disponível em: <<http://g1.globo.com/bom-dia-brasil/noticia/2012/01/queimaduras-com-agua-viva-se-multiplicam-nas-praias-do-parana.html>>. Acesso em: jan. 2016.

- A que grupo pertencem os animais causadores dessas queimaduras?
 - Explique o mecanismo pelo qual esses animais são capazes de, pelo simples contato, matar pequenos animais ou causar irritações cutâneas em seres humanos.
- (Unicamp-SP) Explique de maneira comparativa duas características que permitem considerar os moluscos mais complexos que os celenterados [cnidários].

- No ser humano, quando a massa alimentar chega ao intestino grosso, praticamente todos os nutrientes já foram absorvidos. A massa de resíduos não aproveitados, parcialmente solidificada pela reabsorção de água, constitui as fezes, que são eliminadas pelo ânus. Há, porém, animais dotados de um intestino cego em sua extremidade posterior, onde não existe o ânus. Sendo um tubo digestório incompleto, os resíduos retornam à boca e são regurgitados.
 - Cite dois animais de filos distintos que apresentam tubo digestório incompleto.
 - Explique as vantagens da existência de uma cavidade digestória com boca e ânus.
- (PUC-RJ) O desenvolvimento embrionário pode ser usado para organizar os filos animais de acordo com as diferentes sequências de estágios e graus de complexidade corporal gerados. Descreva as fases iniciais do desenvolvimento embrionário dos animais e diferencie animais diblásticos de triblásticos, protostômios de deuterostômios e celomados de acelomados e pseudocelomados.
- (Fuvest-SP) “O Departamento de Agricultura da Irlanda do Norte prevê uma queda de um terço na produção agrícola, devido a uma praga que está atacando e reduzindo a população de minhocas da região.” (**New Scientist**)
 - Qual é a importância das minhocas para a agricultura?
 - A que filo pertencem as minhocas?
- Complete o quadro a seguir, substituindo as letras A, B, C e D pelos termos adequados:

Organismo	Excreção	Respiração	Circulação
Hidra	A	Difusão	Ausente
Minhoca	Nefrídios	Cutânea	B
Planária	C	Difusão	Ausente
Esponja	difusão	D	Ausente



Recife de coral com sinais de branqueamento (Papua Ocidental, Indonésia, 2011).

Leia mais em **Gestão de recifes de coral branqueados ou severamente danificados**. Disponível em: <<http://tub.im/ijjqs>>. Acesso em: jan. 2016.

Ações antropogênicas e branqueamento dos corais

Recifes de corais são os mais complexos e produtivos ecossistemas marinhos costeiros, com uma biodiversidade só comparável à das florestas pluviais tropicais. Presentes nas áreas costeiras de mais de 100 países, os recifes cobrem cerca de 0,5% do leito oceânico, perfazendo aproximadamente 1,5 milhão de quilômetros quadrados. Estima-se que, dessa área, 30% já se encontram seriamente danificados por atividades humanas e que, dentro de 30 ou 40 anos, mais de 60% já estarão degradados em decorrência da poluição, da pesca excessiva e do aquecimento global. Na costa brasileira, até a década de 1980, quantidades gigantescas de corais foram removidas para produção de cal, inclusive com o uso de explosivos.

A partir do final do século XIX, as emissões globais de CO₂ estão aumentando e, de todo o CO₂ lançado na atmosfera, mais de 30% acabam se dissolvendo nos oceanos, reagindo com a água e tornando-a mais ácida. Essa modificação do pH pode ser fatal para numerosos seres vivos marinhos, inclusive corais e zooxantelas (algas mutualísticas).

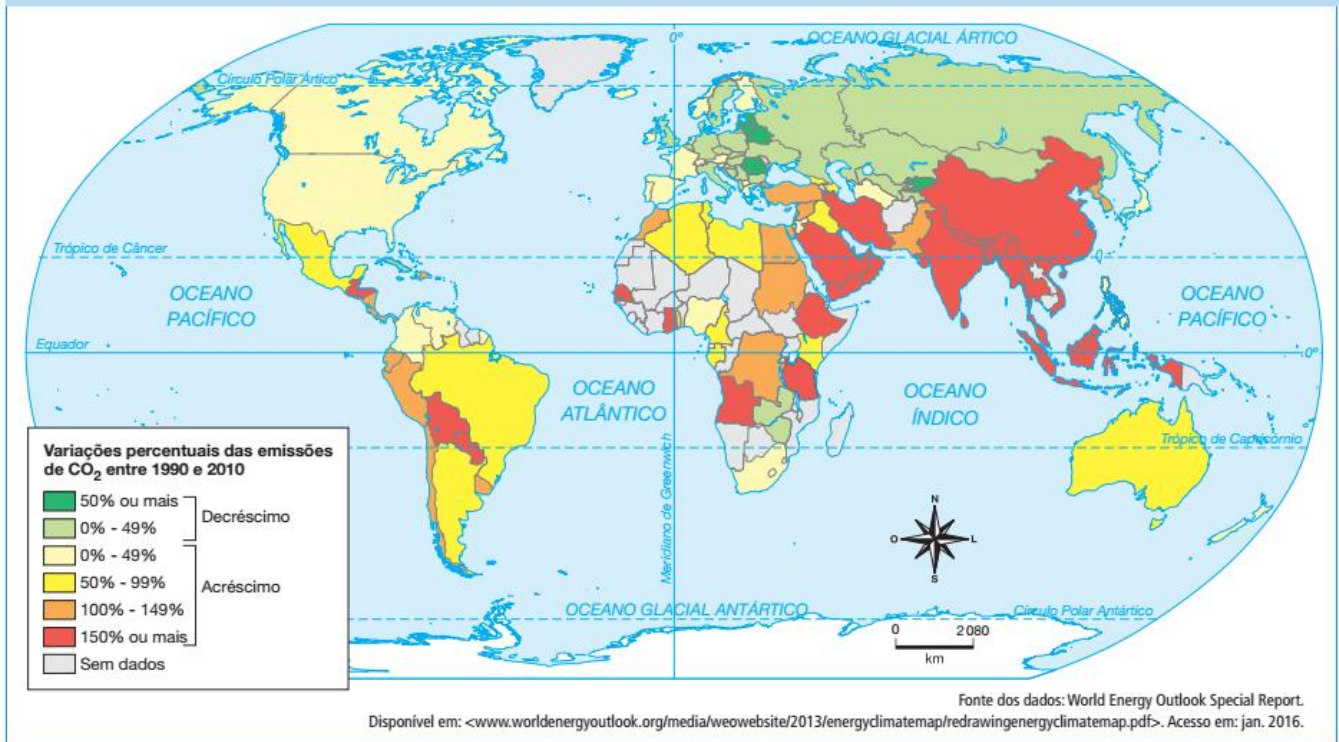
A acidificação dificulta a formação do carbonato de cálcio, prejudicando o crescimento das colônias nos recifes. Além disso, a redução drástica das populações de algas mutualísticas compromete — às vezes de maneira irreversível — a vida desses minúsculos cnidários e a homeostase de todo esse rico ecossistema. Portanto, reduzir as emissões globais de CO₂ é fundamental para garantir a

sobrevivência dos corais e de toda a comunidade marinha que deles depende. Infelizmente, não é o que vem ocorrendo, mesmo depois de a problemática associada às emissões de gases de efeito estufa e o aquecimento global terem entrado nas discussões cotidianas, mesmo fora dos meios científicos.

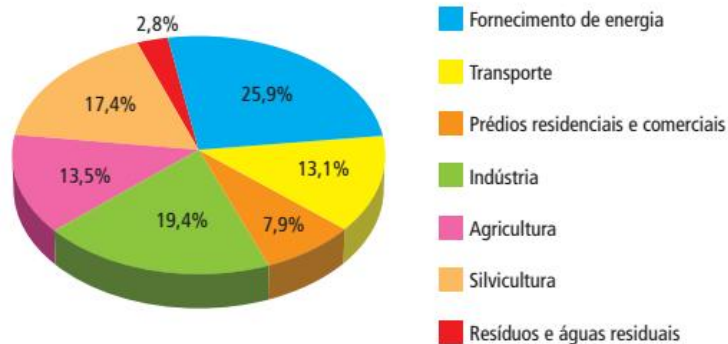
Desde a década de 1990, diversos episódios de branqueamento vêm sendo registrados na costa brasileira. Em 1993, um evento afetou corais do arquipélago de Abrolhos (BA), com o comprometimento de mais de 50% das colônias de cnidários. No final de 1997, uma anomalia térmica deve ter sido a causa de outra ocorrência, no norte da Bahia, com o branqueamento de mais de 60% dos corais da região.

Pesquisas têm mostrado que a manutenção de anomalias térmicas superiores a 0,25 °C, por períodos superiores a duas semanas, já são suficientes para ocasionar o branqueamento de mais de 10% das colônias dos recifes localizados perto da costa. Isso demonstra que existe forte correlação entre o branqueamento dos recifes costeiros e as alterações térmicas das águas da superfície. Além disso, como os recifes próximos da costa estão mais diretamente expostos a outros efeitos da ação humana, é provável que outros fatores — como a presença de poluentes ou sedimentos — possam agravar o fenômeno.

Variações das emissões de CO₂ em vários países do mundo entre 1990 e 2010



Principais fontes de emissão de CO₂



Fonte: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Disponível em: <http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/spms2.html>. Acesso em: mar. 2016.

Depois da leitura do texto, faça o que se pede:

Escreva
no caderno

1. Cite pelo menos três ameaças aos recifes de corais decorrentes da ação humana.
2. Pesquise e formule um pequeno texto em seu caderno a respeito da carcinicultura: o que é, onde é praticada no Brasil, as técnicas aplicadas e possíveis impactos sobre os recifes de corais.
3. Identifique cinco países cujas emissões de CO₂ diminuíram a partir de 1990.
4. Identifique cinco países cujas emissões de CO₂ pelo menos dobraram desde 1990.
5. Qual é a atividade que responde pela maior fração do CO₂ emitido globalmente?

Vida e diversidade animal


Invertebrados II



Jarbas Mattos

Fabio Colombini

A Mata Atlântica é uma das regiões com maior biodiversidade de plantas do planeta, já tendo sido identificadas mais de 450 espécies em apenas um hectare. No detalhe, exemplar de borboleta da espécie *Heliconius ethilla* (7 cm de envergadura), endêmica desta região (ou seja, não é encontrada em nenhum outro local). (Foto em Tapiraí, SP, 2015).



Uma análise conjunta do tema com a área de Geografia possibilitará interpretação mais ampla do que foram as mudanças estruturais, de clima e de relevo pelas quais a Terra passou (se possível, localizando no tempo as mudanças biológicas e os eventos geológicos).

A biodiversidade em diferentes escalas de tempo

A diversidade de espécies das florestas tropicais beira o lendário. Cada biólogo tropical tem seu exemplo favorito para dar. A partir de uma única planta leguminosa na Reserva Tambopata, no Peru, eu recentemente recuperei 43 espécies de formigas que pertencem a 26 gêneros, o mesmo que a fauna inteira de formigas das Ilhas Britânicas [...]. Peter Ashton encontrou 700 espécies de árvores em dez lugares selecionados de um hectare cada em Bornéu; o mesmo que em toda a América do Norte.

Edward O. Wilson, biólogo norte-americano (1929-)¹.

A Terra tem cerca de 4,6 bilhões de anos, e nesse tempo todas as paisagens modificaram-se muitas vezes. Os continentes mudaram de lugar; oceanos invadiram e retiraram-se de áreas continentais; cordilheiras montanhosas elevaram-se; desertos cobriram florestas; arquipélagos surgiram das profundezas dos oceanos.

A natureza muda lentamente. O tempo da natureza — que o paleontólogo Stephen Jay Gould chamava de tempo profundo — não é o tempo das pessoas. A distinção entre o tempo da natureza e o tempo da humanidade tem consequências importantes. Na cronologia da natureza, os grandes eventos medem-se, habitualmente, em milhões de anos. Na segunda metade do período Pré-Cambriano, durante cerca de 2,5 bilhões de anos, a vida permaneceu limitada a organismos como bactérias e algas; porém, em um intervalo de dez ou vinte milhões de anos, os mares encheram-se de formas complexas de vida. Esse evento, que chega a nós pelos registros fósseis, é conhecido como a explosão cambriana. Suas causas são objeto de polêmicas, mas seu caráter abrupto suscita menos dúvidas.

Já na escala humana da passagem do tempo, a duração de eventos mede-se em outra ordem de grandeza. Uma das maiores catástrofes do século XX, a explosão instantânea da bomba atômica em Hiroshima, em 6 de agosto de 1945, dizimou milhares de pessoas já nos primeiros segundos e pelos dias seguintes.

Nesses últimos dez mil anos, não ocorreu nenhuma importante mudança natural nas paisagens e nenhuma perda maciça de espécies, exceto as extinções provocadas pelo ser humano. Em um tempo relativamente curto na escala do tempo da natureza, a intervenção humana tem causado considerável desaparecimento de espécies, e a principal causa é a destruição de habitats. Apesar da relativa estabilidade das condições ambientais nos últimos milhares de anos, a maior parte dos ecossistemas florestais desapareceu ou encontra-se em vias de desaparecimento por ação humana.

Os biólogos estão particularmente atentos ao que se passa com as florestas pluviais tropicais. Apesar de cobrirem 8% da superfície terrestre, elas encerram mais da metade de todas as espécies já descritas e estão sendo destruídas a um ritmo vertiginoso, levando consigo centenas de milhares de espécies, muitas das quais ainda desconhecidas.

Embora sejam ecossistemas com grande biodiversidade, as florestas tropicais estão entre os mais frágeis. Conforme descreve Edward O. Wilson, florestas pluviais desenvolvem-se sobre “desertos úmidos”, solos ácidos, intemperizados por altas temperaturas e chuvas abundantes, nos quais os nutrientes não penetram além de poucos centímetros de profundidade.

Portanto, a notável riqueza de vida que caracteriza as florestas pluviais tropicais equilibra-se sobre uma tênue camada fértil de solo, mantida pela matéria orgânica decomposta, originária das próprias florestas. Removida a vegetação, perde-se a origem dos nutrientes que a mantém, podendo provocar a derrocada de todo o ecossistema.

¹ WILSON, E. O. *Biodiversidade*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.

Nematódeos

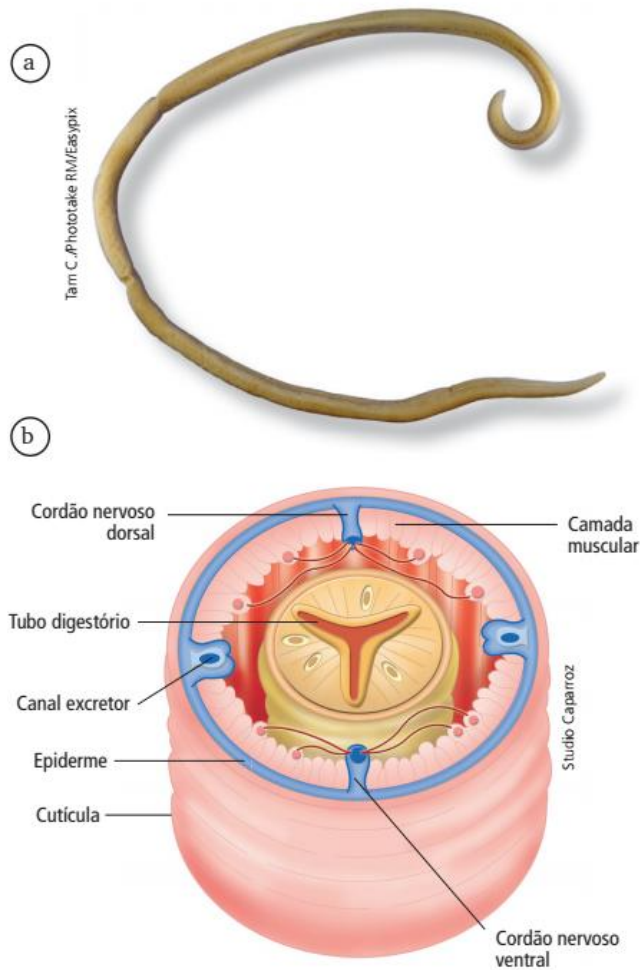


Figura 1. (a) Lombriga (*Ascaris lumbricoides*, 20 cm de comprimento). (b) Representação esquemática do corte transversal de um nematódeo. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

A cutícula dos nematódeos parasitas os protege da ação de secreções digestivas do hospedeiro.

Os nematódeos (filo **Nematoda**) — também chamados nematoides ou nematelmintos — são animais de corpo cilíndrico. O grupo inclui vários parasitas, como as lombrigas (**figura 1a**) e os nematódeos causadores da ancilostomíase e da elefantíase, além de parasitas de raízes de vegetais. Existem nematódeos de vida livre, que se desenvolvem na água (doce ou salgada) ou no solo úmido.

O corpo cilíndrico dos nematódeos não apresenta a segmentação externa percebida, por exemplo, nas minhocas. O formato cilíndrico determina maior distância entre a superfície e as células mais internas. Quando uma lombriga é seccionada transversalmente, nota-se a parede corporal e, mais internamente, o tubo digestório (**figura 1b**).

O revestimento externo é constituído pela **epiderme**, formada por uma única camada de células e recoberta por uma cutícula espessa e pouco distensível. Sob a epiderme encontra-se uma camada muscular, cujas células se dispõem longitudinalmente. Quando a musculatura se contrai, o animal sofre encurtamento, e seu diâmetro aumenta. No entanto, a cutícula impede uma grande distensão, acarretando aumento da pressão do fluido da cavidade corporal, que sustenta o animal e funciona como um esqueleto hidrostático.

São dotados de **sistema digestório completo**, com boca e ânus, e a digestão é predominantemente extracelular.

Os nematódeos são **animais avasculares**, ou seja, desprovidos de sistema cardiovascular. Nos nematódeos, o amplo pseudoce-loma é preenchido com um fluido, que facilita a distribuição de substâncias, como nutrientes, resíduos e gases.

Não há sistema respiratório, e as trocas gasosas ocorrem por difusão através da superfície corporal.

A excreção de resíduos metabólicos e água ocorre por dois canais longitudinais (os tubos em H), dispostos lateralmente na parede do corpo e unidos anteriormente, onde formam um poro excretor único, posterior à boca.

O sistema nervoso é formado por um anel nervoso ao redor da faringe e por dois cordões longitudinais, um dorsal e outro ventral, ao longo do qual se situam gânglios nervosos.

Os nematódeos geralmente são **dioicos** (sexos separados), e em sua cavidade corporal alojam-se as gônadas: **testículos** ou **ovários**. Seus espermatozoides, que não possuem flagelos, deslocam-se por movimentos ameboides, e a fecundação é interna.

Artrópodes

Aspectos gerais Artrópode: do grego *arthron*, articulação, e *podos*, pés.

Há mais de um milhão de espécies conhecidas de artrópodes (filo **Arthropoda**), em três grupos principais: insetos (subfilo **Uniramia**, classe **Insecta**), aracnídeos (subfilo **Chelicerata**, classe **Arachnida**) e crustáceos (subfilo **Crustacea**). Existem, ainda, grupos menores: os quilópodes (subfilo **Uniramia**, classe **Chilopoda**) e os diplópodes (subfilo **Uniramia**, classe **Diplopoda**), denominados conjuntamente miriápodes.

O corpo dos artrópodes é revestido por um **exoesqueleto** (ou esqueleto externo) de **quitina**, um polissacarídeo nitrogenado, que exhibe duas características:

- **rigidez**, que sustenta e protege o corpo; *Quitina: do grego *chiton*, túnica.*
- **impermeabilidade**, por causa de uma camada externa de cera, principalmente nas espécies terrestres, que permite a sobrevivência de muitos artrópodes em ambientes secos, por restringir a perda de água.

O exoesqueleto limita o crescimento, que só ocorre periodicamente (**figura 2**).

Nas fases de crescimento, o artrópode se desfaz do exoesqueleto velho. A substituição periódica do exoesqueleto é denominada **muda** (ou **ecdise**), durante a qual o novo exoesqueleto fica temporariamente mole e pouco resistente, permitindo o crescimento, mas deixando o animal mais vulnerável ao ataque de predadores.

O corpo dos artrópodes apresenta **segmentação** (ou **metameria**), podendo ocorrer a fusão de segmentos (ou **metâmeros**) e a formação de peças maiores. Ao corpo, ligam-se vários **apêndices** — como pernas e antenas — formados por **segmentos articulados**, que possibilitam movimentos.

A estrutura básica dos artrópodes, que são **triblásticos** e **celomados**, é a de um corpo aproximadamente cilíndrico. A **simetria bilateral** está relacionada com a **cefalização**.

Os artrópodes têm **sistema digestório completo**, com **digestão extracelular**, e **sistema cardiovascular aberto** (ou lacunar). Localizado na região dorsal do corpo, o coração se contrai e impulsiona a **hemolinfa** (sangue) para as artérias, de onde ela flui para a **hemocele** (conjunto das lacunas entre os órgãos), retornando em seguida ao coração. Bombeada novamente, reinicia o percurso. *Hemocele: do grego **haima**, sangue, e **koilos**, cavidade.*

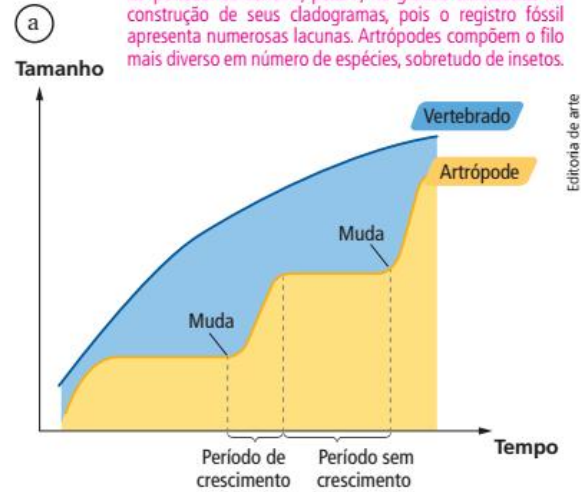
Em artrópodes, a respiração pode ser **branquial**, **traqueal** e **filotraqueal**.

A maioria dos crustáceos ocupa ambientes aquáticos e apresenta brânquias (**figura 3a**), onde ocorrem trocas gasosas entre a água e o sangue, que contém **pigmentos respiratórios** (geralmente a hemocianina). Essas substâncias de natureza proteica ligam-se, nos órgãos respiratórios, ao gás oxigênio, liberando-o nos tecidos.

Insetos, alguns aracnídeos e miriápodes têm **respiração traqueal**: numerosos **espiráculos**, orifícios na superfície corporal, comunicam-se no interior do corpo com as **traqueias** (**figura 3b**), túbulos de calibre microscópico que se ramificam ainda mais, originando as **traquéolas**. O ar chega aos tecidos por meio das traquéolas, e praticamente todas as células estão próximas a pelo menos um desses túbulos.

A respiração traqueal explica por que os insetos podem movimentar-se tão rapidamente, mesmo tendo sistema cardiovascular aberto, com fluxo de sangue lento. A oxigenação dos tecidos é eficiente e não depende do sistema cardiovascular, que não tem pigmento respiratório.

Os achados fósseis mais antigos dos artrópodes datam do período Cambriano; porém, há grande dificuldade na construção de seus cladogramas, pois o registro fóssil apresenta numerosas lacunas. Artrópodes compõem o filo mais diverso em número de espécies, sobretudo de insetos.



Edifícia de arte



Joe McDonald/Visuals Unlimited/Glow Images

Figura 2. (a) O gráfico compara o crescimento de um artrópode com o de um vertebrado, que tem esqueleto interno. (b) A partir do momento em que o inseto deixa o antigo exoesqueleto, inicia-se um período de rápido crescimento (cigarrinha, 4 cm de comprimento).

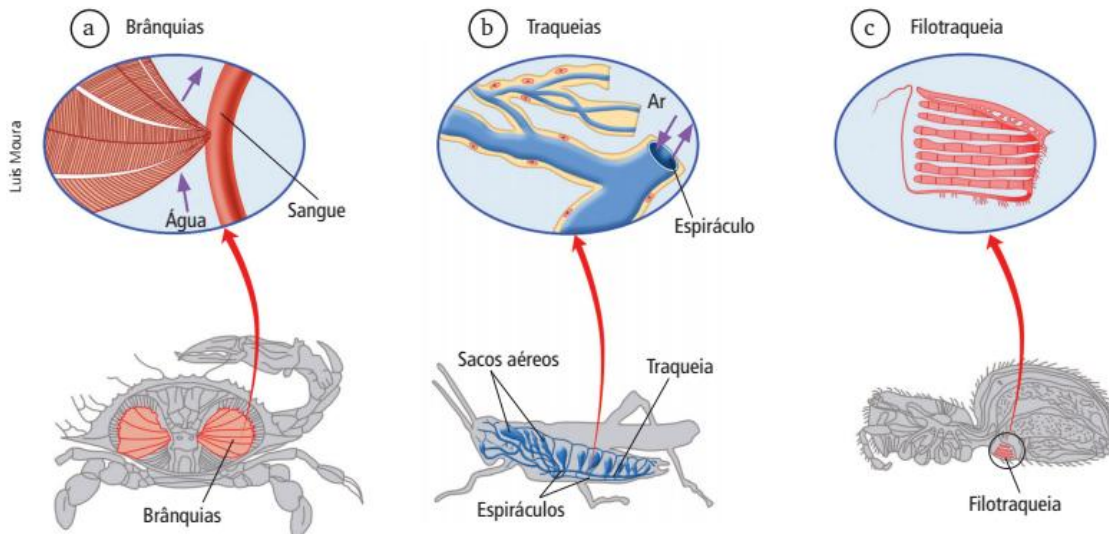


Figura 3. (a) Representação esquemática de brânquias. (b) Detalhe de traqueias, que são invaginações do exoesqueleto mantidas abertas por anéis de quitina. (c) Esquema de filotraqueia. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

A maioria dos aracnídeos tem **respiração traqueal** e **filotraqueal**. As filotraqueias (pulmões foliáceos ou pulmões-livro, **figura 3c**) possuem finas lâminas vascularizadas, onde ocorrem trocas gasosas entre o ar e o sangue, que possui pigmento respiratório, responsável pelo transporte de gases.

Os órgãos de excreção recolhem resíduos do sangue e os eliminam por canais que se abrem na superfície do corpo ou no intestino. O mecanismo de excreção também é característico de cada um dos principais grupos de artrópodes.

A localização de alimento, predadores e parceiros sexuais depende de um sistema nervoso complexo e de estruturas sensoriais desenvolvidas. O sistema nervoso é constituído por **gânglios cerebrais** e **cordões nervosos** longitudinais localizados na região ventral do corpo. As estruturas sensoriais são representadas por pelos sensitivos, olhos, órgãos auditivos e antenas, as quais têm funções olfativa e tátil.

Os artrópodes, geralmente dioicos (sexos separados), possuem o sistema genital constituído de gônadas e canais. A **fecundação interna** é mais frequente. Durante a **cópula** (ou coito), os machos depositam seus gametas dentro das vias genitais femininas. O desenvolvimento pode ser **direto** ou **indireto**. Em alguns insetos e crustáceos, ocorre reprodução por **partenogênese** (desenvolvimento do óvulo sem fecundação).

A fecundação externa acontece geralmente em ambiente aquático. Nos animais em que ela ocorre, as gônadas são proporcionalmente muito grandes e produzem numerosa quantidade de gametas (o que, ao menos em parte, compensa a grande perda).

▶ Crustáceos

São exemplos de crustáceos o camarão (**figura 4a**), a lagosta, o caranguejo (**figura 4b**), o siri, o paguro, a baratinha-da-praia, as cracas e o *krill*. A maioria dos crustáceos vive em ambiente aquático, principalmente marinho. Poucas espécies, como o **tatuzinho-de-jardim** (**figura 4c**), ocupam ambientes terrestres úmidos. **O tatuzinho-de-jardim, que vive sob pedras e folhas, em locais úmidos e sombreados, apresenta respiração branquial.**



Figura 4. (a) Camarão (*Lysmata amboinensis*, 5 cm de comprimento), (b) caranguejo (*Grapsus grapsus*, 7 cm de comprimento) e (c) tatuzinho-de-jardim (*Armadillidium vulgare*, 1 cm de comprimento).

O corpo dos decápodes (**figura 5**) é constituído por **cefalotórax** (cabeça e tórax fundidos) e **abdome**. Na região anterior, há dois olhos pedunculados compostos e dois pares de antenas com função sensorial. A presença de **dois pares de antenas** diferencia os crustáceos dos demais artrópodes. Entre os crustáceos mais conhecidos, encontram-se os **decápodes**, com cinco pares de pernas no cefalotórax.

As pernas abdominais, curtas e semelhantes a remos, permitem nadar. Os últimos apêndices do abdome são os **urópodes**, alargados e próximos a uma projeção chamada **télson**. Urópodes e télson funcionam como lemes, orientando o deslocamento e possibilitando a movimentação para trás.

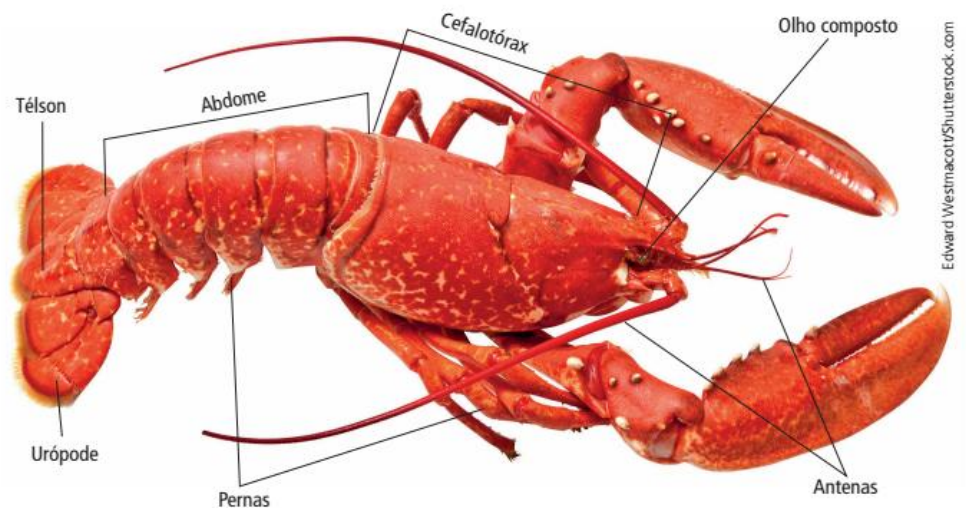


Figura 5. Organização básica do corpo de um crustáceo.

As brânquias situam-se no cefalotórax, protegidas pela carapaça. Os órgãos responsáveis pela excreção — as **glândulas verdes** ou **antenas** — abrem-se na base das antenas, à frente da boca.

A maioria dos crustáceos é dioica, e as aberturas do sistema genital estão na base de certas pernas torácicas, tanto na fêmea como no macho. A fecundação é geralmente interna. O **desenvolvimento indireto**, com larvas nadantes, é o mais frequente.

▶ Aracnídeos

Os aracnídeos, que incluem aranhas, escorpiões, carrapatos e ácaros, apresentam quatro pares de pernas e não possuem antenas. Têm **quelíceras** (que podem segurar e triturar presas ou inocular peçonha) e **pedipalpos** (usados para prender, comprimir ou cortar as presas).

O corpo das aranhas (**figura 6**) apresenta **cefalotórax** e **abdome**. As aranhas têm oito olhos simples, cuja disposição varia de acordo com a espécie. O abdome tem vários orifícios: o ânus, a entrada de ar para o sistema respiratório e o orifício genital. Muitas aranhas têm fiandeiras, situadas à frente do ânus e associadas às glândulas secretoras da seda. A seda é convertida em fio e tecida pelas próprias fiandeiras.

As quelíceras inoculam na vítima (geralmente insetos) a peçonha, que contém enzimas proteolíticas que digerem os tecidos da presa (**digestão extracorporal**). A seguir, a aranha aspira os produtos já parcialmente digeridos.

Os escorpiões têm o corpo dividido em cefalotórax e abdome. A parte posterior do corpo é o **pós-abdome**, em cuja extremidade fica o aguilhão, que inocula a peçonha.

A excreção dos aracnídeos é feita por **túbulos de Malpighi** e, em muitas aranhas, também por **glândulas coxais**.

Em sua maioria, os aracnídeos são dioicos. A fecundação interna é mais frequente, com desenvolvimento direto ou indireto.

Fêmeas de algumas espécies de ácaros põem ovos que se desenvolvem por **partenogênese**.

▶ Insetos

Constituem o grupo animal com maior número de espécies conhecidas, já tendo sido descritas aproximadamente 1 milhão. Acredita-se, entretanto, que o número de espécies possa ser até dez vezes maior.

O corpo dos insetos divide-se em **cabeça**, **tórax** e **abdome** (**figura 7**). Na cabeça, encontra-se a boca, com apêndices adaptados ao tipo de alimento que o animal consome. Há também estruturas sensoriais: um par de olhos compostos, porém não pedunculados, e um par de antenas, de função olfativa e tátil.

Ao tórax, que tem três segmentos e é o centro locomotor, prendem-se três pares de pernas, um por segmento. A maioria dos insetos possui um ou dois pares de asas, estruturas que também se prendem ao tórax e correspondem a uma exclusividade entre os invertebrados. Alguns insetos (como as traças-dos-livros, as pulgas e os piolhos), no entanto, não as possuem.

O abdome apresenta importantes estruturas, como o intestino, o coração, os órgãos excretores, o sistema genital e as aberturas do tubo digestório e das estruturas genitais.

Lateralmente, no tórax e no abdome, estão os **espiráculos** (aberturas do sistema respiratório traqueal).

Os insetos e outros artrópodes terrestres (como os aracnídeos) excretam pelos **túbulos de Malpighi**, com uma extremidade fechada, no celoma, e outra que se abre no intestino. Esses túbulos recolhem substâncias da hemolinfa, as quais são lançadas no intestino; após reabsorção de água e sais, os resíduos (principalmente o ácido úrico) são eliminados com as fezes.

Os insetos são dioicos e têm fecundação interna. Em relação ao desenvolvimento pós-embrionário (ou seja, posterior à eclosão dos ovos), podem ser classificados em:

- **ametábolos**: não passam por **metamorfose** (**figura 8a**), como, por exemplo, a traça-dos-livros;
- **metábolos**: sofrem metamorfose, isto é, passam por profundas mudanças de forma, desde o ovo até o inseto adulto, ocorrendo estágios intermediários. Dividem-se em **hemimetábolos** (**figura 8b**), que têm metamorfose incompleta, e **holometábolos** (**figura 8c**), de metamorfose completa.

Crustáceos constituem elos fundamentais nas cadeias alimentares de ecossistemas aquáticos: os microcrustáceos (como a pulga-d'água) e os copépodes (como o *Cyclops*) são constituintes do zooplâncton. A pulga-d'água realiza a partenogênese (do grego *parthenos*, virgem, e *genesis*, geração), e seus embriões são incubados na região dorsal do corpo. O plâncton (do grego *plankton*, errante) é o conjunto de organismos que vivem na camada mais superficial dos ambientes aquáticos e cuja movimentação é principalmente passiva.



Figura 6. Organização básica do corpo da aranha: notam-se a divisão do corpo em duas porções — (a) abdome e (b) cefalotórax —, (c) as quelíceras, (d) os quatro pares de pernas articuladas e (e) os pedipalpos. Na foto, aranha caranguejeira (*Brachypelma smithi*, 13 cm de comprimento).

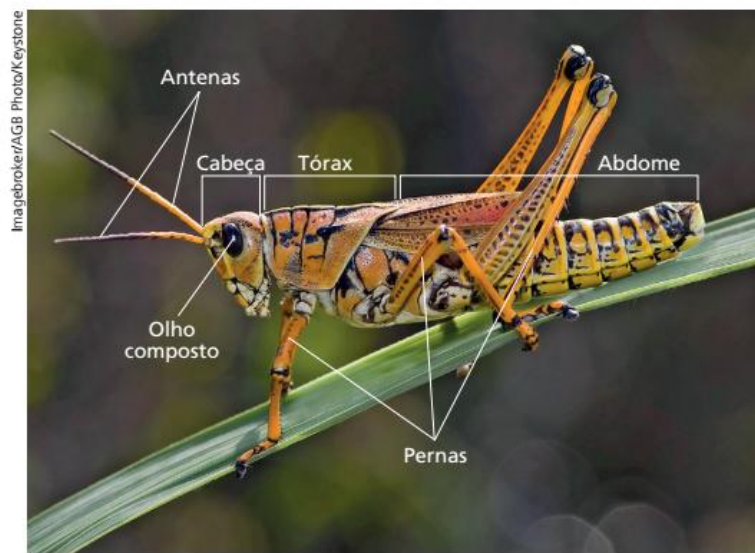


Figura 7. Organização básica do corpo de um inseto. Na foto, gafanhoto (*Brachystola magna*, 5,5 cm de comprimento).

A eclosão do ovo de um inseto hemimetábolo, como as baratas e os gafanhotos, libera um indivíduo semelhante ao adulto, com tamanho menor e asas bastante reduzidas. Esse estágio denomina-se **ninfa**. Entre os insetos de metamorfose incompleta estão, ainda, grilos, cupins, tesourinhas (ou lacrainhas), piolhos e percevejos.

Do ovo de um inseto holometábolo sai uma **larva**, muito diferente do adulto. Os principais representantes com metamorfose

completa são borboletas e mariposas (cujas larvas são conhecidas por lagartas), moscas, pulgas, besouros e joaninhas, formigas, abelhas e vespas. As larvas alimentam-se, crescem e acumulam reservas. Posteriormente, param de se alimentar e formam um casulo, recebendo a denominação de **pupa** (ou **crisálida**). Apesar da aparente inatividade, apresentam taxa metabólica elevada e avançam em sua transformação até a forma adulta.

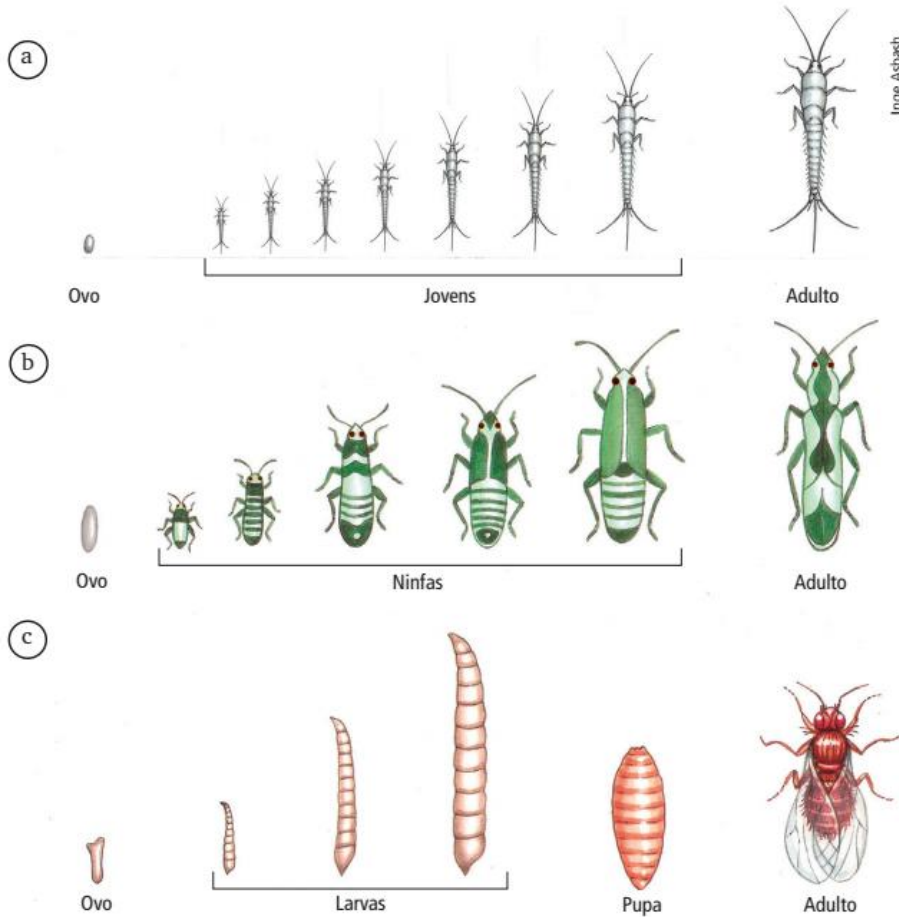


Figura 8. (a) A traça-dos-livros não passa pela metamorfose; do ovo, eclode um pequeno animal semelhante ao adulto. (b) Insetos com metamorfose incompleta passam pelos estágios de ovo, ninfa e adulto. (c) Os que têm metamorfose completa passam pelos estágios de ovo, larva, pupa e adulto. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

A notícia

Instituto Butantan identifica 17 novas espécies de aranha

Descoberta acontece dois anos depois do incêndio que destruiu parte do acervo; exemplares preservados ocorrem na Mata Atlântica

Dois anos depois de perder cerca de 30% de seu acervo de aranhas em um incêndio, o Instituto Butantan volta a ganhar destaque internacional ao anunciar 17 novas espécies. A descoberta, que deu origem ao gênero *Predatoroonops*, é a maior contribuição do País para o *The Goblin Spider*, um dos mais ambiciosos

projetos mundiais já realizados para a sistematização desses artrópodes.

As espécies da família Oonopidae foram identificadas após seis anos de análise de aranhas coletadas na Mata Atlântica. Segundo os pesquisadores, chamam a atenção pela estrutura das quelíceras — espécie de gancho frontal

que serve para captura de alimentos e proteção.

“Possuem várias articulações e são totalmente diferentes das de espécies de outros gêneros”, diz o biólogo Antonio Brescovit, um dos responsáveis pela descoberta.

[...]

DEIRO, B. Instituto Butantan identifica 17 novas espécies de aranha. *O Estado de S. Paulo*, 7 ago. 2012. Disponível em: <<http://saude.estadao.com.br/noticias/geral,instituto-butantan-identifica-17-novas-especies-de-aranha,912786>>. Acesso em: mar. 2016.

Atividades

Escreva no caderno

Depois de ler a notícia, responda:

1. Qual é a missão do projeto *The Goblin Spider*?
2. Que característica morfológica das novas espécies de aranhas é destacada pelo pesquisador entrevistado pela reportagem?
3. Faça uma pesquisa no site do Instituto Butantan, <<http://tub.im/mc3r4f>> (acesso em: abr. 2016), e relate os procedimentos corretos para reconhecer aranhas e escorpiões peçonhentos e evitar acidentes com esses animais.

Equinodermos

Os equinodermos (filo **Echinodermata**), animais exclusivamente marinhos, têm parentesco evolutivo com os vertebrados.

A maioria dos equinodermos tem a boca em contato com o substrato sobre o qual se apoia (**face oral**) e o ânus na face oposta (**face aboral**). Na face oral, seus **pés ambulacrários** permitem movimentação e fixação.

Os equinodermos incluem asteróides, ofiuroídes, crinóides, holoturoídes e equinóides (**tabela 1**).

As estrelas-do-mar (**figura 9a**) têm geralmente cinco braços,

dispostos como raios ao redor de um centro.

O ouriço-do-mar (**figura 9b**) exibe corpo globoso, coberto por espinhos móveis. Junto à boca, uma armação de cinco dentes sustentada por ossículos e músculos, chamada **lanterna de aris-tóteles**, é utilizada na trituração dos alimentos. O ouriço-do-mar dispõe também de várias estruturas de proteção, como o esqueleto, os espinhos (alguns venenosos) e as pedicelárias, as quais agem como pinças, retirando da superfície corporal parasitas e corpos estranhos e agindo na captura de presas.

Tabela 1. Equinodermos

Subfilo	Classe	Exemplos
Crinozoa	Crinoidea	Lírios-do-mar
Asterozoa	Asteroidea	Estrelas-do-mar
	Ophiuroidea	Serpentes-do-mar
Echinozoa	Echinoidea	Ouriços-do-mar, bolachas-da-praia
	Holothuroidea	Pepinos-do-mar



Figura 9. (a) Estrela-do-mar (*Echinaster brasiliensis*, 7 cm de diâmetro) e (b) ouriço-do-mar (*Echinometra* sp., 10 cm de diâmetro).

As larvas dos equinodermos têm simetria bilateral, enquanto, de forma geral, os adultos exibem **simetria pentarradial** (cinco partes semelhantes distribuem-se ao redor de um eixo central), que, por isso, é denominada secundária. Animais com simetria radial, como os cnidários e os equinodermos, não apresentam cefalização e têm sistema nervoso rudimentar.

Uma característica dos equinodermos é a presença de um **endoesqueleto calcário** sob a epiderme (**figura 10**).

Os equinodermos possuem **sistema digestório completo**, com digestão extracelular. O sistema cardiovascular é reduzido ou ausente. A respiração é branquial e, em algumas espécies, não existe sistema respiratório.

Não há sistema urinário. O fluido celomático é o principal meio de transporte interno. As trocas gasosas entre o fluido celomático e o ambiente e a eliminação de resíduos (por exemplo, a amônia) ocorrem através de estruturas da superfície do corpo, como os **pés ambulacrários**.

O sistema nervoso é formado por um anel nervoso em torno da boca e por nervos radiais. O sistema sensorial é pouco desenvolvido, com receptores para luz, tato e substâncias químicas.

Quase todos os equinodermos são dioicos, com **fecundação externa** e **desenvolvimento indireto**. Podem reproduzir-se assexuadamente, e algumas espécies têm grande poder de regeneração.



Figura 10. Endoesqueleto de ouriço-do-mar.

Ambulacrário: do latim *ambulare*, caminhar, perambular.

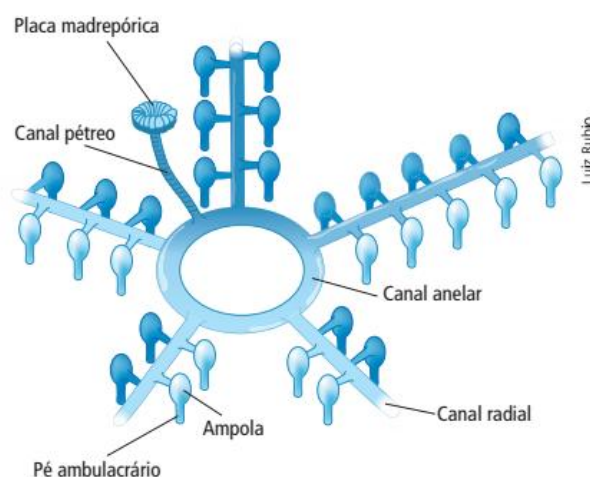
► Sistema ambulacrário

Exclusivo desse grupo, trata-se de um **sistema hidrovacular** (também denominado **sistema vascular aquífero**), por onde circula água (**figura 11**). Na placa madreporica, abre-se o **canal pétreo**, ligado ao **canal anelar**, de onde saem cinco canais radiais, dos quais emergem os pés ambulacrários.

Na base de cada pé, há uma **ampola**, pequena bolsa que armazena água. Quando a ampola se contrai, a água é pressionada para a extremidade do pé, que fica enrijecido e comporta-se como uma ventosa. Com isso, o animal pode aderir-se a um substrato. Quando a água retorna à ampola, a extremidade do pé torna-se flácida, e o animal desprende-se.

O sistema ambulacrário participa da locomoção, das trocas gasosas, da alimentação, da excreção (principalmente de amônia) e da recepção de estímulos.

Figura 11. Representação esquemática do sistema ambulacrário isolado. A água do mar flui da placa madreporica até os pés ambulacrários, passando por diversos canais. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)



Atividade prática

Observação e registro de invertebrados em diferentes ambientes

Objetivo

- Promover, aos alunos participantes, o contato com os componentes de diferentes ecossistemas, abordando aspectos taxonômicos, morfológicos, fisiológicos, ecológicos e comportamentais dos organismos invertebrados macroscópicos, e dessa forma estimular a criatividade e o espírito crítico, complementando a formação dos alunos, principalmente no contato direto com a natureza.

Materiais

- aparelho celular com câmera digital
- bloco de anotações
- lápis
- pinça

Procedimentos

1. Organizem-se em pequenos grupos. Com a ajuda do professor, estabeleçam diferentes locais que deverão ser visitados para a coleta e a observação dos dados, assim como uma data para a exposição oral de seus relatórios.

2. Cada grupo deverá visitar o local estabelecido e fazer observações dos animais invertebrados que ali se encontram. Cada animal visualizado deverá ser fotografado e as características do ambiente (luminosidade, umidade, tipo de substrato etc.), assim como o horário de observação, deverão ser anotados. A pinça deverá ser utilizada para revirar folhas e gravetos e manusear com cuidado os animais para que sejam catalogados.
3. Na ausência de equipamento para fotografar, façam esboços/desenhos dos animais observados.

Resultados e discussão

Escreva no caderno

- a) De acordo com a observação das diferenças na morfologia externa dos exemplares, identifiquem o número de espécies registradas.
- b) Agrupem as espécies observadas em grandes grupos taxonômicos e apresentem os dados em uma tabela.
- c) Quais os grupos de invertebrados mais numerosos?
- d) A ocorrência de alguns invertebrados pode ser associada a algum fator abiótico? Ou biótico? Qual(is)?
- e) Na data estabelecida façam uma exposição oral dos dados coletados e apresentem suas conclusões.

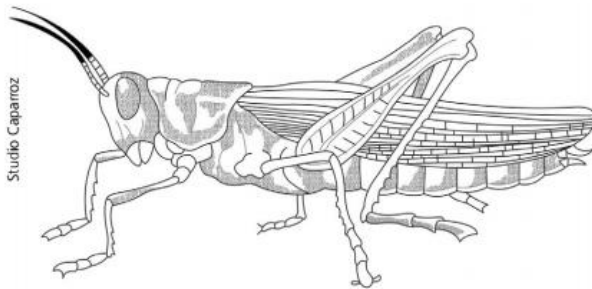
- Em relação a cnidários e nematódeos, compare-os:
 - quanto ao sistema digestivo;
 - quanto ao sistema nervoso.
- Sobre os animais encontrados em uma floresta ombrófila densa (ou floresta pluvial tropical), a maior diversidade de espécies pertence ao filo dos artrópodes.

Fabio Colombini



Florestas ombrófilas densas, como a Floresta Amazônica, respondem pela maior biodiversidade do planeta (Manaus, AM, 2014).

- Desse filo, qual é a classe mais abundante nas florestas ombrófilas densas? Relacione aspectos morfológicos e funcionais dessa classe à adaptação a esse ambiente.
 - Do mesmo filo, qual é o grupo mais abundante nos ecossistemas oceânicos? Relacione aspectos morfológicos e funcionais desse grupo à adaptação a esse ambiente.
- (UFU-MG) A que reino, filo e classe pertence o ser vivo representado?



Studio Caparroz

Cite duas características de sua classe e dois outros seres vivos que também pertencem a essa categoria.

- Aranha, libélula e lagosta são invertebrados de um mesmo filo, mas pertencem a grupos taxonômicos distintos.
 - Cite duas características compartilhadas por todos e que permitem agrupá-los no mesmo filo.
 - Cite duas características exclusivas de cada um que os separam em grupos taxonômicos distintos.

- Como chegavas do casulo — inacabada seda viva — tuas antenas — fios soltos da trama de que eras tecida, e teus olhos, dois órgãos da noite de onde o teu mistério surgia.

MEIRELES, C. Retrato natural. In: ____. *Obra poética*. Rio de Janeiro: Aguilar, 1967.



Pedro Neves

Borboleta *Heliconius erato* (7 cm de envergadura).

- Os versos de Cecília Meireles tratam de um evento bastante comum entre os insetos. Associe esse evento à competição que pode ocorrer entre os membros de uma mesma espécie.
 - Os insetos apresentam três tipos de desenvolvimento pós-embriônico. Caracterize os três tipos e cite, para cada um desses tipos, um exemplo de um animal.
- (UFRJ) Os insetos possuem sistema circulatório aberto e em sua hemolinfa não existem pigmentos como a hemoglobina ou a hemocianina — pigmentos responsáveis pelo transporte de oxigênio em outros animais. A maioria dos insetos é capaz de voar por períodos longos, o que implica necessariamente grande esforço muscular associado a um consumo elevado de oxigênio. Explique como é possível para os insetos, na ausência de pigmentos transportadores, obterem o oxigênio necessário ao voo.
 - Sobre os equinodermos, responda:
 - Por que eles são considerados animais deuterostômios? Que outro filo apresenta a mesma particularidade?
 - Nos equinodermos, várias funções estão associadas ao sistema hidrovacular. Como funciona esse sistema? Qual é a função que determina a denominação de sistema ambulacrário?



Hal Biral/Visuals Unlimited/Corbis/Alamy/stock

Lírio-do-mar *Oxycomanthus bennetti* (25 cm de comprimento).



ikonolast fotografie/Shutterstock.com

Abelha-rainha (ao centro, indicada pela seta) cercada por operárias.

A vida das abelhas

A organização de uma colmeia é notável: são cerca de 60 mil indivíduos, entre os quais uma única rainha, dezenas de zangões e milhares de operárias.

A rainha é a fêmea encarregada da reprodução; ela vive de três a seis anos. Além da postura dos ovos, a rainha secreta, em suas glândulas mandibulares, uma substância denominada feromônio, que é distribuída a todas as demais abelhas da colmeia. Tal substância informa a presença e a atividade da rainha na colmeia e colabora para inibir o desenvolvimento reprodutivo das operárias. Assim, cada colmeia tem somente uma rainha — se duas rainhas se desenvolvem ao mesmo tempo, travam um combate mortal. Diferentemente das operárias, a rainha se desenvolve em um compartimento diverso dos demais, que formam os favos, denominado realeira. Ali, a larva que se tornará rainha é alimentada pelas operárias com geleia real, que contém proteínas, vitaminas e hormônios sexuais em elevadas concentrações. Esse será o único alimento da rainha durante toda a sua vida.

O desenvolvimento da rainha demora cerca de 15 dias. Cinco dias após o nascimento, ela já efetua voos de reconhecimento em torno da colmeia e, a partir do nono dia, está preparada para realizar o voo nupcial, quando será fecundada pelos zangões, cujos espermatozoides ficarão armazenados na espermateca da rainha. Esta só deixará a colmeia novamente em caso de enxameação, quando alguns dos componentes de uma colmeia partem para

fundar uma nova. Em condições adequadas de clima e alimentação, a rainha coloca cerca de 3 mil ovos por dia, um em cada alvéolo dos favos. Os gametas femininos são produzidos em seus dois ovários e podem ou não ser fecundados pelos espermatozoides armazenados na espermateca. Gametas femininos fecundados originarão novas operárias diploides, enquanto os não fecundados gerarão zangões haploides, fenômeno conhecido por partenogênese. Há dois tipos de alvéolos nos favos de uma colmeia: os menores destinam-se à criação de larvas de fêmeas; nos maiores serão criadas as larvas que se tornarão zangões. Quando a postura acontece em um alvéolo menor, ocorre compressão da espermateca, no momento em que a rainha introduz seu abdome no alvéolo, liberando espermatozoide, o que levará à postura de gameta feminino fecundado; se o alvéolo for maior que o normal, o abdome da rainha não é comprimido e não há liberação de espermatozoide, ocorrendo a postura de um gameta feminino não fecundado, do qual se origina o macho.

Os zangões não possuem ferrão e dedicam-se exclusivamente à reprodução. Nascerem 24 dias após a postura do ovo, atingem a maturidade sexual aos 12 dias de vida e podem viver até 90 dias, recebendo alimento das operárias. Em um voo nupcial, realizado em grande velocidade e altitude, de 8 a 10 zangões — os mais fortes e vigorosos — alcançam a rainha e a inseminam. Pagam um alto preço: seu órgão genital é rompido após a cópula, o que determina sua morte.

As operárias realizam os trabalhos gerais da colmeia: higiene, coleta de pólen e néctar, alimentação de larvas e adultos, produção da cera de que são feitos os favos, defesa, elaboração de própolis a partir de resinas vegetais (usado para desinfecção do interior da colmeia, vedação de frestas e fixação de peças). Nascem 21 dias após a postura do ovo e vivem, em média, 60 dias. As operárias misturam mel, pólen e água em seu estômago e regurgitam esse alimento nos alvéolos que contêm larvas. A geleia real, o alimento da rainha, é uma secreção das glândulas

hipofaríngeas da operária. Logo após o nascimento, as operárias atuam como faxineiras, limpando toda a colmeia; a partir do 4º dia de vida, assumem o papel de nutrizes, produzindo o alimento das larvas e da rainha. A partir do 9º dia, tornam-se engenheiras, produzindo, em glândulas especiais, a cera com que constroem partes da colmeia. Nessa fase, tornam-se capazes também de produzir mel, que resulta da transformação do néctar das flores. A partir do 21º dia, as operárias passam a voar e realizam trabalhos de coleta, fase em que são conhecidas como campeiras.

Depois da leitura do texto, faça o que se pede:

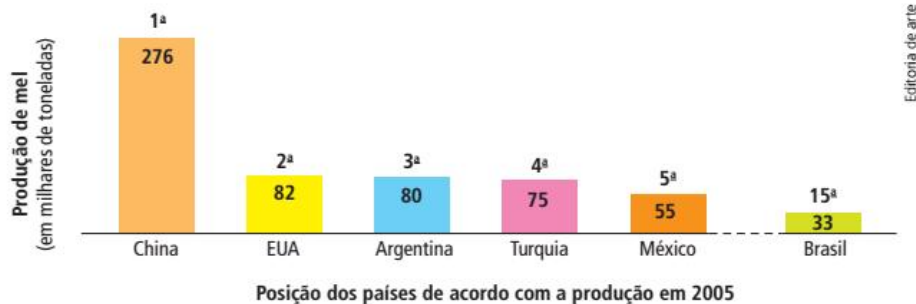
Escreva no caderno

- (UFVJM-MG) Pesquisas recentes mostram que o aquecimento do planeta tem provocado a extinção ou a migração de várias espécies animais para as regiões mais frias, principalmente borboletas, abelhas e beija-flores. Como cerca de 90% da produção mundial de cereais depende das espécies polinizadoras, explique as consequências futuras desse comportamento migratório.
- (Unicamp-SP) Leia com atenção o que Calvin está dizendo às formigas:



- Do ponto de vista biológico, justifique a afirmação de Calvin: “se elas estiverem me entendendo, nunca mais teremos problemas com formigas”.
- Cite outros grupos de insetos com modo de vida semelhante ao das formigas.

- (Enem/MEC)



Fonte: Globo Rural, jun/2007.

É título adequado para a matéria jornalística em que o gráfico acima seja apresentado:

- Apicultura: Brasil ocupa a 33ª posição no ranking mundial de produção de mel — as abelhas estão desaparecendo no país.
- O milagre do mel: a apicultura se expande e coloca o país entre os seis primeiros no ranking mundial de produção.
- Pescadores do mel: Brasil explora regiões de mangue para produção do mel e ultrapassa a Argentina no ranking mundial.
- Sabor bem brasileiro: Brasil inunda o mercado mundial com a produção de 15 mil toneladas de mel em 2005.
- e)** Sabor de mel: China é o gigante na produção de mel no mundo e o Brasil está em 15ª lugar no ranking.

Vida e diversidade animal

Cordados



Nosso despertar como humanos

Ninguém jamais será capaz de explicar as ações de quem quer que seja por meio de referências a certa natureza humana. Em outras palavras, não há determinismo: o homem é livre; o homem é a liberdade. O homem está condenado a ser livre; condenado porque não criou a si mesmo. Uma vez lançado no mundo, ele é responsável pelo que faz.

Jean-Paul Sartre (1905-1980), filósofo e escritor francês.¹

Somos máquinas de sobrevivência — veículos robóticos programados cegamente para preservar as moléculas egoístas conhecidas como genes.

Richard Dawkins (1941-), zoólogo britânico.²

Você já deve ter ouvido falar desses dois autores. Qual deles tem razão? Afinal, somos livres ou não passamos de escravos dos genes?

¹ SARTRE, J.-P. *L'Existentialisme est un humanisme*. Paris: Gallimard, 1996. (Tradução nossa.)

² DAWKINS, R. *O gene egoísta*. Belo Horizonte: Itatiaia, 2001.

Essa pergunta expõe os dois extremos de uma questão que mais parece um cabo de guerra ideológico: na “ponta esquerda”, o paleontólogo norte-americano Stephen Jay Gould (1941-2002), o biólogo Richard C. Lewontin (1929-) e outros do grupo autointitulado darwinistas pluralistas; na “ponta direita”, os darwinistas fundamentalistas, como os biólogos britânicos Edward O. Wilson (1929-), Richard Dawkins e seus seguidores, considerados “mais darwinistas do que Darwin”.

O estopim da polêmica foi aceso quando Edward Wilson escreveu que a espécie humana tem seus comportamentos regidos pelos mesmos mecanismos genéticos e evolutivos e pelas mesmas pressões de seleção natural verificadas nas demais espécies animais, como formigas, abelhas e outros primatas.

A questão é a seguinte: até que ponto nosso patrimônio genético é determinante de nosso modo de ser?

Professor, explore com os alunos a oposição entre as ideias de Sartre (“não há determinismo”) e de Dawkins (“veículos robóticos cegamente programados”). A leitura do texto permite, ainda, questionar a visão determinista da evolução e destacar o papel da cultura no advento da espécie humana. Como fonte complementar de informações, sugerimos que os alunos leiam **Evolução e sexualidade: O que nos fez humanos**, de Cláudia Mercadante (São Paulo: Moderna, 2004).

A fala, os gestos, as expressões faciais, a música, as danças e outras expressões artísticas manifestam uma das mais importantes aptidões humanas: a comunicação. Na fotografia, pintura rupestre mostrando seres humanos e animais, no sítio arqueológico Xique-xique, Sertão do Seridó (Carnaúba dos Dantas, RN, 2014).

Segundo os fundamentalistas, na formação da espécie humana, os mecanismos de adaptação moldaram os traços marcantes de nosso comportamento. Muitos de nossos traços (como o altruísmo, a violência e a honestidade) derivariam de fatores genéticos submetidos à seleção natural. Esse é o paradigma defendido por Richard Dawkins: “Um ser vivo adaptado é o melhor ‘equipamento biológico’ que o DNA coloca ao redor de si para exercer seu papel replicante”³.

Já os pluralistas, como Gould, afirmam que os traços de nossa personalidade são frutos da atuação do ambiente social, familiar e cultural no qual cada um de nós está imerso. Lembram que os seres humanos não sofreram alterações genéticas significativas desde o seu alvorecer como espécie, há cerca de 100 mil anos, embora o ambiente cultural tenha se alterado profundamente, desde a Idade da Pedra até a era da tecnologia da informação. Do ser humano caçador-coletor ao ser humano urbano e informatizado, passamos por profundas modificações em nossa estrutura social, decorrentes das modificações no ambiente cultural, sem que o patrimônio genético

tenha se alterado. Portanto, os fatores ambientais teriam sido determinantes na modelagem da nossa arquitetura psíquica.

Em defesa da visão pluralista, encontram-se argumentos mesmo entre os evolucionistas mais convictos, como o biólogo russo naturalizado norte-americano Theodosius Dobzhansky (1900-1975), que afirmava que na evolução humana houve um momento em que os genes cederam a supremacia para um agente novo, não biológico e supraorgânico: a cultura.

Como pano de fundo dessa discussão, o maniqueísmo posiciona os contendores em campos ideológicos opostos e familiares ao grande público: o pensamento “de esquerda” alinhando-se com Gould; o “de direita”, com Wilson. A direita acusa Gould de ter abandonado os pressupostos da biologia e de se converter em arauto da ideologia marxista. A esquerda, por sua vez, vê nos textos de Wilson as bases do que mais combate na velha direita: a xenofobia, o sexismo e o racismo.

A verdade não deve estar nos extremos: Wilson está longe de ser um racista ou um genocida em potencial, assim como Gould em nenhum momento abandonou o darwinismo.

³ DAWKINS, R. *O gene egoísta*. Belo Horizonte: Itatiaia, 2001.

Cordados: aspectos gerais

Os cordados (filo **Chordata**) dividem-se em cordados não vertebrados (cefalocordados e tunicados ou urocordados) e vertebrados (ágnatos, peixes cartilaginosos e ósseos, anfíbios, répteis, aves e mamíferos). Em pelo menos uma fase da vida, eles apresentam fendas na faringe, endóstilo, notocorda, tubo nervoso dorsal e cauda pós-anal (**figura 1**).

Fendas faríngeas e endóstilo

Embrões de cordados apresentam fendas laterais na faringe, em torno das quais se desenvolvem os arcos branquiais, estruturas esqueléticas que sustentam as brânquias. No assoalho da faringe, encontra-se o endóstilo, órgão secretor do muco que retém partículas alimentares. Presente em cordados não vertebrados e em larvas de ágnatos, em todos os outros cordados o endóstilo origina a glândula tireoide.

Em répteis, aves e mamíferos, fendas faríngeas só aparecem no início do desenvolvimento embrionário, e não há brânquias em nenhuma etapa da vida.

Notocorda

No dorso dos embriões dos cordados, entre o tubo nervoso e o tubo digestório, forma-se um bastonete longitudinal flexível denominado notocorda, que atua como a primeira estrutura de sustentação do corpo. É constituído de células túrgidas envoltas por uma cápsula fibrosa.

A notocorda dos cefalocordados persiste por toda a vida; na maioria dos tunicados é encontrada apenas nas larvas; entre os vertebrados adultos, ocorre somente nos ágnatos (lampreias e peixes-bruxa), enquanto nos demais grupos é substituída pela coluna vertebral.

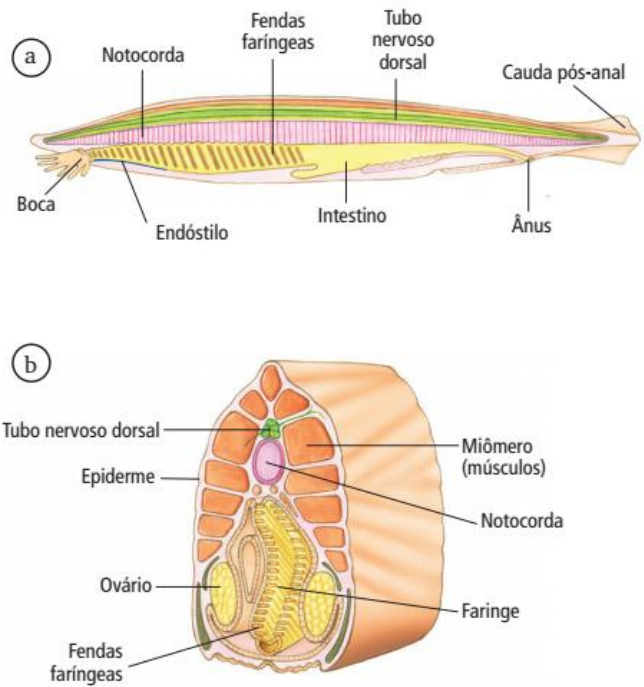


Figura 1. Representação esquemática da organização básica do corpo dos cordados: (a) corte longitudinal; (b) corte transversal. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Cordados sésseis primitivos teriam larvas nadantes semelhantes às larvas de alguns grupos de equinodermos, as quais passaram a atingir maturidade sexual no estágio de larva (fenômeno chamado neotenia). Assim, as larvas nadantes passaram a gerar descendentes semelhantes a elas. Posteriormente, essas formas nadantes teriam originado os cefalocordados atuais e os primeiros ágnatos, a partir dos quais se desenvolveram peixes; e deles, posteriormente, os vertebrados terrestres. Não há registro fóssil conhecido desse ancestral dos cordados, a forma nadante sexualmente madura, mas se acredita que seria semelhante aos atuais cefalocordados.

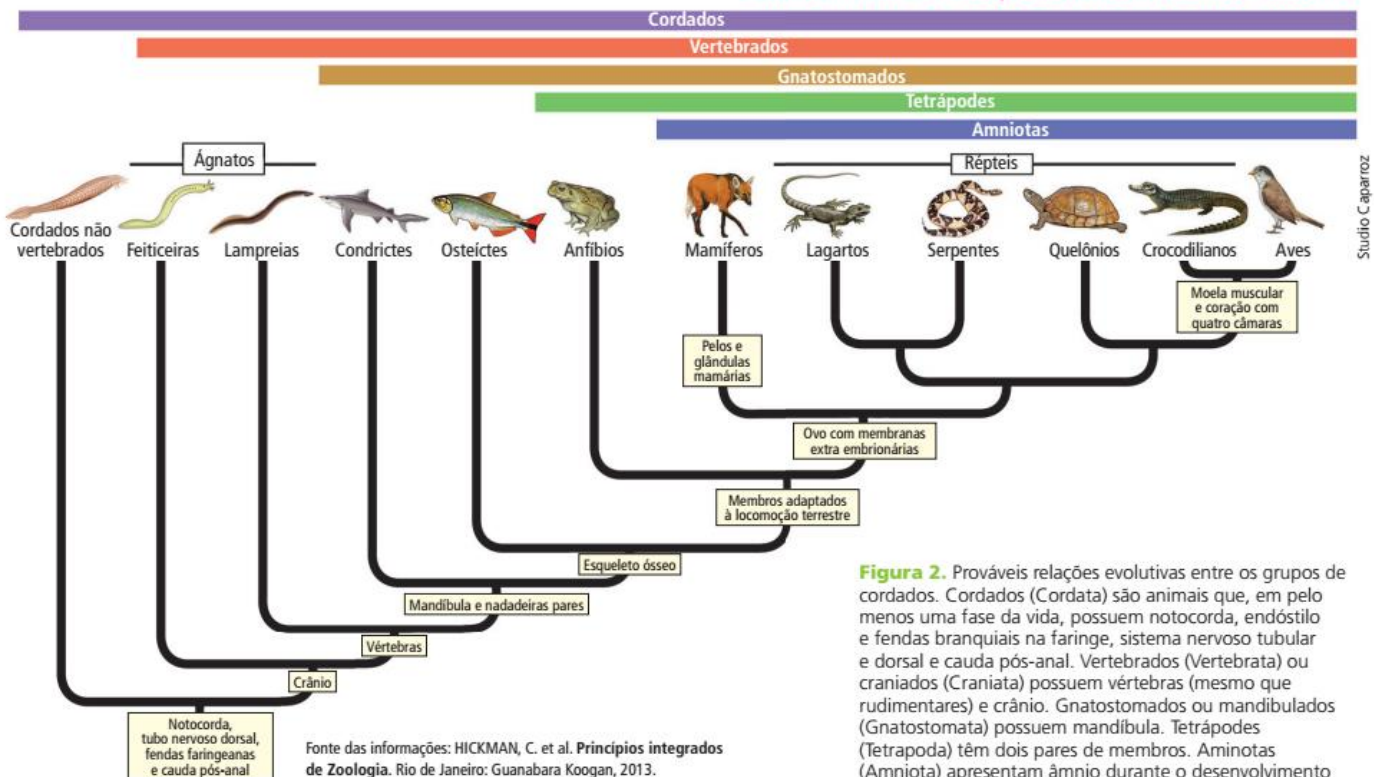


Figura 2. Prováveis relações evolutivas entre os grupos de cordados. Cordados (Chordata) são animais que, em pelo menos uma fase da vida, possuem notocorda, endóstilo e fendas branquiais na faringe, sistema nervoso tubular e dorsal e cauda pós-anal. Vertebrados (Vertebrata) ou craniados (Craniata) possuem vértebras (mesmo que rudimentares) e crânio. Gnatostomados ou mandibulados (Gnatostomata) possuem mandíbula. Tetrápodes (Tetrapoda) têm dois pares de membros. Amniotas (Amniota) apresentam âmnio durante o desenvolvimento embrionário. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Saliante que, apesar de a estrutura corporal externa das ascídias ser semelhante à dos poríferos, existe uma série de características (a começar pela presença de tecidos verdadeiros) que colocam poríferos e ascídias em grupos bem distintos.

▶ Tubo nervoso dorsal

Nos embriões dos cordados, um tubo nervoso dorsal e único forma-se acima da notocorda. Nos vertebrados, a extremidade anterior desse tubo desenvolve-se e diferencia-se no encéfalo, enquanto a outra parte dá origem à medula espinal. Encéfalo e medula espinal constituem a parte central do sistema nervoso.

Apenas os cordados possuem tubo nervoso dorsal. Na maioria dos invertebrados, os cordões nervosos são maciços, estendendo-se pela região ventral do corpo.

▶ Entre os cordados não vertebrados adultos, o tubo nervoso permanece nos cefalocordados (sem formação de encéfalo), mas degenera nos tunicados, convertendo-se em um gânglio nervoso.

Cordados não vertebrados

Algumas espécies de tunicados reproduzem-se assexuadamente, por brotamento.

São todos marinhos e distribuem-se em dois subfilos: tunicados ou urocordados (subfilo **Tunicata** ou **Urochordata**), como as ascídias, e cefalocordados (subfilo **Cephalochordata**), que são os anfioxos.

As ascídias (**figura 3a**) são animais filtradores; sua forma adulta é sésil e a larva é nadante. O corpo (**figura 3b**) é revestido por tunicina, polissacarídeo semelhante à celulose; possui um sifão inalante, por onde entra água, trazendo oxigênio e microrganismos usados em sua alimentação, e um sifão exalante, pelo qual a água sai, carregando gás carbônico, outros resíduos e gametas. O sistema digestório é completo, e a digestão é extracelular.

A respiração da ascídia é branquial e não existem órgãos excretores, e os resíduos (amônia, principalmente) são eliminados por difusão.

No átrio, espaço entre a faringe e a parede do corpo, abrem-se o ânus e a extremidade final do sistema genital. As ascídias são hermafroditas, e a fecundação é cruzada, ocorrendo externamente ao corpo ou no átrio. O desenvolvimento é indireto, e a larva exibe as três características típicas dos cordados: fendas faríngeas, notocorda (restrita à região da cauda) e tubo nervoso dorsal.

Os cefalocordados têm poucos centímetros de comprimento, corpo achatado lateralmente e extremidades anterior e posterior afiladas (**figura 4**).

O sistema digestório do anfioxo é completo, com digestão extracelular. A boca é circundada por filamentos, que filtram areia e outras partículas; o ânus abre-se na parte posterior do corpo. É um animal filtrador: a água, com partículas alimentares, entra pela boca, atravessa as fendas da faringe e passa para o átrio, para onde fluem resíduos e gametas, também eliminados por um orifício chamado atriópore.

O sistema circulatório é fechado; as trocas gasosas ocorrem, predominantemente, através da epiderme. A excreção se dá principalmente por difusão. O sistema nervoso consiste em um tubo nervoso dorsal, localizado sobre a notocorda.

Os sexos são separados, com fecundação externa. O desenvolvimento é direto.

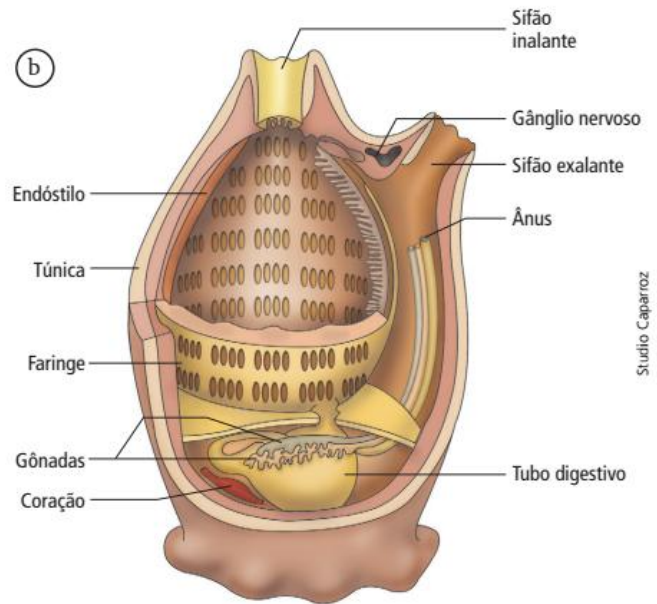


Figura 3. (a) Ascídias, tunicados sésseis (na foto, *Rhopalaea* sp., 1,5 cm de comprimento). (b) Representação da estrutura da ascídia adulta: a túnica reveste o animal; o sistema digestório apresenta uma grande faringe, com fendas; não há notocorda, e o sistema nervoso é reduzido a um gânglio. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

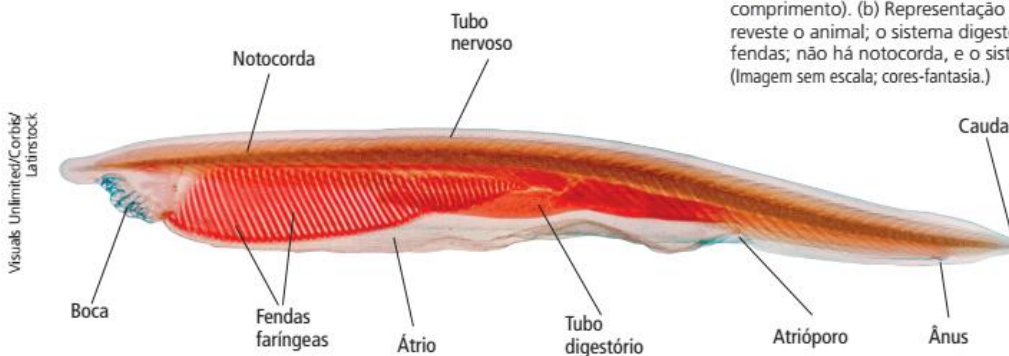


Figura 4. O anfioxo adulto mantém a notocorda, o tubo nervoso dorsal e as fendas faríngeas. (Imagem de microscopia óptica, aumento aproximado de 10 vezes; colorida artificialmente.)

Visuals Unlimited/Corbis/LatinStock

Reinhard Dirscherl/Getty Images

Studio Caparoz

Ágnatos



ARCO/Reinhard, H/Keystone

Figura 5. Vista ventral da boca de uma lampreia (*Lampetra planeri*, 20 cm de comprimento).

Os ágnatos (ou ciclóstomos) incluem as lampreias (**figura 5**) e os peixes-bruxa. As lampreias parasitam peixes e outros vertebrados. Alguns sistemas de classificação consideram os ágnatos como peixes; outros os incluem em um grupo à parte.

O corpo cilíndrico tem nadadeiras ímpares em sua posição mediana. As fendas branquiais não são cobertas por opérculo, a placa móvel que recobre e protege as brânquias dos peixes ósseos. Não possuem mandíbula (o que explica o nome do grupo), o sistema cardiovascular é fechado, e a respiração é branquial.

A notocorda dos ágnatos perdura por toda a vida, junto a vértebras rudimentares. Um crânio cartilaginoso envolve o encéfalo.

Na reprodução dos ágnatos, a fecundação é externa. Eles são dioicos (sexos separados) e têm desenvolvimento indireto.

Peixes

Os peixes podem ter esqueleto cartilaginoso ou ósseo. Os **condrites**, ou peixes cartilagosos (classe **Chondrichthyes**, **figura 6a**), são os tubarões, as raias e as quimeras; os **osteíctes**, ou peixes ósseos (classe **Osteichthyes**, **figura 6b**), incluem, por exemplo, garoupas, sardinhas, linguados, atuns e bacalhaus, carpas, acarás, bagres e dourados.

▶ O aparecimento da mandíbula representou uma importante adaptação evolutiva, dando aos animais a possibilidade de capturar e manipular objetos, particularmente alimentos. A capacidade de predação foi incrementada, por tornar possível não apenas aderir ao corpo de outro animal, mas prender, cortar e triturar os tecidos da presa.

A epiderme dos peixes é pluriestratificada e tem glândulas mucosas, cuja secreção mantém a superfície lisa e facilita o deslocamento na água. Os anexos superficiais mais evidentes são as escamas.

Os peixes apresentam sistema digestório completo, com digestão extracelular. Possuem mandíbula e, em geral, dentes. Pelo esôfago, os alimentos alcançam o estômago e passam para o intestino, que termina em ânus (nos peixes ósseos) ou cloaca (nos cartilagosos).

▶ A cloaca é uma câmara na qual se abrem os sistemas digestório, urinário e genital.

O intestino dos peixes cartilagosos tem uma prega helicoidal interna chamada válvula espiral (**figura 7**), que aumenta a superfície de absorção dos nutrientes.



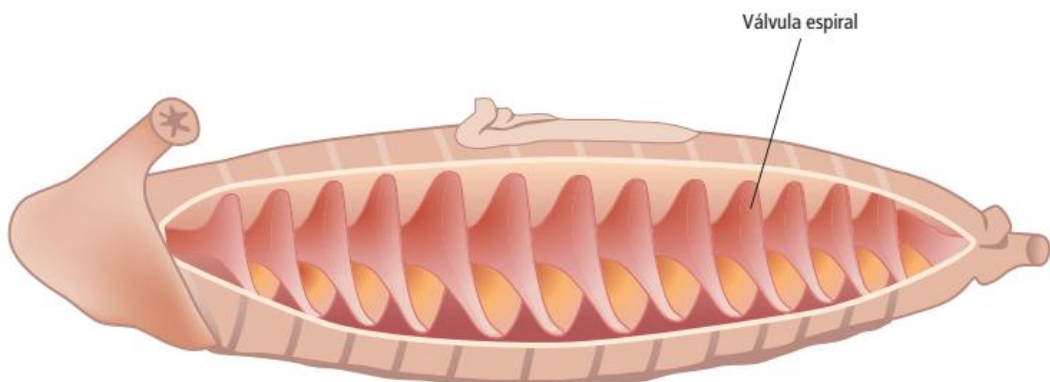
Masa Ushioda/Getty Images



Reinhard Discher/look-photos/latinstock

Figura 6. (a) Condrite (raia-pintada, *Aetobatus narinari*, 1,80 m de comprimento). (b) Osteíte (garoupa, *Epinephelus marginatus*, 1 m de comprimento).

Figura 7. Representação esquemática do intestino de um tubarão em corte longitudinal, mostrando a válvula espiral, cuja função é análoga à função do tiflosole das minhocas. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)



Válvula espiral

Luís Rubio

O sistema cardiovascular é fechado, e o coração tem duas cavidades: um átrio e um ventrículo (**figuras 8 e 9**). O sangue, bombeado pelo coração, atravessa as brânquias, onde, trocando gases com a água do ambiente, recolhe gás oxigênio e elimina gás carbônico (respiração branquial). Das brânquias, segue para os tecidos.

Em nenhum ponto do sistema ocorre mistura de sangue oxigenado com sangue não oxigenado, caracterizando uma circulação completa.

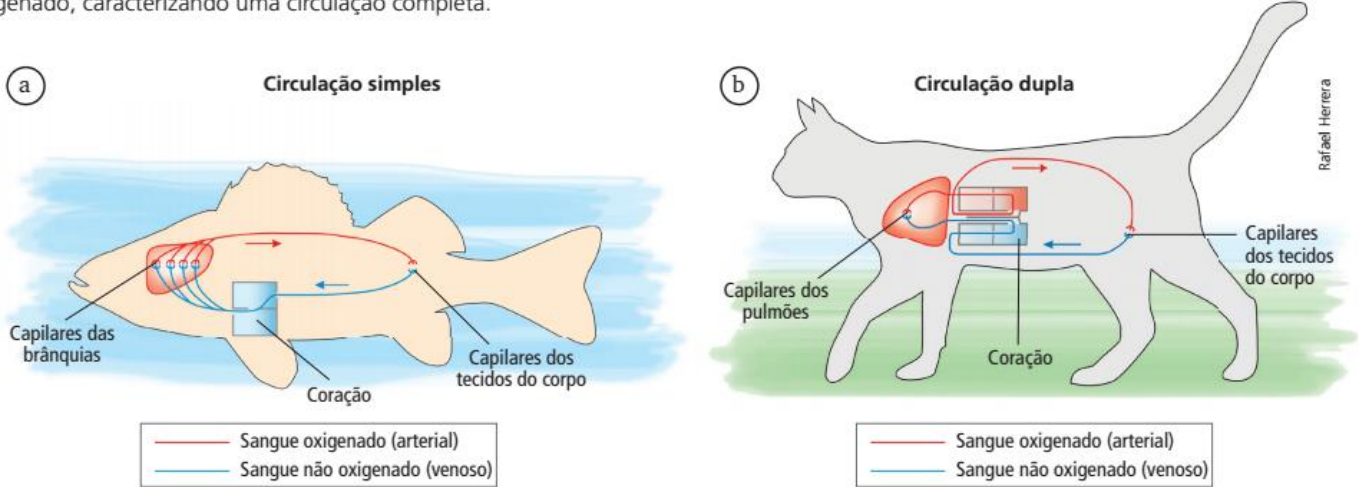


Figura 8. (a) Como a circulação dos peixes possui apenas um circuito, é classificada como circulação simples, e os dois territórios capilares (capilares branquiais e capilares sistêmicos) são percorridos com apenas uma contração ventricular. (b) Vertebrados tetrápodes (anfíbios, répteis, aves e mamíferos) possuem circulação dupla, em que existem dois circuitos: a circulação pulmonar (ou pequena circulação) e a circulação sistêmica (ou grande circulação). Para dar uma volta completa pelo sistema, o sangue passa duas vezes pelo coração. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

No coração único dos vertebrados, o sangue chega a câmaras denominadas átrios. Os ventrículos são câmaras de paredes mais espessas que as dos átrios, o que facilita o bombeamento do sangue para fora do coração, sob alta pressão. Válvulas existentes entre esses dois tipos de câmaras permitem que o sangue passe somente em um único sentido (dos átrios para os ventrículos).

A água que penetra na boca dos peixes passa pelas brânquias (onde ocorrem as trocas gasosas) e sai pelas fendas branquiais (**figura 10a**). Os condrites têm geralmente cinco pares de arcos branquiais; os osteíctes, quatro.

Os osteíctes possuem, na porção dorsal da cavidade do corpo, a vesícula gasosa (ou bexiga natatória – **figura 10b**). Na maioria deles, a glândula de gás secreta gases para o interior da vesícula gasosa, cuja parede tem vasos sanguíneos que os absorvem. A vesícula gasosa é um órgão de equilíbrio hidrostático, que permite a permanência do peixe em determinada profundidade.

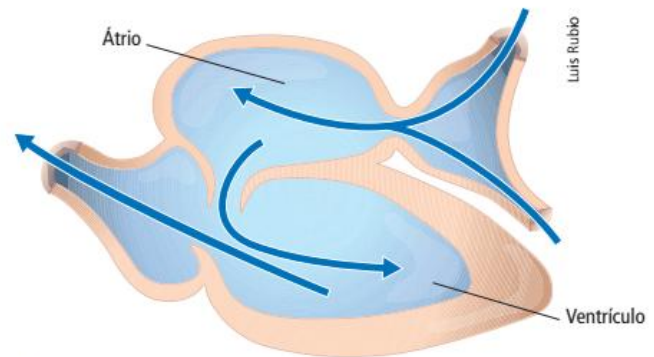


Figura 9. O coração dos peixes tem duas cavidades (ou câmaras cardíacas): um átrio e um ventrículo. Ao átrio, chega o sangue não oxigenado (pobre em O₂ e rico em CO₂) que passou pelos tecidos do corpo; prossegue então para o ventrículo. A contração do ventrículo impulsiona o sangue para os capilares branquiais, onde ocorre a hematose: o sangue não oxigenado converte-se em sangue oxigenado (rico em O₂ e pobre em CO₂), recolhido pela artéria aorta dorsal. Na passagem pelos capilares sistêmicos (nos diversos órgãos, como cérebro, rins e músculos), o sangue libera o O₂ e recolhe o CO₂, convertendo-se em sangue não oxigenado, que retorna ao coração pelas veias. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

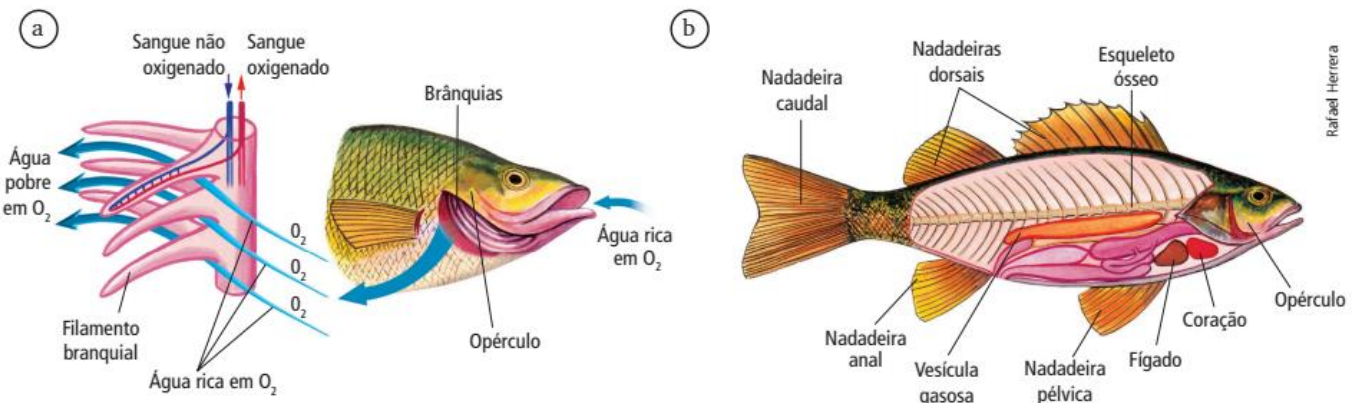


Figura 10. (a) Nas brânquias dos peixes ósseos, em decorrência dos movimentos sincronizados da boca e dos opérculos, estabelece-se um fluxo de água que penetra pela boca, passa pelas brânquias e sai pelas aberturas laterais. Dessa forma, a água em contato com as brânquias é permanentemente renovada. Ao passar pelas brânquias ocorre a hematose, oxigenando o sangue que circula pelos capilares sanguíneos. (b) Estruturas externa e interna de peixe ósseo. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

O celacanto (*Latimeria chalumnae*), peixe encontrado no oceano Índico, possui vesícula gasosa vestigial e nadadeiras lobadas. Antes considerado extinto (pois dele só se conheciam fósseis), atualmente o celacanto tem sido encontrado no Canal de Moçambique, estreito que se localiza entre a África e Madagascar, no oceano Índico.

Chama-se **lecitotrofia** a nutrição do embrião a partir do vitelo, e **matrotrofia** a nutrição a partir do organismo materno, diretamente através do revestimento das vias reprodutivas ou por meio de estruturas anatômicas especializadas (como a placenta nos mamíferos). Essas definições são resumidas, uma vez que o detalhamento desses conteúdos conceituais não é habitualmente tratado no Ensino Médio.

Os condrictes não possuem vesícula gasosa e controlam sua profundidade mantendo-se em movimento. Seu grande fígado, rico em óleos, tem densidade menor que a da água e contribui para a manutenção do equilíbrio hidrostático e da flutuação.

Peixes dipnoicos, como a piramboia brasileira, respiram regularmente por brânquias, mas também possuem uma bolsa, ligada à faringe, muito vascularizada, que permite trocas gasosas com o ar; atua, portanto, como um pulmão simplificado. Quando os rios secam, a piramboia sobrevive enterrada na lama e à custa da respiração pulmonar. A origem embrionária do pulmão dos dipnoicos é semelhante à da vesícula gasosa dos demais peixes ósseos.

A excreção dos peixes ocorre através dos néfrons, estruturas tubulares que se agrupam em rins. Nos osteíctes, o principal resíduo nitrogenado é a amônia; nos condrictes, a ureia. Através das brânquias e da superfície do corpo, peixes dulcícolas absorvem água por osmose. Os rins eliminam o excesso de água, e os sais perdidos na urina são repostos pelos alimentos e por absorção ativa pelas brânquias. Por osmose através das brânquias e da superfície corporal, peixes ósseos marinhos perdem água, compensada pela ingestão de água do mar e de alimentos. O excesso de sais é eliminado pelas brânquias e pela urina.

Os peixes apresentam sistema nervoso tubular e dorsal, com medula espinal e encéfalo, que é pequeno em relação ao dos vertebrados terrestres.

Os olhos, bem desenvolvidos, não possuem pálpebras. Ao longo do corpo de um peixe, pode-se ver a linha lateral, órgão sensorial que detecta vibrações na água.

O sistema locomotor é constituído de músculos e esqueleto (ósseo ou cartilaginoso).

Em geral, os peixes são dioicos. Os condrictes têm fecundação interna e cláspes (modificações das nadadeiras pélvicas dos machos), que funcionam como órgão copulador e transferem espermatozoides. Na maioria dos osteíctes, a fecundação é externa, com desenvolvimento direto.

Os peixes exibem três formas de nutrição dos embriões:

- **Oviparidade.** Embriões de peixes ovíparos desenvolvem-se em ovos, fora do organismo materno, nutrindo-se exclusivamente das reservas alimentares presentes no ovo. Exemplos: a maioria dos osteíctes e alguns condrictes.
- **Viviparidade lecitotrófica (ou ovoviviparidade).** Embriões de peixes ovovíparos desenvolvem-se em ovos que, durante o desenvolvimento embrionário, permanecem no interior do organismo materno; contudo, não se nutrem dele durante a incubação. A alimentação depende exclusivamente das reservas nutricionais do ovo. Exemplos: a maioria dos condrictes.
- **Viviparidade matrotrófica (ou apenas viviparidade).** Embriões de peixes vivíparos desenvolvem-se dentro do organismo materno, nutrindo-se apenas inicialmente das reservas do ovo, que se esgotam em pouco tempo; posteriormente, obtêm nutrientes diretamente da mãe por algum tipo de estrutura anatômica que permite trocas entre o sangue materno e o sangue do embrião. Exemplos: tubarão-azul e cação-martelo (condrictes), guaru-guaru e perca (osteíctes).

Há cerca de 300 milhões de anos, ocorreu uma transição com riscos e benefícios: o abandono do meio aquático e a ocupação das massas continentais por alguns cordados. No ambiente terrestre, esse grupo passou a contar com duas vantagens: (a) maior disponibilidade de gás oxigênio, que se encontra no ar atmosférico em concentração superior que no meio aquático; (b) grande oferta de alimentos e de abrigo, uma vez que a vegetação da época era pouco explorada por competidores de grande porte.

Anfíbios

Os anfíbios (classe **Amphibia**), vertebrados de transição entre os ambientes aquático e terrestre, vivem habitualmente em água doce e em ambientes terrestres úmidos. Eles mantêm forte vínculo com a água e dela não podem se afastar porque:

- sua pele úmida e permeável pode perder muita água para o ar, por evaporação;
- a fecundação geralmente é externa, na água.

Em relação aos peixes, apresentam uma série de inovações evolutivas: coração com três cavidades, que aumenta a eficiência de transporte de sangue; desenvolvimento de pulmões, que executam trocas gasosas; membros superiores e inferiores; membrana timpânica, que transmite estímulos sonoros a estruturas nervosas da orelha; pele permeável, onde também ocorrem trocas gasosas; pálpebras e glândulas lacrimais, que protegem e limpam os olhos.

Os anfíbios compreendem três grandes grupos (**figura 11**):

- **anuros** (ordem **Anura**): pererecas, sapos e rãs. Os adultos possuem membros superiores e inferiores e não apresentam cauda. Suas larvas são chamadas girinos.
- **urodelos** (ordem **Urodela**): salamandras e tritões. Têm corpo alongado e longa cauda.
- **ápodes** (ordem **Apoda**): cobras-cegas ou cecílias. Não possuem membros superiores e inferiores e têm corpo cilíndrico. Seus olhos são reduzidos, daí o nome “cobra-cega”.

A maioria dos anfíbios atuais tem uma forma larval aquática e uma forma adulta terrestre. A ocorrência de duas etapas de vida justifica o nome do grupo: *amphi*, “duplo”, e *bios*, “vida”.



Figura 11. Representantes dos anfíbios: (a) anuro (*Oophaga pumilio*, 2 cm de comprimento), (b) urodelo (*Ensatina eschscholtzii*, 12 cm de comprimento) e (c) ápode (*Herpele squalostoma*, 30 cm de comprimento).

A pele, fina e vascularizada, tem pouca queratina (uma proteína insolúvel) e, por isso, é permeável a gases e água. É rica em glândulas e está sempre úmida. A epiderme é pluriestratificada.

As glândulas paratoides (**figura 12**), encontradas em sapos, produzem veneno, que é expelido apenas quando são comprimidas.

Os anfíbios apresentam digestão extracelular e sistema digestório completo, que se abre na cloaca, por onde são eliminadas as fezes e também os gametas.

O sistema cardiovascular dos anfíbios é fechado. O coração tem três câmaras: dois átrios, que recebem sangue, e um ventrículo, que o expulsa (**figura 13**). Ao percorrer uma volta completa pelo corpo, o sangue passa duas vezes pelo coração. O átrio esquerdo recebe sangue rico em oxigênio, que vem dos pulmões; o átrio direito recebe sangue rico em gás carbônico, proveniente dos tecidos. No ventrículo, ocorre pequena mistura de sangue oxigenado com sangue não oxigenado. Do ventrículo, o sangue é bombeado para os pulmões e o restante do corpo.

As trocas gasosas nos anfíbios adultos ocorrem nos pulmões (respiração pulmonar), na pele (respiração cutânea) e, em menor escala, nas mucosas da boca e da faringe (respiração bucofaringea). Os pulmões, cuja superfície interna é lisa, são pequenos quando comparados com os dos répteis e, principalmente, com os das aves e dos mamíferos. Na fase larval aquática, os anfíbios respiram por brânquias (respiração branquial).



Figura 12. Os anfíbios apresentam, na pele, glândulas que produzem substâncias tóxicas, usadas como defesa contra predadores naturais. Nos sapos, as glândulas paratoides localizam-se atrás da membrana timpânica e, quando pressionadas, liberam uma substância esbranquiçada e venenosa. A membrana timpânica fica rente à superfície da cabeça.

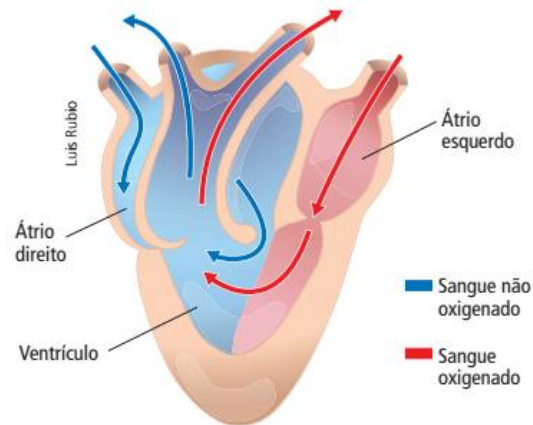
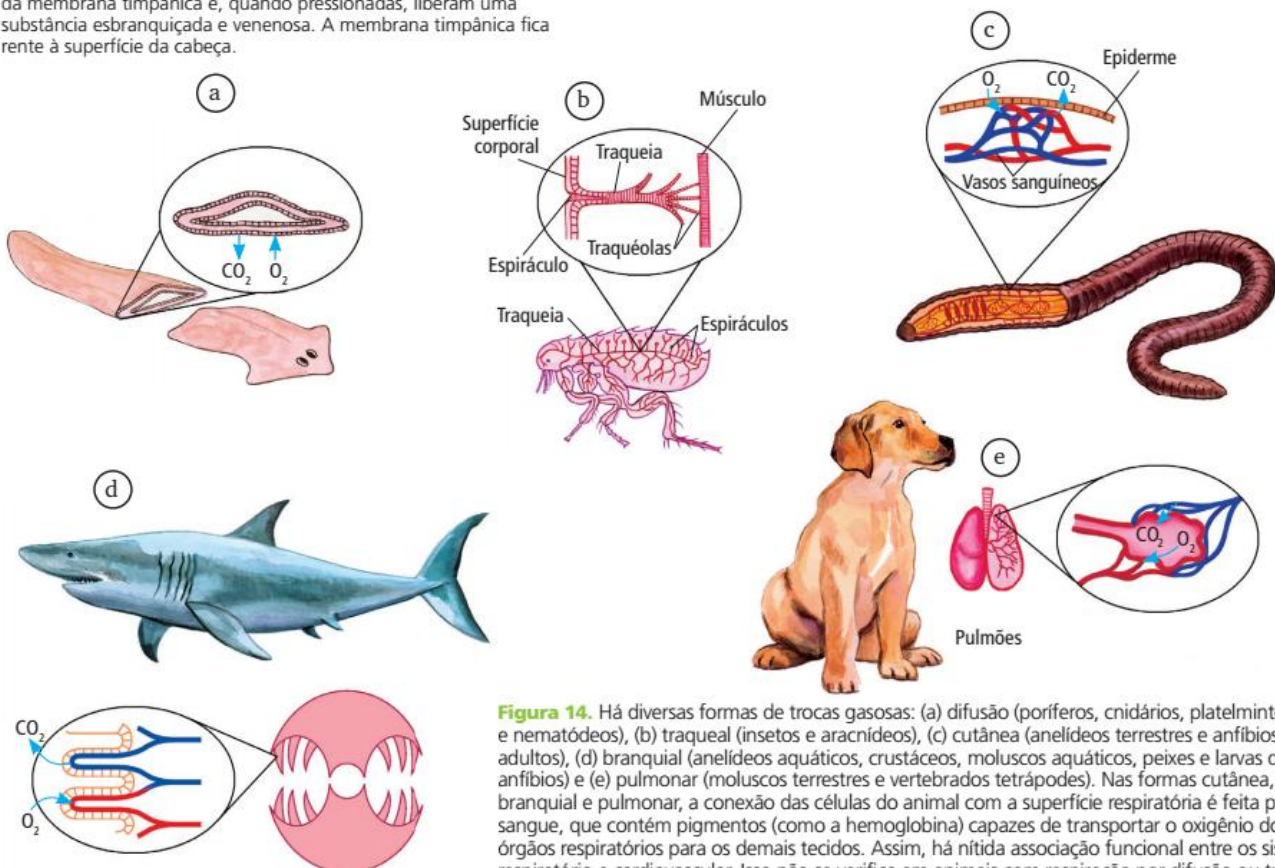


Figura 13. Fluxo de sangue pelo coração de anfíbios. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)



Rafael Herrera

Figura 14. Há diversas formas de trocas gasosas: (a) difusão (poríferos, cnidários, platelmintos e nematódeos), (b) traqueal (insetos e aracnídeos), (c) cutânea (anelídeos terrestres e anfíbios adultos), (d) branquial (anelídeos aquáticos, crustáceos, moluscos aquáticos, peixes e larvas de anfíbios) e (e) pulmonar (moluscos terrestres e vertebrados tetrápodes). Nas formas cutânea, branquial e pulmonar, a conexão das células do animal com a superfície respiratória é feita pelo sangue, que contém pigmentos (como a hemoglobina) capazes de transportar o oxigênio dos órgãos respiratórios para os demais tecidos. Assim, há nítida associação funcional entre os sistemas respiratório e cardiovascular. Isso não se verifica em animais com respiração por difusão ou traqueal, nos quais as trocas gasosas ocorrem sem a participação do sangue. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

A excreção é feita por néfrons, que se agrupam em rins. A maioria dos anfíbios adultos não tem brânquias e não está adaptada à vida marinha.

O sistema nervoso é tubular e dorsal, com encéfalo maior e mais complexo que o dos peixes. O sistema locomotor apresenta inovações evolutivas encontradas também nos demais grupos de vertebrados terrestres.

Os anfíbios são dioicos, e a maioria apresenta fecundação externa: a fêmea elimina os gametas na água, sobre os quais o macho despeja os espermatozoides. Geralmente, os embriões desenvolvem-se em larvas aquáticas, que originam adultos por desenvolvimento indireto, isto é, com passagem por estágio larval e metamorfose (**figura 15**).

Figura 15. Representação esquemática da reprodução em anfíbios. Na metamorfose, ocorrem encurtamento relativo do intestino (relacionado com mudança de dieta de algas para insetos), crescimento da língua, formação dos membros superiores e inferiores, surgimento da membrana timpânica e desaparecimento das brânquias, da cauda (em anuros) e das fendas faringianas. (Imagem sem escala; cores-fantasia).



Rafael Herrera

Segundo o registro fóssil, os primeiros répteis apareceram no período Carbonífero da era Paleozoica (entre 290 e 360 milhões de anos atrás). Deles se originaram as grandes linhagens de répteis (muitas atualmente extintas, como a dos dinossauros), os mamíferos e as aves. Dos répteis do Carbonífero surgiram os terapsídeos, que originaram os mamíferos antes do final do Triássico (há 210 milhões de anos).

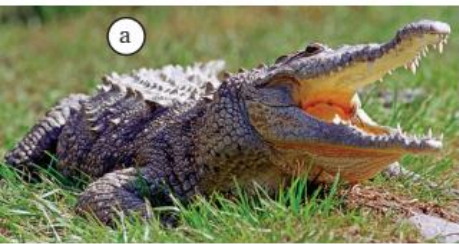
Répteis

Atualmente, os répteis (classe **Reptilia**) ocupam tanto ambientes secos quanto terrestres úmidos e aquáticos (água doce e água salgada); só não são encontrados em regiões polares, uma vez que não toleram temperaturas baixas.

Em relação aos anfíbios, os répteis exibem inovações evolutivas que possibilitaram a conquista definitiva do ambiente terrestre: pulmões com maior superfície de trocas; o principal resíduo nitrogenado, em sua excreta, é o ácido úrico que é pouco tóxico, requer pequena quantidade de água em sua eliminação e pode ser armazenado pelos embriões no interior dos ovos; pele impermeável, que facilita a vida em ambiente seco; fecundação interna; ovo grande, com casca e membranas (o cório, que permite trocas gasosas e oferece proteção mecânica, e o âmnio, que fornece proteção mecânica devido ao líquido amniótico), o qual garante nutrição ao embrião, além de protegê-lo.

Os répteis atuais são divididos em (**figura 16**):

- **crocodilianos** (ordem **Crocodylia**): compreendem os jacarés, os crocodilos, os aligatores e os gaviais;
- **escamados** (ordem **Squamata**): incluem as serpentes (ofídios) e os lagartos;
- **quelônios** (ordem **Chelonia**): reúnem as tartarugas, os cágados e os jabutis;
- **esfenodontes** (ordem **Sphenodonta**): apenas duas espécies atuais (tuataras da Nova Zelândia).



Willard H. Sharp/Getty Images



Fabio Colombini



Anton Lühr/Imagebroker/AGB Photo/Keystone



Chua Wee Boon/Keystone

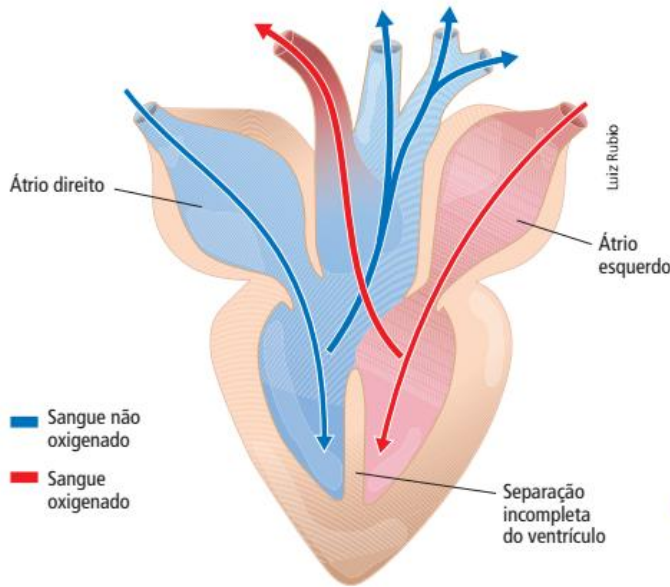
Figura 16. Representantes dos répteis: (a) crocodiliano (*Crocodylus acutus*, 5,5 m de comprimento), (b) quelônio (*Lepidochelys olivacea*, 75 cm de comprimento), (c e d) escamados – lagarto da espécie *Podarcis tiliguerta* (5 cm de comprimento) e serpente da espécie *Cryptelytrops rubeus* (55 cm de comprimento).

A epiderme dos répteis é pluriestratificada e abundantemente queratinizada. A pele, espessa e sem glândulas, é impermeável a gases e água. Os anexos mais evidentes da pele são as escamas, as placas ósseas e as garras.

A impermeabilidade e a falta de umidade da pele dificultam a perda de água, permitindo a adaptação dos répteis a ambientes secos; por outro lado, impedem a ocorrência de trocas gasosas através da pele.

Os répteis possuem sistema digestório completo e digestão extracelular. A maioria é carnívora, embora existam espécies herbívoras, como as iguanas. Os dentes, de aspecto cônico homogêneo, diferem dos dentes dos mamíferos, que normalmente apresentam formas e funções diversificadas. Os quelônios possuem bico córneo queratinizado e não apresentam dentes.

O sistema cardiovascular dos répteis é fechado. O coração da maioria tem três câmaras: dois átrios, que recebem o sangue, e um ventrículo parcialmente dividido, que o impulsiona para os pulmões e o restante do corpo (**figura 17**). Um átrio recebe sangue rico em oxigênio, que vem dos pulmões; o outro, sangue rico em gás carbônico, proveniente dos tecidos. Há pouca mistura entre o sangue venoso e o sangue arterial no ventrículo.



Os répteis crocodilianos apresentam coração com quatro câmaras, sendo dois átrios e dois ventrículos totalmente separados.

Figura 17. Fluxo de sangue pelo coração dos répteis. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

A respiração é pulmonar, e os pulmões têm superfície mais ampla que os de anfíbios. Tartarugas marinhas possuem a cloaca vascularizada, constituindo uma superfície adicional de trocas gasosas.

O sistema urinário é constituído de néfrons, agrupados em rins.

O encéfalo dos répteis é mais desenvolvido que o dos anfíbios. Os olhos são cobertos por pálpebras, exceto nas serpentes. A presença de uma membrana nictitante protege os olhos e auxilia em sua limpeza.

Nos répteis, a disposição dos membros superiores e inferiores é lateral em relação ao eixo do corpo, permitindo sua sustentação, o que requer considerável esforço muscular. Os ofídios e alguns lagartos não têm membros, embora descendam de répteis com membros.

O ovo com casca e membranas protetoras (**figura 18**) foi um passo importante na ocupação do ambiente terrestre. A casca possui carbonato de cálcio e protege o embrião de agressões. Sendo porosa, possibilita as trocas gasosas entre o embrião e o ambiente. No interior do ovo, há membranas protetoras (cório e âmnio) e reservas alimentares (no saco vitelínico).

A fecundação é interna e acontece antes da formação da casca; não depende da água e permite que os répteis se aventurem por ambientes secos. Seus embriões têm desenvolvimento direto, pois não existe estágio larval: do ovo, sai um indivíduo semelhante ao adulto, já capaz de se alimentar.

Em algumas serpentes (como jiboias e pitons), encontram-se ossos vestigiais de membros posteriores.

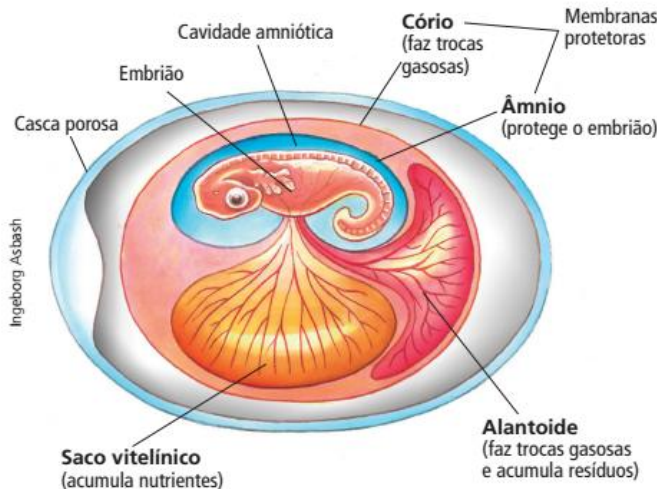


Figura 18. No interior do ovo, há reserva alimentar (gema e clara) e membranas, que protegem o embrião e realizam as trocas gasosas. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Aves

As aves são mais recentes que os mamíferos: diferenciaram-se antes do final do Jurássico (há cerca de 146 milhões de anos) a partir dos répteis tecodontes, os mesmos que originaram os dinossauros e os répteis atuais. Para algumas correntes taxonômicas, as aves **são** répteis.

As aves (classe **Aves**) ocupam vários tipos de ambiente, em virtude de eficientes mecanismos de economia de água, da capacidade de produzir calor internamente e de manter a temperatura corporal constante (são animais endotermos homeotermos) e da capacidade de voar, que garante eficiente dispersão. De maneira geral, as aves dominam o ar, e os mamíferos, a terra, o que evita a competição entre animais dos dois grupos e reduz o predatismo entre eles.

As aves apresentam semelhanças com os répteis: excreção de resíduos nitrogenados, principalmente ácido úrico; epiderme queratinizada, seca e sem glândulas, exceto na região sobre a cloaca; fecundação interna; ovo com casca e membranas protetoras (cório e âmnio). No entanto, exibem importantes inovações evolutivas: penas, uma exclusividade das aves, relacionadas com duas características do grupo — o voo e a endotermia —; ossos pneumáticos (ou seja, com a cavidade interna cheia de ar), menos densos e que determinam menor massa corporal.

As aves auxiliam a controlar populações de insetos e de roedores; participam da polinização de flores e da dispersão de sementes.

As aves atuais são divididas em dois grandes grupos: as carinatas e as ratitas (**figura 19**). As carinatas podem voar, pois apresentam uma quilha no esterno — chamada carena — e têm músculos peitorais bastante desenvolvidos. As ratitas, como a ema e o avestruz, são desprovidas de carena e incapazes de voar.

As asas de algumas aves, como as dos pinguins, sofreram modificações que as tornaram aptas à natação.

A pele, seca e impermeável a gases e água, dificulta a perda de água e possibilita a adaptação a ambientes secos. A epiderme, pluriestratificada e queratinizada, não apresenta glândulas, exceto a glândula uropigiana; situada acima da base da cauda, essa glândula secreta um óleo utilizado na lubrificação do bico e na impermeabilização das penas, que não encharcam, facilitando o voo e a flutuação.

Os anexos mais evidentes da pele são as penas, constituídas por queratina, que mantêm, junto à pele, um verdadeiro “colchão de ar”. Em ambientes frios, as aves eriçam as penas, aumentando a retenção de ar, que é mau condutor de calor e atua como isolante térmico. As penas funcionam também como atrativo sexual. Habitualmente, são os machos que exibem plumagem exuberante. As aves apresentam ainda, como anexos da pele, as garras e as escamas. Sob a pele, possuem uma camada de gordura, que funciona como reserva energética e isolante térmico.

A digestão é extracelular, e o sistema digestório é completo (**figura 20**), abrindo-se na cloaca. As aves possuem bico queratinizado e rígido. Adaptações, como o papo (ou ingluvívio) e a moela, compensam a ausência de dentes. O intestino grosso é curto ou ausente, e a capacidade de absorção de água é limitada ao intestino delgado, sendo elevado o conteúdo líquido das fezes. Trata-se de uma adaptação evolutiva ao voo, já que as aves não acumulam fezes. O intestino, as vias urinárias e genitais abrem-se na cloaca.

Uma característica das aves é o canto, gerado por um órgão fonador denominado siringe, localizado na traqueia e presente na maioria das espécies. O canto serve como elemento de comunicação, envolvendo atração sexual, advertência ou demarcação de território. A respiração é pulmonar. Os pulmões das aves contêm milhares de túbulos — os parabronquíolos — por onde passa o ar e onde ocorrem as trocas gasosas. A área efetiva de trocas gasosas é mais ampla que a encontrada nos répteis.

A massa dos ossos de um albatroz — cuja envergadura de asas é superior a 3 m — é inferior à massa de suas penas.

Fabio Colombini



Figura 19. (a) Gaivota, *Larus* sp. (carinata, 1,40 m de envergadura), e (b) ema, *Rhea americana* (ratita, 1,5 m de altura).

Rafael Herrera

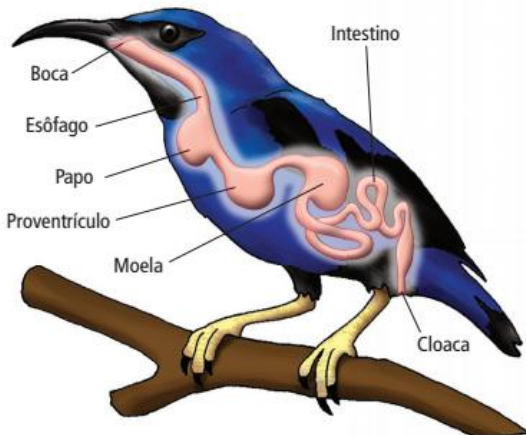


Figura 20. Representação esquemática do sistema digestório de ave. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Os pulmões estão conectados a sacos aéreos (**figura 21**), que aumentam a renovação de ar. A renovação completa do ar presente nos pulmões das aves é alcançada no fim de dois ciclos respiratórios:

- Na inspiração do primeiro ciclo, parte do ar inalado enche os sacos aéreos posteriores, enquanto pequena parte atravessa os parabronquíolos, nos quais ocorre a hematose. O ar que já estava nos parabronquíolos passa para os sacos aéreos anteriores, inflando-os.
- Na expiração, o ar dos sacos aéreos posteriores vai para os parabronquíolos, enquanto o ar que está nos sacos aéreos anteriores é eliminado.
- Na inspiração do segundo ciclo, o ar dos parabronquíolos, inspirado no primeiro ciclo, passa para os sacos aéreos anteriores, enquanto o ar fresco enche os sacos aéreos posteriores e inicia a passagem pelos parabronquíolos.
- Na expiração, o ar dos sacos aéreos anteriores é eliminado, e o dos sacos aéreos posteriores dirige-se para os parabronquíolos. Dessa forma, a quantidade de ar novo que penetra nos pulmões das aves é muito superior à que penetra nos pulmões de outros vertebrados.

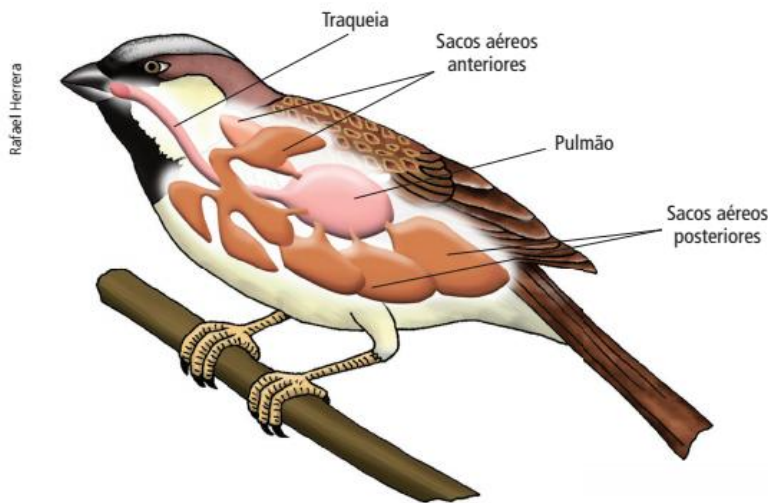


Figura 21. Os sacos aéreos não realizam trocas gasosas. Sua função é aumentar a renovação do ar pulmonar em cada movimento respiratório e permitir a hematose nos parabronquíolos, tanto na inspiração quanto na expiração. Duas vantagens: a) a oxigenação do sangue é mais eficiente; b) o ar inspirado se aquece nos pulmões e, ao ser expirado, transfere energia para o ambiente, resfriando o corpo e auxiliando a manter a temperatura corporal. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

O sistema cardiovascular é fechado; o coração (**figura 22**) apresenta quatro câmaras: **dois átrios** e **dois ventrículos**. Esse coração funciona como duas bombas distintas: as câmaras direitas impulsionam sangue não oxigenado; as câmaras esquerdas, sangue oxigenado.

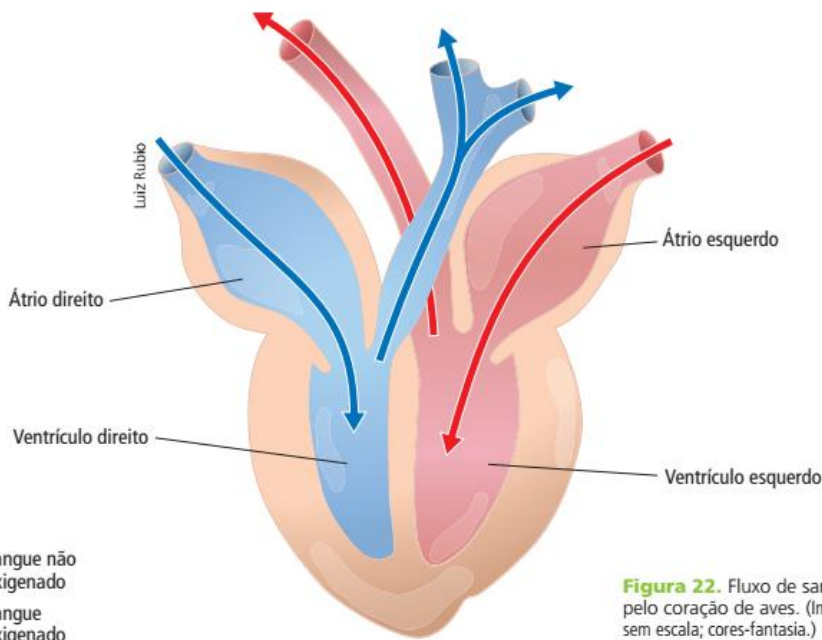
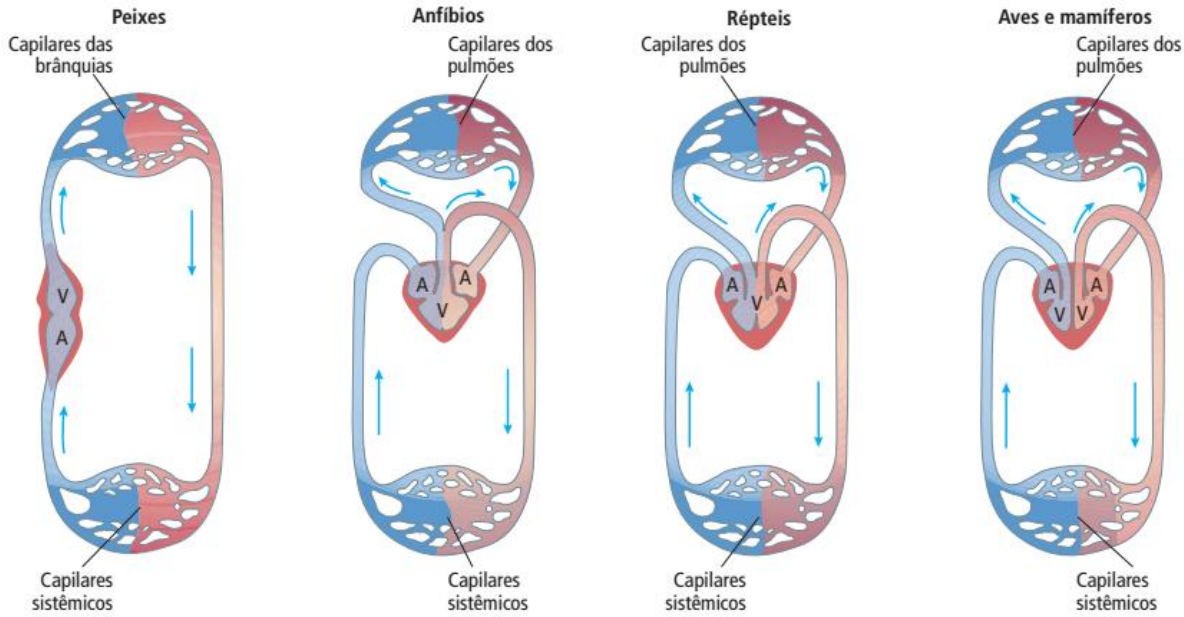


Figura 22. Fluxo de sangue pelo coração de aves. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

A **figura 23** compara os padrões circulatórios de vertebrados. A circulação de peixes é simples e completa (em nenhum local ocorre mistura de sangue oxigenado com sangue pobre em O_2). A circulação de anfíbios e répteis é dupla e incompleta (ocorre mistura parcial de sangue oxigenado e sangue pobre em O_2). A circulação de aves e mamíferos é dupla e completa.

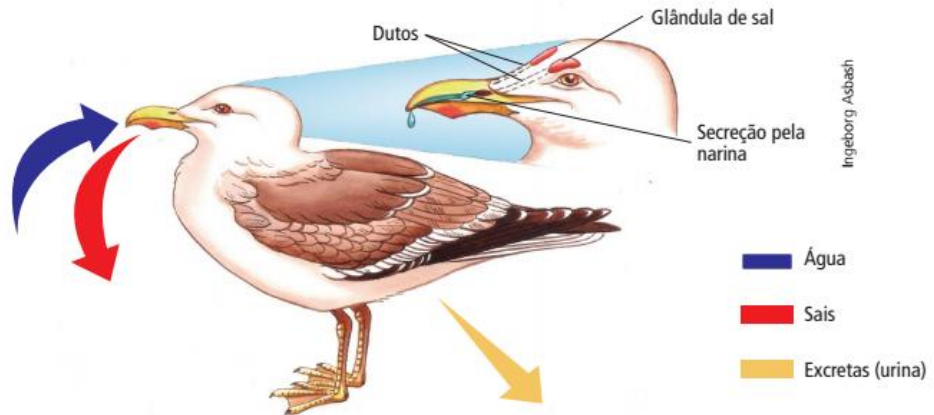


Luis Rubio

Figura 23. O sangue não oxigenado (representado em azul) é pobre em gás oxigênio e rico em gás carbônico; o sangue oxigenado (representado em vermelho) é rico em gás oxigênio e pobre em gás carbônico. As setas indicam o sentido do fluxo sanguíneo. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Aves têm excreção renal (através dos rins) e são animais uricotélicos, ou seja, seu principal resíduo nitrogenado é o ácido úrico, que é virtualmente atóxico e exige pouca diluição. Particularmente para as aves marinhas (como as gaivotas e os pinguins), trata-se de uma evidente economia de água, a qual as aves obtêm dos alimentos (geralmente peixes) e da pequena quantidade de água do mar que ingerem.

Aves e répteis marinhos (como as tartarugas) possuem na cabeça as glândulas de sal (**figura 24**), que eliminam uma solução muito concentrada de cloreto de sódio.



Ingeborg Asbath

Figura 24. Aves marinhas obtêm água dos alimentos e da água do mar que ingerem. A glândula de sal elimina o excesso de cloreto de sódio. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

O encéfalo das aves é mais desenvolvido que o dos répteis. O cerebelo volumoso, responsável pela coordenação motora e pelo equilíbrio, permite a movimentação em três dimensões durante o voo. Os olhos são desenvolvidos e cobertos por pálpebras; uma membrana nictitante os protege e auxilia na limpeza de sua superfície.



Na maioria das aves, a cópula se faz pela justaposição da cloaca do macho à da fêmea. Em algumas espécies, porém, os machos possuem pênis. A fecundação é interna e ocorre antes que o gameta feminino seja revestido pela casca. O desenvolvimento das aves é direto.

A casca do ovo protege o embrião de agressões e, como é porosa, permite trocas gasosas entre o embrião e o ambiente.

Corpo com formato aerodinâmico; penas; músculos peitorais desenvolvidos e quilha; peso reduzido, devido aos ossos pneumáticos (leves e cheios de ar); intestino grosso reduzido, ausência de bexiga urinária e de dentes; excreção de ácido úrico, que requer pequena quantidade de água; sistema nervoso com centro de equilíbrio e coordenação motora desenvolvidos; reprodução com postura de ovos, que não são retidos dentro da fêmea; e membrana nictitante, que protege a superfície dos olhos, são adaptações das aves ao voo.

Aves e saúde humana

As aves podem transmitir zoonoses (**tabela 1**).

Tabela 1. Zoonoses transmitidas por aves			
Animal	Principais doenças	Via de transmissão	Medidas de prevenção
 <p>Pombo</p>	<ul style="list-style-type: none"> Histoplasmose Criptococose (meningite fúngica) Salmonelose 	Fezes	<ul style="list-style-type: none"> Evitar contato com fezes. Umidificar as fezes ressecadas antes de removê-las, para evitar a dispersão de esporos. Remover ninhos das proximidades das casas. Não alimentar as aves.
 <p>Papagaio</p>	<ul style="list-style-type: none"> Psitacose (pneumonia atípica) 	Fezes	<ul style="list-style-type: none"> Limpeza frequente das gaiolas. Impedir contato das aves com alimentos humanos. Evitar contato com fezes.

Fontes: VERONESI, R. *Doenças infecciosas e parasitárias*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1982./Ministério da Saúde/Centers of Disease Control and Prevention.

Mamíferos

Na época de domínio dos grandes répteis, o sucesso evolutivo dos mamíferos provavelmente se deu porque os mamíferos tinham atividade noturna, enquanto a maioria dos répteis possuía hábitos diurnos; além disso, não compartilhavam muitos nichos ecológicos.

Os mamíferos (classe **Mammalia**) são encontrados em praticamente todos os ambientes do planeta. Diversas razões explicam essa distribuição: eficientes mecanismos de economia de água, endotermia (capacidade de produzir calor internamente) e homeotermia (temperatura do corpo relativamente constante), sistemas muito desenvolvidos, como o nervoso e o muscular, que possibilitam a sobrevivência e a reprodução nas mais diferentes condições.

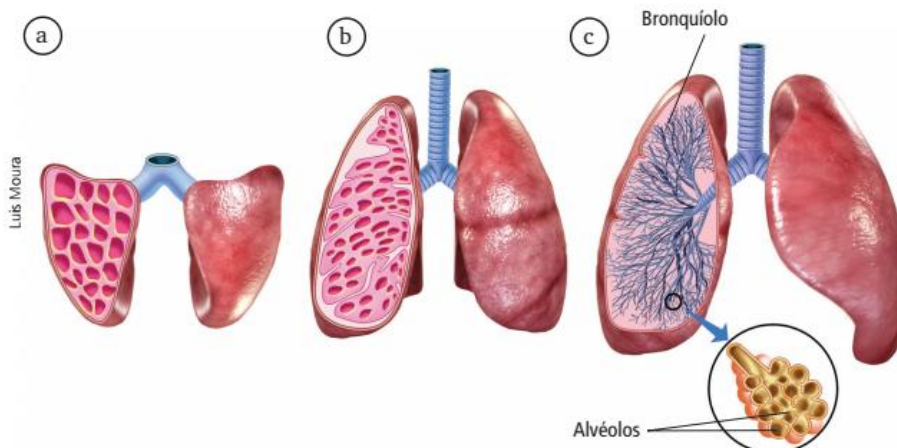
São importantes características adaptativas dos mamíferos: dentes diferenciados; diafragma, músculo que separa o tórax do abdome e é um dos responsáveis pelos movimentos respiratórios; encéfalo mais desenvolvido que o dos outros grupos; pelos, que atuam como isolante térmico; gordura subcutânea, que funciona como reserva energética e isolante térmico; pulmão com grande superfície de trocas gasosas (**figura 25**); disposição dos ossos dos membros inferiores que exige menor esforço muscular para a sustentação do corpo e para a marcha; desenvolvimento embrionário intrauterino; glândulas mamárias.

A pele é constituída por epiderme queratinizada e derme. Sob a derme, está a tela subcutânea (ou hipoderme), rica em gordura. A pele apresenta vários anexos, como pelos, escamas, placas, unhas, garras, cascos, cornos, glândulas sudoríparas, sebáceas e mamárias.

A digestão nos mamíferos é extracelular; o sistema digestório é completo e caracteriza-se pela quantidade e diversificação dos dentes, que se diferenciam em incisivos, caninos, pré-molares e molares, especializados em prender, roer, cortar, rasgar, perfurar e moer alimentos. Mamíferos onívoros, como os seres humanos, possuem dentição pouco específica, segundo o padrão de sua dieta.

Os pulmões apresentam grande superfície.

Onívoros são animais com dieta bastante diversificada, alimentando-se de plantas, algas, fungos e animais. O ser humano é onívoro, assim como o chimpanzé, o porco e o urso-pardo.



A eficiente oxigenação dos tecidos e a taxa metabólica elevada permitem a dissipação de grande quantidade de energia na forma de calor e a manutenção da temperatura alta e relativamente constante.

Figura 25. Representação esquemática de pulmões de (a) anfíbios, (b) répteis e (c) mamíferos. Do pulmão de anfíbios até o pulmão de mamíferos, nota-se aumento progressivo da área total de trocas gasosas. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Os mamíferos possuem sistema cardiovascular fechado. A circulação é dupla e completa, e o coração possui quatro cavidades (dois átrios e dois ventrículos, semelhante ao coração das aves).

A excreção se faz por um sistema urinário que contém néfrons agrupados em rins. Baleias, focas e outros mamíferos aquáticos bebem pouca ou nenhuma água do mar, vivendo à custa da água contida nos alimentos; e formam urina e leite concentrados, economizando água.

Dentre os animais, o encéfalo dos mamíferos é o mais desenvolvido (figura 26). Em mamíferos que saltam ou voam, como macacos e morcegos, o cerebelo é volumoso. Os olhos são grandes, complexos e cobertos por pálpebras. Muitos mamíferos enxergam cores e com nítida noção de profundidade (visão estereoscópica), útil para animais que saltam em árvores.

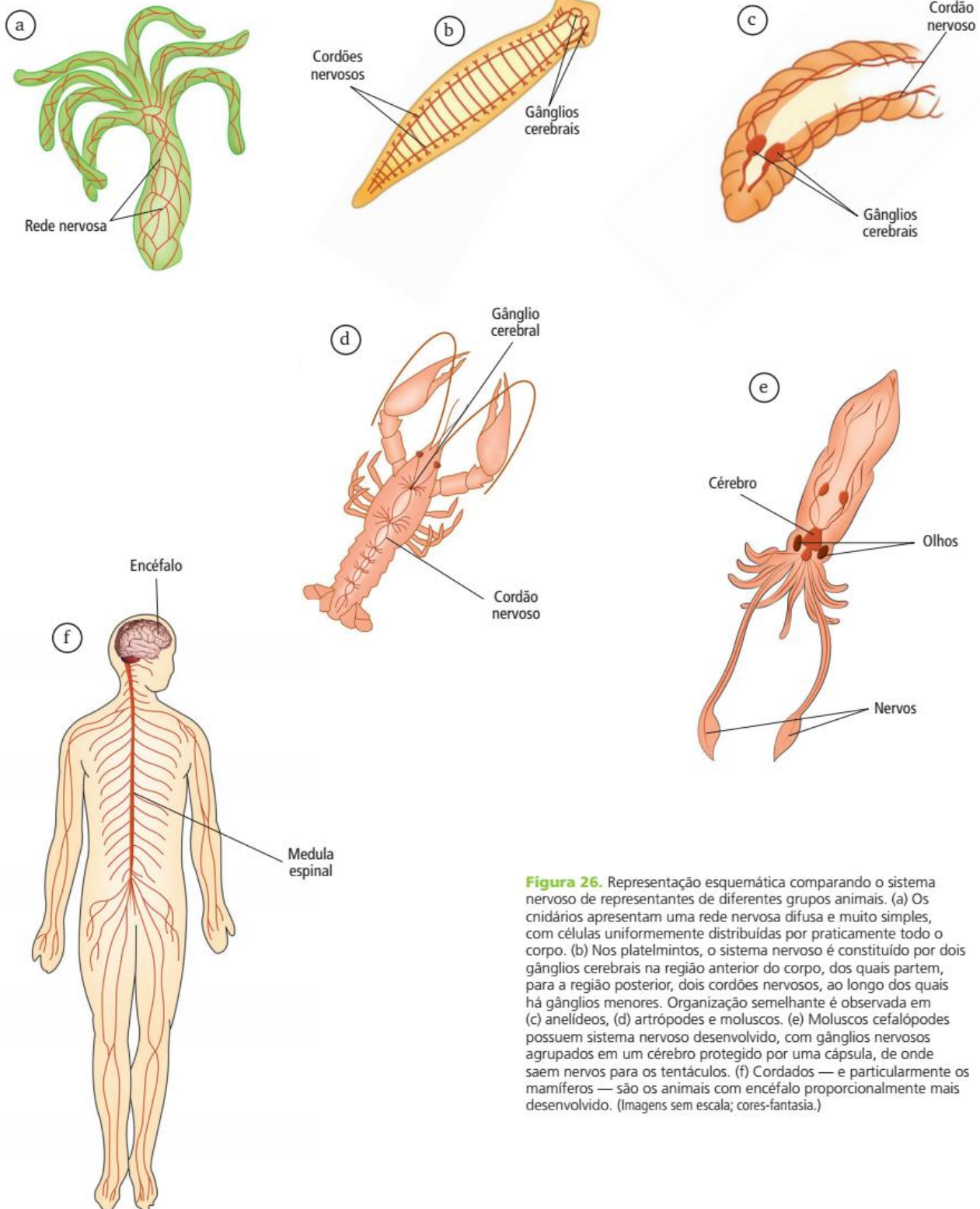


Figura 26. Representação esquemática comparando o sistema nervoso de representantes de diferentes grupos animais. (a) Os cnidários apresentam uma rede nervosa difusa e muito simples, com células uniformemente distribuídas por praticamente todo o corpo. (b) Nos platelmintos, o sistema nervoso é constituído por dois gânglios cerebrais na região anterior do corpo, dos quais partem, para a região posterior, dois cordões nervosos, ao longo dos quais há gânglios menores. Organização semelhante é observada em (c) anelídeos, (d) artrópodes e moluscos. (e) Moluscos cefalópodes possuem sistema nervoso desenvolvido, com gânglios nervosos agrupados em um cérebro protegido por uma cápsula, de onde saem nervos para os tentáculos. (f) Cordados — e particularmente os mamíferos — são os animais com encéfalo proporcionalmente mais desenvolvido. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Os membros anteriores podem ser modificados em asas, como as de morcegos, ou em nadadeiras, como as de baleias e de golfinhos. A cauda, como a de macacos, pode servir como elemento de equilíbrio e preensão.

A fecundação é interna, e os sexos são separados. O desenvolvimento embrionário dos mamíferos é direto. Na maioria, os embriões se desenvolvem no útero (**figura 27**), em que se forma a placenta.

Os mamíferos atuais classificam-se em três grupos:

- **Monotremados** ou **prototérios** (subclasse **Prototheria**, ordem **Monotremata**): mamíferos ovíparos. Atualmente, seus representantes são ornitorrincos e equidnas, encontrados na Austrália.
- **Marsupiais** ou **metatérios** (subclasse **Theria**, infraclasse **Metatheria**): em geral, as fêmeas têm marsúpios (ausente em algumas espécies), bolsas em que ficam as mamas. Após nascerem, os filhotes alojam-se no marsúpio, onde completam o desenvolvimento. Entre seus representantes estão cangurus, coalas, gambás e cuícas.
- **Placentários** ou **eutérios** (subclasse **Theria**, infraclasse **Eutheria**): apresentam placenta, através da qual o embrião recebe oxigênio, nutrientes e anticorpos e passa seus resíduos, como gás carbônico e ureia, para o organismo materno. As crias ficam longo tempo dentro da mãe, nascendo bem desenvolvidas.

Em mamíferos, é frequente o dimorfismo sexual: geralmente o macho tem aspecto mais exuberante (maior porte, coloração vistosa, maiores chifres ou cornos etc.).

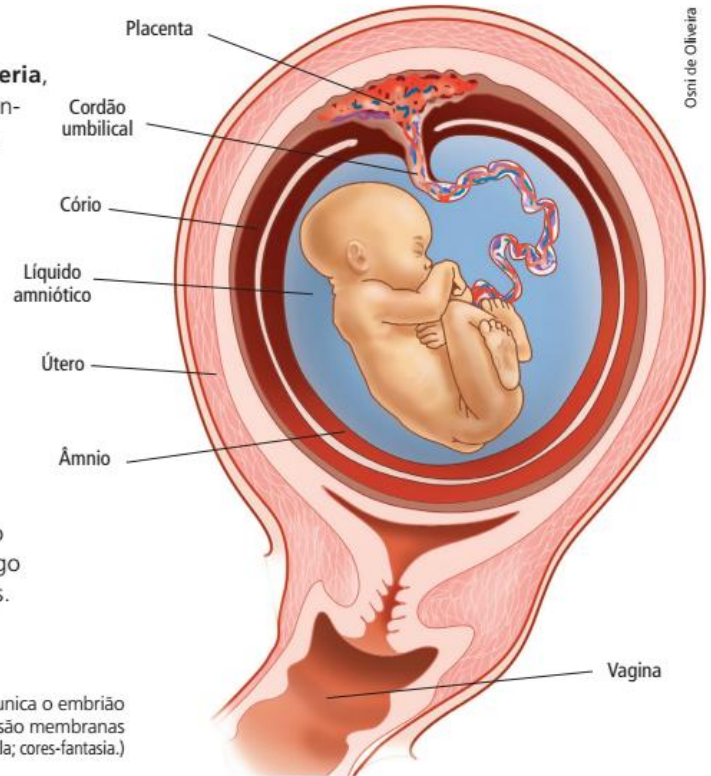


Figura 27. O cordão umbilical comunica o embrião com a placenta; cório e âmnio são membranas protetoras. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

A notícia

Descoberto homínido que viveu na mesma época que Lucy na Etiópia

Pesquisadores descobriram na Etiópia os restos fósseis de uma nova espécie de homínido que datam de 3,3 a 3,5 milhões de anos, que viveram ao mesmo tempo e no mesmo lugar que Lucy, a famosa *Australopithecus* – elevando provas de que vários tipos de pré-humanos já viviam juntos.

“Um novo parente se juntou a ‘Lucy’ na árvore familiar humana”, disse o Museu de História Natural de Cleveland (EUA), à frente da pesquisa com o pesquisador Yohannes Haile-Selassie.

O estudo publicado [...] na revista *Nature* afasta um pouco a hipótese, antiga e agora muito contestada, de que Lucy seria “a mãe da humanidade” e nossa ancestral direta.

Principal autor do estudo, Yohannes Haile-Selassie analisou mandíbulas superiores e inferiores e dentes isolados encontrados em 2011 a 35 quilômetros do lugar onde viveu a espécie *Australopithecus afarensis*, à qual pertencia Lucy. As escavações foram realizadas no Afar, região desértica a leste da Etiópia considerada um dos berços da humanidade.

A nova espécie foi nomeada *Australopithecus deyiremeda*. Na língua Afar, Deyi significa “perto” e “Remeda” significa “parente”.

Ela se diferencia da espécie de Lucy pela forma e tamanho dos dentes e a arquitetura robusta do seu maxilar inferior.

PRESSE, F. Descoberto homínido que viveu na mesma época que Lucy na Etiópia. **Portal G1**. 27 maio 2015. © 1994-2016. Agence France-Presse Disponível em: <<http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2015/05/descoberto-hominideo-que-viveu-na-mesma-epoca-que-lucy-na-etiofia.html>>. Acesso em: mar. 2016.

Atividades

Escreva no caderno

Depois de ler a notícia, responda:

1. Os fósseis, descobertos em 2011, pertencem à mesma espécie de Lucy?
2. Por que estes achados põem em xeque a hipótese de que Lucy seria uma ancestral direta da espécie humana?

A doença da arranhadura do gato é ocasionada pela bactéria *Bartonella henselae* e dificilmente traz complicações. No ser humano, manifesta-se com nódulos cutâneos, febre, cansaço e apatia. A doença da mordedura do rato é causada por bactérias (mais comumente, da espécie *Spirillum minus*) da microbiota normal da cavidade buco-faríngea dos roedores. Em seres humanos, pode causar inflamação e necrose no local da mordida, seguidas de aumento de linfonodos, dor de cabeça, náusea e febre alta.

Mamíferos e saúde humana

Mamíferos podem participar da transmissão de zoonoses, doenças infecciosas ou parasitárias que acometem o ser humano e outros animais (**tabela 2**).

Tabela 2. Zoonoses transmitidas por mamíferos

Animal	Principais doenças	Vias de transmissão	Medidas de prevenção
 Cachorro	<ul style="list-style-type: none"> • Raiva • Toxoplasmose • Salmonelose 	Mordida e fezes	<ul style="list-style-type: none"> • Vacinar anualmente os animais. • Evitar contato com cães estranhos. • Não deixar cães soltos.
 Gato	<ul style="list-style-type: none"> • Toxoplasmose • Salmonelose • Doença da arranhadura do gato 	Fezes e arranhadura	<ul style="list-style-type: none"> • Não alimentar o gato com carne ou vísceras cruas. • Evitar contato do animal com alimentos. • Evitar contato com fezes de gato. • Evitar aproximar o rosto do focinho do gato.
 Rato	<ul style="list-style-type: none"> • Leptospirose • Febre da mordedura do rato 	Urina e mordida	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar população de ratos, evitando a deposição inadequada de restos de alimentos. • Usar raticidas (cuidado no manuseio). • Acondicionar corretamente o lixo. • Limpar terrenos baldios. • Manter a caixa-d'água fechada.
 Suíno	<ul style="list-style-type: none"> • Teníase 	Carne	<ul style="list-style-type: none"> • Cozimento adequado da carne. • Saneamento ambiental.
 Bovino	<ul style="list-style-type: none"> • Teníase • Toxoplasmose 	Carne	<ul style="list-style-type: none"> • Cozimento adequado da carne. • Saneamento ambiental.
 Morcego	<ul style="list-style-type: none"> • Raiva • Histoplasmose • Salmonelose 	Mordida e fezes	<ul style="list-style-type: none"> • Manter áreas iluminadas. • Vedar vãos, buracos e frestas. • Instalar telas em janelas. • Não mexer com os morcegos.

Fontes: VERONESI, R. *Doenças infecciosas e parasitárias*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1982./ Ministério da Saúde/Centers of Disease Control and Prevention.

1. A respeito dos cordados, responda:

- Cite pelo menos três características diferenciais e exclusivas presentes em pelo menos uma fase da vida de todos os cordados.
- Cite as principais características que permitem distinguir um vertebrado de todos os outros animais.

2. Na classificação dos cordados, diversos critérios são utilizados na caracterização de cada grupo. Sobre o tema, comente a veracidade das seguintes afirmativas:

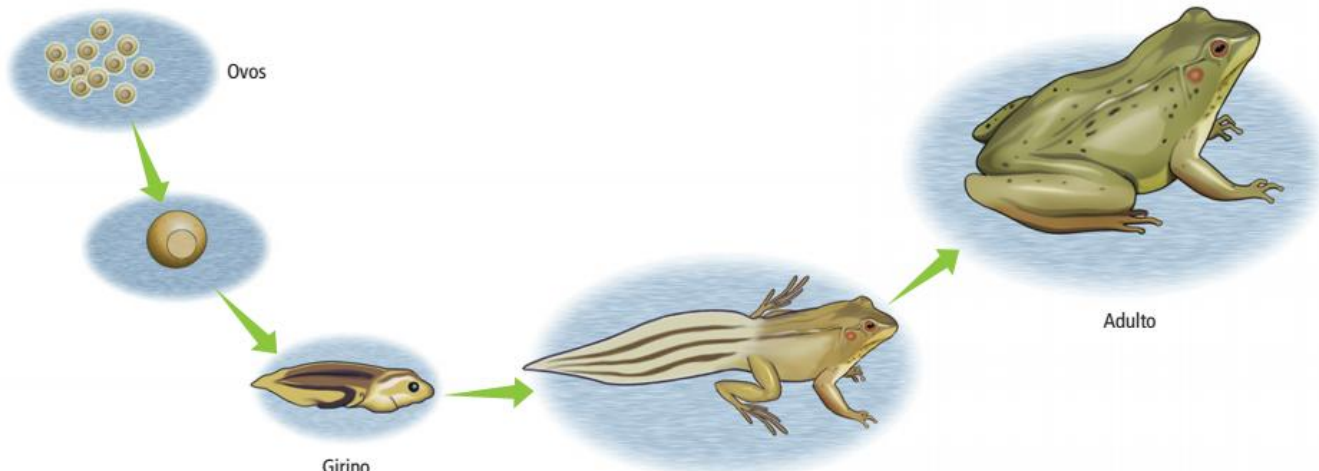
- Todo vertebrado é cordado, mas nem todo cordado é vertebrado.
- Todo gnatostomado é tetrápode, mas nem todo tetrápode é gnatostomado.
- Ágnatos são cordados que não apresentam mandíbula.

3. (Vunesp-SP)

Cientistas ingleses disseram ter descoberto os restos de um dos primeiros tubarões. Os fósseis encontrados datam de 25 milhões de anos antes do que se acreditava. A partir dos achados, a impressão é a de que os tubarões desta época não tinham mandíbulas."

(O Estado de S. Paulo.)

- Que grupo de vertebrados não possui mandíbulas e, provavelmente, antecedeu aos peixes? Cite um exemplo de um animal desse grupo.
 - Qual foi a grande vantagem da aquisição de mandíbula pelos peixes?
4. (UFES) Os répteis constituem um grupo de tetrápodes que apresenta novidades evolutivas importantes no que diz respeito à ocupação do ambiente de terra firme. Descreva duas dessas novidades evolutivas dos répteis e explique como cada uma ajudou na ocupação do ambiente de terra firme por esses vertebrados.
5. (UFJF-MG) O conjunto de mudanças que ocorrem nos anfíbios, conforme a ilustração abaixo, denomina-se metamorfose.
- Quais tipos de respiração esses animais apresentam em cada um desses períodos?
 - Como essa mudança funcional se relaciona com mudanças de habitats?



Studio Caparroz

6. (Unicamp-SP) Uma dona de casa, querendo preparar uma caldeirada de frutos do mar, obteve uma receita que, além de vegetais e temperos, pedia a inclusão de cação, camarão, lagosta, mexilhão e lula. Ela nunca havia preparado a receita e não conhecia os animais. O filho explicou que esses animais eram: um peixe cartilaginoso (cação), crustáceos (camarão e lagosta) e moluscos (mexilhão e lula).

- Indique duas características exclusivas dos moluscos que poderão permitir sua identificação pela dona de casa.
- Ao comprar o peixe, a dona de casa não encontrou cação e comprou abadejo, que é um peixe ósseo. Além da diferença quanto ao tipo de esqueleto, indique outras duas diferenças que os peixes ósseos podem apresentar em comparação com os peixes cartilaginosos.

7. (UFJF-MG) Os mamíferos apresentam mais de quatro mil espécies, incluindo a baleia-azul, com 160 toneladas de peso e 30 metros de comprimento, e o pequeno musaranho, com 3 gramas e 8 centímetros. Seus representantes possuem uma grande diversidade morfofisiológica, o que permitiu a ocupação de diferentes ambientes (terra, ar, água doce e mar).

- Cite duas características que distinguem os mamíferos dos demais vertebrados.
- O período de gestação dos mamíferos está diretamente relacionado ao tamanho do corpo. O elefante, por exemplo, apresenta uma gestação de 22 meses e o rato doméstico, de 19 dias. Entretanto, o gambá, que é maior que o rato doméstico, apresenta uma gestação de apenas 13 dias. Explique a diferença entre o tempo de gestação do gambá e o do rato doméstico.

8. (UFJF-MG) O fóssil de *Archaeopteryx lithographica* apresenta claros indícios de sua condição de ave voadora. A maioria das aves atuais apresenta adaptações ao voo, o que favorece e explica a ocupação destes organismos em diferentes ambientes. Apresente quatro caracteres que indicam adaptação ao voo, explicando suas respectivas funções.

Serpentes e peçonha

A peçonha das serpentes é a secreção das **glândulas de veneno**, que são glândulas salivares modificadas, situadas lateralmente ao longo dos maxilares. São envolvidas por tecido muscular, responsável pela compressão e pela saída da peçonha.

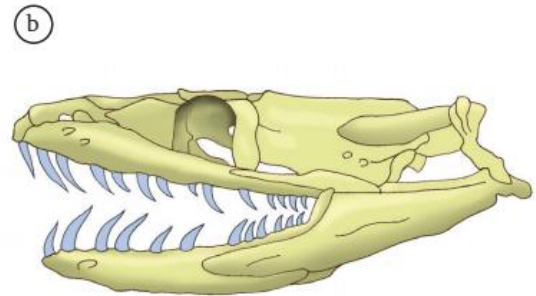
Serpentes peçonhentas têm **presas**, dentes especializados que podem inocular a peçonha, que flui por um canal interno ou por sulcos externos. Serpentes são classificadas de acordo com o tipo de presa:

- **Aglifodontes** (ou áglifas). Não possuem dentes inoculadores. São exemplos a sucuri (gênero *Eunectes*) e a jiboia (gênero *Boa*), que matam suas presas por constrição, sem inocular a peçonha.



Fabio Colombini

(a) Jiboia (*Boa constrictor*, 2,5 m de comprimento) e (b) representação do crânio de uma serpente aglifodonte. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)



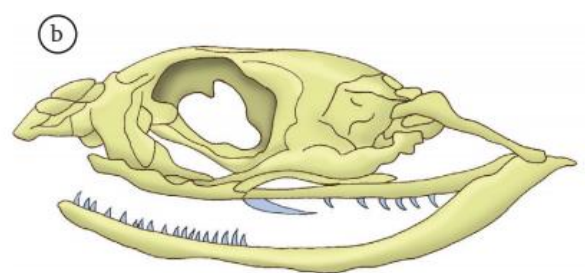
Ilustrações: Rafael Herrera

- **Opistoglifodontes** (ou opistóglifas). Presas fixas, em posição muito posterior, geralmente incapazes de inocular a peçonha. As falsas-coralais (diversos gêneros) pertencem a esse grupo.



Ryan M. Bolton / Alamy/latinstock

(a) Falsa-coral (*Oxyrhopus* sp., 1 m de comprimento) e (b) representação do crânio de uma serpente opistoglifodonte. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

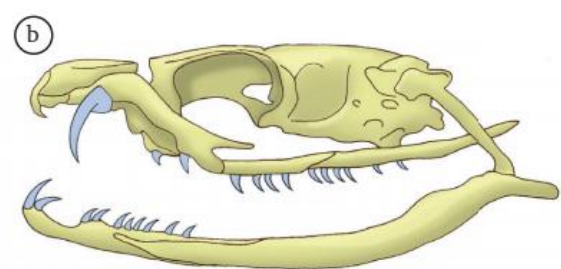


- **Proteroglifodontes** (ou proteróglifas). Presas anteriores fixas e sulcadas; inoculam peçonha. São as coral-verdadeiras (gênero *Micrurus*).

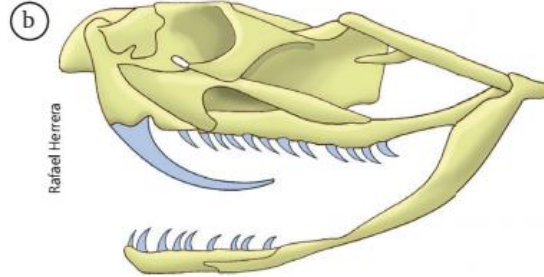


Jared Hobbs/Getty Images

(a) Coral-verdadeira (*Micrurus fulvius*, 80 cm de comprimento) e (b) representação do crânio de uma serpente proteroglifodonte. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)



- **Solenoglifodontes** (ou solenóglifas). Presas anteriores, retráteis, com canal central, em posição anterior; inoculam peçonha. No Brasil, pertencem aos gêneros *Crotalus* (cascavel), *Bothrops* (jararaca, urutu, jararacuçu) e *Lachesis* (surucucu). As serpentes solenoglifodontes possuem um órgão que se abre entre os olhos e as narinas, chamado **fosseta loreal**, que possibilita detectar infravermelho, radiação associada à emissão de calor. Essas serpentes percebem a presença de animais homeotérmicos, que são mais quentes que o ambiente e dissipam calor.



(a) As serpentes solenoglifodonte, como a jararaca da fotografia, possuem fosseta loreal entre os olhos e as narinas. (b) Representação do crânio de uma serpente solenoglifodonte. (Imagem sem escala; cores-fantasia.). (c) Cascavel (*Crotalus durissus*, 1,20 m de comprimento). (d) Jararaca (*Bothrops newiedi*, 1,15 m de comprimento). (e) Surucucu (*Lachesis muta*, 2 m de comprimento).



As peçonhas das serpentes podem ter várias ações:

- Ação **proteolítica** (gêneros *Bothrops* e *Lachesis*). Promove a destruição de proteínas dos tecidos afetados, que se manifesta com necrose da pele, dos músculos e dos tendões.
- Ação **coagulante** e **hemorrágica** (gêneros *Crotalus*, *Bothrops* e *Lachesis*). Provoca a coagulação intravascular do sangue e consumo exagerado dos fatores da coagulação, determinando dificuldade de coagulação, que pode representar risco de hemorragias.
- Ação **miotóxica** (gêneros *Crotalus* e *Lachesis*). Ocasionalmente destrói células musculares, com liberação de mioglobina, proteína presente nessas células. Excretada pelos rins, dá à urina uma coloração avermelhada e, tardiamente, cor de refrigerante de cola. O quadro pode evoluir para lesões renais e morte.
- Ação **neurotóxica** (gêneros *Micrurus*, *Crotalus* e *Lachesis*). A ação sobre o sistema nervoso central provoca pálpebras superiores caídas (ptose palpebral), visão dupla,

diâmetros diferentes das duas pupilas, dores musculares, sonolência etc. Também pode provocar dificuldade respiratória, eventualmente levando à morte por asfixia.

Em caso de acidente ofídico, recomendam-se as seguintes medidas:

- não aplicar torniquete, que impede a circulação do sangue e pode provocar necrose ou gangrena;
- não colocar, na lesão, material estranho, como folhas ou pó de café, que podem causar infecção;
- não cortar a lesão, já que algumas peçonhas podem provocar hemorragia; além disso, objetos cortantes não desinfetados favorecem a ocorrência de infecção e hemorragia;
- não dar à vítima bebidas alcoólicas, querosene ou outras substâncias, pois, além de inúteis, podem causar intoxicação;
- manter a vítima deitada e em repouso, já que a movimentação facilita a absorção da peçonha;
- conduzir a vítima imediatamente a um serviço de saúde, para tratamento específico.

Depois da leitura do texto, faça o que se pede:

Escreva
no caderno

- (Efoa-MG) Um indivíduo picado por uma serpente manifestou intensa dor local e, algum tempo após, forte gengivorragia (perda de sangue pelas gengivas), entre outros sintomas.
 - Qual serpente provocou o acidente?
 - Justifique os sintomas mencionados.
- (Unicamp-SP) Em casos de acidente ofídico (picadas de cobras), são muito importantes o atendimento hospitalar, de preferência especializado, bem como os primeiros socorros à vítima. Em relação aos primeiros socorros, é frequente um procedimento inconveniente (torniquete) para a maioria dos

casos de acidentes ofídicos no Brasil, que são causados por jararacas. Discuta o prejuízo que existe, no Brasil, decorrente da divulgação do torniquete em filmes sobre vaqueiros e pioneiros do Oeste norte-americano, onde há grande riqueza de espécies de cascavéis.

- (Vunesp-SP) Em ambiente escuro, foram colocadas serpentes opistoglifodonte e solenoglifodonte na presença de anuros e pequenos roedores.
 - Qual a correlação presa-predador mais viável?
 - Justifique sua resposta, baseando-se na morfologia dos animais

CAPÍTULO 8

Helmintíases

Doenças negligenciadas

Luciana Whitaker/Pulsar

Estação de tratamento de esgoto de Alegria, Rio de Janeiro, RJ, 2015. Ainda é grande o número de brasileiros vivendo em locais sem saneamento ambiental. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2014, pouco mais de 63% dos domicílios brasileiros estavam conectados à rede de coleta de esgoto sanitário.

Antes de iniciar o capítulo, apresente brevemente as doenças que serão abordadas neste capítulo, expondo apenas as seguintes informações: a) nome da doença; b) agente etiológico (platelminto ou nematódeo); c) formas de contágio. Sugira aos alunos que se dividam em grupos e, sem pesquisa prévia, peça que enumerem medidas profiláticas para cada uma das parasitoses expostas (uma doença por grupo). Peça os motivos que os levaram a apontar as medidas escolhidas. Depois do trabalho com o capítulo, retome as medidas escolhidas e oriente os alunos a avaliarem se elas são satisfatórias para evitar as doenças em questão.

Um Nobel para os pobres

Com essa expressão “um Nobel para os pobres”, o jornalista Gabriel Alves (**Folha de S.Paulo**¹) anunciou os ganhadores do Nobel de Fisiologia ou Medicina de 2015. Depois de décadas premiando pesquisas “de ponta”, a honraria foi concedida a cientistas dedicados à busca por tratamentos de doenças tropicais, comuns principalmente em países pobres. A chinesa Youyou Tu, contemplada pela descoberta da artemisinina (princípio ativo extraído da planta *Artemisia* usado no tratamento da malária), dividiu o prêmio com o irlandês William Campbell e o japonês Satoshi Omura, descobridores da avermectina e da ivermectina, drogas eficazes no combate a infecções causadas por platelmintos e nematódeos. Desnecessário lembrar que malária e a maioria das infecções causadas por platelmintos e nematódeos afetam principalmente países pobres da África, da Ásia e da América Latina. Daí a designação certa do jornalista.

As doenças parasitárias provocadas por platelmintos e nematódeos estão relacionadas com más condições de habitação e saneamento ambiental. Portanto, qualquer análise que se faça a respeito de parasitoses estará destinada ao conjunto das ações bem-intencionadas e malsucedidas, se não levar em conta a sinergia do circuito pobreza-desnutrição-doença. A efetiva melhoria das condições sociais, econômicas, educacionais e culturais da população é a meta a ser alcançada, para que essas doenças sejam definitivamente erradicadas.

O fato de essas parasitoses afetarem, de modo geral, mais seriamente as populações mais pobres e os países menos desenvolvidos, tem como causas principais:

- **Saneamento ambiental precário.** De acordo com a Fundação Nacional de Saúde (Funasa), saneamento ambiental é um conceito mais abrangente do que saneamento básico, englobando o abastecimento de água potável, a coleta, o tratamento e a disposição dos esgotos e dos resíduos sólidos e gasosos, os demais serviços de limpeza urbana, a drenagem urbana, o controle ambiental de vetores de doenças e de animais que perambulam pelas comunidades, a disciplina da ocupação e uso da terra e as obras especializadas para proteção e melhoria das condições de vida.
- **Escassez de recursos.** Os investimentos em saúde pública e em saneamento ambiental são escassos ou mal aplicados.
- **Alimentação deficiente.** A desnutrição proteico-calórica torna as pessoas mais suscetíveis aos parasitas.
- **Atendimento médico precário.** Populações de baixa renda geralmente têm menos acesso aos medicamentos e a postos de atendimento à saúde. Em muitos países, falta mais atenção à saúde da população, e, mesmo quando o número de médicos por habitante é suficiente, a distribuição pode ser irregular. É o caso do Brasil, onde tanto no campo como nas cidades há bolsões de pobreza desprovidos de atendimento médico adequado.
- **Pouca escolaridade.** As campanhas de prevenção das doenças são mal compreendidas ou não encontram apoio entre a população.

¹ ALVES, G. Nobel de medicina vai para pesquisas em doenças de países pobres. **Folha de S.Paulo**, São Paulo, 5 out. 2015. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/ciencia/2015/10/1690251-nobel-de-medicina-sai-para-estudos-sobre-infeccoes-causadas-por-parasitas.shtml>>. Acesso em: mar. 2016.

Proponha aos alunos que desenvolvam uma pesquisa a respeito do destino do esgoto da região onde fica a escola, verificando se ele é coletado nas residências, se passa por algum tipo de tratamento e onde ele é descartado. Se possível, amplie a pesquisa para a coleta e descarte de lixo. Há coleta seletiva? Onde o lixo domiciliar é descartado? Há controle de entrada no local ou cuidados com o solo nessa deposição? Combine com os alunos uma data para apresentação dos resultados encontrados, que pode ser feita por meio de cartazes, vídeos, folhetos informativos etc.

Esquistossomose mansônica

Também conhecida por **barriga-d'água**, a esquistossomose é causada por um platelminto originário da África, que provavelmente chegou ao continente americano com os escravos, no século XVI. A doença é encontrada apenas nesses dois continentes e em limitada área da Ásia. De acordo com a Organização Mundial da Saúde, em 2011, havia mais de 200 milhões de indivíduos infectados no mundo pela esquistossomose. Dados do Ministério da Saúde de 2010 apontam que, no Brasil, possam ocorrer até 7 milhões de casos da doença (a maioria em áreas isoladas, sem diagnóstico e tratamento) e que, entre 2003 e 2012, 1 milhão de pessoas tenham sido infectadas.

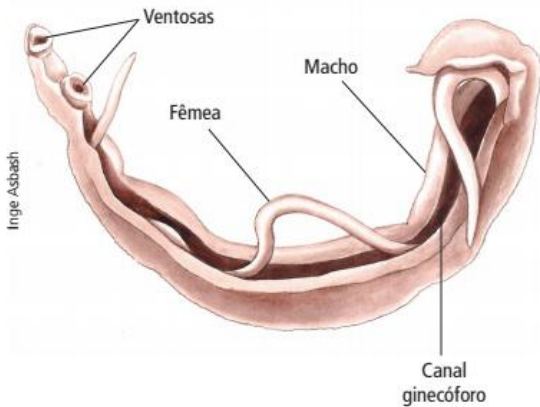


Figura 1. Representação de como a fêmea do *Schistosoma mansoni* fica alojada no canal ginecóforo do macho. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

▶ Agente etiológico

O agente etiológico da esquistossomose é o platelminto *Schistosoma mansoni* (esquistossomo), parasita heteroxênico da classe **Trematoda**. O parasita apresenta nítido dimorfismo sexual, ou seja, machos e fêmeas com diferenças morfológicas (**figura 1**): o macho possui o **canal ginecóforo**, onde se aloja a fêmea, mais delgada e longa (cerca de 1,5 cm, em comparação com o 1 cm do macho).

O esquistossomo “escapa” do sistema de defesa do hospedeiro humano porque seu revestimento corporal é quimicamente semelhante a certos compostos de células do hospedeiro; como não é reconhecido como corpo estranho, não é destruído. *As fêmeas do *Schistosoma mansoni* chegam a eliminar mais de mil ovos por dia.*

▶ Hospedeiro intermediário

Os hospedeiros intermediários do esquistossomo são caramujos planorbídeos do gênero *Biomphalaria* (**figura 2**). Esses moluscos não vivem em águas poluídas, mas apenas em águas limpas de lagoas e de córregos de pouca correnteza, ou em alagados que se formam depois de enchentes. Reproduzem-se com espantosa velocidade, o que dificulta a aplicação de medidas para eliminá-los. Mesmo em pequeno número, os sobreviventes rapidamente repovoam as águas.



Figura 2. O caramujo do gênero *Biomphalaria* (1 cm de comprimento) é o hospedeiro intermediário do *Schistosoma mansoni*. Recebe o nome de planorbídeo por ter a concha achatada, que difere da concha de um caracol de jardim.

▶ Ciclo de vida

O ser humano é o **hospedeiro definitivo** do esquistossomo. As fêmeas do parasita liberam ovos em vasos sanguíneos do intestino grosso. Os ovos (**figura 3**), com esporão lateral típico, atravessam a parede dos vasos sanguíneos e a do intestino e são eliminados com as fezes.



Figura 3. Ovo do *Schistosoma mansoni*, com o típico esporão lateral. (Imagem de microscopia óptica, aumento aproximado de 1 280 vezes.)

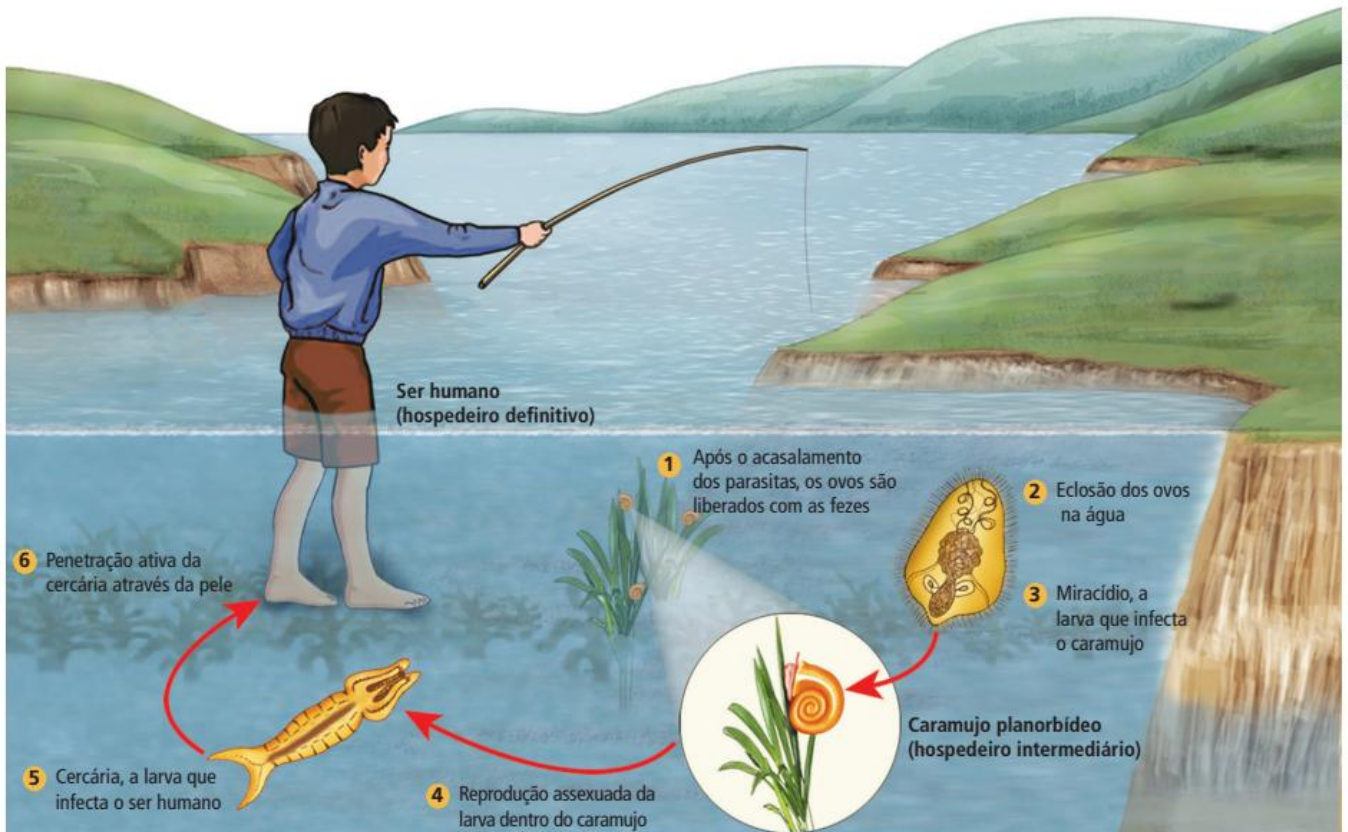
Se as fezes atingirem a água, sairá do ovo uma larva ciliada, o **miracídio**, que penetra no caramujo, em cujo interior se transforma em outra larva, o **esporocisto**; neste, formam-se larvas infectantes de cauda bipartida, as **cercárias** (do grego *kerkos*, cauda) (**figura 4**), que escapam do caramujo para a água. Um único miracídio pode originar milhares de cercárias.

SINCLAIR STAMMERS/SP/Latinstock



Figura 4. Cercária, a larva do *Schistosoma mansoni* que infecta o ser humano. (Imagem de microscopia óptica, aumento aproximado de 220 vezes.)

As cercárias penetram ativamente através da pele e das mucosas, podendo causar um leve prurido (coceira). Uma vez nos vasos sanguíneos, chegam ao fígado, onde se alimentam de sangue e completam seu desenvolvimento. As formas sexualmente maduras migram para vasos sanguíneos do intestino e se acasalam, e as fêmeas iniciam a postura de ovos, reiniciando o ciclo (**figura 5**).



Studio Capatroz

Figura 5. Representação esquemática do ciclo de vida do *Schistosoma mansoni*. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Locais onde a água de lagoas ou de riachos é usada para a lavagem de roupas, para o abastecimento ou mesmo para o lazer são os principais focos da doença. O risco de infecção é alto se as pessoas entrarem em contato com água onde existem cercárias.

▶ Manifestações

É como afirma o dito popular: “se nadou e coçou, é porque pegou.”. Isso acontece porque os locais onde as cercárias penetram, na pele e nas mucosas, podem apresentar vermelhidão e prurido, justificando a designação de “lagoas de coceira” para aquelas onde se adquire a infecção.

Na fase aguda, ocorrem manifestações gerais: fraqueza, diminuição do apetite, febre, mal-estar, calafrios, delírios, náuseas e diarreia. Essa fase logo desaparece, com cura aparente, mas pode, excepcionalmente, evoluir para mau funcionamento do fígado, estado de coma e morte.

Na fase crônica, as manifestações mais comuns são anemia intensa, fezes sanguinolentas, diarreia, fraqueza, falta de ar, náuseas e vômitos, dor abdominal, febre e grande aumento do fígado e do baço. A obstrução dos vasos sanguíneos do fígado pelos parasitas provoca acúmulo de líquido na cavidade abdominal, que os médicos chamam de **ascite**, popularmente conhecida como barriga-d’água.

▶ Profilaxia

Algumas obras de engenharia, que poderiam representar grande progresso para algumas regiões, facilitam a disseminação da esquistossomose: represas e canais de irrigação criam condições para a proliferação dos caramujos, e sua construção aumentou drasticamente a ocorrência da moléstia em alguns países, como no Egito, com a construção da barragem de Assuã. Em Gana, um país africano, depois da edificação de uma barragem, a ocorrência da esquistossomose entre as crianças de populações ribeirinhas saltou de 1% para 100%.

A esquistossomose é uma das parasitoses cujas medidas preventivas são mais complexas.

- **Combate ao caramujo.** A eliminação do caramujo retira do ciclo a fonte das cercárias – forma infectante para o ser humano. Como os planorbídeos vivem em águas de pouca correnteza, a retificação de córregos e a desobstrução de suas margens dificultam a reprodução desses moluscos. Tem sido tentado o controle biológico, com o emprego de predadores (patos, peixes etc.), de parasitas (fungos) e de competidores (outras espécies de moluscos). O uso de drogas moluscocidas é a forma mais rápida de controle da esquistossomose, desde que sejam levados em conta os efeitos dessa interferência no equilíbrio ecológico da região.
- **Tratamento das pessoas doentes.** Drogas têm sido empregadas em áreas endêmicas. Seu uso representa importante medida preventiva porque, quando tratados, os indivíduos parasitados param de eliminar ovos.
- **Saneamento ambiental.** O tratamento adequado das fezes ou sua deposição em local seguro (rede de esgoto, fossas sépticas) é importante, porque evita o contato das larvas com os caramujos. Outra medida é o uso domiciliar de água tratada.
- **Evitar contato com águas contaminadas.** Trata-se de medida de baixa aplicabilidade, pois as populações sob risco não contam com sistema de distribuição de água tratada. A falta de informações sobre a doença e sua transmissão também compromete a eficácia dessa medida. Se o contato com a água for inevitável (para trabalhadores em canais de irrigação, por exemplo), deve ocorrer preferencialmente de manhã, quando as cercárias são menos ativas. O uso de botas impermeáveis e de repelentes de cercárias também é útil.

A esquistossomose não ocorre na Amazônia, pois o volume de água dos grandes rios não é apropriado para a vida dos caramujos planorbídeos. Já as áreas irrigadas do Sertão nordestino são propícias para a disseminação da esquistossomose, em virtude da grande população de caramujos nos canais de irrigação.

Medicamentos para o tratamento da esquistossomose são continuamente pesquisados. Leia mais em: MELLO, D. Pesquisadores descobrem tratamento da esquistossomose até 8 vezes mais eficaz. **Agência Brasil/EBC**, 31 out. 2015. Disponível em: <<http://tub.im/83t5no>>. Acesso em: fev. 2016.

Fasciolose

Doença parasitária que acomete as vias biliares de herbívoros (bois e ovelhas, por exemplo), cujo agente etiológico é o platelminto da espécie *Fasciola hepatica* (classe **Trematoda**). A infecção de seres humanos é eventual, em geral em surtos epidêmicos.

O parasita possui o corpo semelhante a uma folha, bastante achatado dorso-ventralmente, em cuja região anterior encontra-se uma ventosa e a abertura oral.

As fascíolas são hermafroditas e vivem nos canais biliares do hospedeiro vertebrado (ser humano, inclusive), onde alcançam a maturidade sexual e se reproduzem. Os ovos são lançados, com a bile, no intestino e saem com as fezes. Em meio com temperatura e umidade adequadas, os ovos eclodem e, duas ou três semanas depois, liberam o miracídio.

Em meio aquático, os miracídios penetram em caramujos (no Brasil, do gênero *Lymnaea*), onde se transformam e liberam cercárias. As cercárias fixam-se à vegetação aquática e convertem-se em formas encistadas denominadas metacercárias, que são a forma infectante para herbívoros e, ocasionalmente, seres humanos, que geralmente se infectam ao comer folhas de agrião ou, menos frequentemente, de alface.

No duodeno, as metacercárias saem dos cistos, atravessam a parede do tubo digestório e caminham pela cavidade abdominal até atingir o fígado, no qual penetram e se alojam nos canais biliares. Dois a três meses depois, já são sexualmente maduras e iniciam a postura.

A profilaxia consiste em:

- evitar a ingestão de verduras (principalmente agrião e alface) cultivadas com possível contato com fezes humanas (como esterco ou na água de irrigação);

- nas áreas com casos confirmados da doença, toda verdura consumida crua deve ser cuidadosamente lavada e tratada com hipoclorito de sódio;
- combate aos caramujos (drogas moluscocidas ou controle biológico);
- tratamento dos infectados (seres humanos e outros animais);
- saneamento ambiental;
- educação sanitária.

Teníases

São doenças humanas causadas por tênias (ou solitárias), parasitas adultos das espécies *Taenia solium* e *Taenia saginata*. Embora sejam hermafroditas absolutos e possam se reproduzir sem parceiro, realizando a autofecundação, as tênias recebem o nome de solitárias porque a pessoa é parasitada geralmente por apenas um ou dois parasitas.

A incidência mundial da *Taenia saginata* é maior que a da *Taenia solium*. Em indivíduos que não ingerem carne de porco, como muçulmanos e judeus, apenas a *Taenia saginata* é encontrada. No Brasil, porém, a *Taenia solium* é a responsável pela maioria dos casos de teníase.

Agente etiológico

As tênias são platelmintos da classe **Cestoda**. O corpo desses parasitas heteroxênicos é formado por três partes: escólex, colo e estróbilo (**figura 6**).

Não possuem sistema digestório e absorvem os nutrientes já digeridos pelo hospedeiro através da superfície do corpo. Portanto, têm ação espoliativa e podem causar deficiência nutricional.

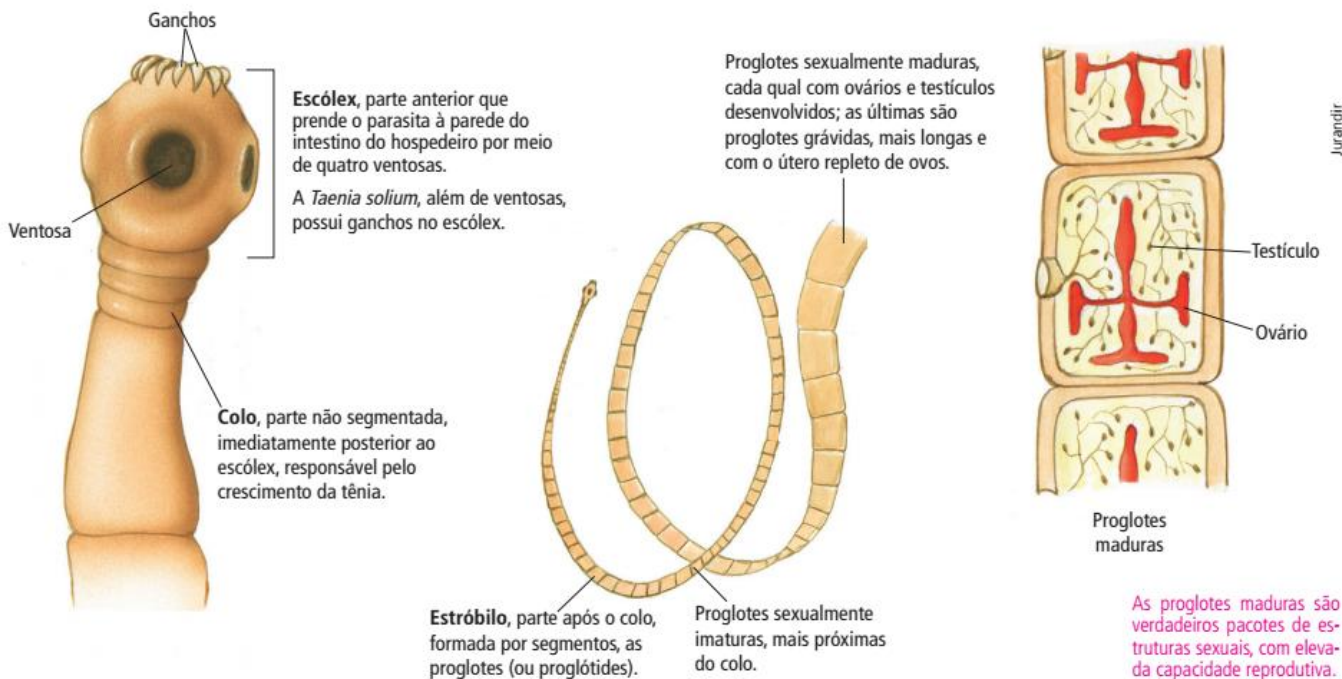


Figura 6. Representação esquemática das divisões do corpo da tênia. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Ciclo de vida

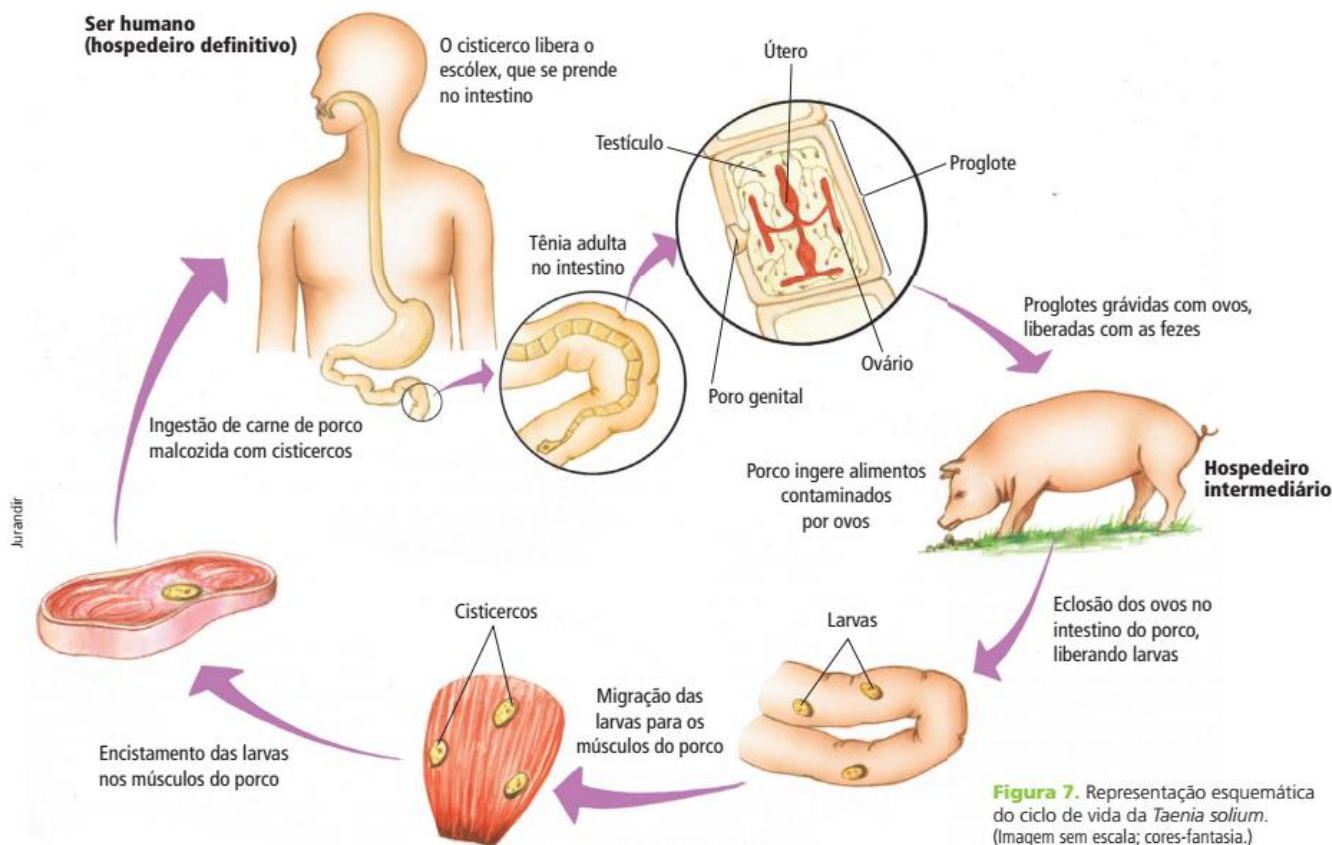
A pessoa parasitada (hospedeiro definitivo) elimina fezes com proglotes grávidas, que se rompem no ambiente e liberam ovos. Ingeridos pelos hospedeiros intermediários (os da *Taenia saginata* são os bovinos; os da *Taenia solium*, os suínos), os ovos rompem-se no intestino delgado desses animais, liberando a **oncosfera**, larva que atravessa a mucosa do intestino e cai na corrente sanguínea, podendo alcançar músculos, coração, encéfalo e outros órgãos. Neles, a larva assume forma cística, o **cisticerco**, que contém

o escólex do futuro parasita. Quando uma pessoa come carne crua ou malcozida, ingere o cisticerco, que se abre no intestino delgado e libera o escólex, que se fixa na parede intestinal e se desenvolve em parasita adulto (**figura 7**).

Excepcionalmente, as proglotes podem romper-se no interior do intestino, quando então os ovos se misturam com as fezes e são eliminados.

▶ Manifestações

São inespecíficas, como dor de cabeça, diarreia, constipação intestinal e diminuição do apetite. Dores abdominais, fraqueza, anemia e náuseas também podem aparecer.



▶ Cisticercose

Ocorre quando o ser humano assume o papel de hospedeiro intermediário, ao ingerir ovos da *Taenia solium* na água ou em alimentos, como verduras cruas e mal-higienizadas. Os ovos rompem-se no intestino, liberando as oncosferas, que penetram na corrente sanguínea, instalam-se em algum órgão e desenvolvem-se, originando os cisticercos.

A **autoinfecção** ocorre quando as proglotes grávidas se rompem perto do ânus: contaminando as mãos, a pessoa parasitada pela tênia adulta pode levar os ovos à boca (autoinfecção externa); mais raramente, as proglotes rompem-se no intestino e liberam os ovos (autoinfecção interna).

O quadro mais grave é o da **neurocisticercose**, em que os cisticercos se instalam na parte central do sistema nervoso, particularmente no encéfalo, provocando dor de cabeça, convulsões e distúrbios psíquicos. Outra localização temida é no interior do globo ocular, o que pode provocar distúrbios visuais e até a perda total da visão.

▶ Profilaxia

As medidas preventivas contra a teníase e a cisticercose consistem em:

- educação sanitária, que inclui o uso de fossas ou latrinas e o hábito de sempre lavar as mãos após usar o banheiro e antes de comer ou beber;
- saneamento ambiental, com atenção especial para a destinação adequada das fezes humanas;
- cozimento, salgamento ou exposição a frio intenso das carnes, para destruir os cisticercos;
- tratamento das pessoas parasitadas.

O tratamento adequado das carnes não previne diretamente a cisticercose, que não se adquire pela ingestão de cisticercos, mas de ovos de tênia. Entretanto, como a cisticercose pode resultar da autoinfecção, a profilaxia da teníase também evita a cisticercose.

Hidatidose

Doença que apresenta incidência mais elevada nos estados da região Sul do Brasil, está associada à criação de carneiros e ovelhas (**figura 8**).

O agente etiológico é o platelminto *Echinococcus granulosus*, parasita da classe **Cestoda** (**figura 9**).

A transmissão ocorre pela ingestão de ovos do parasita, nos quais se formam larvas que perfuram a parede do intestino e penetram na circulação. Pelos vasos sanguíneos, as larvas atingem diversos órgãos, onde podem se fixar — fígado, pulmões, encéfalo, entre outros. Nesses órgãos, formam-se os **cistos hidáticos**, que podem atingir diâmetro superior a 10 cm.

O equinococo é um parasita heteroxênico. O parasita adulto vive fixado na mucosa do intestino delgado de cães, que eliminam os ovos com as fezes. Ovelhas ou seres humanos, ao ingerir ovos, podem desenvolver o cisto hidático. Quando o cão se alimenta de vísceras de ovelhas, ingere cistos que contêm escólecex do parasita. No intestino do cão, os escólecex originam parasitas adultos.

A profilaxia envolve:

- criação de ovinos e bovinos sem contato com os cães;
- não alimentar os cães com vísceras de ovinos e bovinos;
- tratar os cães parasitados;
- cuidado ao lidar com os cães, pois os ovos do parasita ficam aderidos aos pelos.



Figura 8. O homem, seu cão e as ovelhas. A cena, típica da Campanha Gaúcha, esconde o risco de transmissão da hidatidose.

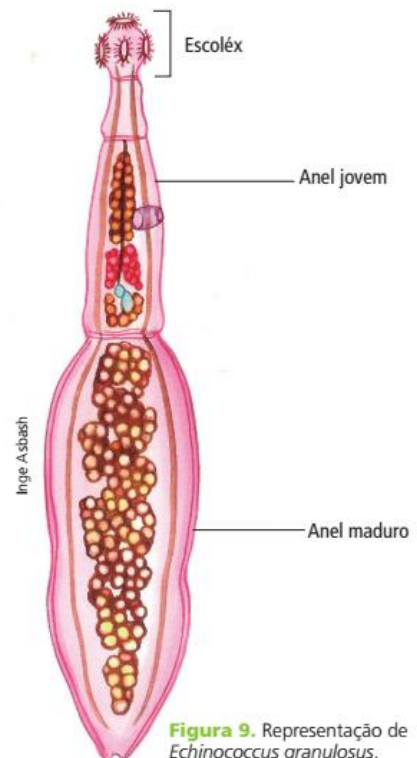


Figura 9. Representação de *Echinococcus granulosus*. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Ascariíase

Uma criança de 3 ou 4 anos de idade é levada ao médico, pois está com tosse, falta de ar e febre. Depois de examiná-la, o médico solicita uma radiografia do tórax e confirma sua hipótese: pneumonia. No Brasil, esse quadro repete-se centenas de vezes, todos os dias. Entretanto, o diagnóstico pode ser outro: larvas do nematódeo *Ascaris lumbricoides* passando pelos pulmões.

A ascariíase acomete aproximadamente 30% da população mundial. Atualmente, é uma das parasitoses mais frequentes no Brasil e sua abrangência inclui uma ampla faixa que se estende do estado de São Paulo ao Pará, principalmente na região Nordeste.

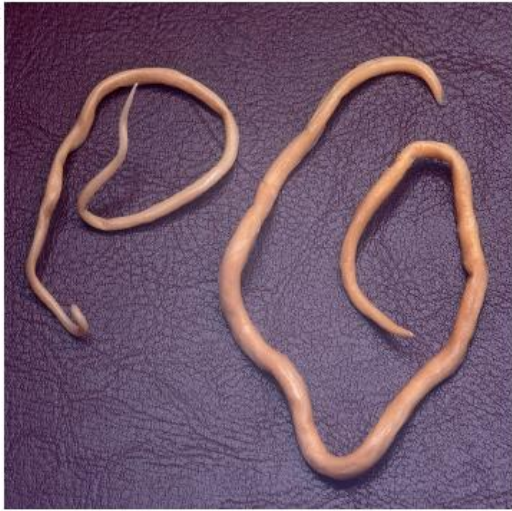


Figura 10. *Ascaris lumbricoides*: macho (chega a 30 cm de comprimento) e fêmea (chega a 40 cm de comprimento). Além de menor, o macho tem a extremidade posterior do corpo enrodilhada.

▶ Agente etiológico

A ascariase é causada por nematódeos conhecidos como lombrigas, da espécie *Ascaris lumbricoides*, que medem de 15 cm a 30 cm de comprimento.

São animais dioicos, com nítido dimorfismo sexual, sendo a fêmea maior que o macho (**figura 10**). Habitam o intestino delgado, onde vivem de alimentos ingeridos pela pessoa parasitada.

▶ Ciclo de vida

O *Ascaris lumbricoides* é parasita monoxênico, já que o ser humano é seu único hospedeiro. Apresenta **ciclo pulmonar**, isto é, passa pelos pulmões durante seu percurso pelo hospedeiro.

Os ovos do parasita são eliminados com as fezes do indivíduo infectado. Em locais quentes e úmidos, desenvolve-se uma larva, que permanece dentro do ovo. A infecção ocorre por ingestão de ovos em água ou alimentos, principalmente verduras.

No intestino delgado, os ovos liberam as larvas, que penetram através da parede do intestino e alcançam a corrente sanguínea. Passam pelo coração e seguem para os pulmões, onde rompem os capilares sanguíneos e caem no interior dos alvéolos pulmonares. Como as larvas são grandes, sua passagem para o interior dos alvéolos costuma provocar inflamação acentuada, às vezes determinando manifestações semelhantes às de uma pneumonia.

As larvas chegam à faringe, de onde são eliminadas com a expectoração ou deglutidas. Passando pelo estômago, atingem o intestino delgado, onde completam seu desenvolvimento, convertendo-se em adultos. (**figura 11**).

A fêmea do *Ascaris lumbricoides* elimina até 200 mil ovos por dia.

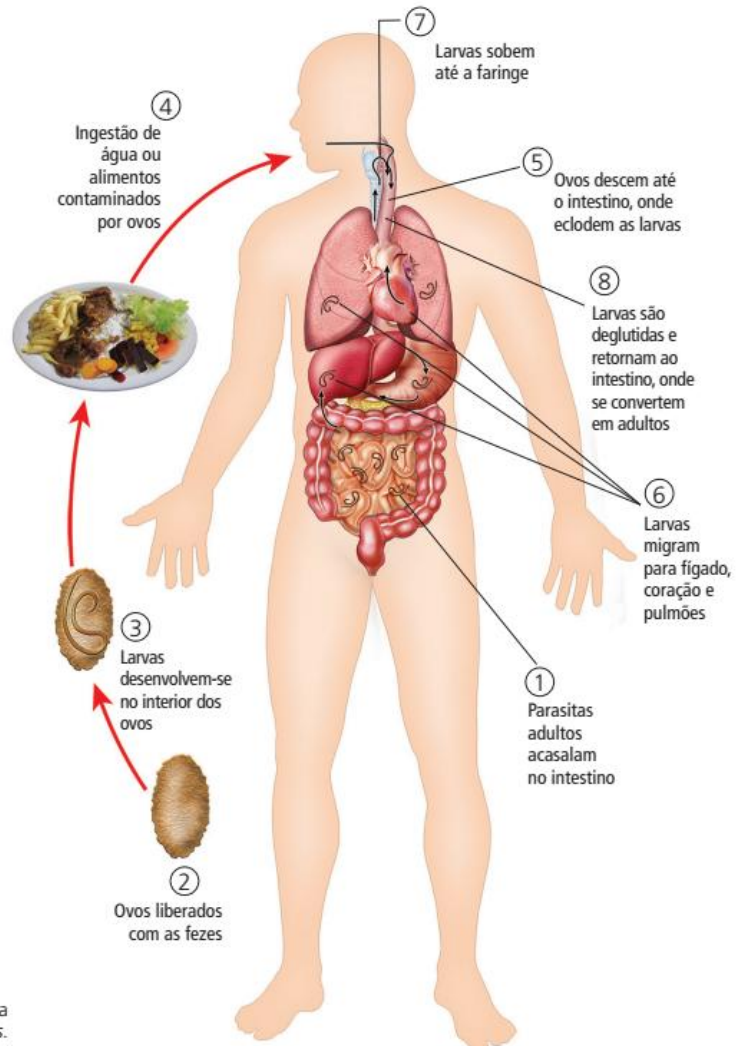


Figura 11. Representação esquemática do ciclo de vida do *Ascaris lumbricoides*. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

▶ Manifestações

A gravidade das manifestações depende do número de parasitas. Infecções leves, com três ou quatro áscaris, costumam ser assintomáticas. Infecções maciças, com 100 ou 200 parasitas, são potencialmente graves.

- **Manifestações da fase de larva.** As larvas podem causar tosse, expectoração, falta de ar, catarro sanguinolento e febre. Essa fase é acompanhada, às vezes, por manifestações gerais, como mal-estar, dor de cabeça e fraqueza.
- **Manifestações da fase adulta.** Os parasitas adultos têm ação espoliativa, pois retiram nutrientes da pessoa infectada. Em crianças, podem provocar ou acentuar a desnutrição. Liberam substâncias com ação tóxica, que provocam reações alérgicas, urticária e convulsões. Podem enovelar-se no interior do intestino delgado; no caso de infecção maciça, causam obstrução mecânica do tubo digestório, impedindo o fluxo normal do conteúdo intestinal. **Os novelos formados por dezenas ou centenas de parasitas são chamados bolos de áscaris.**

▶ Profilaxia

São medidas preventivas contra a ascariíase:

- educação sanitária;
- saneamento ambiental, com atenção especial para a destinação adequada das fezes humanas e para o tratamento da água;
- cuidado no preparo dos alimentos (particularmente de verduras);
- higiene pessoal;
- combate aos insetos domésticos, sobretudo a moscas e baratas, que podem veicular ovos do parasita;
- tratamento das pessoas parasitadas.

Ancilostomíase

A ação espoliativa dos ancilostomídeos causa a ancilostomíase ou **amarelão**, doença também chamada **opilação** ou **mal da terra**. Essa moléstia ilustra bem a relação pobreza-desnutrição-doença no Brasil e em outros países pobres. Os ancilostomídeos roubam do indivíduo as forças e reduzem sua capacidade para o trabalho; assim, perpetuam-se a miséria, a fome e a doença.

▶ Agente etiológico

Os agentes da ancilostomíase são os nematódeos *Ancylostoma duodenale* e *Necator americanus* (figura 12). Medem cerca de 10 mm de comprimento e apresentam dimorfismo sexual. São parasitas exclusivos do ser humano. Vivem aderidos à mucosa do intestino delgado da pessoa parasitada, de onde retiram sangue.

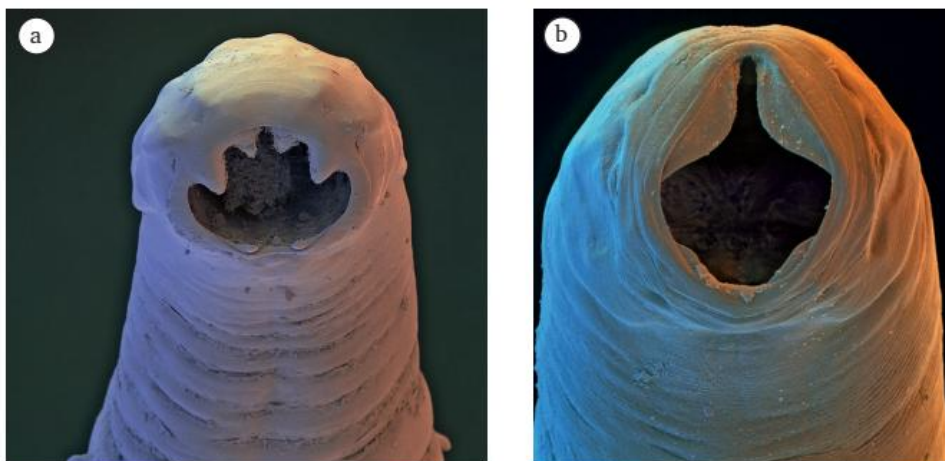


Figura 12. (a) O *Ancylostoma duodenale* tem dois pares de dentes na cápsula bucal (Imagem de microscopia eletrônica, aumento aproximado de 250 vezes; colorida artificialmente.) (b) O *Necator americanus* apresenta um par de lâminas cortantes. (Imagem de microscopia eletrônica, aumento aproximado de 490 vezes; colorida artificialmente.)

► Ciclo de vida

Os ancilostomídeos são parasitas monoxênicos: durante seu ciclo de vida (figura 13), o ser humano é o único hospedeiro. Assim como o *Ascaris lumbricoides*, apresentam ciclo pulmonar.

Os ovos dos ancilostomídeos são liberados com as fezes da pessoa infectada. Caindo em local úmido e quente, os embriões desenvolvem-se em larvas, que se tornam infectantes. Penetrando ativamente através da pele de uma pessoa (geralmente pelos pés), tais larvas, denominadas **filarioides**, alcançam as veias, chegam ao coração e passam para os pulmões. Rompendo os capilares, caem no interior dos alvéolos pulmonares. Sobem pelas vias aéreas, alcançam a faringe, são deglutidas e chegam ao intestino delgado, em cuja parede se fixam, convertendo-se em adultos e alimentando-se do sangue do hospedeiro.

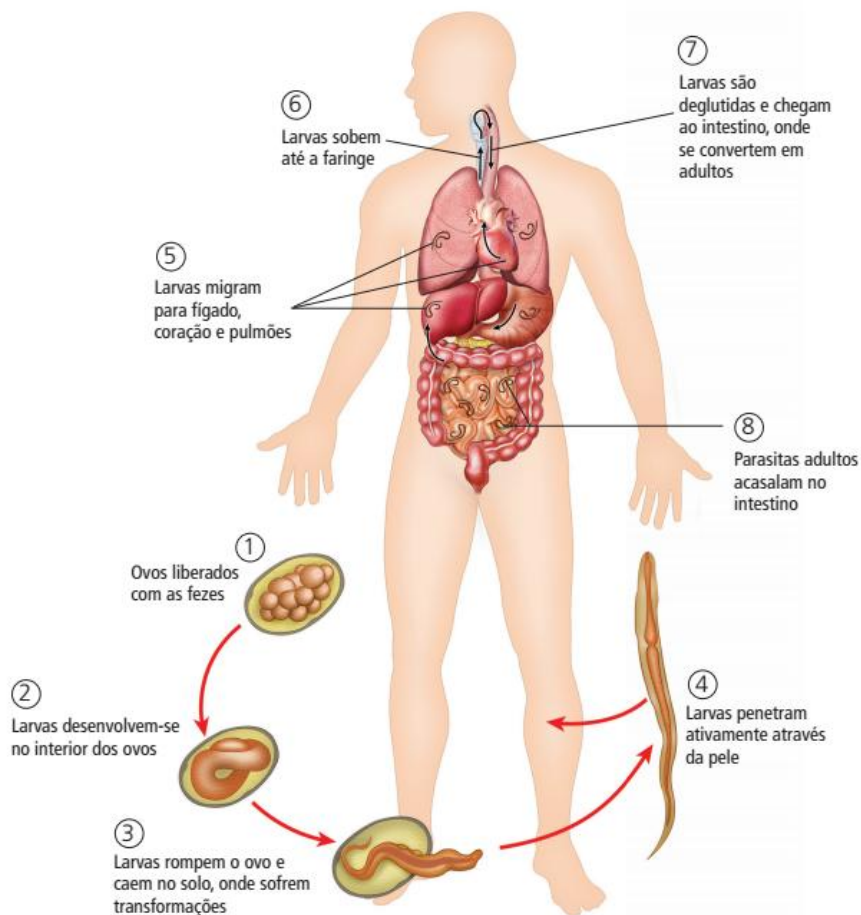


Figura 13. Representação esquemática do ciclo de vida dos ancilostomídeos. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

É importante estimular práticas de alimentação que melhorem o estado nutricional das pessoas, usando preferencialmente recursos próprios da região, mais baratos e disponíveis.

► Manifestações

Na passagem pelos pulmões, as larvas dos ancilostomídeos causam menos manifestações que as do *Ascaris lumbricoides*, pois são menores. Ainda assim, tosse, falta de ar e febre podem ocorrer. As manifestações intestinais são dor abdominal, diarreia com fezes escuras ou sanguinolentas, náuseas e vômitos. Em crianças, a dor abdominal pode ser tão intensa que simula apendicite.

As principais manifestações da ancilostomíase resultam da espoliação de sangue e da desnutrição que pode provocar. A anemia é o sinal maior dessa parasitose, pois o doente pode perder mais de 30 mL de sangue por dia.

► Profilaxia

São medidas preventivas:

- educação sanitária;
- saneamento ambiental: rede de esgotos, construção de fossas sépticas, água tratada;
- uso de calçados, pois é através da pele dos pés que as larvas penetram na maioria das pessoas parasitadas;
- tratamento das pessoas parasitadas.

Estrongiloidíase

O agente etiológico é o *Strongyloides stercoralis*, nematódeo monoxênico que parasita o intestino delgado. As manifestações usuais são diarreia, dor abdominal e perda de peso. Em pacientes com distúrbios de imunidade (portadores do HIV, desnutridos etc.), os parasitas podem disseminar-se pelo corpo.

O ciclo de vida é semelhante ao do ancilóstomo: penetração ativa através da pele → ciclo pulmonar → intestino delgado. Todavia, os adultos parasitas são sempre fêmeas, que se reproduzem por partenogênese (sem acasalamento, os óvulos desenvolvem-se sem terem sido fecundados). No intestino humano, as fêmeas produzem ovos, que eclodem e liberam larvas, as quais são eliminadas com as fezes.

No solo, as larvas podem dirigir-se para dois tipos de ciclos:

- **Ciclo direto partenogenético.** As larvas modificam-se e adquirem a capacidade de penetrar ativamente através da pele humana, reiniciando o ciclo.
- **Ciclo indireto.** As larvas originam machos e fêmeas de vida livre, que se acasalam. A eclosão dos ovos pode originar larvas que permanecerão em vida livre ou se modificarão, adquirindo a capacidade de penetrar ativamente através da pele humana.

A profilaxia é semelhante à adotada para a ancilostomíase.

Oxiuríase ou enterobíase

O agente etiológico é o nematódeo *Enterobius vermicularis*, também conhecido como oxiúro, parasita monoxênico que vive no intestino grosso, de onde as fêmeas passam para a região perianal, geralmente à noite, para a postura de ovos, causando prurido. A entrada das fêmeas na vulva e na vagina pode provocar prurido e corrimento.

A fêmea elimina ovos na região perianal, e a pessoa pode infestar-se levando a mão à boca após coçagem (autoinfecção externa). Larvas originadas de ovos postos nas proximidades do

ânus podem por ele penetrar e migrar para o intestino (retroinfecção). Uma pessoa pode ingerir ovos na água ou em alimentos (heteroinfecção); também é possível adquirir a infecção inalando ar com ovos.

As medidas preventivas incluem:

- higiene pessoal;
- troca periódica das roupas de cama e de dormir;
- limpeza do quarto com pano úmido ou aspirador de pó;
- tratamento das pessoas parasitadas.

Bicho-geográfico (larva *migrans* cutânea)

Os agentes etiológicos são os nematódeos *Ancylostoma braziliense* e *Ancylostoma caninum*, parasitas monoxênicos habitualmente encontrados em gatos e cães. Em ambiente quente e úmido, os ovos eliminados com as fezes desses animais liberam larvas, que se tornam infectantes. A infecção geralmente ocorre na areia de praia ou de tanque de areia onde crianças brincam. A larva do parasita migra sob a pele, provocando lesões semelhantes às linhas de um mapa (figura 14). Depois de semanas, a larva morre.

As medidas preventivas consistem em:

- tratamento de gatos e cães;
- remoção ou incineração das fezes desses animais;
- proibição de cães e gatos em praias;
- limpeza e manutenção de tanques de areia onde crianças brincam.



Figura 14. Linhas vermelhas na pele indicando a presença de *Ancylostoma braziliense*.

Dr. P. Marazzi/SFU/LatinStock

Filaríase ou elefantíase

O agente etiológico é o nematódeo *Wuchereria bancrofti*, parasita heteroxênico, também denominado filária. Mosquitos do gênero *Culex* ingerem microfílarias quando sugam o sangue de pessoa infectada. No interior do mosquito, as microfílarias transformam-se em larvas infectantes, que migram para o aparelho bucal do inseto. Quando ele pica, as larvas não são inoculadas, mas penetram ativamente pela pele.

Os parasitas adultos provocam inflamação e obstrução dos vasos linfáticos, dificultando a drenagem da linfa, cujo acúmulo produz

inchaço, principalmente em pés, pernas, mamas e saco escrotal. De seus ovos, eclodem microfílarias, que migram para a circulação sanguínea, de onde são sugadas pelos mosquitos.

As principais medidas preventivas são:

- combate ao mosquito transmissor;
- eliminação dos criadouros do mosquito;
- uso de telas, mosquiteiros e repelentes;
- tratamento das pessoas parasitadas.

Trio vence Nobel de Medicina por tratamentos contra infecções parasitárias

O irlandês William Campbell, o japonês Satoshi Omura e a chinesa Youyou Tu foram anunciados [...] como os vencedores do prêmio Nobel de Medicina pelo desenvolvimento de tratamentos contra infecções parasitárias e a malária.

Campbell e Omura foram recompensados em conjunto por seus “trabalhos sobre um novo tratamento contra as infecções provocadas por vermes”, enquanto Youyou Tu foi premiada por suas “descobertas sobre uma nova terapia contra a malária”, anunciou o júri do Nobel em Estocolmo.

“As doenças provocadas por parasitas têm sido um flagelo para a humanidade durante milhares de anos e são um problema de saúde global significativo”, afirmaram os integrantes do júri.

Para o Comitê Nobel, “as enfermidades parasitárias afetam especialmente as populações mais pobres do mundo e representam um enorme obstáculo para melhorar a saúde e o bem-estar humano”.

“Os vencedores do prêmio Nobel este ano desenvolveram terapias que revolucionaram o tratamento de algumas das doenças parasitárias mais devastadoras”, afirma o Comitê Nobel do Instituto Karolinska.

[...]

Youyou Tu, de 84 anos, que tinha o nome cogitado há vários anos na Academia, desenvolveu um tratamento particularmente eficaz contra a malária com um extrato da planta *Artemisia annua*.

Tu iniciou a pesquisa com a combinação de antigos textos médicos chineses e remédios populares. Ela coletou 2.000 “remédios” potenciais, a partir dos quais sua equipe produziu 380 extratos de plantas.

Um dos extratos da planta do absinto (*Artemisia absinthium*) mostrou que era promissor nos ratos. Inspirada em um texto antigo, Tu modificou o processo de extração da substância para que se tornasse mais efetiva antes de isolar, no



Yang Wumin/XINHUA/AFP

A pesquisadora chinesa Youyou Tu, Prêmio Nobel de Fisiologia ou Medicina de 2015.

início dos anos [19]70, o princípio ativo do absinto, ou seja, a artemisinina.

A artemisinina é o tratamento mais eficaz e seguro contra a malária, uma doença que afeta quase 200 milhões de pessoas por ano e mata mais de 500.000, principalmente crianças africanas.

[...]

Trio vence Nobel de Medicina por tratamentos contra infecções parasitárias. **UOL Notícias**, São Paulo, 5 out. 2015. Fornecido pela Folhapress. Disponível em: <<http://noticias.uol.com.br/ciencia/ultimas-noticias/redacao/2015/10/05/trio-vence-nobel-de-medicina-por-tratamentos-contra-infecoes-parasitarias.htm>>. Acesso em: abr. 2016.

Um Nobel para doenças causadas por parasitas

[...]

Desde a década de 1960 o microbiologista Satoshi Omura estudava um grupo de bactérias, as *Streptomyces*, conhecidas por produzir compostos com atividades antimicrobianas. Trabalhando no Japão, ele começou a pesquisar variedades da bactéria que pudessem servir de fonte para a produção de componentes bioativos contra microrganismos causadores de doenças. Omura isolou diferentes cepas da *Streptomyces*, cultivou-as artificialmente em seu laboratório e selecionou cerca de 50 com potencial terapêutico.

Trabalhando nos Estados Unidos, Campbell obteve algumas dessas culturas. Ao analisá-las e testá-las em modelos animais, ele verificou que uma delas era eficiente contra para-

sitas. Campbell, então, isolou e purificou seu agente bioativo, batizado de Avermectina, e o modificou quimicamente com o objetivo de obter um componente mais eficaz, a Ivermectina, que se mostrou eficiente em testes em humanos com infecção parasitária.

O trabalho dos dois pesquisadores teve impacto sobretudo nos países em desenvolvimento, onde a dificuldade de prevenir e tratar doenças parasitárias produz resultados devastadores. A filariose linfática e a oncocercose podem causar, respectivamente, inchaço das pernas e a inflamação crônica da córnea, levando à cegueira. Estima-se que o contingente de vítimas das duas moléstias supere os 100 milhões, concentrando-se principalmente na África Subsaariana, no sul da Ásia e nas Américas do Sul e Central.

ANDRADE, R. O. Um Nobel para doenças causadas por parasitas. **Revista Pesquisa Fapesp**, São Paulo, 6 out. 2015. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2015/10/06/um-nobel-para-doencas-causadas-por-parasitas>>. Acesso em: mar. 2016.

Atividades

Escreva no caderno

Depois de ler a notícia, responda:

1. Julgue (V ou F) as afirmativas:

- V I. O prêmio Nobel de Medicina de 2015 foi concedido a pesquisadores que desenvolveram tratamentos eficazes no combate a doenças parasitárias.
- V II. A escolha desses trabalhos como merecedores da premiação deveu-se, entre outras razões, à dimensão do problema representado pelas doenças parasitárias para a saúde global.
- V III. Os estudos da cientista Youyou Tu tiveram como ponto de partida saberes da medicina popular chinesa.
- V IV. A artemisinina, eficaz no tratamento da malária, é obtida de estratos de plantas do gênero *Artemisia*.
- F V. As pesquisas de Youyou Tu demonstraram que todos os estratos de *Artemisia* são igualmente eficazes.

2. A respeito dos trabalhos desenvolvidos por Omura e Campbell, responda:

- a) De que materiais foram obtidas as substâncias que eles isolaram?
- b) Contra quais doenças essas substâncias têm mostrado os melhores resultados? Quais são os agentes etiológicos dessas doenças?

- “Se nadou e coçou, é porque pegou”. Esta frase é comumente usada em algumas regiões do Brasil para se referir à infecção causada por um parasita platelminto.
 - Cite o nome do parasita e a infecção a que a frase se refere.
 - Justifique o uso da frase citada para se referir a essa doença.
 - Na prevenção dessa parasitose, o combate aos caramujos não é a medida mais eficaz, mas é a que traz resultados em prazos mais curtos. Qual medida possibilita resultados mais efetivos? Por quê?
- (Unicamp-SP) Dona Maria mora em Campinas e tem família em Pernambuco. Sempre que volta de lá apresenta o mesmo problema: contamina-se com *Schistosoma mansoni*. Por mais que o médico explique os cuidados que deve tomar, ela sempre volta com barriga-d’água.
 - Dona Maria pode representar algum risco para a população de Campinas? Por quê?
 - Indique duas medidas essenciais para a eliminação de uma endemia de barriga-d’água em uma dada região.
- Taenia solium* é um parasita platelminto cujo ciclo de vida pode ter como hospedeiros o ser humano e o porco. Uma pessoa infectada por esse parasita pode ter dois diferentes tipos de doença, a teníase e a cisticercose.
 - Qual a diferença entre as formas de infecção da teníase e da cisticercose?
 - O ser humano é hospedeiro definitivo ou hospedeiro intermediário da tênia nessas parasitoses?
 - Por que as medidas de prevenção da teníase diferem das medidas de prevenção da cisticercose?
 - Explique uma maneira de impedir a infestação do porco.
- (UFTM-MG) No Brasil, a neurocisticercose acomete cerca de 140 mil pessoas em regiões onde há condição sanitária deficiente. Uma pessoa com neurocisticercose pode desenvolver epilepsia, meningite e distúrbios mentais, além de hipertensão intracraniana. Apesar de estar frequentemente associada ao consumo de carne suína, há casos de indivíduos vegetarianos, ou que nunca comeram carne de porco, acometidos pela doença.
 - Como é possível tais indivíduos apresentarem a neurocisticercose?
 - Além do saneamento básico, quais outras medidas profiláticas podem evitar a neurocisticercose?
- (Paes-MA) *Ascaris lumbricoides*, conhecido como lombriga, é um parasita que vive no intestino delgado humano, onde exerce ação espoliativa e provoca reações alérgicas, cólicas e náuseas. Descreva o ciclo de vida desse nematódeo.
- (Fuvest-SP) A solitária (*Taenia*) é um parasita que se instala no interior do tubo digestivo humano e pela superfície do seu corpo absorve os produtos finais da digestão realizada pelo hospedeiro.

A lombriga (*Ascaris*), outro parasita humano, também se alimenta dos produtos finais da digestão realizada por seu hospedeiro, mas nesse caso o alimento passa pelo interior do tubo digestivo do parasita.

A sanguessuga (*Hirudo*) é um ectoparasita que se alimenta do sangue que suga através da pele de seus hospedeiros.

Considerando o tipo de vida e o hábito alimentar dos parasitas descritos acima, indique em qual (ou quais) deles espera-se encontrar:

 - estrutura especializada na sucção de alimentos;
 - produção de enzimas digestivas extracelulares;
 - tecidos adaptados à absorção de nutrientes.
- (UFES) Jeca Tatu, personagem de Monteiro Lobato, era um matuto que vivia descalço, magro, cansado, desanimado e com pele amarelada de tanto verme que tinha. Mas, segundo o autor, o Jeca não era daquele jeito, apenas estava assim. Essa personagem foi criada para criticar a falta de atenção do poder público para com o homem do campo, que em grande parte era acometido de verminose muito comum nos trópicos. Pode-se inferir o tipo de verminose com base na aparência física, na falta de ânimo e nos pés descalços da personagem.
 - Identifique a verminose que acometia o Jeca Tatu e o verme causador dela. Com base nas características da personagem Jeca Tatu, descritas no texto e relacionadas à verminose, explique por que chegou a essa conclusão.
 - Enumere duas medidas profiláticas que poderiam ser aplicadas para diminuir ou resolver a incidência dessa verminose.
- (FMJ-SP) Uma pesquisa realizada pela Universidade Federal de Pernambuco e apresentada no IX Encontro Perspectiva do Ensino de Biologia revelou que em Recife, cidade que lidera o número de casos da doença filariase no país, 92% das crianças entrevistadas já viram indivíduos em estágio crônico da doença, 74% delas apontam algum fator externo como desencadeador da doença e 75% apontam os microrganismos ou alguma substância química como principais desencadeadores da doença. No que tange às ideias sobre o processo de adoecimento, 74% das crianças não conseguem elaborar uma explicação para o surgimento de inchaço.
 - As crianças entrevistadas apontaram um fator externo como desencadeador da doença. Que fator externo seria esse?
 - Sabe-se que a pessoa infectada apresenta inchaços em algumas regiões do corpo, como braços, pernas, escroto e mamas. Por que ocorrem esses inchaços?
- Uma criança de 4 anos, depois de passar férias em uma fazenda, foi levada ao médico, pois estava com tosse, falta de ar e febre. Depois de examiná-la, o médico solicitou uma radiografia do tórax e confirmou a hipótese de pneumonia. Os resultados dos exames descartaram pneumonia por vírus ou bactéria. A doença regrediu sem necessidade de tratamento. Algumas semanas depois, um exame de fezes de rotina detectou parasitismo por *Ascaris lumbricoides* (lombriga) e por *Enterobius vermicularis* (oxiúro). A mãe foi informada de que um dos nematódeos poderia ter causado a pneumonia.

Quadros como este se repetem centenas de vezes, todos os dias, no Brasil. Em geral, são autolimitados, ou seja, habitualmente regredem sem necessidade de tratamento específico.

 - Qual doença parasitária causada por nematódeo mais frequentemente provoca manifestações semelhantes a uma pneumonia? Por que essa doença provoca tais manifestações?
 - Aponte as principais medidas de prevenção contra essa doença.
 - Cite outro parasita intestinal que pode causar sintomas semelhantes no ser humano.



No rastro de destruição da passagem do furacão Patricia pelo México, em outubro de 2015, funcionários da Cruz Vermelha distribuem ajuda humanitária às vítimas. Entre as consequências esperadas do aquecimento global estão o aumento da frequência e da intensidade dos fenômenos climáticos extremos, como inundações, tornados e até mesmo furacões.

Mudanças climáticas e saúde humana

Ainda hoje, doenças tropicais vitimam milhões de pessoas nos países pobres, mas os maiores investimentos em pesquisas e medicamentos estão direcionados para outros tipos de males — os que atingem os países ricos, situados em latitudes temperadas.

As doenças causadas por platelmintos e nematódeos acometem grande parcela da população mundial, em especial aquelas em condições precárias de saúde, habitação e saneamento básico. Apesar de todo o conhecimento e dos esforços empreendidos, a cada ano os números dos casos de doenças como esquistossomose, ascariíase e teníase revelam a gravidade e a dificuldade no combate e prevenção dessas doenças.

A esse quadro, soma-se a ameaça do aquecimento global. Nas últimas décadas, a queima de combustíveis fósseis e outras atividades humanas liberaram na atmosfera quantidade de gases de efeito estufa (como o CO₂) suficiente para elevar a temperatura média da Terra e afetar o clima em escala global. No último século, esse acréscimo chegou perto de 0,8 °C e tende a piorar, uma vez que o aumento médio nos últimos 30 anos já beira 0,2 °C por década.

O nível médio dos oceanos está subindo; geleiras no alto de montanhas derretem; a cobertura de gelo do oceano Ártico atinge seus menores valores e abre rotas de navegação antes impensáveis. Os padrões mundiais de chuva estão se alterando, e os eventos climáticos extremos ocorrem com frequência e intensidade anormalmente elevadas.

Com a aceleração do aquecimento global, florestas inteiras, como as boreais, sofreriam dramáticas reduções, com perda de espécies endêmicas. Manguezais e outros ecossistemas costeiros desapareceriam. O aquecimento da água dos oceanos, associado à maior quantidade de resíduos orgânicos, elevaria o número de ocorrências de marés vermelhas em todo o mundo.

A vida humana também seria afetada pelo aquecimento global. A incidência de doenças, a disponibilidade de terras agricultáveis, as fontes de energia, a oferta de água e de alimentos seriam atingidas, em maior ou menor escala. Planícies costeiras poderiam ser tomadas por água do mar, comprometendo plantações e a criação de animais, cidades litorâneas seriam alagadas, sistemas de transporte, de captação e distribuição de água sofreriam colapso. Os estragos em Nova York, provocados pelo furacão Sandy, no final de outubro de 2012, são uma amostra do que pode estar por vir.

Mesmo pequeno, o aumento das temperaturas globais teria impactos significativos sobre a saúde humana. As alterações climáticas representariam um importante estresse adicional, particularmente para populações que já vivem em condições precárias, afetadas por poluição, secas, falta de alimento ou alta incidência de doenças. A elevação acentuada da temperatura é capaz de, por si só, prejudicar a saúde e o bem-estar humanos. Recentes ondas de calor na Europa e na América do Norte têm provocado a morte de milhares de pessoas, principalmente idosos (por ataque cardíaco e hemorragia cerebral) e crianças (por desidratação).

Inundações frequentes e volumosas aumentam o risco de contaminação da água e de transmissão de doenças, como a leptospirose, além de facilitar o aparecimento de criadouros de mosquitos transmissores de doenças. O aquecimento global alteraria os habitats de transmissores de doenças tropicais, que vivem e se reproduzem em ambientes quentes.

Com a expansão das áreas de clima tropical, transmissores de doenças (artrópodes, moluscos e roedores) ocupariam lugares que antes não ocupavam, levando consigo agentes infecciosos (como os causadores da febre amarela, da dengue, da encefalite viral e da esquistossomose) para regiões onde eles não existem atualmente, difundindo essas moléstias em populações que hoje se encontram fora das áreas de risco.

Conhecer esses fenômenos — doenças tropicais e aquecimento global — pode ser a chave para atuarmos enquanto há tempo.

Escreva
no caderno

Depois da leitura do texto, faça o que se pede:

1. Explique por que o aquecimento global pode aumentar o risco de transmissão de parasitoses nas regiões temperadas do planeta.



2. Pesquise e discuta possíveis impactos que as mudanças climáticas podem acarretar em sua cidade e região.

1. (UERJ)

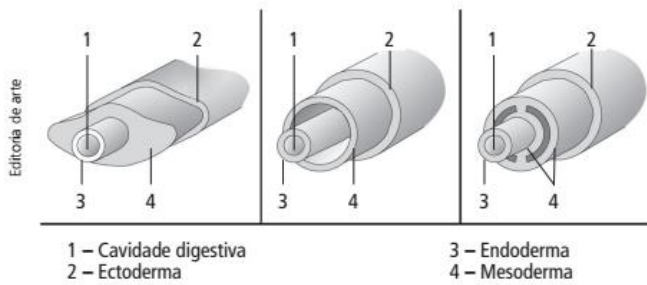
Biólogos da UERJ desvendam segredos dos corais de Búzios

Os moradores locais, preocupados com os danos que os barcos ancorados nas praias do balneário, a poluição do mar e a venda excessiva de corais no comércio local poderiam trazer para a fauna marinha da região, resolveram procurar ajuda.

Adaptado de *O Globo*.

Comente uma função dos recifes de corais na preservação do ecossistema litorâneo.

2. (Unicamp-SP) O jornal *O Estado de S. Paulo* [...] noticiou a descoberta de “colônias de vermes desconhecidos, escondidos em metano congelado, emergindo do fundo do mar. [...] As criaturas parecem pertencer a uma espécie nova na família dos organismos conhecidos como poliquetos [...]. Elas parecem cegas, mas têm bocas, aparelho digestivo e um complexo sistema de circulação”. As características mencionadas não permitem classificar esses novos organismos como poliquetos.
- A que filo pertencem os poliquetos?
 - Cite características que, em conjunto, permitiriam identificar esses animais como poliquetos.
 - Quais são as outras duas classes desse filo? Dê uma característica de cada uma que as diferencie dos poliquetos.
3. (UFAL) No esquema, são ilustrados cortes transversais de três animais: um acelomado, um pseudocelomado e um celomado. Assinale a alternativa que indica uma classe de animal acelomado, uma de pseudocelomado e uma de celomado, nessa ordem.



- Anelídeos, nematódeos e platelmintos.
 - Anelídeos, platelmintos e nematódeos.
 - Nematódeos, anelídeos e platelmintos.
 - Nematódeos, platelmintos e anelídeos.
 - Platelmintos, nematódeos e anelídeos.
4. O filo Mollusca caracteriza-se por uma imensa diversidade biológica e pela ocorrência em habitats diversificados. São encontrados em água doce e salgada e menos frequentemente em ambientes terrestres. Sobre os representantes dos grupos mais conhecidos julgue (V ou F) as seguintes afirmações:
- Os polvos e as lulas são cefalópodes que vivem no mar, respiram por meio de brânquias e possuem o pé localizado bem junto à cabeça, subdividido em vários tentáculos; os polvos apresentam maior cefalização e organização do sistema nervoso, em relação aos outros moluscos.
 - Mariscos e mexilhões são filtradores e possuem rádula desenvolvida, respiração branquial e concha univalve.

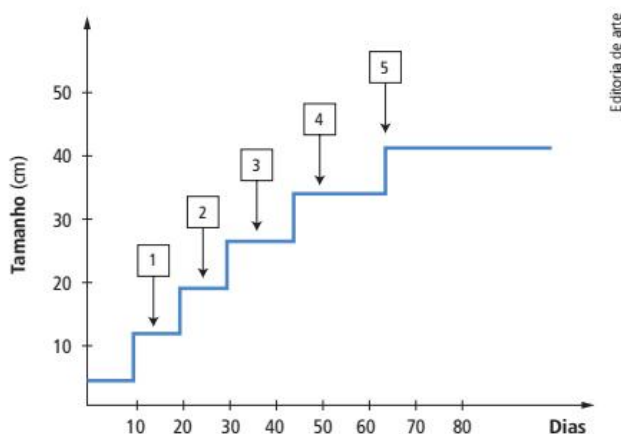
- Caracóis e caramujos são gastrópodes e possuem uma concha externa e espiralada, o corpo torcido, rádula e sistema cardiovascular aberto.
- Bivalves e gastrópodes apresentam sistema digestório incompleto e corpo dividido em cabeça, pé e massa visceral.
- O pé pode apresentar diversas modificações, servindo como elemento de fixação, escavação ou locomoção, e sua organização e localização são alguns dos critérios para a divisão das classes dos moluscos.

5. Um programa de construção de açudes para a criação de peixes, implantado pela Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco, no estado de Alagoas, está contribuindo para o combate à esquistossomose. Os peixes alimentam-se de caramujos que são transportados para os açudes por rios e riachos que os abastecem.
- Explique por que a criação de peixes está ajudando a combater a esquistossomose.
 - Algumas espécies de peixes alimentam-se de larvas de mosquitos. Que doenças parasitárias humanas seriam combatidas por esses peixes?
6. Agentes de saúde de um município do interior vão oferecer um curso para os habitantes de áreas com alta ocorrência de tênia (*Taenia solium*), esquistossomos (*Schistosoma mansoni*) e amarelão (*Ancylostoma duodenale*), visando à prevenção dessas parasitoses.
- Em qual das parasitoses é necessário alertar a população do perigo do contágio direto (de pessoa a pessoa)? Justifique.
 - Cite três medidas, uma para cada doença, que dependem de infraestrutura criada pelo poder público para preveni-las.
7. (Emescam-ES) Crianças que brincam em parques, descalças e em contato com a areia, podem ser infestadas por um parasita conhecido como “bicho-geográfico” que, por não conseguir penetrar na corrente sanguínea, passa a deslocar-se sob a epiderme, provocando lesões de aspecto tortuoso. Trata-se de uma infestação provocada por:
- Wuchereria bancrofti*.
 - Ancylostoma braziliense*.
 - Strongyloides stercoralis*.
 - Enterobius vermicularis*.
 - Trichinella spiralis*.
8. (Unicamp-SP) Um dos grupos mais numerosos de artrópodes, os insetos, passou a ocupar o ambiente terrestre. Algumas estruturas foram relevantes para que os insetos conquistassem a terra firme e ocupassem vários espaços do planeta, passando a ter importância ecológica e influência na economia.
- Indique duas estruturas que possibilitaram a conquista do meio terrestre e explique por que elas foram importantes.
 - De que forma os insetos exercem influência ecológica e econômica?
9. (UFV-MG) O filo Arthropoda reúne animais que apresentam esqueleto externo e patas articuladas. Os artrópodes mais conhecidos são os insetos, os aracnídeos e os crustáceos. Com relação a esses organismos, cite:
- Dois características que permitem classificar os grilos e as aranhas em classes separadas dentro do filo Arthropoda.
 - A função das glândulas antenais ou glândulas verdes presentes nos crustáceos.

- c) O tipo de fecundação que os aracnídeos apresentam.
d) O tipo de metamorfose do inseto cujo desenvolvimento está representado no esquema abaixo.



10. O gráfico a seguir representa o processo de crescimento de um determinado animal.



Analisando o gráfico, responda às questões:

- a) Trata-se de um vertebrado ou invertebrado? Por quê?
b) Das etapas numeradas, em qual delas o animal se encontra mais vulnerável à desidratação e a outras agressões do ambiente? Justifique.
11. (Enem/MEC)

As estrelas-do-mar comem ostras, o que resulta em efeitos econômicos negativos para criadores e pescadores. Por isso, ao se depararem com esses predadores em suas dragas, costumavam pegar as estrelas-do-mar, parti-las ao meio e atirá-las de novo à água. Mas o resultado disso não era a eliminação das estrelas-do-mar, e sim o aumento do seu número.

DONAVEL, D. A bela é uma fera. **Superinteressante**. Adaptado de <http://super.abril.com.br>. Acesso em: 30 abr. 2010.

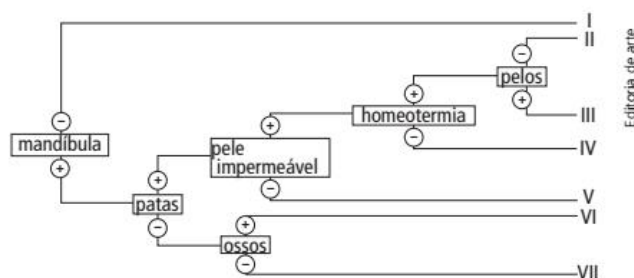
A partir do texto e do seu conhecimento a respeito desses organismos, a explicação para o aumento da população de estrelas-do-mar baseia-se no fato de elas possuírem:

- a) papilas respiratórias que facilitaram sua reprodução e respiração por mais tempo no ambiente.
b) pés ambulacrários que facilitaram a reprodução e a locomoção do equinodermo pelo ambiente aquático.
c) espinhos na superfície do corpo que facilitaram sua proteção e reprodução, contribuindo para a sua sobrevivência.
d) um sistema de canais que contribuíram na distribuição de água pelo seu corpo e ajudaram bastante em sua reprodução.
e) alta capacidade regenerativa e reprodutiva, sendo cada parte seccionada capaz de dar origem a um novo indivíduo.

12. (Unicamp-SP) O ornitorrinco vive perto da água e nela se locomove utilizando as membranas existentes entre seus dedos. Seus filhotes se desenvolvem em ovos que são chocados fora do corpo materno e se alimentam lambendo uma secreção láctea que escorre nos pelos do ventre da mãe. A boca do ornitorrinco tem um bico achatado com o qual ele pega o alimento no lodo do fundo do rio.

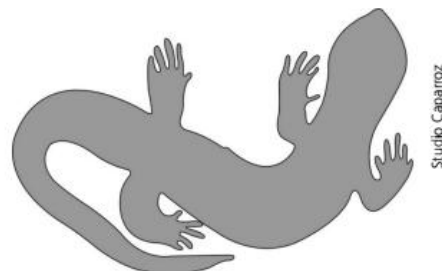
- a) A que classe pertence o ornitorrinco?
b) Cite duas características mencionadas no texto que justifiquem essa classificação.
c) Uma das características citadas no texto ocorre tanto no ornitorrinco quanto nos indivíduos da classe que lhe deu origem. Que classe é essa e qual a característica comum?

13. (UFV-MG) A chave dicotômica a seguir representa alguns critérios que separam os principais grupos ou classes de vertebrados. A simbologia (+) indica presença e (-) ausência.



Tendo como base a chave representada, cite:

- a) um exemplo de organismo pertencente ao grupo indicado pelo número I.
b) a classe representada pelo número IV.
c) o número da classe cujos organismos apresentam pele úmida e circulação incompleta.
d) o número da classe à qual pertencem os tubarões.
e) duas características, além das indicadas, que sejam exclusivas dos animais pertencentes à classe III.
14. (Fuvest-SP) Um grupo indígena do sudoeste dos Estados Unidos, denominado Anasazi, tinha um animal vertebrado entre as divindades que cultuava. O desenho [a seguir] baseia-se na figura encontrada em seus objetos sagrados.



Um estudante, desejando identificar esse animal, ficou em dúvida entre duas classes de vertebrados e por isso solicitou, ao professor, informações quanto ao tipo de revestimento corporal ou quanto ao desenvolvimento embrionário do animal desenhado.

- a) Como a informação sobre o revestimento corporal permite distinguir entre as duas classes?
b) Como a informação sobre o desenvolvimento embrionário permite distinguir entre as duas classes?

1. Leia o texto a seguir.

Ao cair das luzes

A escuridão parece mais escura nos últimos tempos — e o mundo, menos maravilhoso. Afinal, pesquisadores na Ásia, na Europa e na América do Norte registraram declínios dramáticos nas populações de vaga-lume. A Tailândia é um dos países que mais perde seus besouros bioluminescentes. Por séculos, eles piscaram às margens dos rios da região, e os tailandeses pescavam com a claridade dos insetos. Mas seu brilho está se apagando. “Vinte anos atrás, via muitos deles”, diz Watana Sakchoowong, entomologista tailandês. “Agora não há mais.” As contagens científicas estão no começo. Ninguém sabe o que causa o declínio das populações. Especialistas desconfiam de que se deve à perda de habitats e à poluição luminosa. Na Tailândia, as margens dos rios em que as larvas se alimentavam foram urbanizadas ou sofreram erosão pelas ondas dos barcos. Já a iluminação artificial na beira dos rios torna mais difícil aos vaga-lumes adultos se encontrarem e acasalarem à noite.

National Geographic (em espanhol), out. 2011. Disponível em: <<http://www.ngenespanol.com/fotografia/lo-mas/11/10/21/luces-se-apagan/>>. Acesso em: mar. 2016. (Tradução nossa.)

- a) No texto, que outro nome se dá ao vaga-lume? E no Brasil, como ele também é conhecido?
- b) Quais as possíveis causas da redução da população de vaga-lumes na Tailândia?

3. Leia a reportagem e a tirinha a seguir:

Neandertal era tão esperto quanto o *Homo sapiens*

[...] os neandertais, que desapareceram sem deixar vestígios aproximadamente 30 mil anos atrás, [liberaram] a Terra inteira para nós, os *Homo sapiens*. Os cientistas sempre pensaram que esse desaparecimento aconteceu devido à falta de inteligência dos neandertais, que não conseguiram competir conosco. Mas um novo estudo sugere exatamente o contrário. “Os neandertais podem ter desaparecido não porque fossem menos capazes, e sim porque eram tão sofisticados quanto os outros homínidos modernos”, afirma o antropólogo Michael Barton, da Universidade Estadual do Arizona.

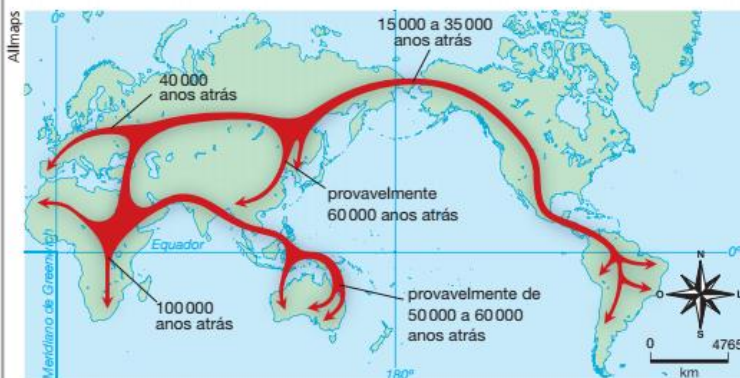
[...] Quando o *Homo sapiens* saiu da África e começou a ocupar o mesmo espaço dos neandertais, ficou impressionado com a competência técnica e a inteligência aguda deles. Resultado: os dois grupos passaram a se misturar e a gerar descendentes híbridos.

Só que os *sapiens* eram muito mais numerosos. E isso, segundo simulações de computador feitas pelos cientistas, foi diluindo os traços neandertais na população até que, depois de várias gerações, só sobrassem *Homo sapiens*. [...]

NOGUEIRA, S. Neandertal era tão esperto quanto o *Homo sapiens*. **Superinteressante**, São Paulo: Abril Comunicação, 01 jan. 2012. Edição 300, p. 12. Disponível em: <<http://super.abril.com.br/historia/neandertal-era-tao-esperto-quanto-o-homo-sapiens>>. Acesso em: mar. 2016.

Comente a tirinha com base nas informações contidas na reportagem acima.

2. O mapa a seguir mostra o provável deslocamento do *Homo sapiens* a partir da África.



Fontes: STANFORD, C. B. *Como nos tornamos humanos*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. METCAFF, J. (Org.). *Prehistoric life – the definitive visual history of life on Earth*. London: Dorling Kindersley, 2009.

Julgue (V ou F) as seguintes afirmativas:

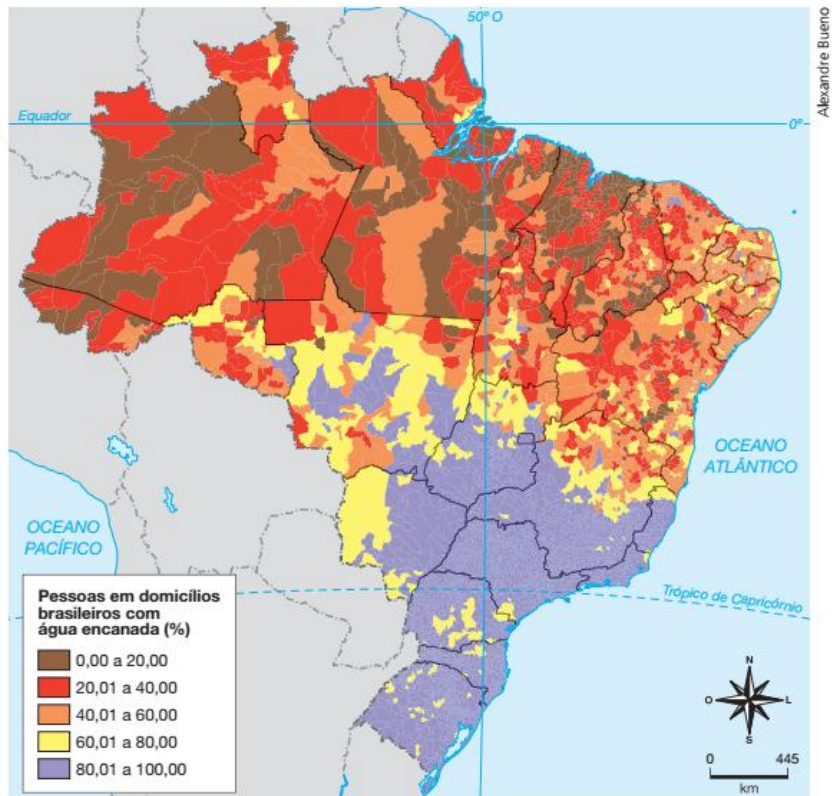
- F I. A migração do *Homo sapiens* a partir da África iniciou-se há 200 mil anos.
- V II. As migrações do *H. sapiens* atingiram a Europa depois de terem alcançado a Ásia.
- V III. O *H. sapiens* atravessou o estreito de Bering há mais de 10 mil anos.
- V IV. A ocupação da Ásia pelo *H. sapiens* se deu por via terrestre.
- F V. A América do Sul foi ocupada na mesma época que a Oceania.



Frank & Ernest, Bob Thaves

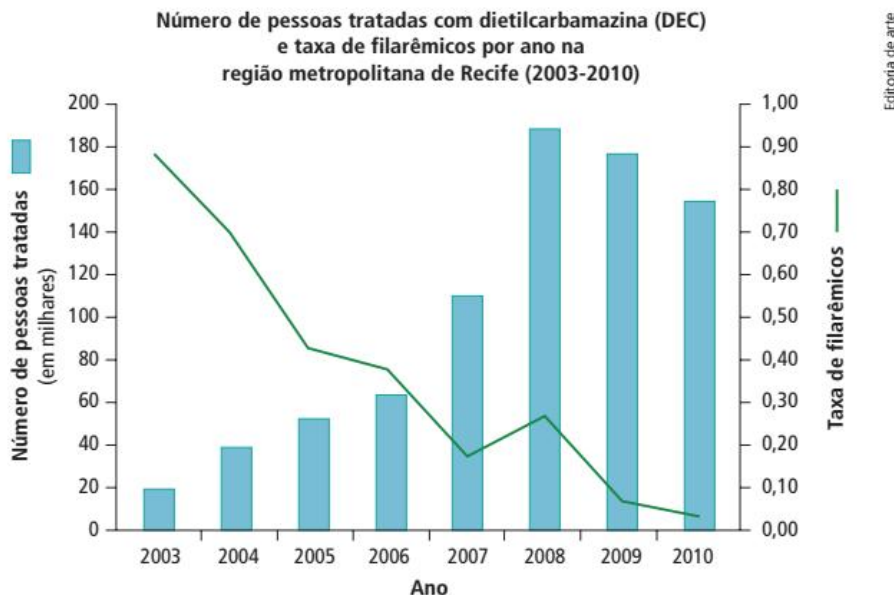
4. Considerando a forte correlação existente entre doenças parasitárias e saneamento ambiental (do qual o acesso à água encanada é um dos mais importantes indicadores), analise o mapa e responda às questões propostas:

- a) Das opções a seguir, qual parece mais apropriada como opção de título para esse mapa? Justifique sua resposta.
 - I. Água encanada: o retrato de um país desigual.
 - II. Água encanada: a universalização de um direito.
- b) Levando-se em conta exclusivamente a informação apresentada pelo mapa, espera-se encontrar correlação entre latitude e incidência de doenças parasitárias no Brasil? Explique sua resposta.



Fonte: Fundação João Pinheiro, 2010.
Disponível em: <www.fjp.mg.gov.br>. Acesso em: jun. 2015.

5. A única área endêmica do país para a filaríase linfática está localizada em parte da região metropolitana de Recife. A estratégia de enfrentamento da endemia está apoiada na administração em massa do medicamento dietilcarbamazina, para toda a população residente em áreas endêmicas. O programa de combate à filaríase linfática tem como meta eliminar a doença no Brasil, definindo-se eliminação como a interrupção da transmissão do parasita e, conseqüentemente, do surgimento de novos casos.



Fonte: Ministério da Saúde. Sistema nacional de vigilância em saúde: relatório de situação. 5. ed. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/sistema_nacional_vigilancia_saude_pe_5ed.pdf>. Acesso em: maio 2016.

- a) Com base nos dados mostrados no gráfico, analise se a estratégia de combate à endemia adotada pode ser considerada efetiva no combate à doença.
- b) Que medidas podem ser adotadas para prevenir o surgimento de novos casos?

Homeostase

Digestão e respiração

Uma temporada na costa brasileira

Mesmo para quem já viveu a experiência, o encontro com uma baleia é um momento fascinante. Na costa brasileira, o período entre agosto e outubro oferece maior probabilidade de se avistarem exemplares de baleia-franca (*Eubalaena australis*), uma das 50 espécies de mamíferos marinhos que frequentam a costa do país. A região mais propícia é um trecho de aproximadamente 130 km do litoral de Santa Catarina.

Os primeiros cetáceos (ordem Cetacea) originaram-se há cerca de 50 milhões de anos de mamíferos terrestres, provavelmente relacionados aos artiodáctilos (como as vacas e os hipopótamos). As baleias filtradoras (por exemplo, as baleias-francas) portadoras de cerdas (ou barbatanas) surgiram há 30 milhões de anos. O gênero *Eubalaena* desenvolveu-se há 2,5 milhões de anos e bifurcou-se há um milhão de anos nas espécies *Eubalaena australis* (baleia-franca-austral ou do sul) e *Eubalaena glacialis* (baleia-franca-boreal ou do norte).

As baleias-francas medem até 16 metros de comprimento, e as fêmeas são maiores que os machos. As fêmeas adultas chegam a pesar 60 toneladas, enquanto os machos alcançam 45 toneladas. Na boca, contam-se 250 pares de barbatanas filtradoras. O corpo negro apresenta detalhes que as distinguem de outras espécies de baleias, e o mais evidente é a ausência da aleta (ou nadadeira) dorsal. Na região ventral, exibem manchas claras cujos desenhos permitem identificar cada indivíduo. Porém, a verdadeira “impressão digital” das baleias-francas são as calosidades (ou verrugas) presentes na grande cabeça. Registros fotográficos mostram que o formato e a distribuição dessas calosidades se mantêm quase inalterados ao longo da vida, servindo como identificação de cada indivíduo. As calosidades são colonizadas por milhares de pequenos crustáceos comensais.

As baleias-francas possuem uma camada de gordura sob a pele que chega a alcançar 40 cm de espessura, com duplo papel adaptativo: durante o inverno (quando passam a temporada de alimentação no sul do Atlântico), serve como isolante térmico; no verão (na temporada de acasalamento, parição e amamentação), as baleias praticamente não se alimentam e vivem das reservas de lipídio. Terminada a estação reprodutiva, elas retornam ao território de alimentação.

Outra característica das baleias-francas é o ruidoso “esguicho” expiratório em formato de V, que chega a 8 m de altura. Realizam mergulhos que duram até 20 minutos e emitem sons que permitem aos indivíduos se identificarem. Nas águas mornas do litoral brasileiro, frequentemente são vistas dormitando, dando saltos

espetaculares ou batendo com estrondo a cauda na água.

O território ocupado pela *E. australis* estende-se entre as latitudes 25° S e 60° S, mas há relatos de terem sido avistadas em Abrolhos (no litoral da Bahia, em latitude 18° S). A temporada de alimentação (no verão) é passada em uma área que chega perto da península Antártica e das ilhas Geórgias do Sul, onde essas baleias são vistas de novembro a abril.

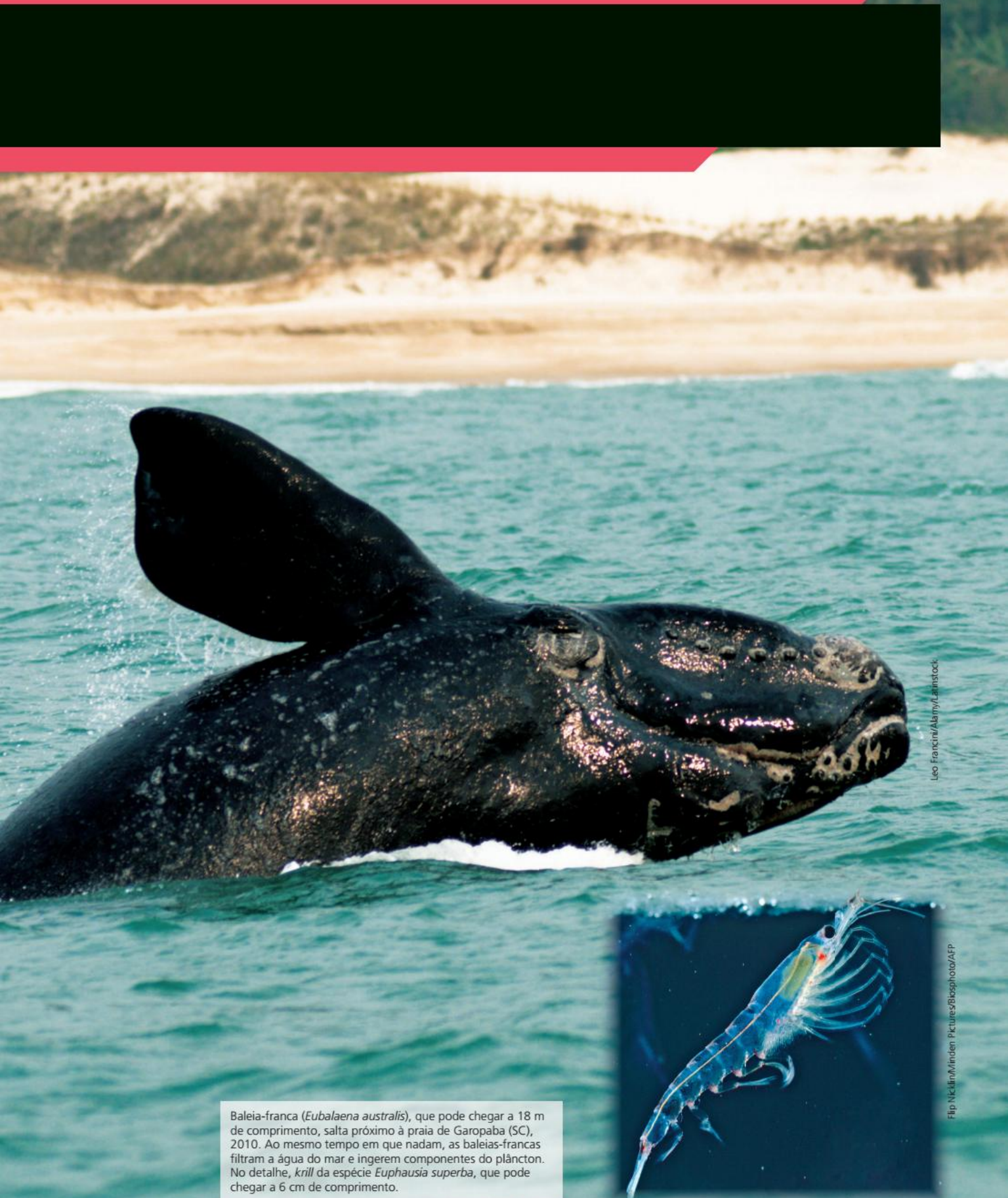
As baleias-francas filtram a água enquanto nadam: a boca aberta e cheia de cerdas comporta-se como uma fina rede coletora de plâncton. A dieta é constituída por pequenos copépodes e *krill* (principalmente a espécie *Euphausia superba*), e um adulto chega a ingerir uma tonelada de alimento por dia.

Com o término do verão, as baleias-francas partem para o norte, em busca de águas mais quentes na costa brasileira, onde tem lugar a temporada de reprodução (de julho a novembro). Período de nascimento dos filhotes, da amamentação e do acasalamento, essa é a época propícia para avistá-las no litoral de Santa Catarina, quando se observam mães e filhotes nadando junto à praia.

O nado com a boca aberta não é comum pelos mares brasileiros, pobres em *krill*; porém, quando este comportamento aparece, especula-se que esteja relacionado não com a obtenção de alimento, mas com a regulação da temperatura corporal. A boca ricamente vascularizada atuaria como um radiador, dissipando calor e evitando o superaquecimento do corpo.

Um aspecto da vida reprodutiva das baleias-francas é a poliantria: as fêmeas são cortejadas e fertilizadas por numerosos machos, o que traz um impacto funcional e anatômico impressionante. Os testículos, que são internos nos machos dos cetáceos, chegam a pesar uma tonelada. A competição pela fecundação dá vantagem aos machos que produzem quantidades maiores de espermatozoides, suficientes para banhar as vias genitais da fêmea e retirar de lá os espermatozoides da “concorrência”. É a seleção natural em ação, conferindo maior probabilidade de sucesso reprodutivo aos portadores dessa característica.

Todos os animais, entre eles a baleia-franca, apresentam necessidades em comum: obtenção de alimentos e de oxigênio, eliminação de gás carbônico e demais resíduos metabólicos, manutenção da temperatura corporal, execução de movimentos, coordenação nervosa, percepção de estímulos ambientais, reprodução, cuidados com a prole e muitas outras. Eles solucionam tais desafios de diversas maneiras, com adaptações morfológicas e funcionais filtradas pela seleção natural. Assim, garantem a própria sobrevivência, exploram os ambientes de diversos modos e geram descendentes.



Leo Francini/Alamy/Lainstock

Baleia-franca (*Eubalaena australis*), que pode chegar a 18 m de comprimento, salta próximo à praia de Garopaba (SC), 2010. Ao mesmo tempo em que nadam, as baleias-francas filtram a água do mar e ingerem componentes do plâncton. No detalhe, krill da espécie *Euphausia superba*, que pode chegar a 6 cm de comprimento.



Flip Nizkulin/Winden Pictures/Biosphoto/AFP

Nutrição e digestão

Sendo heterótrofos, os animais são incapazes de viver exclusivamente à custa de compostos inorgânicos. Eles obtêm moléculas orgânicas ingerindo tecidos ou fluidos de outros seres vivos, como plantas ou outros animais, e apresentam várias adaptações relacionadas à obtenção e à digestão dos alimentos.

Em geral, os alimentos possuem grande quantidade de macromoléculas. Uma refeição constituída de batata e peixe, por exemplo, contém **amido** (na batata) e **proteínas** (no peixe). Embora essas macromoléculas se diferenciem das encontradas nas células humanas, suas unidades formadoras são as mesmas: a **glicose** do amido é nosso principal combustível celular, e os **aminoácidos** das proteínas do peixe são os mesmos usados na montagem de nossas proteínas.

Digestão (do latim *digestio*, separação) é a quebra das grandes e complexas moléculas presentes nos alimentos em moléculas menores, que são absorvidas e utilizadas pelo organismo. Na digestão, as macromoléculas são fragmentadas em moléculas menores, posteriormente absorvidas e transportadas pela corrente sanguínea aos tecidos, onde, nas diversas etapas do metabolismo, serão usadas como fonte de energia ou como matéria-prima para o crescimento, a renovação de estruturas e a reparação de lesões. Parte das moléculas obtidas pode ser armazenada para uso posterior.

Quanto ao tipo de **dieta**, os animais podem ser classificados em:

- **Herbívoros** (do latim *herbos*, plantas, e *vorare*, comer) — animais cuja dieta se baseia na ingestão de plantas. Gafanhotos, bois e carneiros são herbívoros.
- **Carnívoros** — animais que se alimentam de outros animais. São exemplos o louva-a-deus, a piranha, o jacaré e a onça.

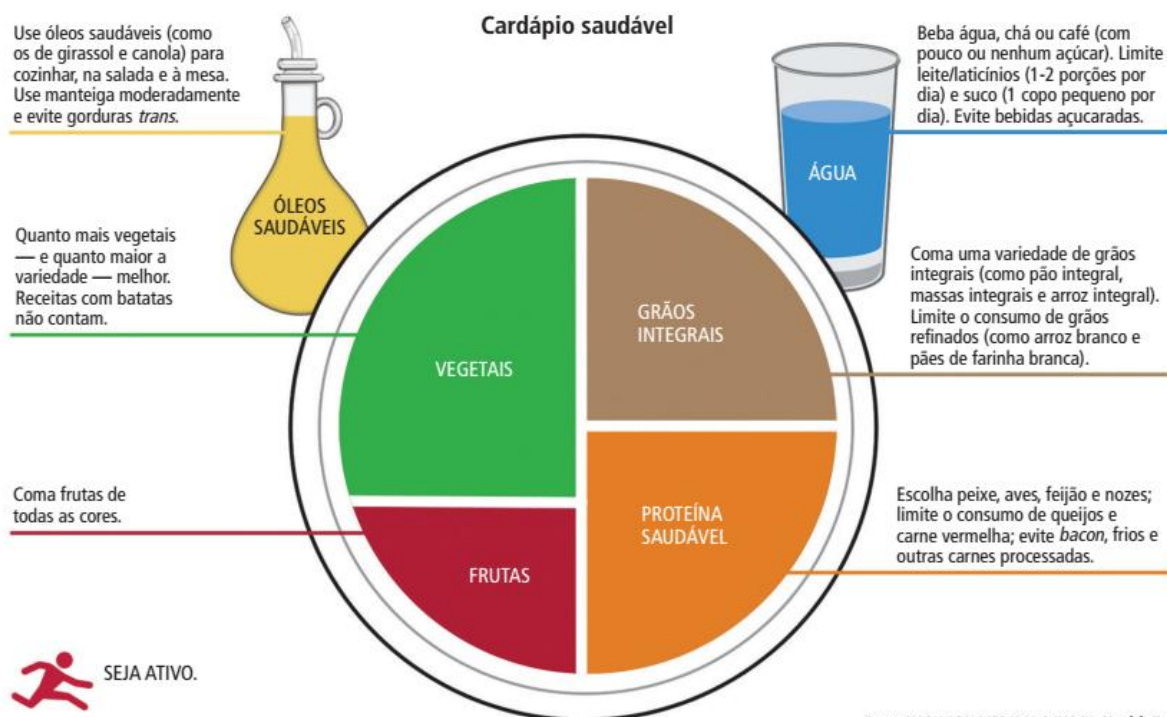
- **Onívoros** (do latim *omnis*, tudo) — animais que incluem em sua dieta outros animais, plantas e outros organismos, ou seja, “comem de tudo”. Os seres humanos são onívoros, assim como os chimpanzés, os porcos e os ursos-pardos. A dieta mais flexível favorece a adaptação e a sobrevivência das populações onívoras em diferentes ambientes.

Os **macronutrientes** são aqueles requeridos em grandes quantidades, como carboidratos, proteínas e lipídios; os que são necessários em pequenas quantidades, como sais inorgânicos (ou minerais) e vitaminas, são os **micronutrientes**.

Quanto à função no corpo, os nutrientes são classificados em: energéticos, plásticos e reguladores.

- **Energéticos**: usados fundamentalmente como fonte de energia para as atividades metabólicas. São os carboidratos e os lipídios. Arroz, macarrão, margarina e óleos vegetais são exemplos de alimentos ricos em nutrientes energéticos.
- **Plásticos** ou **construtores**: usados essencialmente como constituintes estruturais das células. São as proteínas encontradas em carnes e ovos, por exemplo.
- **Reguladores**: imprescindíveis à regulação do metabolismo. São as vitaminas e os sais minerais, presentes em frutas, verduras, fígado bovino e gema de ovo.

Para os seres humanos, é recomendável que todos esses alimentos estejam presentes na dieta. Uma das propostas para uma refeição saudável pode ser vista no **Cardápio saudável** (figura 1).



Fonte: HARVARD MEDICAL SCHOOL. **Health Eating Plate**. Boston: Harvard T. H. Chan, 2001. Disponível em: <<http://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/healthy-eating-plate/>>. Acesso em: jan. 2016.

Figura 1. O cardápio atual foi proposto por especialistas em nutrição da Universidade de Harvard, nos Estados Unidos, e tem o papel de ser um guia alimentar completo, em um formato simples. A quantidade requerida de cada categoria de alimento é proporcional à fração que ela corresponde na representação do prato que aparece na imagem. Esta proposta incentiva o consumo de lipídios saudáveis e cereais integrais e recomenda que se evitem os carboidratos refinados, a manteiga e a carne vermelha.

Proponha aos alunos a elaboração de um **diário alimentar** e de um **relatório de atividades diárias** para comparar ingestão calórica e gastos calóricos. O material **Tabela brasileira de composição de alimentos – TACO** (disponível em: <<http://tub.im/6t8mzm>>; acesso em: mar. 2016) apresenta informações que podem ser úteis para essa atividade.

Alimentação e obtenção de energia

A tabela serve como orientação geral de consumo, para pessoas do sexo masculino e que pesem 70 kg. Porém, a taxa de consumo varia de pessoa para pessoa e depende de patrimônio genético, sexo, idade, quantidade de fibras musculares e de gordura constituindo o corpo, condicionamento físico etc.

Os seres humanos desenvolvem diariamente numerosas atividades, as quais requerem muita energia, que é repostada pelos alimentos. A quantidade de energia necessária varia e depende da atividade executada. A **tabela 1** relaciona uma série de atividades humanas e o consumo energético envolvido em cada uma delas, baseada em uma pessoa do sexo masculino e 70 kg.

Atividade	Consumo energético (kcal/hora)
Dormir	65
Permanecer acordado, deitado	77
Permanecer descansando, sentado	100
Vestir-se ou despir-se	118
Digitar rapidamente	140
Caminhada lenta	200
Carpintaria	240
Natação	500
Corrida	570
Subir escadas rapidamente	1 100

Fonte: GUYTON, A. C. *Fisiologia humana*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 12. ed., 2011.

Um adulto humano de vida sedentária precisa, em média, de 2 200 kcal/dia, enquanto um trabalhador ou um atleta, em atividade física intensa, pode necessitar de 6 000 a 8 000 kcal/dia. Do total calórico da dieta humana, cerca de 50% vem da digestão de carboidratos, 30% a 35% dos lipídios e 15% a 20% das proteínas.

Se a oferta calórica for inferior à necessidade, o organismo usará as reservas de glicogênio (forma de armazenamento de carboidratos nas células animais) e de gordura, preferencialmente. Se estas chegarem próximo do esgotamento, as proteínas passarão a ser usadas como fonte de energia, fazendo com que sejam consumidos massa muscular e constituintes celulares.

A desnutrição calórico-proteica em que predomina a deficiência calórica é conhecida por **marasmo** e pode levar à morte por inanição, isto é, falência energética do organismo. Já a desnutrição calórico-proteica com predomínio de deficiência proteica é conhecida como **kwashiorkor** e tem sérias repercussões no desenvolvimento físico e intelectual das crianças, que ficam anêmicas, fracas e muito suscetíveis a infecções graves, como sarampo e pneumonia, que agravam ainda mais o estado nutricional e podem levar à morte.

Em certas tribos africanas, kwashiorkor é conhecida como “o mal que atinge o primeiro filho após o nascimento do segundo”, porque o primogênito de um casal pobre perde sua cota de leite materno (fonte de proteína) com o nascimento do irmão e passa a ter uma dieta à base de amido (carboidrato).

Caloria (cal) é a quantidade de energia necessária para elevar em 1 °C (de 14,5 °C para 15,5 °C) a temperatura de 1 g de água (1 kcal = 1 000 cal).

Padronizando-se conforme o Sistema Internacional, usam-se as unidades de energia joule (J) e quilojoule (kJ), sendo que 1 caloria equivale a 4,1855 joules.

O processamento dos alimentos

O **sistema digestório** de boa parte dos animais inclui o **tubo digestório** e as **glândulas anexas**, estruturas altamente especializadas em termos anatômicos e funcionais que permitem aos representantes dos diversos grupos animais que os possuem atenderem necessidades nutricionais e ocuparem variados nichos ecológicos. A **figura 2**, adiante, ilustra o sistema digestório humano.

O tubo digestório contém órgãos tubulares (como esôfago, estômago e intestinos) que, em sua maior parte, têm quatro camadas de tecido: mucosa, submucosa, músculo liso e peritônio. A mucosa secreta enzimas e outras substâncias e absorve nutrientes. Contrações ondulatórias da camada muscular, denominadas **movimentos peristálticos**, impelem os alimentos ao longo do tubo digestório.

As glândulas anexas (por exemplo, as glândulas salivares, o fígado e o pâncreas) lançam secreções na luz (cavidade interna) do tubo digestório.

► Digestão mecânica

Pequenos fragmentos resultantes da quebra de blocos dos alimentos expõem uma superfície maior à ação das enzimas, proteínas de funções específicas que, no sistema digestório, agem basicamente quebrando os nutrientes em unidades menores.

A fragmentação dos alimentos pode ser consequência de diversas ações:

- **Trituração** por peças bucais, como ocorre nos artrópodes (em libélulas e lagostas, por exemplo).
- **Raspagem** realizada pela rádula dos moluscos ou pela lanterna de aristóteles dos equinodermos.
- **Mastigação** promovida pelos dentes dos vertebrados.
- **Contração** de órgãos musculares internos (a moela de minhocas e aves).

A digestão dos alimentos e a absorção dos nutrientes ocorrem ao longo do tubo digestório, impelidos pelas contrações dos músculos de sua parede.

► Digestão química

As enzimas digestivas produzidas por um grupo animal resultam do processo de seleção natural e fazem parte da adaptação à dieta e ao nicho ecológico.

A quebra das macromoléculas dos alimentos em moléculas menores dá-se por **hidrólise** (reação química com a água), catalisada por enzimas digestivas genericamente chamadas **hidrolases**:



sendo AB a representação genérica de uma macromolécula e A e B as moléculas resultantes da ação das hidrolases.

Etapas da digestão humana

A digestão dos alimentos nos seres humanos é essencialmente extracelular e ocorre no interior do sistema digestório.

► Boca

O interior da boca é continuamente banhado pela saliva, produzida pelas glândulas salivares: parótidas, submandibulares e sublinguais, além de centenas de outras glândulas menores espalhadas por toda a boca. Uma pessoa adulta secreta, por dia, cerca de 1,5 L de saliva, cujo pH é 6,8.

Na **boca**, os alimentos são fragmentados com a ajuda dos dentes e banhados pela **saliva**, secreção produzida por glândulas salivares cujo pH é aproximadamente 7,0 (adequado à ação das enzimas que atuam na boca).

A saliva é uma solução aquosa que, misturada aos alimentos, facilita a deglutição (o ato de engolir) e a propagação pelo tubo digestório. Contém ptialina (ou amilase salivar), enzima que inicia a hidrólise do amido, resultando em moléculas de maltose (um dissacarídeo). Porém, apenas pequena parte do amido é digerida na boca. No estômago, o pH ácido do suco gástrico inativa a ptialina.

A mistura dos alimentos com a saliva é facilitada pelos movimentos da **língua**, que também é útil na deglutição. Ela força contra o palato (o céu da boca) porções de alimentos, que se deslocam para a faringe, ao mesmo tempo que a **epiglote** fecha a abertura da laringe, impedindo a penetração dos alimentos nas vias aéreas.

Os alimentos deglutidos passam, então, pelo **esôfago**, um tubo de 25 cm de comprimento, chegando ao estômago.

► Estômago

Nos vertebrados, a digestão de proteínas ocorre em meio fortemente ácido. Evolutivamente, o aparecimento da digestão ácida das proteínas deve ter permitido a ingestão de grandes presas, por facilitar a desintegração de seus tecidos.

O estômago é um tubo dilatado com forma de "J", volume de 1 L a 2 L e revestido internamente pela mucosa gástrica. Por dia, são secretados de 2 L a 3 L de suco gástrico.

Secretado pela mucosa, o **suco gástrico** contém água, sais, enzimas e ácido clorídrico, o qual mantém o pH do interior desse órgão entre 1 e 2, auxiliando a fragmentação dos alimentos, iniciada pela mastigação. O ácido clorídrico também tem potente ação bactericida e elimina a maioria das bactérias ingeridas com os alimentos.

Uma das enzimas do suco gástrico é a pepsina, uma protease (enzima com ação proteolítica, ou seja, hidrolisa proteínas). É secretada na forma de pepsinogênio, que, por ser inativo, não digere as células que o geram. O ácido clorídrico converte o pepsinogênio em pepsina, que passa a catalisar a hidrólise proteica. Como nem todas as ligações peptídicas são quebradas pela pepsina, sua ação resulta em oligopeptídeos (formados pela união de poucos aminoácidos).

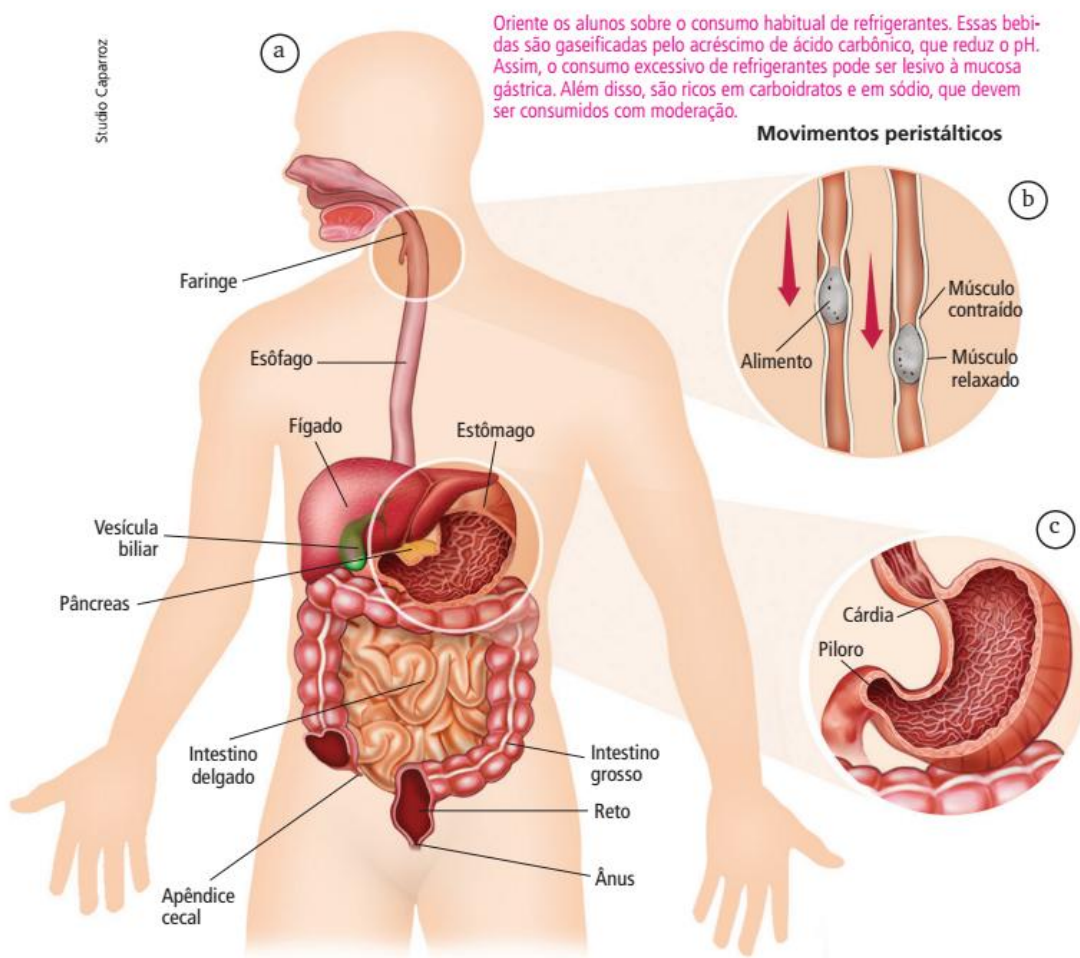
Depois de três a quatro horas no estômago, os alimentos transformam-se em uma massa (o quimo) que alcança o intestino delgado.

A mucosa gástrica é recoberta por uma camada de muco, que a protege da agressão do suco gástrico, bastante corrosivo e que, ocasionalmente, provoca inflamação difusa da mucosa (gastrite) ou aparecimento de lesões dolorosas, que eventualmente sangram (úlceras gástricas).

Hoje, sabe-se que as bactérias da espécie *Helicobacter pylori* também são responsáveis pelo desenvolvimento de gastrites e úlceras. Em 2005, os médicos australianos Robin Warren (1937-) e Barry Marshall (1951-) receberam o prêmio Nobel de Medicina por essa descoberta. Atualmente, os antibióticos fazem parte do arsenal terapêutico no combate às úlceras de estômago ou de duodeno (primeira porção do intestino delgado).

No estômago, dois estreitamentos atuam como válvulas e impedem o retorno alimentar: a **cárdia** (na porção inicial) evita a volta dos alimentos do estômago para o esôfago, e o **piloro** (na porção final) impede o refluxo do conteúdo do intestino para o estômago (figura 2c).

Durante os primeiros meses de vida, a mucosa gástrica produz renina, enzima que age sobre a caseína, uma das proteínas do leite. O decréscimo de sua produção, depois desse período, não traz inconvenientes, pois o leite deixa de ser o componente fundamental da dieta.



Oriento os alunos sobre o consumo habitual de refrigerantes. Essas bebidas são gaseificadas pelo acréscimo de ácido carbônico, que reduz o pH. Assim, o consumo excessivo de refrigerantes pode ser lesivo à mucosa gástrica. Além disso, são ricos em carboidratos e em sódio, que devem ser consumidos com moderação.

Figura 2. (a) Representação esquemática do sistema digestório humano. (b) Representação dos movimentos peristálticos do esôfago, responsáveis pela condução do bolo alimentar ao estômago. (c) A cárdia evita que o alimento retorne do estômago para o esôfago, enquanto o piloro impede o retorno do conteúdo do intestino delgado para o estômago. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

▶ Intestino delgado

Do estômago o bolo alimentar segue para o **intestino delgado**, um tubo de 3 cm de diâmetro e de 7 m a 8 m de comprimento, dividido em três partes: os primeiros 30 cm correspondem ao duodeno, e o restante inclui o jejuno e o íleo. No intestino delgado, são liberadas as secreções do fígado e do pâncreas.

O **fígado** é a maior glândula do corpo humano, cuja massa é cerca de 1 400 g. Produz a **bile** (secreção que é armazenada na vesícula biliar e liberada no intestino delgado), armazena substâncias (glicogênio, ferro e vitaminas), sintetiza proteínas (albumina e fatores da coagulação), inativa produtos tóxicos (álcool e medicamentos) e metaboliza resíduos gerados no próprio corpo (ureia, ácido úrico e ácido láctico).

A bile, secreção que não contém enzimas, tem pH que oscila entre 8 e 8,5. Produzida pelo fígado, é armazenada na vesícula biliar antes de ser lançada sobre o quimo no duodeno. Possui bicarbonato de sódio e sais biliares, cuja ação detergente reduz as gotas de óleos e de gorduras a gotículas, fenômeno conhecido como emulsificação, aumentando a superfície exposta à ação das enzimas digestivas.

▶ Cristais de alguns sais insolúveis, como os de colesterol, podem formar cálculos (pedras) no interior da vesícula biliar. Tais cálculos, cujo diâmetro varia de menos de 1 mm a mais de 2 cm, podem impedir o fluxo normal da bile.

O **pâncreas**, outra glândula anexa ao sistema digestório, produz secreções digestivas (lançadas no interior do intestino delgado) e hormônios, como a insulina e o glucagon (lançados no sangue).

O **suco pancreático** contém enzimas e grande quantidade de bicarbonato de sódio; por isso, seu pH é básico, variando entre 8,5 e 9. As enzimas do suco pancreático hidrolisam carboidratos, proteínas, lipídios e ácidos nucleicos.

A amilase pancreática fragmenta o amido em moléculas de maltose (dissacarídeo formado por duas unidades de glicose). A lipase pancreática hidrolisa os triacilgliceróis (óleos e gorduras), originando glicerol e ácidos graxos. A ribonuclease e a desoxirribonuclease atuam sobre o RNA e o DNA, respectivamente, separando seus nucleotídeos.

O suco pancreático contém ainda o tripsinogênio e o quimotripsinogênio, formas inativas das enzimas proteolíticas tripsina e quimotripsina. Na luz do duodeno, a enteroquinase, enzima secretada por células intestinais, converte o tripsinogênio em tripsina, que, por sua vez, contribui para a conversão de mais tripsinogênio e quimotripsinogênio em enzimas ativas. Tripsina e quimotripsina rompem ligações específicas nas moléculas de proteínas, convertendo-as em oligopeptídeos.

Células da mucosa do intestino delgado secretam o **suco entérico**, rico em enzimas. As dissacaridases hidrolisam dissacarídeos e originam monossacarídeos (a sacarase hidrolisa a sacarose, a lactase fragmenta a lactose e a maltase digere a maltose). As peptidases completam a hidrólise dos oligopeptídeos, originando os aminoácidos. Finalmente, algumas enzimas hidrolisam os nucleotídeos, separando seus componentes (bases nitrogenadas, pentoses e grupo fosfato).

▶ Intestino grosso

O **intestino grosso**, com formato de “U” invertido, é um tubo de 6 cm de diâmetro e 1,5 m de comprimento. Inicia-se por uma região sacular chamada ceco, onde se abre o apêndice cecal (ou apêndice vermiforme). É colonizado por uma rica microbiota (a flora bacteriana intestinal), que produz vitaminas (como a vitamina K e algumas do complexo B) e dificulta o crescimento de bactérias patogênicas.

O **reto** e o **canal anal** (que se abre no ânus) constituem a porção final do tubo digestório. Dois anéis musculares — os esfíncteres anais — relaxam para permitir a eliminação das fezes, na evacuação.

▶ O uso inadequado de antibióticos pode comprometer e até erradicar a microbiota intestinal, permitindo a proliferação de bactérias patogênicas.

▶ Principais secreções digestivas

A **tabela 2** reúne as secreções digestivas com as quais o bolo alimentar entra em contato sucessivamente, durante a passagem pelo sistema digestório, e relaciona tais secreções com os órgãos produtores, locais de atuação e principais enzimas.

Tabela 2. Secreções digestivas					
Secreção digestiva	pH	Órgão produtor	Local de atuação	Enzima	Ação
Saliva	Neutro	Glândulas salivares	Boca	Amilase salivar (ptialina)	Amido → maltose
Suco gástrico	Ácido (ácido clorídrico)	Estômago	Estômago	Pepsina	Proteínas → oligopeptídios
Bile (armazenada na vesícula biliar)	Básico (bicarbonato de sódio)	Fígado	Intestino delgado	Nenhuma (apenas sais biliares)	Emulsificação de óleos e gorduras (converte gotas em gotículas, aumentando a área de atuação das lipases)
Suco pancreático	Básico (bicarbonato de sódio)	Pâncreas (ácinos pancreáticos)	Intestino delgado	Tripsina e quimotripsina	Proteínas → oligopeptídios Tripsinogênio → tripsina* Quimotripsinogênio → quimotripsina*
				Amilase pancreática	Amido → maltose
				Lipase pancreática	Triacilgliceróis → glicerol + ácidos graxos
				Ribonuclease	RNA → nucleotídios
				Desoxirribonuclease	DNA → nucleotídios
Suco entérico	Neutro	Intestino delgado	Intestino delgado	Enteroquinase	Tripsinogênio → tripsina
				Maltase	Maltose → glicose + glicose
				Sacarase	Sacarose → glicose + frutose
				Lactase	Lactose → glicose + galactose
				Peptidases	Oligopeptídios → aminoácidos

(*) Conversão do precursor inativo na enzima ativa.

▶ Absorção e distribuição de nutrientes

A digestão produz moléculas pequenas e solúveis (glicose, aminoácidos, glicerol etc.), que são assimiladas no intestino delgado. Algumas substâncias, como a água e o etanol, são absorvidas por **transporte passivo** (no qual a passagem de substâncias para dentro ou fora da célula ocorre sempre a favor de um gradiente de concentração, no sentido de igualar as concentrações nas duas faces da membrana celular e sem gasto de energia). Outras, como os aminoácidos, o sódio e a glicose, são absorvidas por **transporte ativo** (que envolve gasto energético, necessário para transportar substâncias contra um gradiente de concentração, isto é, de locais onde são pouco concentradas para locais onde a concentração é maior).

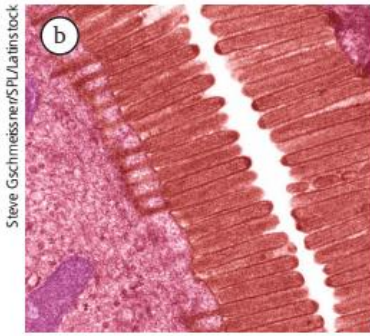


Figura 3. As imagens mostram (a) a superfície das vilosidades (imagem de microscopia eletrônica, aumento aproximado de 45 vezes; colorida artificialmente) e (b) o corte transversal das microvilosidades do intestino, que expandem de forma significativa a área de absorção de nutrientes (imagem de microscopia óptica, aumento aproximado de 25 100 vezes; colorida artificialmente).

A mucosa do intestino delgado apresenta projeções chamadas **vilosidades** (figura 3a). Cada uma das células epiteliais que forma a vilosidade apresenta **microvilosidades**, formadas por dobras da membrana plasmática, semelhantes a dedos de luva (figura 3b). Devido às vilosidades e às microvilosidades, a superfície interna do intestino é cerca de 600 vezes maior do que se fosse um tubo liso, o que aumenta a eficiência da assimilação de nutrientes.

O intestino delgado absorve a maior parte da água ingerida; o restante é absorvido no intestino grosso. Os íons minerais e as vitaminas não são submetidos à hidrólise, sendo absorvidos no intestino delgado.

Água, sais minerais, vitaminas, monossacarídeos e aminoácidos são recolhidos das vilosidades intestinais por **capilares sanguíneos**. O sangue drenado por esses vasos segue para o fígado.

Os produtos da digestão de óleos e gorduras são assimilados principalmente como glicerol e ácidos graxos. Nas células da mucosa, essas substâncias são reagrupadas em triacilgliceróis e “envelopadas” por uma camada de proteínas, formando-se os quilomícrons, que são transferidos para os **vasos linfáticos** das vilosidades intestinais. Os lipídios absorvidos acabam chegando ao sangue, mas sem passar pelo fígado, como ocorre com outros nutrientes.

As fibras vegetais, principalmente a celulose, não são digeridas nem absorvidas: passam inertes por todo o tubo digestório e constituem porcentagem significativa da massa fecal. As fezes são formadas por água, bactérias mortas e vivas, restos celulares e de secreções digestivas e produtos não digeridos. Como as fibras retêm água, tornam as fezes macias e fáceis de eliminar. Pessoas cuja alimentação é pobre em verduras, frutas ou cereais integrais apresentam fezes ressecadas, que dificultam a defecação e podem causar hemorroidas, fissuras anais e câncer de intestino grosso.

▶ Controle da atividade digestiva e da fome

Os animais apresentam mecanismos capazes de estimular ou diminuir a produção e a liberação das secreções digestivas, garantindo a presença delas nos momentos oportunos e inibindo-as quando não são requeridas. Esse controle é exercido por meio do sistema nervoso e por hormônios secretados pelo próprio sistema digestório (figura 4). O sistema nervoso também determina quando buscar alimento, enviando claros sinais de fome.

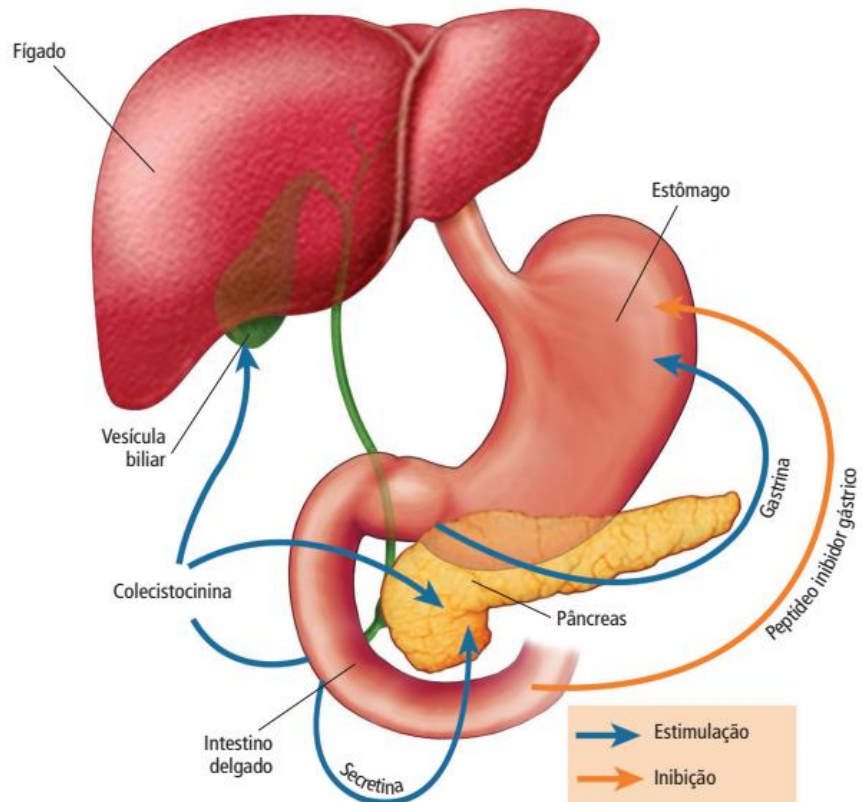


Figura 4. Ação dos principais hormônios envolvidos no controle da atividade digestiva. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

A produção de saliva é estimulada pela presença dos alimentos na boca, embora possa ocorrer mesmo na ausência deles: a visão, o cheiro ou apenas a lembrança de alimentos saborosos são suficientes para “dar água na boca”. Enquanto os alimentos ainda estão sendo mastigados, o sistema nervoso, por meio do **nervo vago**, envia estímulos ao estômago, que se antecipa à chegada dos alimentos, iniciando a liberação de suco gástrico.

A vagotomia (secção de ramos do nervo vago), técnica cirúrgica aplicada no tratamento de pacientes com úlcera de estômago ou de duodeno, diminui a acidez do suco gástrico, atenuando a agressão sobre a mucosa. Na realidade, trata-se de uma vagotomia seletiva, porque somente alguns ramos gástricos do nervo vago são seccionados. Em resposta à presença de alimento no tubo digestório, o nervo vago também estimula a produção de suco pancreático rico em enzimas; no entanto, a secreção determinada por essa via é escassa.

Quando os alimentos chegam ao estômago, começa a secreção de **gastrina**. Esse hormônio é lançado na circulação e atua sobre a própria mucosa gástrica, estimulando a produção de suco gástrico. Aproximadamente 30% da produção de suco gástrico é mediada pelo sistema nervoso, e os 70% restantes dependem do estímulo da gastrina.

Com a passagem dos alimentos para o duodeno (no início do intestino delgado), células da mucosa duodenal produzem a **secretina**, hormônio cuja quantidade é maior quando o pH do conteúdo gástrico é muito ácido. A secretina chega ao pâncreas pelo sangue, estimulando a produção de suco pancreático, rico em bicarbonato de sódio, que neutraliza a acidez do quimo, no intestino.

Células da mucosa duodenal produzem também **colecistocinina**, estimuladas principalmente pela presença de lipídios no quimo. Atingindo o pâncreas pelo sangue, a colecistocinina faz com que enzimas digestivas desse órgão sejam secretadas. Provoca ainda a contração da vesícula biliar e o lançamento de bile, produzida continuamente pelo fígado, no duodeno.

Em resposta ao quimo, rico em lipídios, o duodeno secreta **peptídeo inibidor gástrico** (ou **GIP**), que inibe os movimentos de esvaziamento do estômago e a produção de suco gástrico. Dessa forma, alimentos gordurosos permanecem mais tempo no estômago. É o que acontece, por exemplo, quando se come uma feijoada.

Estudos referentes à obesidade levaram à descoberta de três outros hormônios proteicos que atuam sobre os centros neurológicos que controlam o apetite: a leptina, a grelina e a obestatina.

A **leptina** tem sua secreção aumentada principalmente pelo tecido adiposo de acordo com o aumento do tamanho das células desse tecido. Age na parte central do sistema nervoso, reduzindo o apetite. Além disso, aumenta a taxa metabólica e o consumo de energia.

A **grelina** tem ação oposta: secretada por células da parede do estômago quando o órgão está vazio, atua na parte central do sistema nervoso, aumentando o apetite.

Dos hormônios relacionados com a fome e a saciedade, o mais recentemente descoberto é a **obestatina**, cuja ação é oposta à da grelina, ou seja, reduz o apetite.

A notícia

A estreita relação dos dentes com o coração

Pesquisadores das faculdades de saúde pública e de odontologia da Universidade Columbia, nos Estados Unidos, afirmam que manter a gengiva sadia retarda a progressão da aterosclerose.

Já está estabelecido que doenças periodontais e várias doenças do coração estão correlacionadas. Não havia, ainda, comprovação para a aterosclerose.

Na aterosclerose surgem depósitos de gordura nas artérias que, ao obstruir o fluxo de sangue para órgãos como o coração ou cérebro, provocam infarto ou acidente vascular cerebral.

A doença periodontal é uma infecção bacteriana dos tecidos que sustentam os dentes, provocando danos na gengiva e no alvéolo dentário. O sinal mais frequente é o sangramento da gengiva.

No fim do ano passado, Moïse Desvarieux, Panos N. Papapanou e Ralph Secco relataram, no *site* da American Heart Association, uma pesquisa sobre a evolução da doença periodontal acompanhada por ultrassom de artérias carótidas.

Examinaram no período de três anos 420 adultos por ultrassom e efetuaram 5 008 placas de cultura de fluidos da gengiva dessas pessoas.

Os autores do estudo observaram que, ao abreviar a doença periodontal pelo tratamento, ocorre uma redução da progressão das placas de ateromas nas carótidas.

Os resultados sugerem, de acordo com os pesquisadores, que mesmo uma doença periodontal inicial não deve ser ignorada.

Os principais mitos sobre higiene bucal

Os seis erros mais cometidos no cuidado com os dentes



"Enxaguantes bucais ajudam a evitar a cárie"
 Não caia nessa. Se há excesso de placa na boca, os enxaguantes bucais não impedirão a cárie. Eles ainda interferem no equilíbrio biológico da boca e podem ser contraindicados para crianças. O uso deve ser recomendado por um dentista



"Seguir sempre o mesmo roteiro melhora a escovação"
 Não é recomendável manter a mesma sequência de movimentos na boca todos os dias. Geralmente escovamos com mais dedicação no início e terminamos displicentes. Variar os movimentos impede que sempre a mesma área seja prejudicada



"Escovar com força remove mais placa"
 Bobagem. O atrito excessivo das cerdas com o esmalte pode danificar os dentes, facilitando o surgimento de cáries. As escovas macias são as mais indicadas. Quando há placa rígida presa ao dente, a remoção deve ser feita pelo dentista



"É preciso escovar os dentes imediatamente após a refeição"
 Na verdade, o ideal é esperar pelo menos 30 minutos depois de comer antes de escovar os dentes. Algumas enzimas da comida elevam a acidez na boca. Ao escovar os dentes com a boca ácida, pode haver perda de minerais dos dentes, o que leva a um desgaste do esmalte



"Cárie em dente de leite não traz consequências"
 Não aposte muito nisso. Muitos pais imaginam que as cáries em dentes de leite não podem afetar os dentes definitivos. Mas a cárie evoluída pode avançar além da raiz e comprometer o dente que ainda está para nascer



"Escovar a língua é um exagero desnecessário"
 Parte das bactérias que causam a placa bacteriana fica na língua. Portanto, escová-la é fundamental - e não um capricho estranho. A saburra lingual, como é chamado o esbranquiçado da língua, também pode causar mau hálito

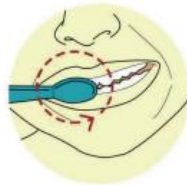
UMA TÉCNICA POR IDADE

A forma mais indicada de escovar os dentes, de acordo com a faixa etária

CRIANÇAS

Técnica da bolinha

A criança deve cerrar os dentes e fazer movimentos circulares desde a arcada inferior até a arcada superior, até contemplar todos os dentes. Depois, repetir os movimentos circulares na face interna dos dentes e na face superior



ADULTOS

Escovação a 45 graus

Posicione a escova em um ângulo de 45 graus em relação à gengiva e pressione suavemente em movimentos curtos circulares em direção às pontas dos dentes, nas faces voltadas para a bochecha, internas e superior



(Imagens sem escala; cores-fantasia.)

TELLES, M.; VICÁRIA, L. Vida sem cárie. *Época*, São Paulo, 8 jan. 2012. Disponível em: <<http://revistaepoca.globo.com/vida/noticia/2012/01/vida-sem-carie.html>>. Acesso em: abr. 2016.

Atividade

Escreva no caderno

Após ler a notícia e analisar a ilustração, dê a soma das afirmativas corretas. Soma = 25 (01 + 08 + 16)

- (01) Gengivites não tratadas podem se associar a alterações cardíacas.
- (02) A aterosclerose é causada por placas bacterianas associadas aos fluidos bucais.
- (04) Deve-se usar constantemente um bom enxaguante bucal.
- (08) Escovação logo após as refeições pode prejudicar o esmalte dos dentes.
- (16) A qualidade dos dentes de leite pode afetar os dentes permanentes.
- (32) A escovação deve ser um ato mecânico e automatizado.

Respiração

Animais que podem viver na ausência de oxigênio (O_2) são anaeróbios (como alguns parasitas do intestino humano), e suas células realizam a **fermentação**. Entretanto, para a grande maioria dos animais (que são aeróbios), o principal processo de obtenção de energia a partir de moléculas orgânicas é a **respiração celular aeróbia**:



Para que as células executem a respiração celular aeróbia, a oferta de O_2 é tão importante quanto a de glicose (alimentos). Um animal pode sobreviver horas ou dias sem água e sem alimentos, mas sem O_2 não resiste mais que alguns minutos.

Através da **respiração** (por difusão, traqueal, cutânea, branquial ou pulmonar) os animais obtêm O_2 do ambiente e eliminam dióxido de carbono (CO_2 ou gás carbônico), cujo acúmulo no meio interno torna o pH ácido, prejudicando a ação das enzimas.

Nos organismos que têm respiração cutânea, branquial ou pulmonar (como anfíbios, peixes e mamíferos, respectivamente), a conexão dos tecidos do animal com a superfície respiratória é feita pelo sangue, que contém **pigmentos respiratórios** (como a hemoglobina) capazes de transportar o O_2 dos órgãos respiratórios ou da superfície corporal para as demais partes do corpo. Portanto, há uma nítida **associação funcional** entre os sistemas respiratório e cardiovascular. Essa associação não se verifica em animais com respiração por difusão (as planárias, por exemplo) ou traqueal (como os artrópodes), nos quais as trocas gasosas ocorrem diretamente entre os tecidos e o ambiente, sem a participação do sangue.

O gás oxigênio (O_2) e o gás carbônico (CO_2) são chamados **gases respiratórios**, por estarem envolvidos nos processos celulares de obtenção de energia.

Oxigênio na água e no ar

Descontada a quantidade de vapor de água, o ar atmosférico é composto de 78% de nitrogênio (N_2), 21% de oxigênio (O_2), 0,04% de gás carbônico (CO_2) e 0,96% de uma mistura de outros gases (hélio, neônio, argônio etc.). Tal composição, em termos percentuais, é constante, seja no alto das montanhas, seja ao nível do mar (**figura 5**). Entretanto, com o aumento da altitude, a pressão atmosférica diminui, o que reduz a quantidade absoluta de cada um desses gases.



Elzbieta Sekowska/Shutterstock.com



Ismar Ingber/Pulsar

Figura 5. (a) Em La Paz, capital da Bolívia (2015), cidade localizada próximo a 4000 m de altitude, a pressão atmosférica é reduzida, e a quantidade absoluta de gás oxigênio disponível é menor que em uma cidade localizada ao nível do mar, como (b) o Rio de Janeiro (2013).

Os gases atmosféricos são pouco solúveis em água. A quantidade de O_2 que se dissolve depende da concentração do gás no ar e da temperatura da água (**tabela 3**). A concentração de O_2 na água é particularmente importante para os animais aquáticos.

Temperatura ($^{\circ}C$)	Água doce (mL de O_2 /L de água)	Água do mar (mL de O_2 /L de água)
0	10,29	7,97
10	8,02	6,35
15	7,22	5,79
20	6,57	5,31
30	5,57	4,46

Fonte: SCHMIDT-NIELSEN, K. *Fisiologia animal: adaptação e meio ambiente*. 5ª ed. Ed. Santos.

Como se vê, quanto maior a altitude de um local ou quanto maior a temperatura da água, menos oxigênio está disponível. **Proponha aos alunos a elaboração de um gráfico que contemple os dados da tabela.**

Uma discussão conjunta com o professor de Física pode tratar dos efeitos da altitude em uma partida de futebol. A seguir, estão as altitudes de algumas cidades onde se disputam partidas de futebol em campeonatos internacionais:

- Potosí (Bolívia): 3 975 m
- La Paz (Bolívia): 3 640 m
- Quito (Equador): 2 850 m
- Toluca (México): 2 700 m
- Bogotá (Colômbia): 2 640 m
- Cidade do México (México): 2 240 m

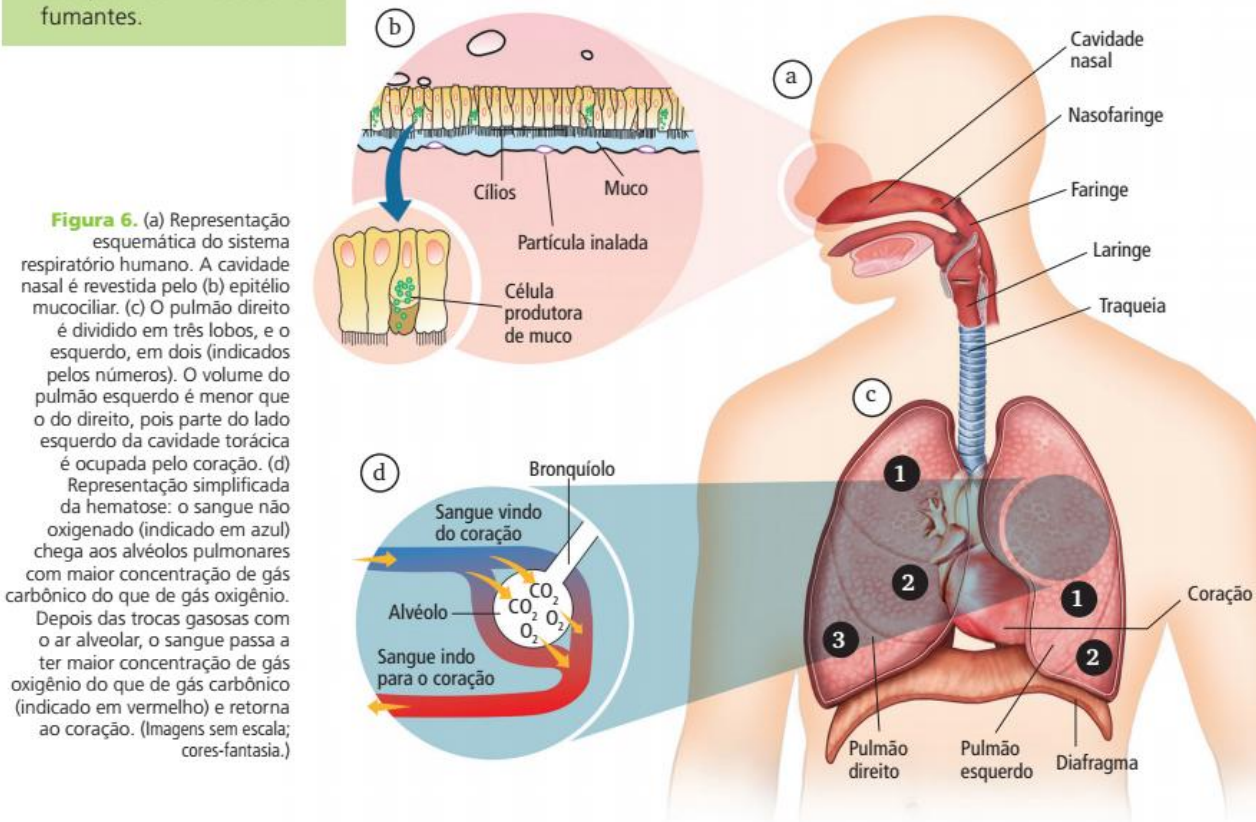
Fonte dos dados: DK WORLD Atlas. Londres: Dorling Kindersley, 2007.

Sistema respiratório humano

A fumaça de cigarros diminui a eficiência dos batimentos ciliares, o que se traduz na maior frequência de doenças respiratórias entre os fumantes e os fumantes passivos. A incidência de pneumonias é significativamente maior nos filhos de mulheres fumantes que nos filhos das não fumantes.

No corpo humano, a entrada e a saída do ar normalmente ocorrem pelas vias aéreas, um conjunto de estruturas de passagem do sistema respiratório (**figura 6a**). Normalmente, esse percurso tem início nas **narinas**, aberturas do nariz que se comunicam com as **cavidades** (ou fossas) **nasais**, em cujo interior há dobras chamadas conchas (ou cornetos) nasais, que forçam o ar a turbilhonar durante a passagem por essas cavidades.

O epitélio mucociliar (**figura 6b**), que reveste as cavidades nasais e também as porções inferiores das vias aéreas, como traqueia e brônquios, tem células produtoras de muco e células ciliadas. O batimento ciliar varre o excesso de muco em direção à faringe, na qual é deglutido sem que notemos ou é expelido pela tosse.



Studio Caparroz

Além do epitélio mucociliar, as vias aéreas contam com outros mecanismos de defesa contra a entrada de microrganismos e de outros materiais: são os **anticorpos** (proteínas de defesa) e os **macrófagos** (células que fagocitam partículas estranhas, como bactérias), além da **tosse** e do **espirro**, que eliminam partículas inaladas.

Além de ser filtrado, o ar que passa pelas cavidades nasais é aquecido e umidificado, tornando-se saturado de vapor de água. Após atravessar as cavidades nasais, passa para a faringe e entra na laringe pela glote, sobre a qual se encontra a epiglote.

Na laringe estão as pregas (ou cordas) vocais, que vibram com a passagem do ar e emitem sons. A fala (ou fonação) deve-se aos movimentos sincronizados da língua, dos lábios e da passagem do ar pelas pregas vocais.

A **traqueia**, um tubo que se mantém aberto por anéis cartilagosos, bifurca-se e origina os dois **brônquios** principais que penetram nos pulmões e ramificam-se em brônquios progressivamente menos calibrosos, formando os **bronquíolos**. Estes se abrem nos **alvéolos pulmonares**, cuja parede é constituída por uma única camada de células.

Os **pulmões**, órgãos de consistência esponjosa e coloração vermelha, são revestidos externamente pela pleura, constituída por duas membranas justapostas. Nos alvéolos pulmonares ocorre a **hematose**, ou seja, as trocas gasosas entre o ar inalado e o sangue dos capilares. Esse processo transforma o sangue venoso em sangue arterial e ocorre por difusão, uma forma de transporte passivo.

Nem sempre a epiglote consegue impedir a entrada de alimentos ou saliva na laringe, o que causa engasgamento. Quando isso acontece, o ar é expelido dos pulmões com força, provocando tosse e devolvendo o material desviado à boca. Entretanto, dependendo do tamanho ou da quantidade, pode ocorrer bloqueio total da passagem de ar, causando asfixia. Por isso, é importante não beber ou comer com pressa e mastigar bem os alimentos antes de ingeri-los.

Biomecânica e controle da respiração

Répteis, aves e mamíferos enchem e esvaziam os pulmões por modificações do volume da cavidade torácica. Entre as costelas, existem **músculos intercostais** internos e externos. Os músculos intercostais externos, ao se contraírem, tracionam as costelas para a frente e aumentam o volume da cavidade. A pressão interna torna-se menor que a pressão atmosférica, levando à entrada de ar pelas vias aéreas (inspiração) (**figura 7a**). Com o relaxamento dessa musculatura e a contração dos músculos intercostais internos, a caixa torácica é tracionada para trás, aumentando a pressão interna, que se torna superior à pressão atmosférica; o ar dos pulmões é, então, eliminado (expiração) (**figura 7b**).

O **diafragma**, um músculo exclusivo dos mamíferos, separa a cavidade torácica da abdominal. Ao se contrair, o diafragma desloca-se em direção ao abdome; o volume do tórax aumenta, determinando a entrada de ar nos pulmões. Portanto, nos mamíferos, a inspiração ocorre pela contração simultânea dos músculos intercostais e do diafragma.

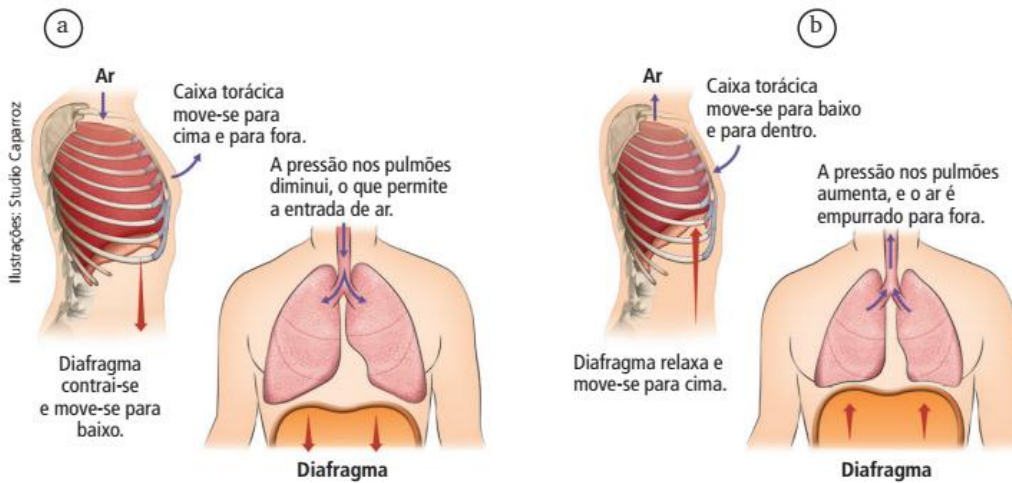
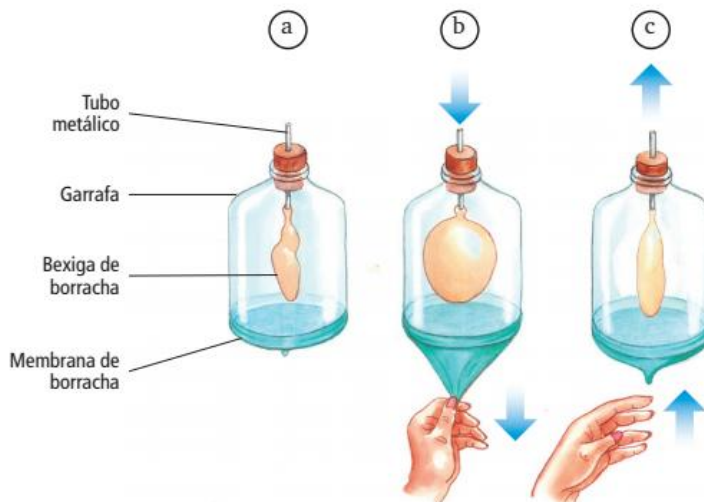


Figura 7. Representação esquemática da sequência de eventos que ocorrem durante o ciclo respiratório: (a) inspiração e (b) expiração. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

O modelo físico abaixo (**figura 8**) é um equipamento simples, que ilustra eficientemente o funcionamento do diafragma e o enchimento dos pulmões. Um modelo semelhante a esse pode ser construído com materiais e equipamentos simples, como garrafa plástica, rolha, tubo metálico, fita adesiva e bexiga de borracha.



A respiração boca a boca é um método que seguramente já salvou muitas vidas. No ar expirado, a concentração de gás oxigênio é de 15%. Embora menor que os 21% do ar atmosférico, a técnica evita que a vítima permaneça em parada respiratória, o que pode levar à morte.

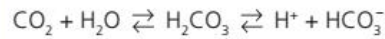
Figura 8. (a) Modelo físico da mecânica ventilatória com a correspondência entre o material usado e as estruturas do sistema respiratório humano: garrafa (tórax), membrana de borracha (diafragma), tubo metálico (traqueia) e bexiga de borracha (pulmão). (b) Simulação da inspiração. (c) Simulação da expiração. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

▶ Controle da respiração

Em repouso, a frequência respiratória em seres humanos é de 10 a 15 movimentos por minuto. Durante uma atividade física intensa, percebe-se que a frequência respiratória aumenta bastante. A capacidade de renovação do ar contido nas vias aéreas varia amplamente, podendo passar de 5 L por minuto, em um adulto em repouso, para mais de 120 L por minuto, durante atividade física intensa.

No **bulbo raquidiano** (antigamente chamado de medula oblonga), estrutura da parte central do sistema nervoso, há um centro controlador da respiração — o **centro respiratório** (CR) — que recebe informações sobre os parâmetros respiratórios e as processa. Do centro respiratório, partem nervos responsáveis pela contração dos músculos respiratórios (diafragma e músculos intercostais). O centro respiratório aumenta e diminui tanto a frequência como a amplitude dos movimentos respiratórios, isto é, o volume de ar renovado em cada movimento (**figura 9**). Essa ação permite que os tecidos recebam a quantidade de oxigênio de que necessitam e que o gás carbônico seja adequadamente removido.

O controle sobre a atividade respiratória é tão preciso que, mesmo diante de grandes variações das concentrações ambientais de gás carbônico e de oxigênio ou durante atividades físicas intensas, as concentrações desses gases no sangue permanecem praticamente constantes. A respiração é ainda um mecanismo controlador do pH do sangue, devido à seguinte reação:



O pH do plasma sanguíneo humano varia entre 7,36 e 7,44; portanto, é considerado levemente básico. O aumento da concentração de gás carbônico no sangue provoca aumento da liberação de íons H^+ , e o plasma tende ao pH ácido. Se a concentração de gás carbônico diminui, ocorre redução da concentração de íons H^+ , e o pH do plasma sanguíneo tende a se tornar mais básico (ou alcalino).

- Se o pH do plasma está abaixo do normal (**acidose**), o centro respiratório é excitado, aumentando a frequência e a amplitude dos movimentos respiratórios. O aumento da ventilação pulmonar determina eliminação de maior quantidade de gás carbônico, elevando o pH do plasma até o valor normal.
- Caso o pH esteja acima do normal (**alcalose**), o centro respiratório é deprimido, diminuindo a frequência e a amplitude dos movimentos respiratórios. Com a diminuição da ventilação pulmonar, há retenção de gás carbônico e maior produção de íons H^+ , determinando queda do pH plasmático até seu valor normal.

Os **quimiorreceptores** do centro respiratório são bastante sensíveis ao pH do plasma e à concentração de gás carbônico. O aumento da concentração de gás carbônico eleva a frequência respiratória, enquanto a diminuição de sua concentração tem efeito contrário. Na parede da artéria aorta e nas artérias carótidas, existem quimiorreceptores sensíveis à concentração de gás carbônico e, principalmente, de oxigênio no sangue. Se a concentração de oxigênio diminui, eles enviam estímulos ao centro respiratório, que determina elevação da ventilação pulmonar.

Os músculos da respiração estão sob controle automático e inconsciente. Pode-se assumir o controle voluntário da respiração, aumentando ou diminuindo a frequência e a amplitude dos movimentos respiratórios, dentro de certos limites. Até mesmo interromper a respiração é possível. Entretanto, é impossível causar a própria morte simplesmente prendendo a respiração. Depois de algum tempo, que pode chegar até a alguns minutos, a concentração de gás carbônico aumenta e o pH diminui tanto que o centro respiratório assume o controle da respiração, independentemente da vontade da pessoa.

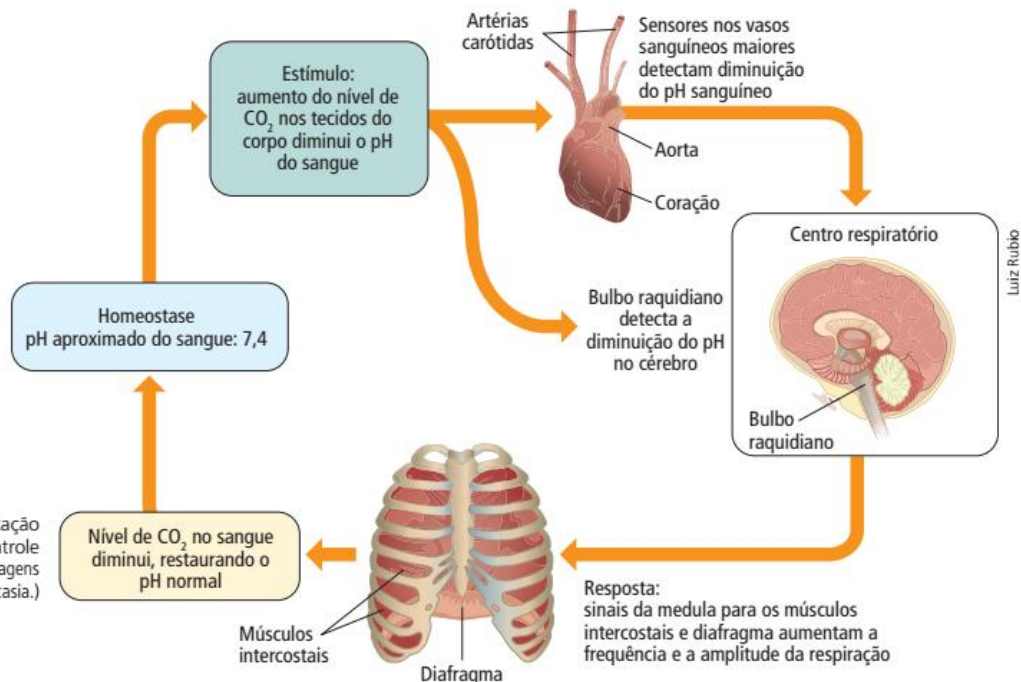


Figura 9. Representação esquemática de um caso de controle homeostático da respiração. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Quando o CR é excitado, aumentam a frequência respiratória e a amplitude da respiração. Quando o CR é deprimido, diminuem a frequência respiratória e a amplitude da respiração.

Explore a reação química indicada, ilustrando situações que podem deslocar o equilíbrio químico para a esquerda ou para a direita. Em atividade física intensa, a concentração sanguínea de H^+ aumenta, deslocando a reação para a esquerda. Em situações onde há excesso de CO_2 no ambiente, o aumento da concentração de CO_2 no sangue faz com que a reação se desloque para a direita.

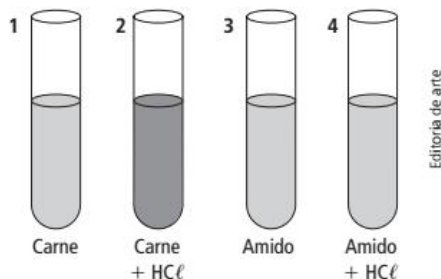
1. A manutenção da vida nos animais inclui numerosas atividades que requerem energia. Essa energia é obtida dos alimentos, que, devido ao processo da digestão, podem ser absorvidos e transportados aos tecidos das diversas partes do corpo do animal.

- Em que consiste a digestão?
- Quanto ao tipo de alimentação, como podem ser classificados os animais?

2. (Unisinos-RS) No ser humano, quando a massa alimentar chega ao intestino grosso, praticamente todas as substâncias úteis já foram absorvidas. A massa de resíduos não aproveitados, agora solidificada pela reabsorção de grande quantidade de água, constitui as fezes, que são eliminadas pelo ânus. Por outro lado, há animais dotados de um intestino “cego” na extremidade posterior, ou seja, desprovido de ânus. Comente as vantagens da presença de um tubo digestivo completo em relação:

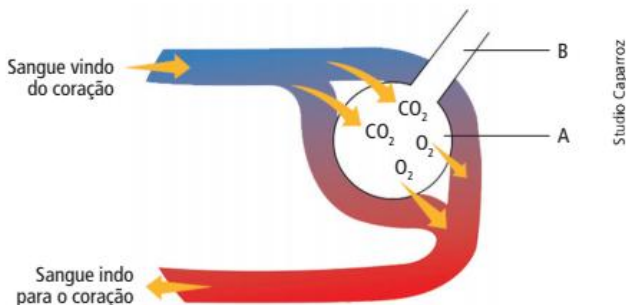
- ao número de vezes que o animal pode se alimentar, diariamente.
- à existência de regiões especializadas em triturar, digerir ou absorver.

3. (Fuvest-SP) Da secreção de certa região do tubo digestivo de um cachorro purificou-se uma enzima. Essa enzima foi distribuída igualmente por quatro tubos de ensaio, contendo as substâncias especificadas na figura. Após duas horas, à temperatura de 38 °C, ocorreu digestão apenas no tubo 2.



- De qual região do tubo digestivo foi extraída a secreção?
- Que enzima atuou no processo? Justifique.

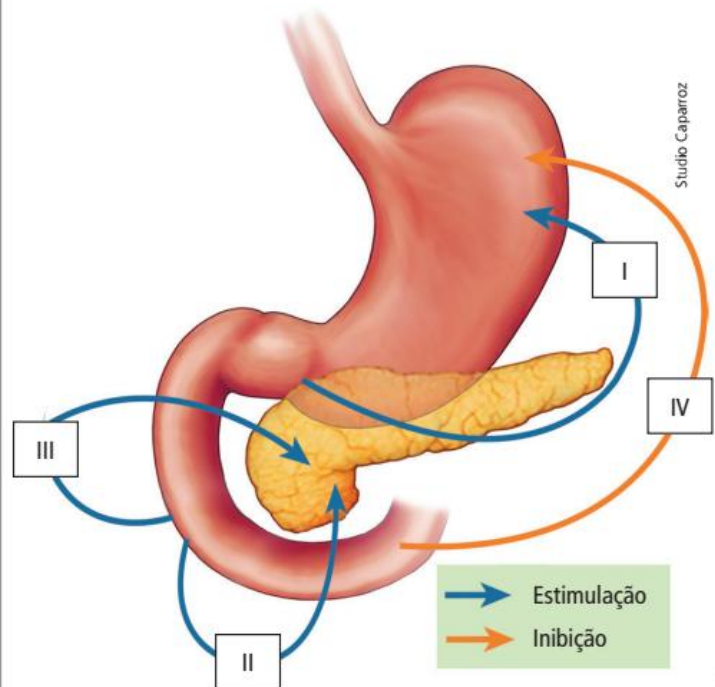
4. A figura representa a hematose pulmonar.



- O que significa hematose?
- Nomeie as estruturas identificadas, no esquema, pelas letras A e B.
- Cite os mecanismos que removem do ar inspirado as partículas que penetram nas vias aéreas.

5. (Unifal-MG) No esquema abaixo está representada a ação dos hormônios I, II, III e IV, no processo digestivo humano. [A enterogastrona é atualmente conhecida como peptídeo inibidor gástrico.]

Observe o esquema e resolva os itens:



- Qual é o nome do hormônio representado por I?
- Qual é o nome do órgão que sofre ação da secretina (II)?
- O que resulta da atuação direta do hormônio IV?
- Cite o nome da enzima, produzida pela atuação do hormônio III, que atua na digestão de proteínas.
- Qual é o nome da substância orgânica que estimula a produção do hormônio III?
- Qual é o número que está representando a enterogastrona [peptídeo inibidor gástrico]?

6. (UFRN) Todos nós possuímos uma combinação fantástica de células, que, para sobreviverem, necessitam respirar. Considerando que a função respiratória é desempenhada, em diferentes níveis, pelos pulmões e por todas as células:

- estabeleça uma comparação entre o processo de respiração pulmonar e o de respiração celular.
- esclareça como a respiração pulmonar e a celular se relacionam entre si.

7. (Unicamp-SP) Elabore um esquema (desenho com legenda) que inclua materiais simples, para demonstrar como ocorre a entrada e saída de ar no aparelho respiratório humano. Estabeleça as analogias que podem ser feitas entre os materiais usados e as partes do aparelho respiratório.

8. (Ufop-MG) Durante o exercício físico ocorre aumento do metabolismo e, conseqüentemente, aumenta a quantidade de CO₂ gerada no organismo. Explique por que o aumento de CO₂ pode aumentar a frequência respiratória.

Reinhard Ditscher/ulstein bild/Getty Images

A exploração do mundo subaquático sempre exerceu fascínio e atraiu pessoas. Recife de corais na República de Fiji, 2011.

A descoberta do mundo subaquático

O mergulho livre – isto é, sem o auxílio de equipamentos de suporte à respiração – é limitado pelo tempo de tolerância à apneia (interrupção da respiração). O treinamento e o conhecimento de algumas técnicas podem aumentar o tempo de tolerância à apneia, mas ainda assim ele não irá além de alguns minutos.

Uma dessas técnicas é a hiperventilação anterior ao mergulho: a pessoa executa uma série de amplos movimentos respiratórios, visando remover grande quantidade de CO_2 do sangue e eliminá-lo para o exterior. Com isso, a concentração sanguínea do gás é reduzida e, conseqüentemente, o pH do plasma demora mais a cair até níveis críticos, permitindo que o mergulhador tolere um tempo maior sem respirar novamente. Entretanto, mergulhadores inexperientes correm riscos por causa da hiperventilação: a alcalose pode causar desmaios, que podem ser fatais durante a permanência embaixo da água.

Equipamentos de suporte ventilatório ao mergulho vão do simples *snorkel* aos escafandros e ao *aqualung*. O *snorkel* nada mais é do que um tubo com uma das extremidades colocada na boca, enquanto a outra é mantida fora da água. Quando o mergulhador está submerso, a entrada do ar e a expansão

dos pulmões são dificultadas pela pressão exercida pela água sobre a parede do tórax. No mergulho com o *snorkel*, a pessoa precisa fazer mais força para inspirar, pois seu tórax se encontra comprimido pela pressão da água; por isso, o mergulho com *snorkel* é restrito a pequenas profundidades.

Mergulhadores que praticam caça submarina ou exploração de naufrágios podem utilizar o *aqualung*, uma das modalidades de SCUBA (*self-contained underwater breathing apparatus*). Desenvolvido em 1943 pelos franceses Jacques Costeau e Emile Gagnan, em parceria com a Marinha francesa, o *aqualung* permaneceu como segredo militar até o final da Segunda Guerra Mundial. Este equipamento contém um ou mais cilindros metálicos cheios de ar comprimido, associados a um sistema de mangueira dupla e um conjunto de válvulas.

Ao ser acionada pelo próprio movimento de inspiração, a válvula que fica junto ao bocal permite que o ar seja introduzido nas vias aéreas com uma pressão equivalente à exercida pela água na profundidade em que o mergulhador está. O *aqualung* não pode liberar o ar sempre na mesma pressão, pois, em pequenas profundidades, ela seria alta demais e lesaria as vias aéreas do mergulhador; em grandes profundidades, poderia ser insuficiente para insuflar os pulmões.



BlueOrange Studio/Shutterstock.com

(a) Mergulho com *snorkel* e (b) com *aqualung*.



Andrey Nekrasov/ZUMA Press/Corbis/Latinstock

Aspectos da segurança nos mergulhos

Durante o mergulho, dois parâmetros da água devem ser cuidadosamente avaliados: a **temperatura** e a **pressão**. A pressão atmosférica, que na superfície do oceano equivale a 760 mmHg (ou seja, 1 atm), eleva-se em 1 atm a cada 10 metros de profundidade. Durante a subida após um mergulho, o simples ato de prender a respiração pode ter consequências graves. Como os gases no interior dos pulmões (principalmente o N_2) expandem-se rapidamente, podem romper os alvéolos pulmonares (provocando o **pneumotórax**, que é o extravasamento do ar dos pulmões para a caixa torácica) ou dificultar a circulação sanguínea pelos vasos sanguíneos dos pulmões.

O ar atmosférico é uma mistura gasosa que contém, aproximadamente, 21% de oxigênio (O_2), 78% de nitrogênio (N_2) e 1% de outros gases.

Diferentemente do O_2 , que no sangue se liga à hemoglobina, o N_2 dissolve-se no plasma sanguíneo. Durante um mergulho, com o aumento progressivo da profundidade e da pressão, o *aqualung* libera o ar comprimido nas vias aéreas com pressões cada vez maiores. Assim, eleva-se a quantidade de N_2 dissolvido no plasma sanguíneo.

Todos nós já observamos que, uma vez aberta a garrafa de um refrigerante, a pressão interna diminui, e o gás carbônico (CO_2) nele dissolvido se expande, formando bolhas. Ao nível do mar, um adulto tem cerca de 1 L de N_2 dissolvido no plasma sanguíneo, mas a uma profundidade de 50 m esse volume chega a 5 L. Caso esse N_2 se expanda bruscamente, formam-se pequenas bolhas no interior do sistema cardiovascular (situação conhecida como **embolia gasosa**), que podem obstruir vasos sanguíneos de pequeno calibre e dificultar o fluxo do sangue.

Se o mergulhador retornar rapidamente à superfície, a ponto de ocorrer embolia gasosa, pode-se instalar a **síndrome de descompressão**, cujas principais manifestações são formigamentos

em braços e pernas, dor de cabeça, dores articulares e dores abdominais. Podem ocorrer, ainda, hemorragia pulmonar, paralisia, desmaio, acidente vascular cerebral, coma e morte.

Para evitar a síndrome de descompressão, o mergulhador precisa tomar alguns cuidados:

- Controlar rigorosamente os tempos de descida, de permanência e de subida, que devem ser adequados para cada profundidade.
- Obedecer aos parâmetros fornecidos por tabelas e equipamentos de mergulho, principalmente com relação à profundidade e ao tempo de permanência sob a água.
- Realizar a subida de forma lenta, para que o N_2 vá sendo gradativamente liberado do sangue para o ar expirado, sem formar bolhas na circulação.

Outra forma de evitar ou tratar a síndrome de descompressão é a permanência do mergulhador em uma **câmara hiperbárica**. No interior da câmara, a pressão do ar é mantida artificialmente elevada e vai sendo gradativamente reduzida, permitindo que o N_2 se difunda do sangue para o ar dos pulmões e seja lentamente eliminado.



Algumas câmaras hiperbáricas podem receber numerosos mergulhadores simultaneamente.

Depois da leitura do texto, faça o que se pede:

Escreva
no caderno

1. (PUC-RJ) No esporte de mergulho submarino, há risco de doenças graves pelo chamado mal descompressivo, que ocorre quando o mergulhador sobe muito rápido à superfície, formando-se bolhas de nitrogênio nos tecidos e no sangue. Isto ocorre porque:
 - a) sendo constante a pressão interna dos pulmões enquanto o mergulhador sobe, os gases ficam presos nos tecidos e no sangue, não sendo possível eliminá-los.
 - b) a alta pressão externa da água a grandes profundidades impede a expiração do ar pelos pulmões.
 - c) o volume dos pulmões se contrai rapidamente na subida, impedindo a eliminação do ar.
 - d) a densidade do nitrogênio dissolvido nos tecidos e no sangue é cada vez maior à medida que o mergulhador sobe.
 - e) os gases diluídos no sangue expandem-se rapidamente, não sendo possível eliminá-los a tempo através da respiração.
2. Dê a soma dos números das afirmativas corretas: **Soma = 53 (01 + 04 + 16 + 32)**
 - (01) A tolerância à apneia é um dos fatores que limitam a duração do mergulho livre.
 - (02) Comum entre os mergulhadores, a prática de inspirar profundamente antes do mergulho pode elevar os níveis sanguíneos de CO_2 e, conseqüentemente, estimular o centro respiratório.
 - (04) O mergulho com *snorkel* exige da musculatura respiratória esforço superior ao que é exercido fora da água.
 - (08) A válvula do *aqualung* introduz nas vias aéreas ar comprimido sempre com pressão igual à pressão atmosférica.
 - (16) A embolia gasosa é causada pela súbita descompressão do gás nitrogênio dissolvido no sangue.
 - (32) A permanência de mergulhadores na câmara hiperbárica pode ser necessária para evitar a síndrome da descompressão.
3. (UFJF-MG) A embolia gasosa, que pode provocar a morte de mergulhadores, é causada pela brusca descompressão decorrente de uma subida rápida à superfície. Qual é o gás envolvido nesse processo e como ele atua na embolia gasosa?

Homeostase

Circulação, excreção e equilíbrio hídrico

Hriana/Shutterstock.com



O primeiro sintoma de má irrigação sanguínea do miocárdio pode ser um ataque cardíaco fatal.



O coração nem sempre manda recado

De acordo com a Sociedade Brasileira de Cardiologia, a hipertensão arterial é um dos principais fatores associados ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares, como arteriosclerose coronariana e insuficiência cardíaca, bem como de outras doenças – por exemplo, insuficiência renal e acidente vascular cerebral (AVC). Apesar de tantos malefícios, a hipertensão arterial é ainda negligenciada por pacientes e até por médicos menos preparados. Ao contrário do que a maioria das pessoas imagina, a hipertensão arterial leve ou moderada pode estar presente sem qualquer sintoma e, como nem sempre se manifesta clinicamente, dificulta o diagnóstico e não estimula a adesão do paciente ao tratamento.

Entre outros problemas de saúde, ter pressão alta pode ser o primeiro passo para desenvolver cardiopatias. O indivíduo hipertenso tem de três a cinco vezes mais chance de apresentar um acidente vascular cerebral, duas a três vezes mais chance de desenvolver cardiopatia coronariana isquêmica (doença das artérias coronárias, como angina ou infarto agudo do miocárdio, que, no Brasil, chega a 300 mil casos por ano), três vezes mais chance de desenvolver claudicação intermitente (dor em membros inferiores ao caminhar, secundária à obstrução de alguma artéria) e quatro vezes mais chance de desenvolver insuficiência cardíaca (quando o bombeamento de sangue pelo coração falha, causando falta de ar) do que o indivíduo normotenso (que tem pressão arterial normal).

Outros importantes fatores associados a doenças cardiovasculares são diabetes, níveis sanguíneos elevados de colesterol, idade e fatores hereditários. O sexo do indivíduo é outro fator de risco: a incidência de infarto agudo do miocárdio em mulheres antes da menopausa, embora venha aumentando, continua bem menor do que em homens de mesma idade.

O tratamento da hipertensão arterial pode ser medicamentoso ou não medicamentoso. Existe grande variedade de medicações eficazes no controle da hipertensão arterial, cabendo ao médico a escolha de uma ou mais drogas, de acordo com a gravidade e com as patologias associadas. É fundamental que o tratamento medicamentoso seja feito sob orientação médica. Qualquer que seja a opção, é importante que o paciente siga o tratamento e altere seu estilo de vida. Deve cuidar, prioritariamente, de tratar a obesidade, de reduzir a ingestão de sal (no máximo 5 g por dia), aumentar a ingestão de frutas e verduras (para obter maior ingestão de potássio), limitar a ingestão de álcool, reduzir a ingestão de gorduras saturadas e carboidratos refinados, realizar exercícios físicos regularmente e parar de fumar. Essas atitudes são importantes para o controle da pressão arterial e também previnem outras doenças coronarianas.

Além dos numerosos e já bem conhecidos fatores de risco, alguns aspectos da personalidade — como competitividade, agressividade, hostilidade e autocrítica muito rígida — possivelmente estão relacionados com as doenças cardíacas. Portanto, os cuidados gerais com a saúde não devem se ocupar apenas dos fatores físicos (como a dieta e os exercícios). O bem-estar psíquico e social também é fundamental.

Sistema cardiovascular

Em muitos grupos de invertebrados e em todos os grupos de vertebrados, os animais possuem um sistema de distribuição interna de fluidos que comunica as partes do corpo. Esse fluido é o **sangue**, que circula pelo **sistema cardiovascular** e transporta gases, nutrientes, resíduos, hormônios e **componentes do sistema de defesa**, além de contribuir para o intercâmbio de materiais e a transferência de calor.

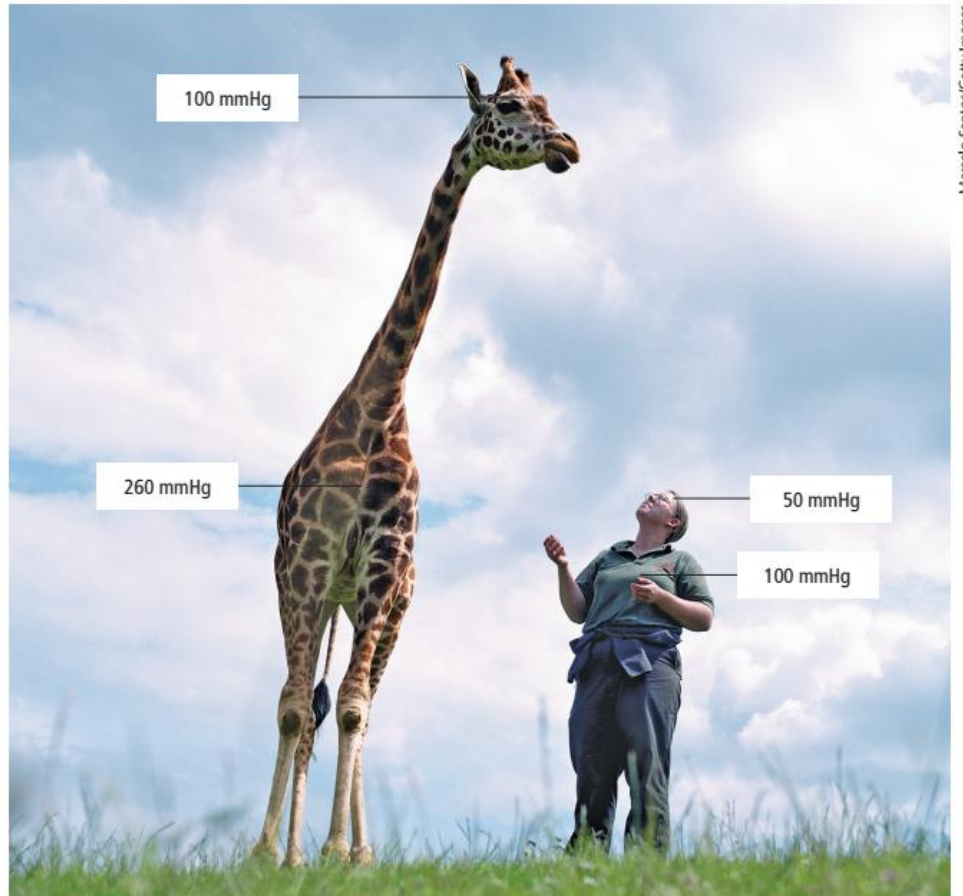


Figura 1. A imagem compara as pressões sanguíneas no coração e no cérebro de um ser humano e de uma girafa. Uma girafa adulta chega a ter mais de 5 metros de altura e possui mecanismos que permitem impulsionar o sangue do coração ao distante cérebro, inclusive com uma pressão arterial bastante alta em comparação com a pressão arterial apresentada pelos seres humanos.

O sistema cardiovascular permite que muitas atividades sejam executadas com grande eficiência:

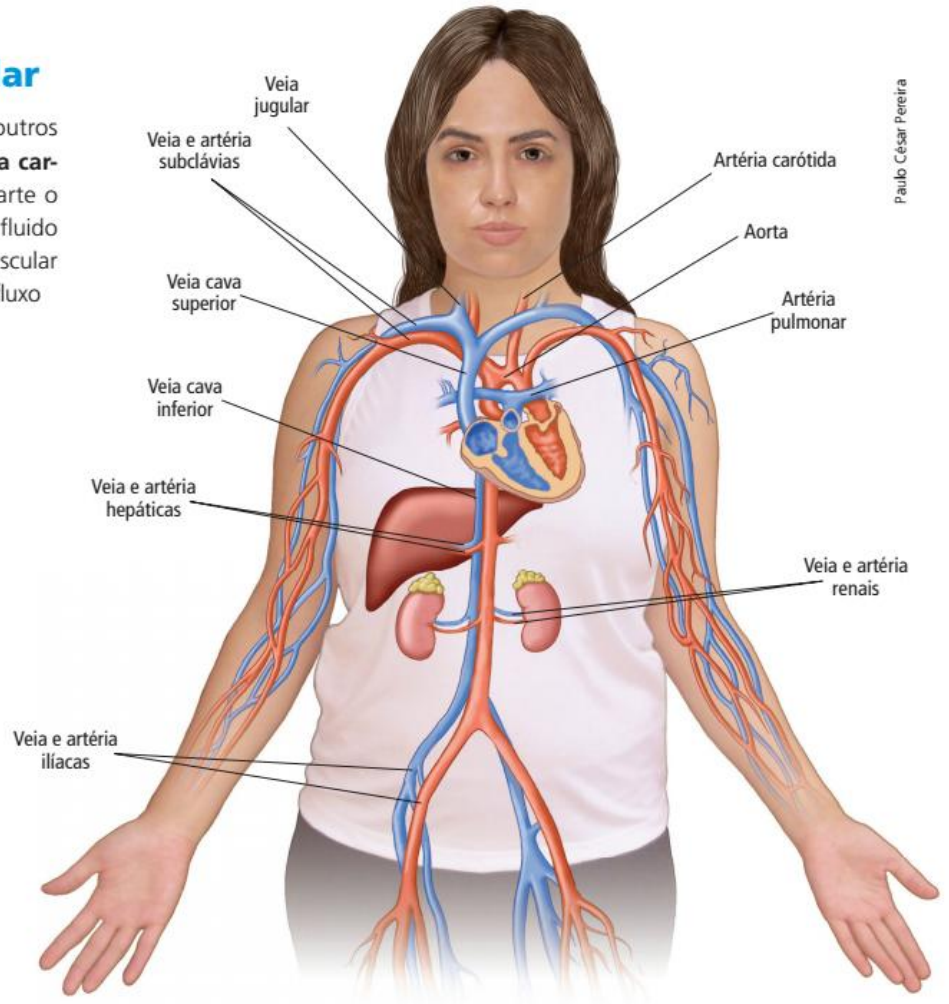
- **Transporte de gases respiratórios.** Órgãos respiratórios (responsáveis pela obtenção de O_2 e pela eliminação de CO_2), como os pulmões e as brânquias, comunicam-se com os demais tecidos do corpo por meio do sangue.
- **Transporte de nutrientes.** No sistema digestório, os nutrientes resultantes da digestão passam através de um fino epitélio que reveste os vasos sanguíneos e alcançam o sangue; por essa via, são levados aos tecidos do corpo, nos quais se difundem para o líquido intersticial que banha as células.
- **Transporte de resíduos metabólicos.** A atividade das células origina resíduos metabólicos, mas apenas alguns órgãos são capazes de eliminá-los para o meio externo. O transporte desses resíduos, de onde são formados até os órgãos de excreção, pode ser feito pelo sangue.
- **Transporte de hormônios.** Estes compostos são secretados por certos órgãos (denominados glândulas endócrinas), distribuídos pelo sangue, e podem modificar o funcionamento de outros órgãos do corpo. A colecistocinina, por exemplo, é produzida pelo duodeno durante a passagem do alimento; lançada no sangue, um de seus efeitos é estimular a contração da vesícula biliar e a liberação da bile no duodeno.
- **Intercâmbio de materiais.** Alguns compostos são produzidos ou armazenados em uma parte do corpo e utilizados em outra parte. Células do fígado, por exemplo, armazenam glicogênio, que, ao ser fracionado, libera glicose, distribuída pelo sangue para todo o corpo.
- **Transferência de calor.** O sangue permite levar o calor produzido por alguns órgãos como o cérebro, fígado, coração e músculos esqueléticos para a pele, onde pode ser dissipado para o ambiente.

Componentes do sistema cardiovascular

O corpo humano (bem como o dos outros vertebrados) é percorrido por um **sistema cardiovascular fechado**, do qual fazem parte o coração, os vasos sanguíneos e o próprio fluido circulante (**figura 2**). No sistema cardiovascular fechado, a pressão sanguínea é elevada e o fluxo do sangue é rápido.

A distribuição de compostos entre as partes do corpo é um fator limitante do tamanho do corpo do animal.

Figura 2. O sistema cardiovascular humano é formado pelo coração, por vasos sanguíneos de diferentes calibres (artérias, veias e capilares) e pelo sangue, que circula no interior desses vasos, impulsionado pelos batimentos cardíacos. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)



Paulo César Pereira

O **coração (figura 3)** é um órgão muscular cavitário (com cavidades internas) que, contraindo-se, impulsiona o sangue pelos vasos sanguíneos. Cada contração do músculo cardíaco dos vertebrados (denominado **miocárdio**) chama-se **sístole**, e o relaxamento que acontece entre as sístoles é a **diástole**.

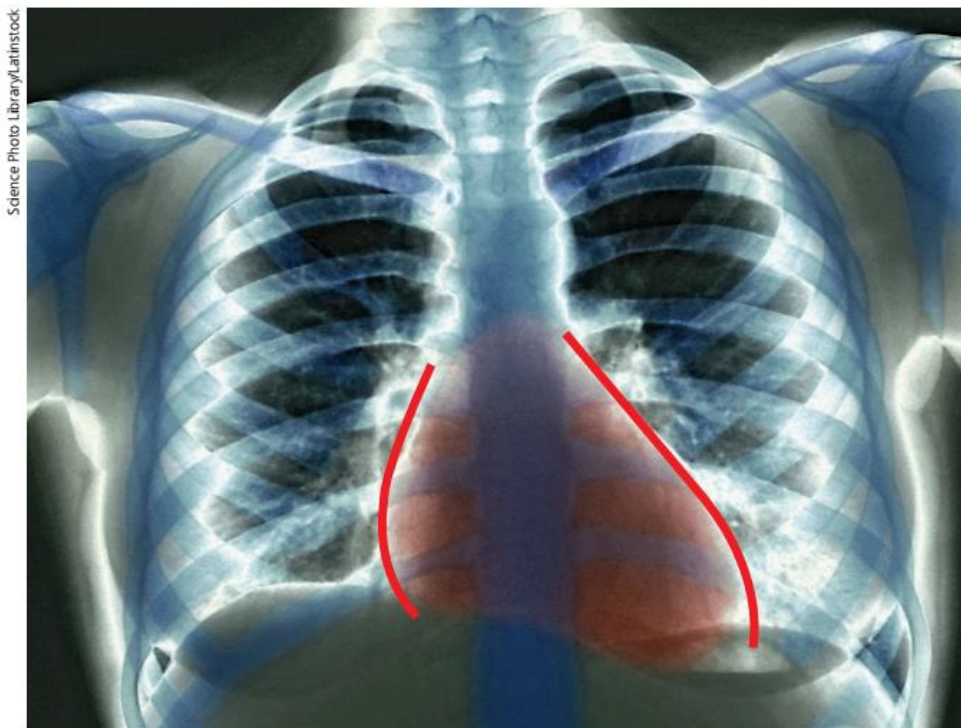


Figura 3. A “sombra cardíaca” destacada no exame radiográfico mostra a projeção da área ocupada pelo coração no tórax.

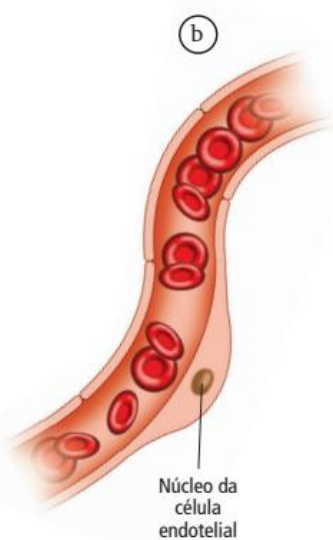
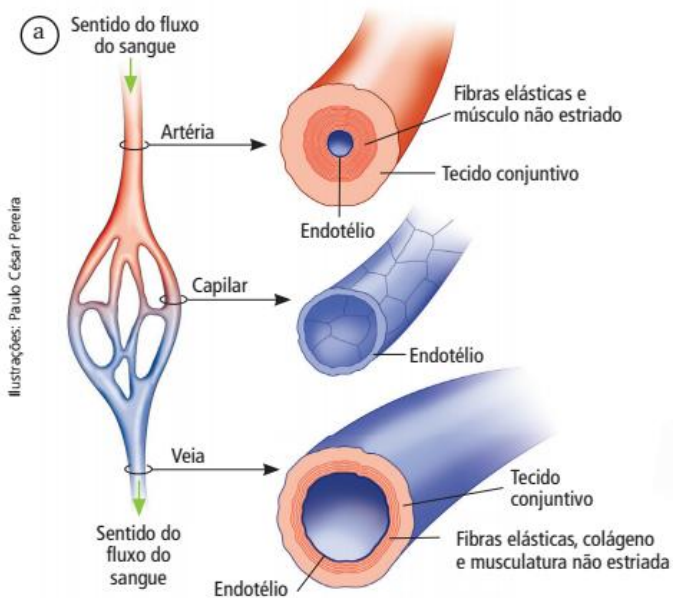
Science Photo Library/Latinstock

Existem três tipos fundamentais de **vasos sanguíneos**: artérias, veias e capilares. Diferem quanto ao calibre, à estrutura das paredes e à presença ou não de válvulas (**figura 4**). Seu revestimento interno é o **endotélio**, um tipo de tecido epitelial. As **artérias** são vasos pelos quais o sangue flui do coração para os tecidos do corpo sob alta pressão. Elas pulsam quando distendidas pelo sangue, impulsionado pelos batimentos cardíacos. Artérias de pequeno calibre são chamadas **arteríolas**.

Pelas **veias**, o sangue flui dos tecidos para o coração. Em seu interior existem **válvulas** que impedem o refluxo do sangue. As pequenas veias são as **vênulas**.

Os **capilares** são vasos interpostos entre arteríolas e vênulas, representando o único local do sistema cardiovascular em que ocorrem trocas entre o sangue e os tecidos. Essas trocas são facilitadas pelo lento fluxo de sangue pelos capilares. Os gases respiratórios cruzam a parede dos capilares por difusão, enquanto as moléculas orgânicas são transportadas passiva ou ativamente.

O **sangue** apresenta uma parte líquida (o plasma) e vários tipos de **elementos figurados** (diferentes células e fragmentos celulares), cada qual com função específica.



A pulsação arterial pode ser percebida pela palpação da artéria radial.

As veias não pulsam como as artérias, e suas paredes são facilmente comprimidas. As lesões de veias determinam hemorragias discretas porque, dentro delas, o sangue flui sob pressão bem menor que nas artérias.

Durante a passagem do sangue pelos capilares, a perda de fluidos para o interstício é pequena. Apenas 1% a 2% do líquido extravasado na porção arterial do capilar não retorna à parte venosa, sendo drenado pelos vasos linfáticos.

Figura 4. Comparação entre os vasos sanguíneos. (a) A parede das artérias é rica em fibras elásticas e músculo não estriado; as veias têm paredes menos espessas, com menor quantidade de células musculares e fibras elásticas, embora tenham mais colágeno; a parede dos capilares é formada por uma única camada de células endoteliais. (b) O calibre médio de um capilar sanguíneo é de 5 µm, estreito a ponto de os glóbulos vermelhos passarem dentro dele em fila única. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

► Circulação humana

O **coração humano** (assim como o dos répteis crocodilianos, o de todos os mamíferos e o das aves) tem quatro câmaras: **dois átrios** e **dois ventrículos**, nos quais não há mistura de sangue oxigenado e sangue não oxigenado (**figura 5**).

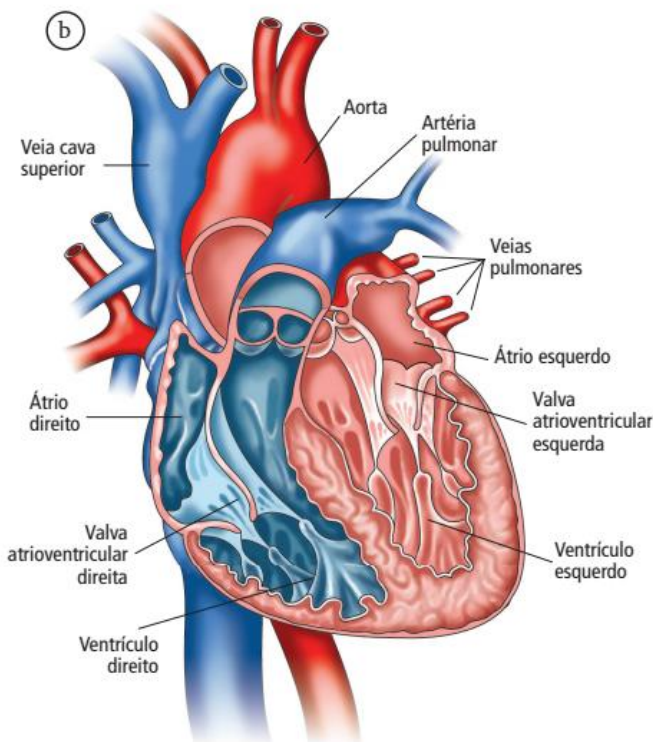
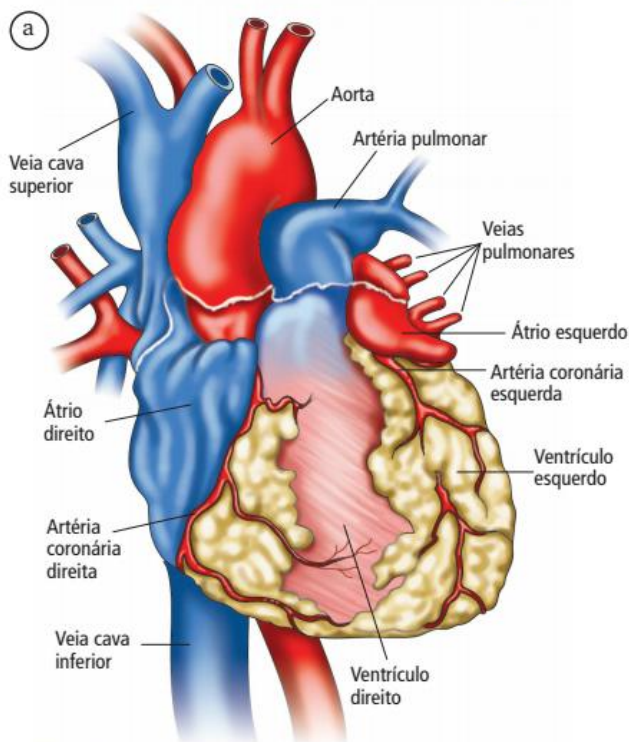


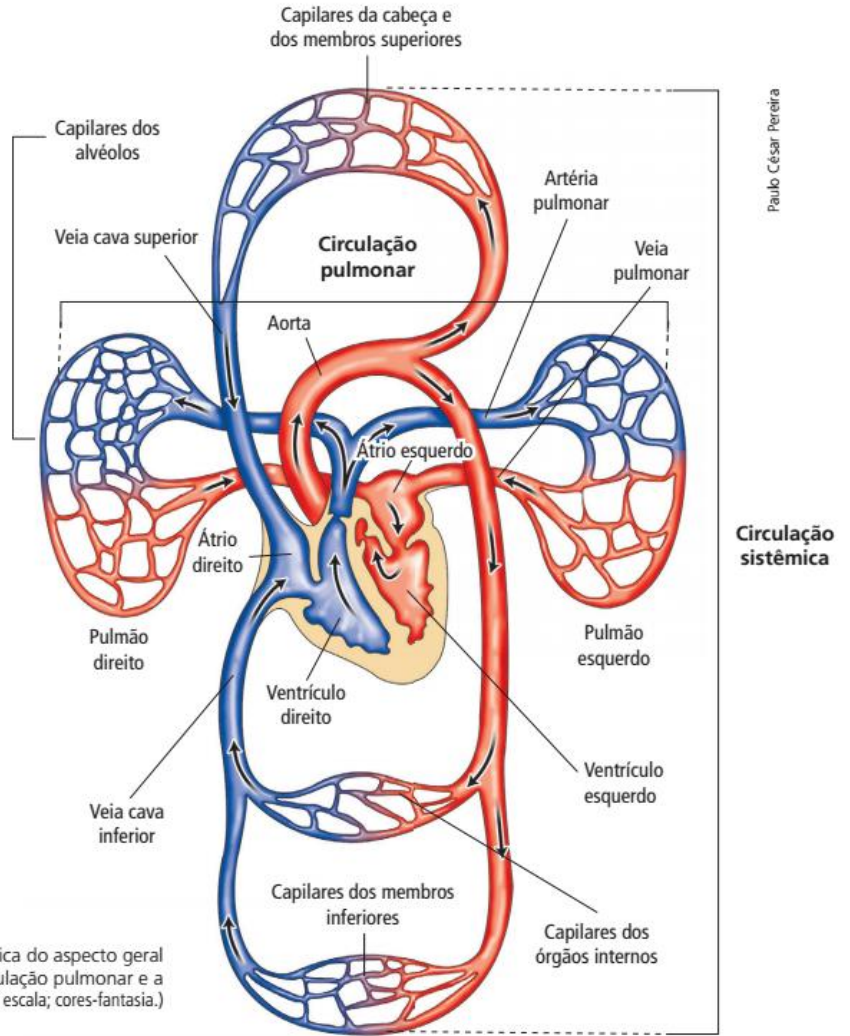
Figura 5. Representação de (a) estruturas externas e (b) internas do coração humano. As regiões em azul representam as estruturas por onde passa o sangue não oxigenado, e as regiões em vermelho representam as estruturas por onde passa o sangue oxigenado. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

O **átrio direito** recebe o sangue não oxigenado, que chega dos tecidos pelas **veias cavas**. A veia cava anterior (ou superior) recebe o sangue drenado da cabeça e dos membros anteriores (ou superiores), e a veia cava posterior (ou inferior) recolhe o que vem dos membros posteriores (ou inferiores) e do tronco. Do átrio direito, o sangue passa, através da valva atrioventricular direita (ou tricúspide), para o **ventrículo direito**, de onde é impulsionado para os pulmões, passando pelas **artérias pulmonares**.

Oxigenado nos capilares dos pulmões, o sangue retorna pelas **veias pulmonares** ao **átrio esquerdo**, de onde passa, através da valva atrioventricular esquerda (bicúspide ou mitral), para o **ventrículo esquerdo**. Em seguida, é bombeado sob alta pressão para a **artéria aorta**, que o distribui para os tecidos.

O ventrículo esquerdo é a câmara cardíaca que tem a parede muscular mais espessa e vigorosa. Enquanto o ventrículo direito impulsiona o sangue para os pulmões (na circulação pulmonar ou pequena circulação), o ventrículo esquerdo o impulsiona para os tecidos do corpo (pela circulação sistêmica ou grande circulação), sob pressão bem maior (**figura 6**).

Figura 6. Representação esquemática do aspecto geral da circulação humana, indicando a circulação pulmonar e a circulação sistêmica. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)



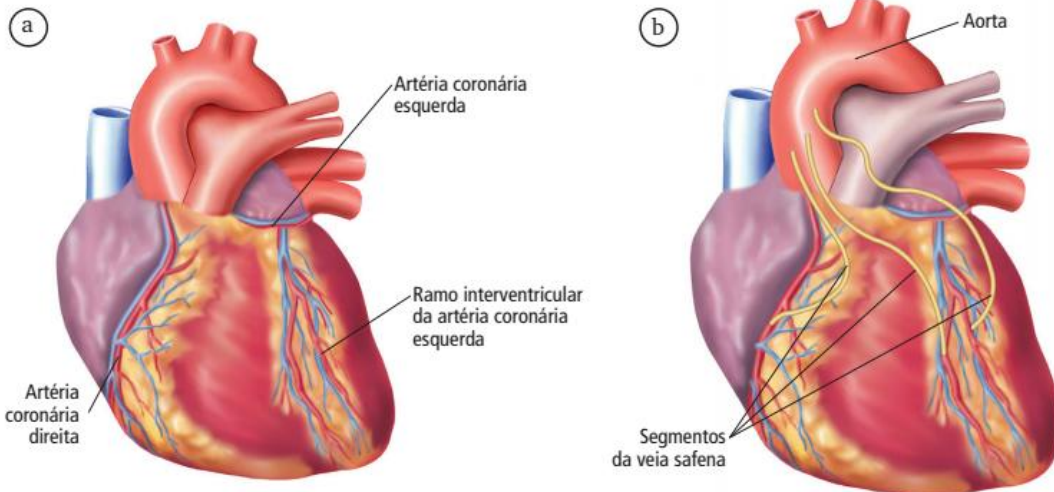
Paulo César Pereira

Circulação sistêmica

► Circulação coronariana

A oxigenação do músculo cardíaco não se faz pelo sangue que passa no interior das câmaras, mas pelo sangue arterial, ricamente oxigenado, proveniente das artérias coronárias (do latim *corona*, relativo a coroa) (**figura 7**).

As coronárias, como as artérias em geral, estão sujeitas à obstrução total ou parcial por placas de gordura, sobre as quais o sangue pode coagular, formando obstáculos à sua passagem, o que pode provocar o infarto agudo do miocárdio.



Studio Caparroz

Figura 7. (a) As artérias coronárias dispõem-se, no coração, como uma coroa. (b) Um procedimento que permite restabelecer a irrigação sanguínea da região comprometida pela obstrução coronariana é a colocação de pontes de safena, feitas com segmentos de veia safena, retirados dos membros inferiores. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

▶ Controle da atividade circulatória

Mesmo na ocorrência de lesões graves da parte central do sistema nervoso, a atividade cardíaca não é imediatamente interrompida, garantindo a distribuição do sangue pelo corpo.

A maioria dos músculos só se contraí quando estimulada por um impulso proveniente do sistema nervoso; porém, o coração é uma exceção. O coração dos vertebrados continua a bater por certo tempo se for retirado do corpo e mantido em uma solução contendo nutrientes e gás oxigênio, em temperatura adequada. Durante o desenvolvimento embrionário dos vertebrados, o coração começa a bater antes mesmo de estar conectado ao sistema nervoso.

Em um ser humano adulto em repouso, o coração bate cerca de 72 vezes por minuto. O estímulo para o batimento cardíaco provém de uma região especial da parede do átrio direito, o **nó sinoatrial** (NSA) (**figura 8a**) ou marca-passo sinoatrial, cujas células, além de se contraírem como células musculares, geram e transmitem um impulso elétrico (**figura 8b**) que se propaga pelos átrios, os quais se contraem e impulsionam o sangue para os ventrículos. Em seguida, o impulso alcança o **nó atrioventricular** (NAV), de onde passa para o **fascículo atrioventricular** (ou feixe de His), que se ramifica e o distribui pela massa muscular dos ventrículos, que se contraem simultaneamente.

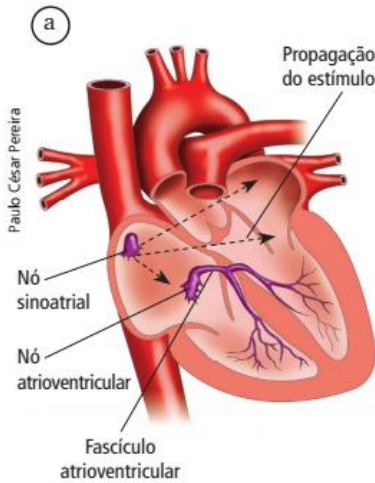


Figura 8. (a) Os nós sinoatrial e atrioventricular, as fibras do fascículo atrioventricular e suas ramificações formam, em conjunto, o tecido cardíaco de condução. (b) O impulso elétrico gerado pelo coração e nele propagado transmite-se também a outras partes do corpo, podendo ser detectado na pele. Com cabos elétricos aplicados na perna e nos braços, conectados ao eletrocardiograma, podem-se registrar as variações de potenciais elétricos geradas no coração. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

A elevação da frequência cardíaca (**taquicardia**) pode ser desencadeada por fibras do sistema nervoso (que liberam um mediador químico denominado noradrenalina) ou pela adrenalina (hormônio secretado pelas glândulas suprarrenais). Alguns fatores que aumentam a frequência cardíaca são: queda da pressão arterial, inspiração, excitação, exercício, hipóxia (diminuição da oxigenação do sangue), raiva, dor e febre. A diminuição da frequência (**bradicardia**) pode ser provocada por fibras do sistema nervoso que liberam outro mediador, a acetilcolina. Reduzem a frequência cardíaca: aumento da pressão arterial, expiração, depressão e repouso.

O **centro vasomotor**, situado no encéfalo, recebe e processa informações de regiões do corpo e controla a frequência cardíaca e a pressão do sangue.

▶ O **débito cardíaco** é a quantidade de sangue bombeado do coração para a aorta, a cada minuto. Em um adulto em repouso, esse volume é de aproximadamente 5 L.

Observe que a fração do fluxo de sangue para os órgãos do sistema digestório (inclusive o fígado) é reduzida de 30% para 5% durante o exercício físico.

O fluxo de sangue para as diversas regiões do corpo também pode ser ajustado pelo sistema nervoso, por meio da contração (**vasoconstricção**) ou da dilatação (**vasodilatação**) das arteríolas. Analisando-se a **tabela 1** a seguir, pode-se entender um dos motivos pelos quais não é aconselhável praticar atividades físicas intensas após as refeições.

Regiões do corpo	Em repouso	Em exercício físico
Cérebro	15%	5%
Artérias coronárias	5%	5%
Fígado e outros órgãos do sistema digestório	30%	5%
Rins	25%	3%
Pele	5%	1%
Esqueleto	5%	1%
Músculos	15%	80%

Fonte: MARTINI, F. H. *Fundamentals of Anatomy and Physiology*. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1995.

▶ Retorno venoso

O retorno venoso, que é a quantidade de sangue que volta ao coração pelo interior das veias por minuto, se faz sob baixa pressão. Na cabeça, ocorre a favor da gravidade, sendo mais rápido do que nos membros inferiores, em que a gravidade dificulta a volta do sangue.

Os fatores que permitem ao sangue retornar ao coração são:

- **Pressão residual.** É a pressão do sangue no início do território venoso, a qual, apesar de auxiliar no retorno sanguíneo, é insuficiente para levar o sangue de volta ao coração, principalmente nos membros inferiores.
- **Válvulas.** Atuam como uma porta que se abre somente para um lado, permitindo a passagem do sangue no sentido do coração. Fechando-se, as válvulas evitam o retorno do sangue.
- **Ação muscular.** Quando se contraem, os músculos comprimem as veias profundas, forçando o sangue a seguir no sentido do coração (**figura 9**).

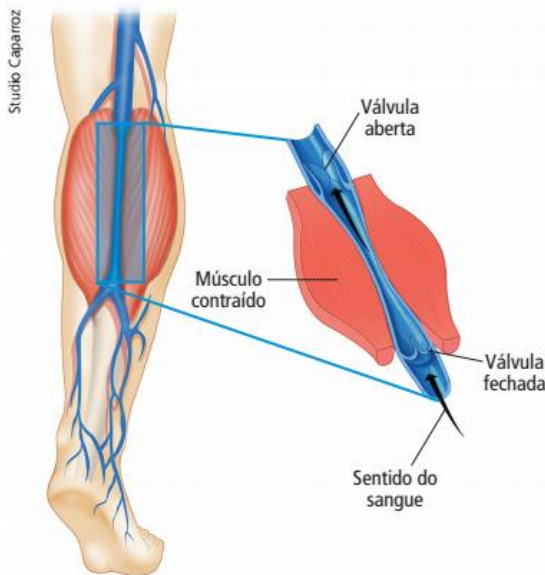


Figura 9. Participação das válvulas e dos músculos no retorno venoso. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Nos membros inferiores, o retorno venoso ocorre com mais dificuldade que nos membros superiores. Como o fluxo do sangue é mais lento, as veias podem se dilatar, formando-se **varizes**, que são mais comuns em pessoas que passam muito tempo em pé, além de terem um componente hereditário.

Varizes acometem mais mulheres que homens, por efeito de certos hormônios e da gestação, quando o útero aumentado comprime as veias pelas quais o sangue retorna dos membros inferiores ao coração, tornando o fluxo mais lento.

Além de ser um excelente exercício de condicionamento cardiorrespiratório, caminhar também auxilia a circulação venosa das pernas, prevenindo o aparecimento de varizes. O emprego de meias elásticas não elimina as varizes, mas contribui para evitá-las. Estando as veias superficiais das pernas comprimidas pelas meias elásticas, o sangue é forçado a retornar pelas veias profundas.

▶ Medindo a pressão arterial

Medições frequentes da pressão arterial constituem uma importante forma de avaliar o funcionamento do sistema cardiovascular. Com certeza, você já ouviu alguém dizer que está com a pressão em 12 por 8, ou em 14 por 9. O que isso significa?

Durante a sístole ventricular, a pressão nas artérias alcança seu valor máximo (**pressão sistólica** ou **máxima**); na diástole, a pressão cai, pois o ventrículo esquerdo está relaxado (**pressão diastólica** ou **mínima**) (**figura 10**).

É muito importante que a pressão arterial seja avaliada regularmente. São considerados normais valores inferiores a 140 mmHg por 90 mmHg, ou seja, pressão sistólica de 140 milímetros de mercúrio e pressão diastólica de 90 milímetros de mercúrio no máximo.

Embora a **hipertensão** afete mais frequentemente pessoas de mais idade, adolescentes e jovens podem ser acometidos. O principal fator de risco associado à hipertensão nessa faixa etária é a obesidade: há uma relação direta entre massa corporal e pressão arterial. Além desse, outros fatores predisponentes são: tabagismo, ingestão excessiva de sal (incluindo o que já existe naturalmente nos alimentos), tensão emocional constante e consumo de álcool e/ou outras drogas.

Como medir a pressão arterial

- I. Quando o manguito é insuflado, a pressão do ar comprime e fecha a artéria braquial, impedindo a passagem do sangue. Com o estetoscópio, o examinador verifica que não há passagem de sangue pela artéria.
- II. Liberando-se gradativamente o ar do manguito, a pressão diminui e o sangue começa a passar pela artéria. Com o estetoscópio, ouve-se um som semelhante a um sopro, decorrente do turbilhão do sangue na artéria, cuja parede está sendo deformada pelo manguito. A passagem do sangue indica que sua pressão é suficiente para vencer a resistência imposta pelo manguito. A pressão mostrada pelo manômetro, nesse momento, é a **pressão sistólica**.
- III. Continuando a liberar o ar, há um momento em que se deixa de ouvir o som, porque a pressão exercida pelo manguito não é mais suficiente para deformar a artéria, nem mesmo durante a diástole. A pressão mostrada pelo manômetro, nesse momento, é a **pressão diastólica**.



Figura 10. Para medir a pressão arterial, usa-se o esfigmomanômetro, que consiste em um manômetro (medidor de pressão) conectado a uma braçadeira inflável, de borracha, denominada manguito. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Quanto aos exercícios físicos, há uma tendência de que o levantamento de peso e a musculação elevem a pressão arterial; em contrapartida, os exercícios aeróbios (natação, caminhada, corrida, ciclismo etc.), praticados regularmente e com moderação, diminuem a pressão arterial, além de contribuírem para a prevenção ou o controle da obesidade.

▶ Usa-se habitualmente o centímetro de mercúrio, em vez de milímetro de mercúrio. Assim, 12 por 8 significa pressão sistólica de 120 mmHg e pressão diastólica de 80 mmHg.

Exercícios físicos moderados ajudam no combate da síndrome metabólica

Condição está diretamente relacionada com o excesso de peso e pode colocar a saúde em risco

Você já ouviu falar em síndrome metabólica? [...] Trata-se do conjunto de várias alterações que, interligadas, determinam um momento de risco cardiovascular.

De acordo com a médica Juliana Bicca, da Sociedade Brasileira de Endocrinologia, são os cinco pilares desta doença: obesidade, pressão alta, índice acima do normal de glicemia e de triglicérides e baixo nível de colesterol HDL. Uma pessoa que apresente três destes fatores já pode ser classificada como portadora da síndrome metabólica.

“A doença está diretamente associada ao excesso de peso [...]”.

A prática de exercícios físicos auxilia no combate à doença. A endocrinologista ressalta alguns pontos em relação às atividades físicas visando acabar com a síndrome, como a necessidade de combinar exercícios aeróbicos com musculação para a perda de peso e aumento da massa muscular e também a taxa metabólica.

Juliana defende ainda que o nível dos exercícios deve ser no mínimo moderado. “Tenho que ser muito sincera: exercício leve não faz perder peso. Tem de ser moderado. O mínimo aconselhável é de 150 minutos de exercícios semanais.



Solis Images/Shutterstock.com

A atividade proporciona benefício cardiovascular, melhora do condicionamento respiratório, prevenção de doenças e perda de peso”, afirma.

A médica ressalta também a importância de sempre ter acompanhamento de profissionais da área na realização de exercícios e de exames clínicos para saber dosar a carga de atividades de acordo com as limitações físicas, como teste ergométrico.

Segundo a Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia, a Síndrome Metabólica ocorre quando

estão presentes três dos cinco critérios abaixo:

- Obesidade central: circunferência da cintura superior a 88 cm na mulher e 102 cm no homem.
- Hipertensão arterial: pressão arterial sistólica > 130 e/ou pressão arterial diastólica > 85 mmHg.
- Glicemia: alterada (glicemia > 110 mg/dl) ou diagnóstico de diabetes.
- Triglicérides: > 150 mg/dl.
- HDL colesterol: < 40 mg/dl em homens e < 50 mg/dl em mulheres.

LOPES, L. Exercícios físicos moderados ajudam no combate da síndrome metabólica. **Estadão**, 20 nov. 2015. Disponível em: <<http://vida-estilo.estadao.com.br/noticias/bem-estar,exercicios-fisicos-moderados-ajudam-no-combate-da-sindrome-metabolica,10000002485>>. Acesso em: fev. 2016.

Atividades

Escreva no caderno

Após ler a notícia, responda.

Um homem de 48 anos, fumante, procurou atendimento médico por sentir cansaço e intolerância aos pequenos esforços. O exame clínico mostrou estatura de 1,78 m, massa corporal de 96 kg, circunferência abdominal de 116 cm e pressão arterial de 140/95 mmHg.

Exames laboratoriais mostraram:

- glicemia de jejum = 102 mg/100 mL
- triglicérides = 168 mg/100 mL
- HDL colesterol = 46 mg/100 mL

1. Calcula-se o índice de massa corporal (IMC) dividindo-se a massa corporal (em quilogramas) pela altura (em metros) elevada ao quadrado. Um resultado abaixo de 18,5 indica subnutrição; entre 18,6 e 24,9 associa-se à normalidade; entre 25,0 e 29,9 indica sobrepeso; acima de 30,0 aponta para a condição de obesidade. Calcule o índice de massa corporal (IMC) do homem citado acima.
2. Apenas com os dados apresentados, pode-se dizer que o homem descrito apresenta síndrome metabólica?
3. Reduzir a massa corporal e praticar atividades físicas regularmente seriam recomendações sensatas para esse homem? Apenas com base na descrição sumária do quadro, que outra orientação poderia ser dada?

Sistema linfático

Durante a passagem do sangue pelos capilares, uma pequena porcentagem de fluido se perde para o interstício e não retorna à parte venosa. Esse fluido que permanece no interstício é recolhido pelo sistema linfático (**figura 11a**), paralelo ao sistema cardiovascular fechado.

Tal fluido — chamado **linfa** — move-se lentamente pelos vasos linfáticos, que possuem válvulas. Os vasos linfáticos de quase todo o corpo reúnem-se no **ducto torácico**, um vaso calibroso por meio do qual a linfa é lançada no sangue em uma veia, perto do coração. Antes de ser devolvida à circulação sanguínea, a linfa passa pelos **linfonodos** (**figura 11b**), que filtram e retêm células mortas, restos celulares e microrganismos.

Outros órgãos que compõem o sistema linfático são: o **baço**, que reconhece e destrói partículas estranhas e hemácias velhas; o **timo**, onde parte dos linfócitos passa por diferenciação e maturação; as **tonsilas palatinas** (ou adenoides) e as **tonsilas faríngeas** (ou amígdalas), localizadas na entrada das vias respiratórias e do tubo digestório, respectivamente, limitando a entrada de microrganismos invasores.

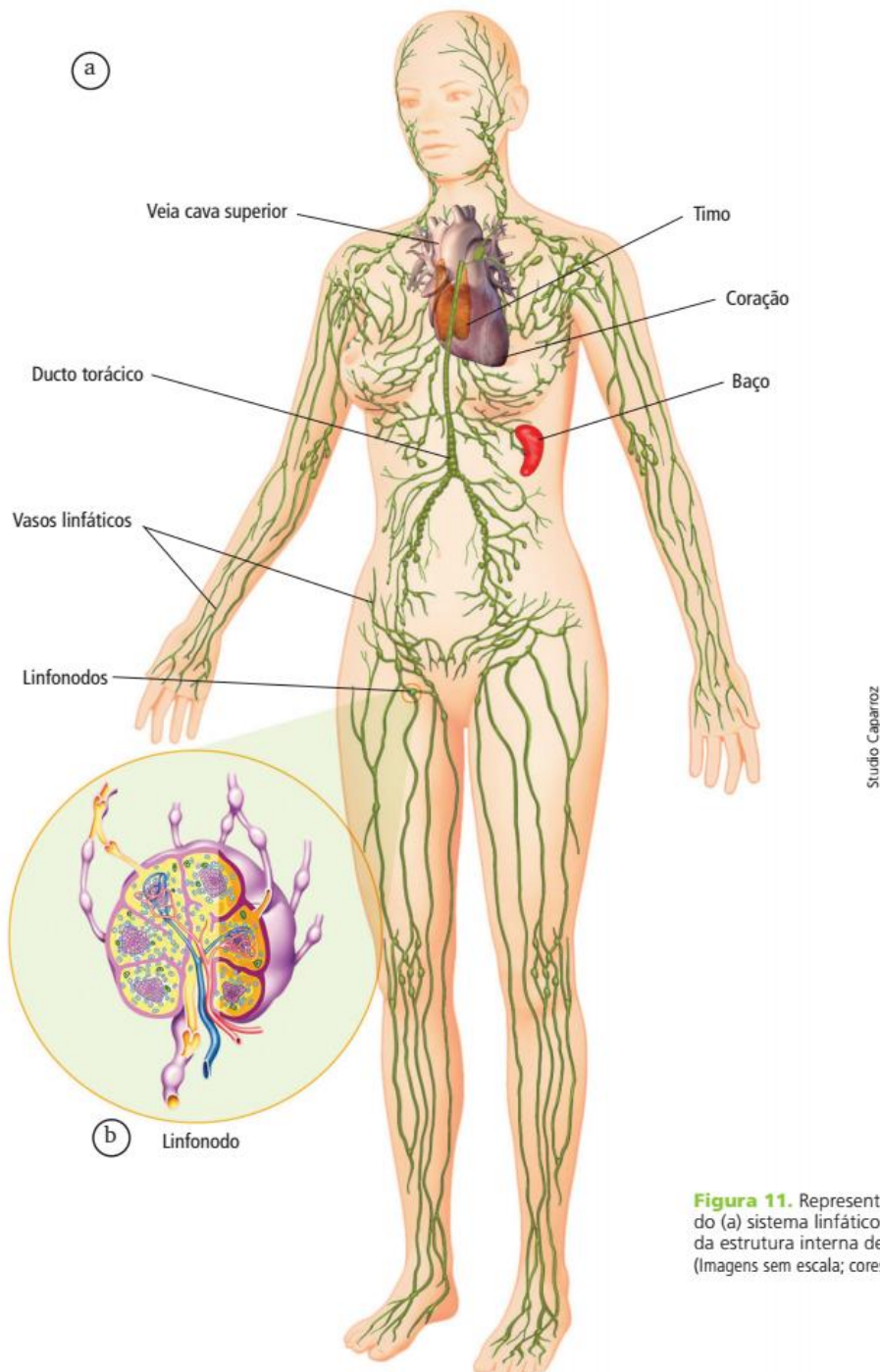


Figura 11. Representações esquemáticas do (a) sistema linfático humano e (b) detalhe da estrutura interna de um linfonodo. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Equilíbrio hidrossalino e excreção

Em geral, dependendo do ambiente em que vivem, os animais enfrentam três tipos de problemas relacionados à obtenção ou à conservação da água corporal:

- Animais **marinhos** vivem em um meio mais concentrado de solutos que seu próprio corpo, tendendo a perder água por osmose.
- Animais **dulcícolas**, que vivem em um meio menos concentrado que seu próprio corpo, tendem a ganhar água por osmose.
- Animais de **vida terrestre** perdem água por evaporação e contam com mecanismos poupadores de água.

As trocas (entrada e saída de água) constituem o **balanço hídrico**, cujo saldo representa a diferença entre o ganho e a perda, durante certo período de tempo.

Os seres humanos podem ser considerados animais de vida terrestre, e suas trocas diárias de água com o ambiente estão representadas na figura a seguir (**figura 12**).



Figura 12. O balanço hídrico diário aproximado do corpo humano leva em consideração as quantidades e as vias de entrada e saída de água.

Em determinado intervalo de tempo, o balanço hídrico pode ser positivo (se o ganho exceder a perda) ou negativo (quando a perda de água é maior que o ganho). O organismo está em **equilíbrio hídrico** quando a perda total de água é igual ao ganho.

A quantidade de água ingerida em um dia é variável e representa a maior fonte de líquido para o corpo. Os alimentos, até os que parecem mais secos, contêm água, e muitos a contêm em grande quantidade.

A **água endógena** é a que se origina na oxidação de compostos orgânicos, que ocorre dentro de células. Em um dia, um adulto normal produz cerca de 350 g de água nesses processos (**tabela 2**).

Tabela 2. Quantidade de água liberada por grama de substância orgânica metabolizada	
Substância	Quantidade de água (gramas)
Carboidratos	0,6
Lípidios	1,1
Proteínas	0,3

Fonte: CONN, E. E.; STUMPF, P. K. *Introdução à bioquímica*. São Paulo: Edgard Blücher, 1975.

Analisando a **tabela 2**, pode parecer estranho que 1 g de lipídio origine mais de 1 g de água. Essas moléculas de água (H_2O) têm átomos de hidrogênio removidos da gordura, mas seus átomos de oxigênio vêm do O_2 , obtido no ambiente.

A perda de água acontece de quatro maneiras principais: através da pele (transpiração), pelas fezes, pela urina e através dos pulmões (respiração). A perda de água através da pele (por difusão e por transpiração) é contínua, podendo oscilar de 0,5 L a até mais de 10 L por dia, se a atividade física for intensa ou se o ambiente for muito quente. A perda diária de água pela respiração de uma pessoa em atividade moderada é de 0,4 L.

A ingestão de água do mar é catastrófica para as pessoas, principalmente náufragos desidratados e sedentos. Se uma pessoa ingerir apenas água do mar, vai acentuar a desidratação, pois a concentração de sais na água dos oceanos é de 3,5%, em média, enquanto os seres humanos não são capazes de formar urina com concentração de sais superior a 2,3%. Ao beber água do mar, uma pessoa vai eliminar pela urina os sais que essa água contém; porém, irá eliminar um volume de água maior que o ingerido.

Uma importante maneira de regular a quantidade de água no corpo e manter o equilíbrio hídrico é a **formação da urina**. A capacidade de produzir urina concentrada é um mecanismo útil de economia de água, particularmente para animais que vivem em ambiente hipertônico (que tendem a perder água por osmose, como em ambientes de água salgada) ou em ambiente terrestre (onde ocorre perda de água para o ambiente e que apresenta regiões com pouca água disponível).

O **sistema urinário**, além de remover resíduos, é um eficiente regulador homeostático, responsável pela manutenção da composição química do meio interno de vários tipos de animais. Os **rins** participam do controle da quantidade de água e das concentrações plasmáticas de íons e do equilíbrio ácido-base (manutenção do pH do sangue em níveis normais).

Os animais possuem mecanismos que eliminam **resíduos metabólicos** e outras substâncias tóxicas, ingeridas ou originadas no próprio organismo. A eliminação de resíduos metabólicos constitui formas de **excreção**. Os seres humanos — assim como alguns invertebrados terrestres, peixes cartilaginosos, anfíbios adultos e os demais mamíferos — são animais **ureotélicos**, pois excretam predominantemente **ureia** pelos rins, além de eliminar CO_2 para o ar atmosférico pela respiração.

A ureia é sintetizada a partir da **amônia** originada de compostos nitrogenados (principalmente do grupo amina, extraído de aminoácidos; em menor proporção, a partir de ácidos nucleicos). A conversão da amônia em ureia ocorre no fígado. Pela corrente sanguínea a ureia chega aos rins e é eliminada na urina.

Seres humanos produzem pequena quantidade de ácido úrico, que pode acumular-se em algumas partes do corpo (vias urinárias, pele e articulações, por exemplo). A artrite provocada pelo acúmulo de cristais de ácido úrico nas articulações é uma das manifestações de uma doença metabólica chamada **gota**.

Doenças graves do fígado (como a hepatite aguda fulminante e a cirrose hepática) podem comprometer esse processo metabólico e provocar o acúmulo de amônia no sangue, com consequências graves e até fatais.

Os rins participam do controle da **concentração plasmática de íons** (como sódio, potássio, cálcio, bicarbonato e cloretos), que podem ser eliminados em maior ou menor quantidade na urina, de acordo com sua concentração no plasma sanguíneo.

Os rins também têm importante papel no controle do **equilíbrio ácido-base**, auxiliando a manter o pH do plasma sanguíneo normal (no ser humano, ao redor de 7,4).

O pH da urina humana oscila entre 4,5 e 8,2 de acordo com o pH plasmático. Quando o pH plasmático é inferior a 7,36, temos uma condição de **acidose**, que é corrigida pela eliminação de urina mais ácida. Já a **alcalose** (quando o pH é superior a 7,44) é corrigida pela produção de urina mais básica. Se o pH do plasma estiver abaixo de 7,36, os rins aumentam a eliminação de íons H^+ e retêm íons HCO_3^- ; o inverso ocorre se o pH do plasma subir além de 7,44: há retenção de H^+ e eliminação de HCO_3^- .

Sistema urinário humano

Rins, ureteres, bexiga urinária e uretra são as estruturas que formam o sistema urinário humano (figura 13a). Produzida nos rins e passando pelos ureteres, a urina chega à bexiga urinária, onde vai sendo armazenada até que seja eliminada do corpo pela micção.

A passagem da urina pelos ureteres ocorre por movimentos peristálticos, o que explica as fortes dores que uma pessoa sente (incorretamente conhecidas como cólicas de rim) quando um **cálculo renal** (popularmente, uma pedra no rim) desloca-se do rim para a bexiga urinária. A contração da bexiga impulsiona a urina pela uretra, pela qual ela é exteriorizada.

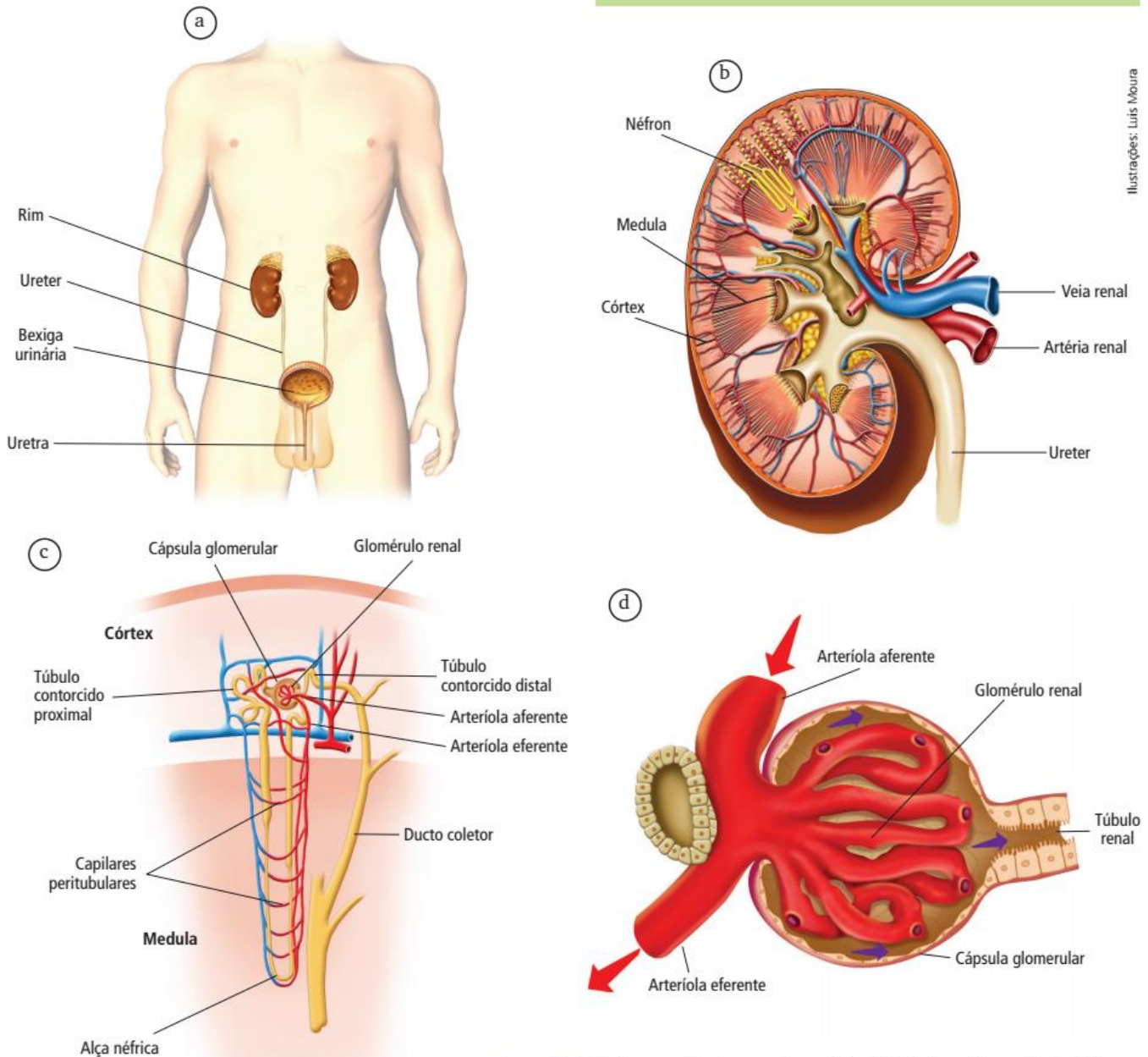
Nos rins de mamíferos, observam-se o **córtex** (camada externa) e a **medula** (camada interna) (figura 13b). Os rins recebem sangue das **artérias renais** e o devolvem pelas **veias renais**, que se conectam à veia cava inferior. Cada rim humano tem cerca de 1 milhão de néfrons.

Cada **néfron** (figura 13c), unidade funcional do rim, possui um longo túbulo, com uma extremidade fechada pela **cápsula glomerular** (figura 13d) e outra aberta no **ducto coletor**.

O **túbulo do néfron** tem três segmentos: o túbulo contorcido proximal, a alça néfrica e o túbulo contorcido distal.

Além da parte tubular, o néfron tem uma parte vascular, o **glomérulo renal**, um novelo de capilares envolvido pela cápsula glomerular e formado por ramificações de uma das milhares de **arteríolas aferentes**, ramos da artéria renal. Na saída do glomérulo, os capilares fundem-se na **arteriola eferente**, que se ramifica em outra rede de capilares que circunda o túbulo do néfron. Esses capilares fundem-se em uma das vénulas que vão formar a veia renal.

As células dos túbulos renais contêm muitas **mitocôndrias** (que fornecem energia para o transporte ativo) e grande quantidade de **microvilosidades** (que representam grande área de trocas).



Ilustrações: Luis Moura

Figura 13. (a) Sistema urinário humano (masculino). (b) Estruturas internas do rim. (c) Ampliação de um néfron. (d) Detalhe da cápsula glomerular. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

▶ Formação da urina

A água é a substância que os rins reabsorvem em maior quantidade, o que se relaciona com a capacidade de concentrar a urina e de economizar água, importante para os animais terrestres.

A urina produzida pelos rins é a soma da urina produzida pelos néfrons e resulta da ultrafiltração glomerular, da reabsorção tubular e da secreção tubular (**figura 14**).

- **Ultrafiltração glomerular.** Essa etapa acontece nos glomérulos. Sob pressão elevada, o sangue passa pelos capilares, cujas paredes filtram cerca de 20% do fluido do plasma sanguíneo, recolhido pelas cápsulas glomerulares. As únicas partículas plasmáticas suficientemente grandes a ponto de não serem filtradas são as **proteínas**. Hemácias, leucócitos e plaquetas (células sanguíneas) também não atravessam o glomérulo, não sendo normalmente encontrados na urina. O **filtrado glomerular** tem composição química semelhante à do plasma sanguíneo, exceto com relação às proteínas. No entanto, a composição química da urina e a do plasma são diferentes. As modificações que o filtrado glomerular sofre, até se transformar em urina, ocorrem durante sua passagem pelo túbulo do néfron e pelo túbulo coletor.
- **Reabsorção tubular.** A filtração glomerular é pouco seletiva, e muitas substâncias importantes para o metabolismo (como glicose, aminoácidos, vitaminas e íons) são filtradas e depois sofrem reabsorção tubular. Em 24 horas, passam pelos rins humanos cerca de 1000 L de plasma e formam-se 200 L de filtrado glomerular, mas apenas 1 L ou 1,5 L de urina é eliminado. Durante a passagem pelo túbulo do néfron, quase toda a água é reabsorvida e devolvida para a circulação. Algumas substâncias (como a água) têm **reabsorção passiva** (sem gasto energético), enquanto outras (glicose, bicarbonato, sódio etc.) têm **reabsorção ativa** (com gasto energético).

▶ Duas razões explicam por que uma substância presente no plasma sanguíneo pode não estar na urina: trata-se de uma molécula muito grande, não filtrada no glomérulo (é o caso das proteínas); ou trata-se de uma substância filtrável, mas totalmente reabsorvida no túbulo do néfron (como a glicose).

- **Secreção tubular.** Algumas substâncias estão presentes em maior concentração na urina que no filtrado glomerular, pois sofrem secreção tubular. Do sangue para o interior do túbulo do néfron, são secretados a amônia, o ácido úrico, alguns íons (K^+ e H^+) e certos medicamentos, como a penicilina. Por isso, diversas drogas são detectadas na urina, que pode ser analisada em testes antidoping.

▶ Comparando **nefrídios** (presentes em anelídeos e moluscos), **túbulos de Malpighi** (em insetos e aracnídeos) e **néfrons** (em vertebrados), notam-se progressivamente maior seletividade e maior controle sobre o que é eliminado do corpo ou nele retido.

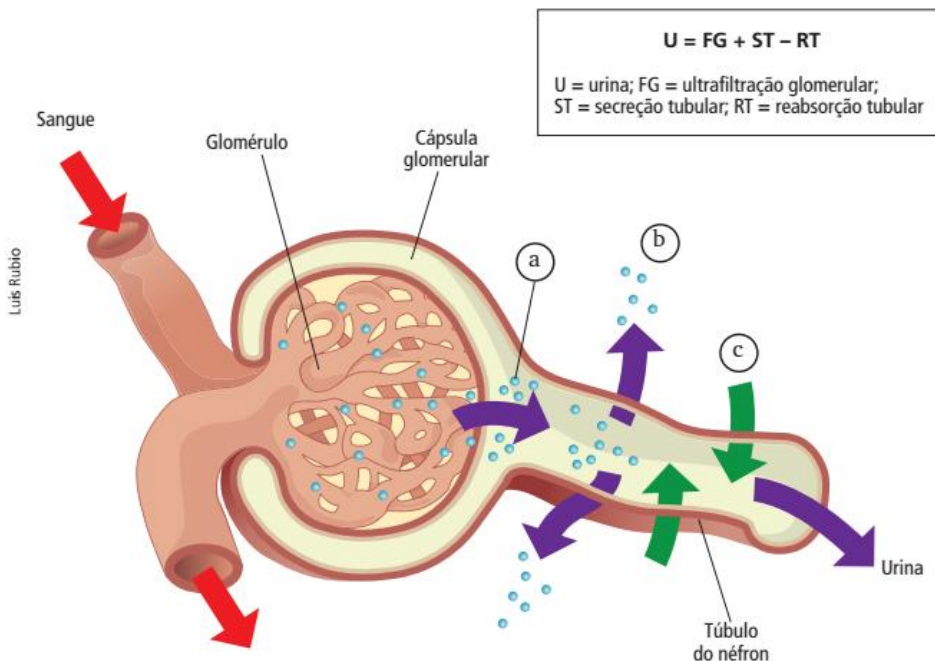


Figura 14. Representação da formação da urina: (a) cerca de 20% do plasma sanguíneo que chega ao néfron é filtrado; o filtrado resultante (representado pelas bolinhas azuis) passa para a cápsula glomerular e daí para o túbulo do néfron (representado pela seta roxa); (b) algumas substâncias (como a água e a glicose) são reabsorvidas pelas células do túbulo e devolvidas ao sangue, não sendo perdidas pela urina na mesma quantidade em que foram filtradas; (c) outras substâncias (como a amônia, o ácido úrico e muitas drogas) são secretadas do sangue para o interior do túbulo, sendo encontradas em maior concentração na urina que no sangue (representados pela seta verde). (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

▶ Regulação da função renal

Em uma pessoa adulta sadia, a perda de água pela urina é de cerca de 1 L a 1,5 L por dia, mas pode variar de 300 mL a vários litros.

O equilíbrio hídrico depende do **hormônio antidiurético** (ADH ou HAD) liberado pela hipófise (glândula existente no interior da caixa craniana), o qual é poupador de água. A perda natural de água pela pele (transpiração) e pelos pulmões (respiração), sobretudo quando uma pessoa permanece várias horas sem ingerir líquidos, acarreta aumento da concentração do plasma, que estimula a secreção do ADH, cuja ação leva à diminuição da perda de água pela urina. A produção do ADH pode ser estimulada, também, pela queda da pressão arterial, como acontece em hemorragias intensas.

▶ O etanol inibe a secreção do ADH; por isso, bebidas alcoólicas costumam ter ação diurética.

A **aldosterona**, secretada pelas glândulas suprarrenais, localizadas sobre os rins, estimula a reabsorção (pelos túbulos renais) de sódio e de cloretos, determinando aumento da concentração plasmática e da pressão arterial.

Quando a pressão do sangue nos átrios aumenta, um grupo de suas células secreta o **fator natriurético atrial** (FNA), hormônio que provoca vasodilatação das arteríolas aferentes dos néfrons, determinando considerável elevação da pressão sanguínea nos capilares dos glomérulos e, como consequência, da pressão de filtração. O aumento do volume de urina leva à maior perda de água, o que diminui a pressão arterial.

▶ Substituindo o papel dos rins

Diversas situações — infecções, processos inflamatórios, intoxicações, diabetes melito etc. — podem comprometer a função dos rins, desencadeando a insuficiência renal. As consequências mais sérias são alterações da concentração sanguínea de determinados íons (Na^+ , K^+ e H^+ , por exemplo), acúmulo de resíduos nitrogenados (principalmente da ureia) e retenção excessiva de água. Se o tratamento convencional (medicamentos e dieta) não normalizar os desequilíbrios metabólicos, outras providências devem ser tomadas; uma delas é a **hemodiálise**, na qual se utiliza um **rim artificial**.

O princípio da hemodiálise baseia-se na difusão de partículas através de membranas. No rim artificial, o sangue do paciente circula, separado por uma membrana que não permite a passagem das proteínas do plasma, ao lado do **fluido de diálise**. À medida que circula, o sangue perde sódio, potássio e ureia para o fluido, enquanto recebe outras substâncias (como glicose e íons bicarbonato). Um motor faz o sangue circular pelo rim artificial e retornar ao paciente.

Cada sessão de hemodiálise dura geralmente de 4 a 6 horas, sendo necessárias uma ou mais sessões semanais, dependendo da gravidade do caso. Não é um procedimento sem riscos. Podem ocorrer infecções (decorrentes de contaminação do aparelho, do fluido de diálise e do material empregado) por fungos, bactérias ou vírus (como o HIV e os vírus das hepatites B e C). Pode ocorrer ainda intoxicação por substâncias estranhas. Há alguns anos aconteceram em Caruaru, Pernambuco, situações de contaminação por toxinas liberadas por cianobactérias nos reservatórios da água utilizada na produção do fluido de diálise, o que acarretou a morte de alguns pacientes.

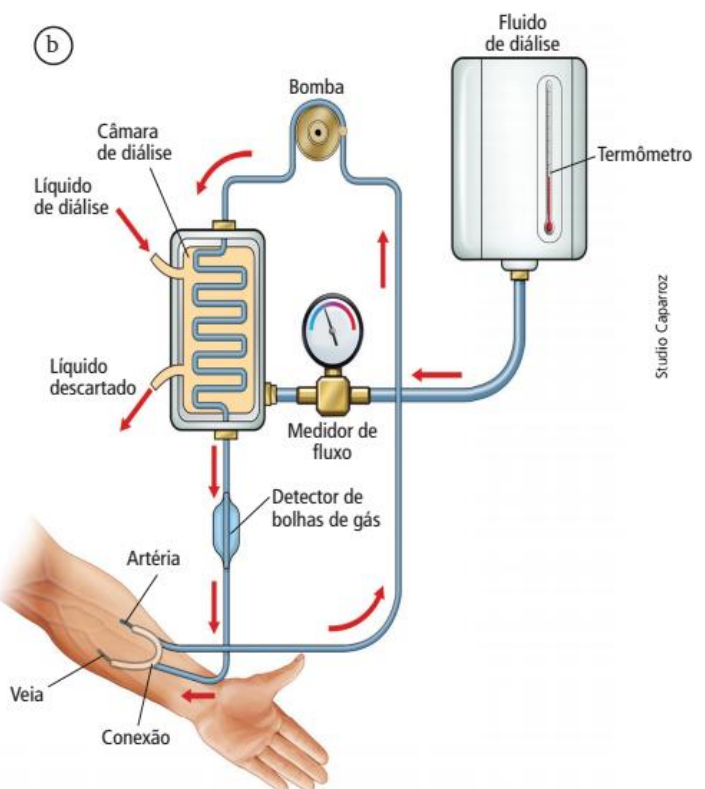
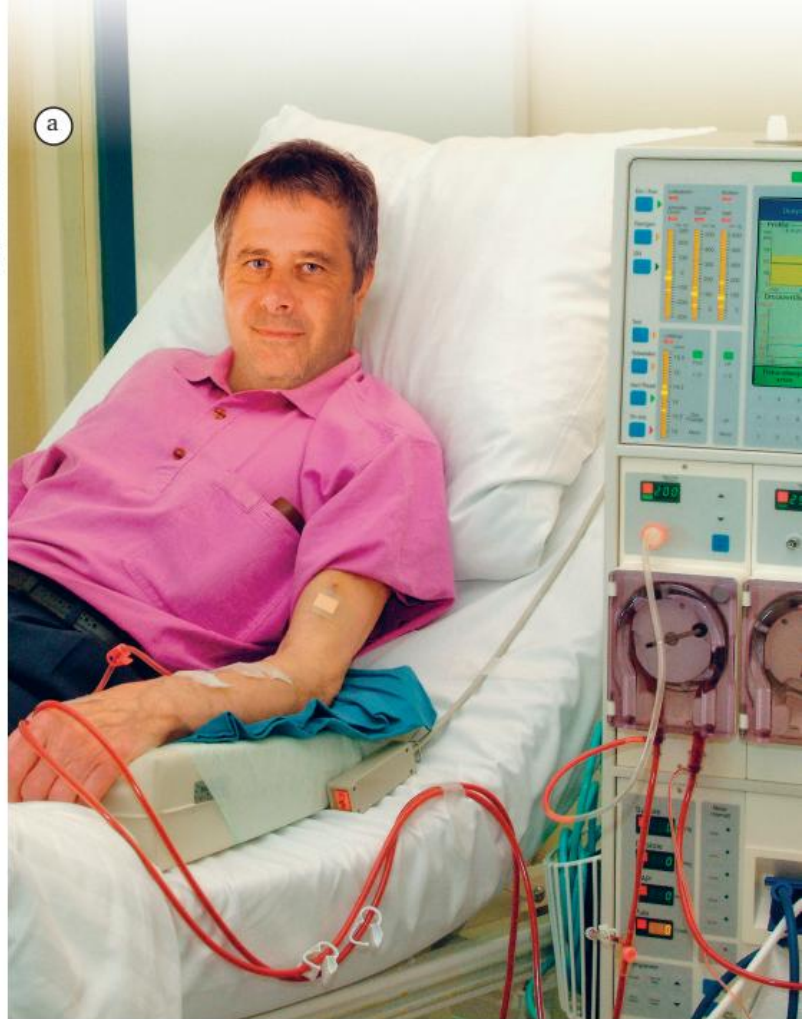


Figura 15. (a) Paciente em clínica de hemodiálise. (b) Representação esquemática de paciente submetido à sessão de hemodiálise: um tubo de material sintético é colocado entre uma artéria e uma veia do antebraço, para facilitar a introdução das agulhas que irão coletar e reintroduzir o sangue do paciente. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

- (Vunesp-SP) Durante um exame médico para localizar um coágulo sanguíneo, um indivíduo recebeu, via parenteral, um cateter que percorreu vasos sanguíneos do braço, seguindo o fluxo da corrente sanguínea, passou pelo coração e atingiu um dos pulmões.
 - Cite a trajetória sequencial percorrida pelo cateter, desde sua passagem pelas veias até atingir o pulmão.
 - Que denominação recebe a contração do músculo cardíaco que, ao bombear o sangue, possibilitou a passagem do cateter ao pulmão? Qual foi o tipo de sangue presente nessa trajetória?
- (PUC-SP) O trabalho realizado pelo miocárdio determina a pressão arterial, que é medida em dois momentos da atividade cardíaca.
 - Como são denominados os momentos em que se mede a pressão arterial? Caracterize-os.
 - Em condições normais, um indivíduo deve apresentar pressão arterial 12 por 8. O que esses números significam?
- (Udesc-SC) Na atualidade a hipertensão tem-se apresentado como um dos grandes problemas na saúde humana. Sabe-se que o consumo excessivo de cloreto de sódio é um dos principais fatores responsáveis pela hipertensão, especialmente na região Sul do país. Com relação à hipertensão:
 - Considerando os aspectos fisiológicos, como o sódio influencia na hipertensão?
 - Cite três fatores decorrentes de maus hábitos ou estilos de vida que podem causar a hipertensão.
- (UFMG) A obesidade aumenta o risco de diabetes e de doenças cardiovasculares, principalmente de enfarte, derrame e hipertensão.
Explique que alteração vascular pode ocorrer em indivíduos obesos e propiciar a ocorrência de enfarte.

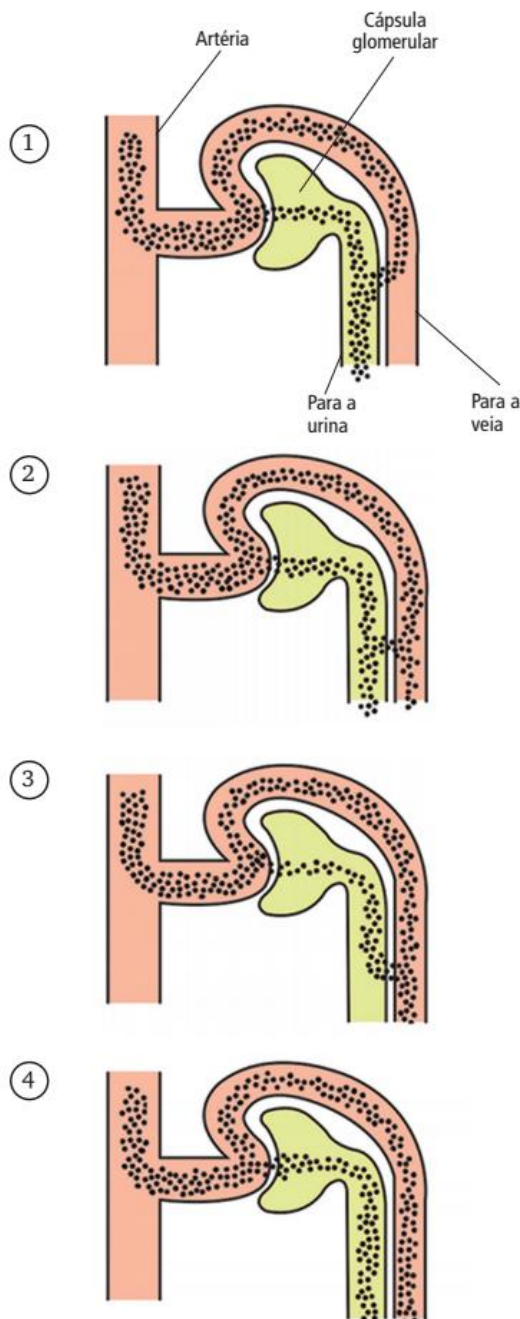
5. Para responder a esta questão, utilize os dados da tabela:

Quantidade de água necessária para excretar 1 g de nitrogênio na forma de	
Amônia	400 mL
Ureia	50 mL
Ácido úrico	10 mL

Ao ocupar o meio terrestre, uma das grandes dificuldades enfrentadas pelos vertebrados foi a economia de água, perdida através da superfície do corpo e na eliminação de resíduos, pela urina. Na conquista desse novo e desafiador ambiente, analise as adaptações referentes:

- à ingestão e à perda urinária de água.
 - à eliminação de resíduos nitrogenados.
- (Fuvest-SP) O fluido filtrado dos glomérulos renais para o interior da cápsula de Bowman segue caminho pelo túbulo do néfron.
 - Que nome recebe esse fluido no fim do trajeto?
 - A taxa de glicose no fluido diminui à medida que este percorre o túbulo. Por quê?

- (UFRJ) No rim dos vertebrados, a unidade excretora (néfron) possui uma dilatação do tubo excretor (cápsula de Bowman), que mantém grande superfície de contato com capilares sanguíneos (glomérulos de Malpighi) de onde absorve água, que vai compor a urina. Existem dois tipos de peixes ósseos: um possui rim com glomérulos grandes e o outro possui rim com glomérulos pequenos ou sem glomérulos. Com base nas relações osmóticas desses animais em seu ambiente, identifique o peixe de água doce e o peixe marinho. Justifique sua resposta.
- Os esquemas abaixo representam processos que ocorrem nos rins de mamíferos.
 - Identifique qual é o processo em cada uma das figuras.
 - Indique em quais figuras estão representadas o que ocorre com a água, com a glicose e com o ácido úrico nos rins com funcionamento normal.



Studio Caparroz

Onde há fumaça, há fogo... e muito mais

A Secretaria de Comunicação Social do Estado (Secom) do Governo de Sergipe



**Pode respirar fundo: ambientes coletivos
100% livres de fumaça.**

Tenha uma vida saudável sem o cigarro e os produtos derivados do tabaco.

A lei é para valer! Em seu benefício e pela saúde de todos!

Helio Trebbi

Médico, professor de Biologia e autor de livros didáticos.

O sistema respiratório tem a importante função de possibilitar a hematose, ou seja, a transformação de sangue não oxigenado em sangue oxigenado nos capilares alveolares. Como qualquer outro sistema de nosso corpo, está sujeito a agressões e danos. É uma ironia que a mais importante agressão ao sistema respiratório, o tabagismo, seja perfeitamente evitável.

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), que considera o tabagismo uma pandemia, 1 bilhão e 200 milhões de pessoas, entre as quais se incluem 200 milhões de mulheres, são fumantes.

O tabagismo causa 90% das mortes por câncer de pulmão, 25% das mortes por doença coronariana (angina e infarto), 85% das mortes por doença pulmonar obstrutiva crônica (enfisema e bronquite crônica) e 25% das mortes por doença cerebrovascular (derrame). No Brasil, provoca 200 mil mortes por ano. O tabagismo pode causar ainda câncer de boca, faringe, laringe, esôfago, pâncreas, rim, bexiga e colo do útero, além de complicações na gravidez, úlceras no sistema digestório e disfunção erétil (impotência). Os fumantes adoecem mais frequentemente do que os não fumantes, têm menor resistência e fôlego mais curto, consequentemente pior desempenho em atividades esportivas, e, como o tabagismo também afeta a saúde da pele, esta é mais envelhecida nos fumantes do que nos não fumantes.

Entre as cerca de 4 700 substâncias tóxicas presentes na fumaça do tabaco, estão o alcatrão, o monóxido de carbono e a nicotina.

O alcatrão é uma mistura de quase 50 substâncias que causam câncer, por exemplo, o benzopireno, resíduos de agrotóxicos e substâncias radioativas.

O monóxido de carbono liga-se à hemoglobina, formando a carboxiemoglobina, um composto que dificulta o transporte de oxigênio aos tecidos.

A nicotina causa intensa dependência química. Por ser psicoativa, essa droga, que vai dos pulmões ao cérebro entre 7 e 9 segundos, estimula estruturas cerebrais a liberar neurotransmissores que provocam sensação de prazer, euforia e relaxamento, levando à dependência e ao abuso, pois o organismo desenvolve tolerância às doses iniciais de nicotina — cerca de dez cigarros por dia na adolescência —, e o fumante passa a necessitar, para se sentir satisfeito, de doses mais elevadas — aproximadamente vinte cigarros por dia na idade adulta.

Nem mesmo quem não fuma está livre dos males do tabaco. A inalação da fumaça do tabaco por não fumantes chama-se tabagismo passivo, que aumenta o risco de desenvolvimento de doenças relacionadas ao tabaco. Em ambientes fechados, o ar poluído pela fumaça do tabaco contém, em média, três vezes mais nicotina, três vezes mais monóxido de carbono e 50 vezes mais substâncias cancerígenas do que a fumaça que passa pelo filtro dos cigarros. Um grupo particularmente prejudicado pelo tabagismo passivo é o das crianças. Um estudo da OMS mostrou que problemas respiratórios, como pneumonia, bronquite, infecções na orelha média, desenvolvimento e piora da asma, são mais frequentes em crianças submetidas ao tabagismo passivo, que se torna ainda mais prejudicial quando pai e mãe são fumantes.

O tabagismo era pouco frequente entre as mulheres, mas, nas últimas décadas, em decorrência da alteração do papel social da mulher e de sua participação crescente no mercado de trabalho, a indústria do tabaco descobriu esse lucrativo filão e não perdeu tempo: partiu para o ataque, fazendo-as confundir tabagismo com charme, elegância, emancipação e liberdade. De acordo com o Instituto Nacional do Câncer (Inca), dos 30 milhões de fumantes no Brasil, 12 milhões são mulheres. As fumantes grávidas têm maior risco de abortar e de dar à luz crianças prematuras ou de baixo peso e menor comprimento, principalmente em razão dos efeitos da nicotina e do monóxido de carbono, que passam da mãe para o feto. O uso de anticoncepcionais orais por mulheres fumantes aumenta em cerca de dez vezes o risco de ocorrência de infarto do miocárdio, de embolia pulmonar e de tromboflebite (formação de coágulos nas veias com inflamação de suas paredes).

A entrada no nicotínico, enfumaçado e malcheiroso mundo do tabagismo geralmente ocorre na adolescência. Em pesquisa realizada em 2002-2003 com escolares de 12 capitais brasileiras, constatou-se que de 36% a 58% dos estudantes do sexo masculino e de 31% a 55% dos estudantes do sexo feminino já tinham experimentado o tabaco e que de 11% a 27% dos estudantes do sexo masculino e de 9% a 24% dos estudantes do sexo feminino eram fumantes. Os principais fatores que impelem os jovens ao tabagismo são curiosidade, imitação do comportamento dos adultos, necessidade de autoafirmação e propaganda.

Se você ainda não entrou nesse mundo, não entre! Se já entrou, saia! Sair não é fácil, mas é possível. Para tanto, o Ministério da Saúde dá sua contribuição, disponibilizando o **Disque pare de fumar** (0800-611997).

Depois da leitura do texto, faça o que se pede:

1. Lei antifumo e liberdades individuais:

Texto 1

É difícil apontar o pior defeito da lei antifumo que o governador José Serra fez aprovar na Assembleia Legislativa de São Paulo. Ela consegue ser iníqua, demagógica e ineficaz ao mesmo tempo. Serve pouco ou nada para reduzir os males ou combater o vício do tabagismo, mas contribui, e muito, para fomentar uma histeria discriminatória que anda envenenando as relações sociais. Não é uma lei contra o cigarro. É só mais um instrumento, com o peso do Estado, para estigmatizar o fumante.

Vou logo avisando: fumo, desde os 15 anos de idade, uma quantidade razoável de cigarros por dia. Não menos do que 15, às vezes até 30 ou mais, depende. Ao longo dos anos, prejudiquei a saúde e o bem-estar de quem conviveu comigo em salas, gabinetes, redações — e, pasmem as novas gerações, também em cinemas, teatros, ônibus e aviões (em elevadores, só na Europa). O tempo do tabagismo estúpido passou. Meu passivo hoje é com minha própria saúde e com a estabilidade emocional dos meus filhos, minha mulher e de todos que gostam de mim, apesar do cigarro. Não são poucos motivos para parar de fumar. Posso dispensar o concurso do governador e dos senhores deputados. [...]

AMARAL, R. Por que não proibem logo fabricar cigarros? *Revista Crescer*, 17 abr. 2009. Disponível em: <<http://revistacrescer.globo.com/Revista/Crescer/0,,EMI68782-15565,00-POR+QUE+NAO+PROIBEM+LOGO+FABRICAR+CIGARROS.html>>. Acesso em: fev. 2016.

Texto 2

[...]

Folha — Como o senhor vê a lei de restrição ao fumo que o governador José Serra quer implantar em São Paulo?

Drauzio Varella — De um lado você tem um projeto como esse, que já está em vigor em vários países. Do outro, essa discussão absurda sobre os direitos dos fumantes. Por R\$ 1 você compra um maço de cigarro no Brasil. Vendem para qualquer faixa etária, na padaria, na banca de jornal. Cigarro mais livre que no Brasil é impossível. Somos é supertolerantes com o cigarro, com os fumantes...

Folha — A lei não vai contra o direito de liberdade individual?

Drauzio Varella — Não é questão de você negar direito algum. Qualquer um tem o direito de comprar cigarros e fumar. O que a lei proíbe é fumar em lugar fechado. Você não pode alegar que tem o direito de fazer os outros fumarem o seu cigarro. E não é verdade o que estão dizendo, que essa lei pode prejudicar o setor de turismo. Em Nova York não caiu a frequência nos hotéis porque é proibido fumar. Os fumantes são minoria, e mesmo eles estão de acordo. É só ver a pesquisa que saiu na **Folha** [...].

Drauzio Varella apoia um cerco total ao cigarro. **Folha de S.Paulo**, 18 set. 2008. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/esp/turismo/1809200804.htm>>. Acesso em: fev. 2016.

- a) Ricardo Amaral e Drauzio Varella expressam opiniões convergentes ou antagônicas? Como você chegou a essa conclusão?
b) Qual é a sua opinião sobre o assunto? Confronte-a com a dos seus colegas.

2. Você conhece alguém que pensa em parar de fumar?

Saiba que 95% dos fumantes deixam de fumar sozinhos, sem participar de nenhum programa de apoio. Você também pode conseguir ou mesmo incentivar algum amigo ou parente!

Que tal começar fazendo um teste para conhecer melhor o hábito de fumar? Veja quantos pontos são assinalados em cada pergunta.

- a) Quanto tempo após acordar você fuma o primeiro cigarro?
- Dentro de 5 minutos: 3
 - Entre 6 e 30 minutos: 2
 - Entre 31 e 60 minutos: 1
 - Após 60 minutos: 0
- b) Você acha difícil não fumar em lugares proibidos?
- Sim: 1
 - Não: 0
- c) Qual cigarro do dia traz mais satisfação?
- O primeiro da manhã: 1
 - Outros: 0
- d) Quantos cigarros você fuma por dia?
- Menos que 10: 0
 - De 11 a 20: 1
 - De 21 a 30: 2
 - Mais de 31: 3

- e) Você fuma mais frequentemente pela manhã?
- Sim: 1
 - Não: 0
- f) Você fuma mesmo doente, quando precisa ficar na cama?
- Sim: 1
 - Não: 0

Confira o seu grau de dependência do cigarro:

- De 0 ponto a 2 pontos – muito baixo
- De 3 a 4 pontos – baixo
- 5 pontos – médio
- 6 ou 7 pontos – elevado
- De 8 a 10 pontos – muito elevado

Agora avalie o resultado:

- Até 4 pontos: poderá ser mais fácil conseguir parar de fumar.
- 5 pontos: procure mais informações sobre os problemas relacionados ao tabagismo.
- De 6 a 10 pontos: procure ou indique ajuda médica para ajudá-lo (ou ao seu entrevistado) a parar de fumar.

Lembre-se: seja qual for o resultado, é sempre possível conseguir parar de fumar.

Teste baseado em: **Abordagem e tratamento do fumante – Consenso 2001**. Instituto Nacional do Câncer. Coordenação Nacional de Controle de Tabagismo. Ministério da Saúde.

Homeostase

Integração e coordenação

B. Calkins/Shutterstock.com

É possível obter dados mais atuais sobre as estatísticas de transplantes de órgãos no Brasil, consultando o portal da Associação Brasileira de Transplantes de Órgãos, disponível em: <<http://tub.im/voed9t>>. Acesso em: abr. 2016.

Corrida contra o tempo

Atualmente, o Brasil conta com um dos maiores programas públicos de transplantes do mundo e, em uma década, dobrou o número dessas cirurgias. De acordo com o Ministério da Saúde, em 2014 realizaram-se mais de 67 mil transplantes no país, dos quais 2.240 foram de coração e 48 mil de rim. Em termos numéricos, o recordista foi o transplante de córnea, com 15 mil cirurgias.

Um transplante é uma intervenção cirúrgica em que se faz a substituição de um órgão ou tecido de um doente (paciente receptor) por um órgão ou tecido saudável, retirado de uma pessoa viva ou morta (doador).

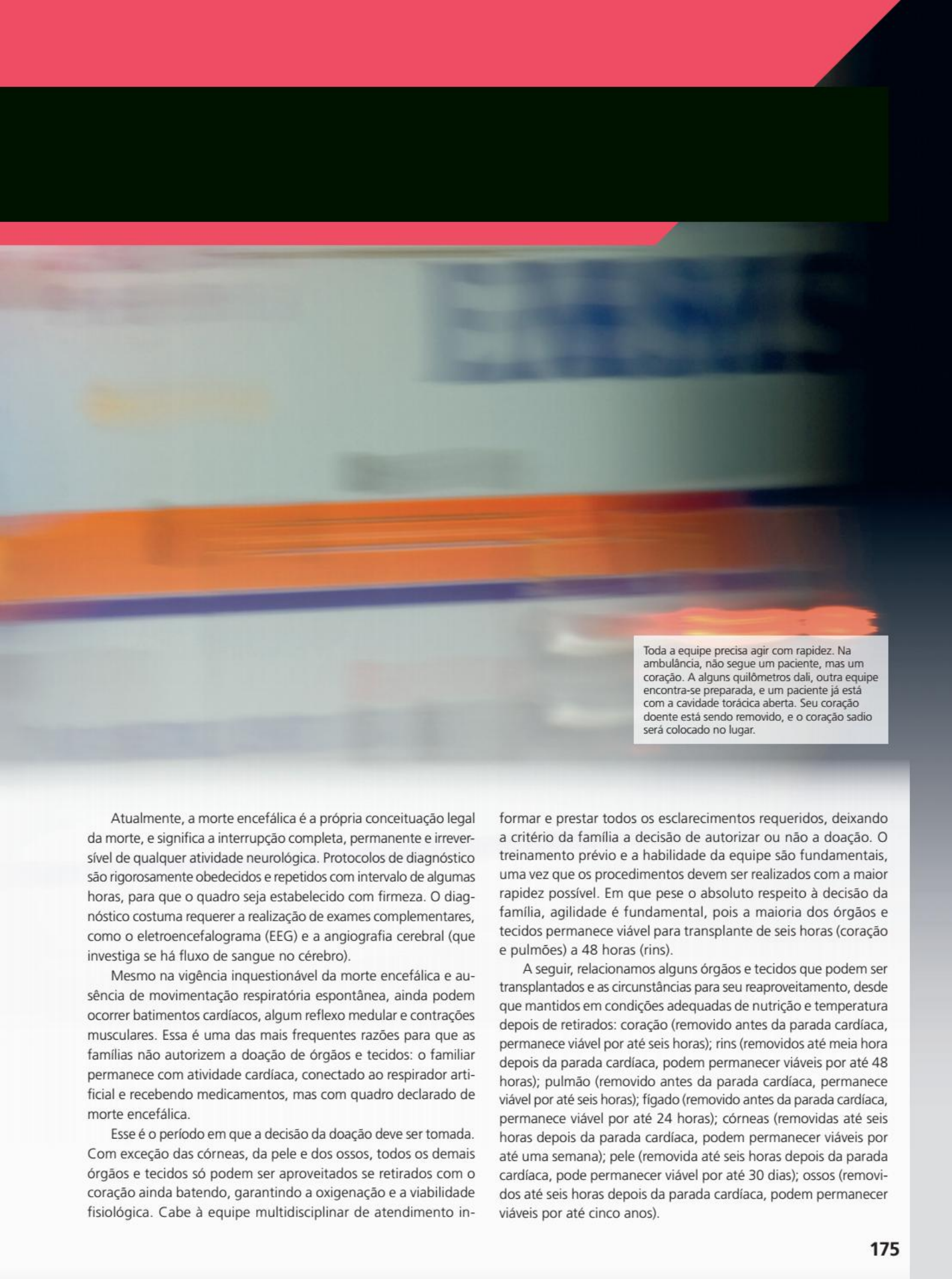
As discussões sobre transplantes vão além das questões técnicas. Elas envolvem aspectos legais, éticos, religiosos e afetivos, o que torna o assunto delicado. Afinal, não é fácil tomar a decisão de permitir a retirada de um órgão ou tecido de uma pessoa querida, principalmente sabendo-se que a decisão, em geral, deve ser tomada em momento de profunda dor.

No Brasil, mesmo com amplas campanhas de incentivo à doação, 46% das famílias ainda se recusam a doar órgãos e tecidos de parentes recém-falecidos. A falta de informação é uma das causas, não só da população em geral, mas também das equipes de saúde.

Entre as questões que explicam a dificuldade de captação de órgãos e tecidos, duas se destacam: uma é a discussão a respeito dos conceitos de doação presumida e doação consentida; a outra envolve informações sobre morte encefálica.

Na década de 1990, entrou em vigor a lei da **doação presumida**, segundo a qual todo cidadão seria um doador em potencial, a menos que deixasse a recusa formalmente registrada no documento de identidade (RG). A intenção da lei era agilizar a captação, uma vez que a retirada deixaria de depender da vontade ou da decisão dos familiares. Essa lei, entretanto, não prosperou e foi substituída por outra, em vigor até hoje, que estabelece a **doação consentida**, ou seja, o cidadão só será doador se assim desejar e se deixar a decisão informada à família. Além disso, a lei em vigor determina que a retirada do órgão ou do tecido de uma pessoa morta só será realizada com a concordância de um familiar ou do cônjuge, mesmo que o falecido tenha deixado expressa sua decisão de ser um doador.

A lei também determina que a retirada do órgão ou tecido só poderá ocorrer se o diagnóstico de **morte encefálica** for confirmado por dois médicos.



Toda a equipe precisa agir com rapidez. Na ambulância, não segue um paciente, mas um coração. A alguns quilômetros dali, outra equipe encontra-se preparada, e um paciente já está com a cavidade torácica aberta. Seu coração doente está sendo removido, e o coração sadio será colocado no lugar.

Atualmente, a morte encefálica é a própria conceituação legal da morte, e significa a interrupção completa, permanente e irreversível de qualquer atividade neurológica. Protocolos de diagnóstico são rigorosamente obedecidos e repetidos com intervalo de algumas horas, para que o quadro seja estabelecido com firmeza. O diagnóstico costuma requerer a realização de exames complementares, como o eletroencefalograma (EEG) e a angiografia cerebral (que investiga se há fluxo de sangue no cérebro).

Mesmo na vigência inquestionável da morte encefálica e ausência de movimentação respiratória espontânea, ainda podem ocorrer batimentos cardíacos, algum reflexo medular e contrações musculares. Essa é uma das mais frequentes razões para que as famílias não autorizem a doação de órgãos e tecidos: o familiar permanece com atividade cardíaca, conectado ao respirador artificial e recebendo medicamentos, mas com quadro declarado de morte encefálica.

Esse é o período em que a decisão da doação deve ser tomada. Com exceção das córneas, da pele e dos ossos, todos os demais órgãos e tecidos só podem ser aproveitados se retirados com o coração ainda batendo, garantindo a oxigenação e a viabilidade fisiológica. Cabe à equipe multidisciplinar de atendimento in-

formar e prestar todos os esclarecimentos requeridos, deixando a critério da família a decisão de autorizar ou não a doação. O treinamento prévio e a habilidade da equipe são fundamentais, uma vez que os procedimentos devem ser realizados com a maior rapidez possível. Em que pese o absoluto respeito à decisão da família, agilidade é fundamental, pois a maioria dos órgãos e tecidos permanece viável para transplante de seis horas (coração e pulmões) a 48 horas (rins).

A seguir, relacionamos alguns órgãos e tecidos que podem ser transplantados e as circunstâncias para seu reaproveitamento, desde que mantidos em condições adequadas de nutrição e temperatura depois de retirados: coração (removido antes da parada cardíaca, permanece viável por até seis horas); rins (removidos até meia hora depois da parada cardíaca, podem permanecer viáveis por até 48 horas); pulmão (removido antes da parada cardíaca, permanece viável por até seis horas); fígado (removido antes da parada cardíaca, permanece viável por até 24 horas); córneas (removidas até seis horas depois da parada cardíaca, podem permanecer viáveis por até uma semana); pele (removida até seis horas depois da parada cardíaca, pode permanecer viável por até 30 dias); ossos (removidos até seis horas depois da parada cardíaca, podem permanecer viáveis por até cinco anos).

Sistema nervoso

O sistema nervoso dos vertebrados é **tubular** (percorrido por canais e vesículas por onde circula líquido) e localiza-se predominantemente na **região dorsal** do corpo, ao contrário do sistema nervoso da maioria dos invertebrados, formado por maciços cordões nervosos localizados na região ventral. Divide-se em parte central do sistema nervoso (protegido por estruturas ósseas ou cartilaginosas) e parte periférica do sistema nervoso (formado basicamente pelos nervos).

► Parte central do sistema nervoso

A parte central do sistema nervoso é dividida em **encéfalo**, dentro da caixa craniana, e **medula espinal** (ou **espinhal**), protegida pela coluna vertebral (**figura 1**). No encéfalo e na medula espinal encontram-se os corpos celulares da maioria dos neurônios, e os **nervos** são formados pelos prolongamentos celulares dos neurônios (feixes de axônios).

No interior da caixa craniana e da coluna vertebral, as estruturas da parte central do sistema nervoso são recobertas por três membranas, as **meninges** (pia-máter, aracnoide-mater e dura-máter), e banhadas pelo **líquido cerebrospinal** (ou **líquor**), que é um meio de distribuição de células e substâncias (anticorpos, por exemplo), além de proteger contra traumatismos, amortecendo choques mecânicos.

A parte central do sistema nervoso recebe, analisa e integra informações, bem como seleciona e envia ordens. O encéfalo (**figura 2**) é a maior região integradora e o principal centro de coordenação do corpo.

► A infecção das meninges constitui a meningite, geralmente causada por vírus ou bactérias.

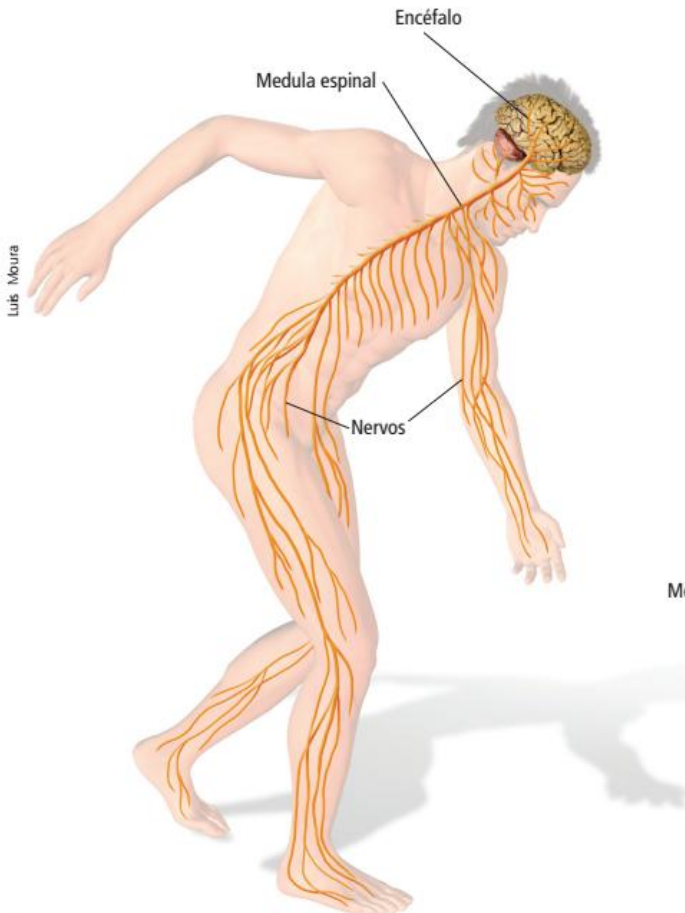


Figura 1. Compõem a parte central do sistema nervoso o encéfalo e a medula espinal, da qual partem os nervos, que constituem a parte periférica do sistema nervoso. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

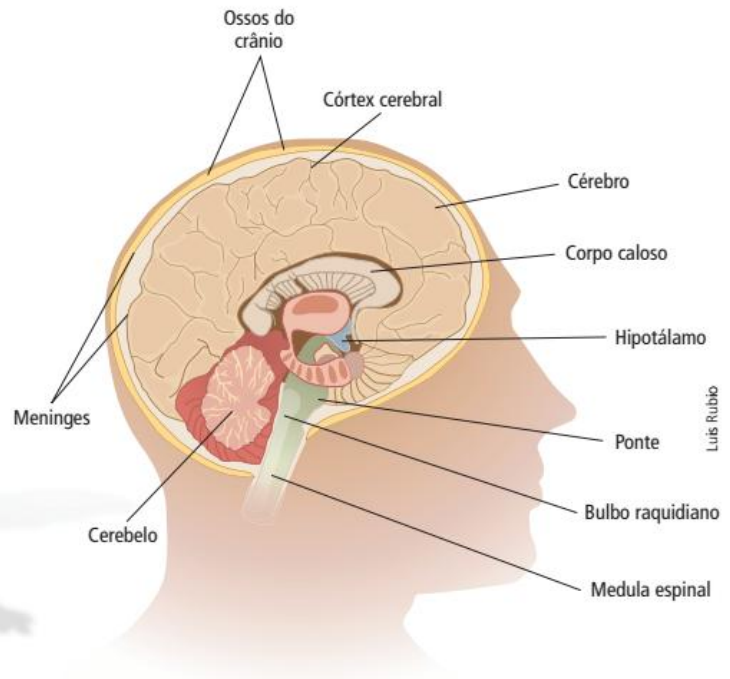


Figura 2. Representação das principais regiões do encéfalo humano — protegido pelas meninges e pelo crânio — e da medula espinal — protegida pelas meninges e pela coluna vertebral. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

No desenvolvimento embrionário, as regiões do encéfalo desenvolvem-se a partir de vesículas primitivas: encéfalo anterior, encéfalo médio e encéfalo posterior. O encéfalo anterior se divide em duas vesículas secundárias, o telencéfalo e o diencéfalo, e o posterior também se divide em duas vesículas, o metencéfalo e o mielencéfalo. O encéfalo médio dá origem ao mesencéfalo. (tabela 1). A dimensão dessas vesículas, bem como seu desenvolvimento, difere nos grupos de vertebrados (figura 3).

O **hipotálamo**, localizado na base do cérebro, controla a sede, a fome, as glândulas endócrinas e a temperatura corporal. Nele, estão localizados os neurônios do **centro termorregulador**, que é, ao mesmo tempo, sensor e controlador térmico. Os neurônios desse centro avaliam a temperatura do sangue que passa por eles, a qual reflete a temperatura do corpo. Ao mesmo tempo, receptores cutâneos de frio e de calor informam o hipotálamo sobre a temperatura do ambiente, o que lhe permite desencadear mecanismos de ajuste, que aumentam ou diminuem a geração e a dissipação de calor.

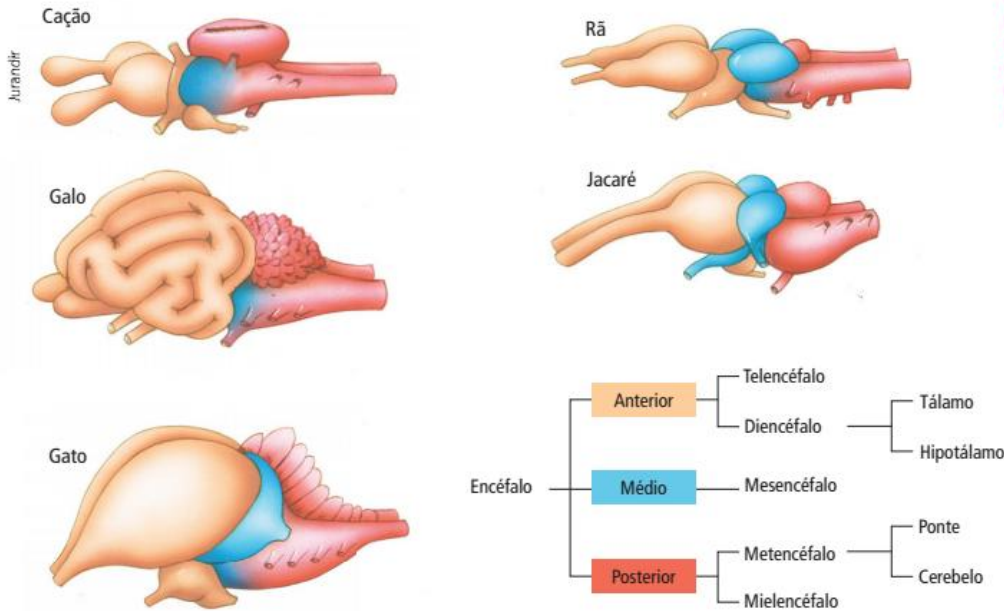


Figura 3. Comparação entre as diversas partes do encéfalo de vertebrados e regiões formadas pelo crescimento desigual das vesículas encefálicas. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Tabela 1. Regiões do sistema nervoso de vertebrados

Divisões	Vesículas primitivas	Vesículas secundárias	Regiões	Características e funções
Encéfalo	Encéfalo anterior	Telencéfalo	Hemisférios cerebrais unidos pelo corpo caloso	Controle das ações motoras voluntárias, integração dos estímulos sensoriais, raciocínio, aprendizado, pensamento, fala e memória. As partes mais superficiais, chamadas córtex cerebral, relacionam-se com alguns aspectos da inteligência humana. O córtex cerebral divide-se em lobos e, em cada um deles, existem áreas associadas com funções específicas: córtex motor, córtex sensorial, córtex auditivo e córtex visual.
			Tálamo	Integra o córtex cerebral e a medula espinal.
		Diencéfalo	Hipotálamo	Centro de controle da fome, da saciedade, da sede, da manutenção da temperatura, da concentração do sangue, do metabolismo dos lipídios e dos carboidratos. Relaciona-se também com a regulação do sono.
	Encéfalo médio	Mesencéfalo		Em peixes e anfíbios, associa-se aos sentidos da visão e da audição; em seres humanos, inclui a formação reticular, associada aos estados de vigília e consciência.
	Encéfalo posterior	Metencéfalo	Ponte	Tem fibras que se dirigem ou que partem do encéfalo anterior, muitas das quais cruzam da direita para a esquerda, e vice-versa, explicando o domínio contralateral exercido pelo córtex motor sobre o corpo.
			Cerebelo	Coordenação motora e manutenção do equilíbrio.
		Mielencéfalo	Bulbo raquidiano	Centro regulador de atividades vitais, como a respiração, a pressão arterial e a frequência cardíaca, a transpiração, os movimentos peristálticos, a produção de secreções digestivas e os vômitos. O encéfalo médio, a ponte e o bulbo raquidiano formam o tronco encefálico.
Medula espinal				Via de passagem de informações do encéfalo para a periferia, e vice-versa; sede das atividades reflexas, executadas sem o comando do cérebro.

Em conjunto, telencéfalo e diencéfalo formam o **cérebro**, que nos seres humanos constitui a maior parte do encéfalo e é responsável por reconhecer e coordenar as informações sensoriais, além da capacidade de memória e aprendizado, entre outras funções.

Arco reflexo

Vale lembrar que a propagação do impulso nervoso, ao longo do neurônio, ocorre no sentido dendritos → corpo celular → axônio. A região de passagem do impulso nervoso de um neurônio para a célula adjacente chama-se sinapse nervosa.

Respostas automáticas, fora do domínio do cérebro e eficientes em situações de perigo, são conhecidas por **atos reflexos** (ou apenas **reflexos**). O caminho seguido pelo impulso nervoso durante sua execução é o **arco reflexo**.

Duas situações que envolvem reflexos são bem conhecidas: o reflexo patelar (**figura 4a**) e o reflexo de retirada (**figura 4b**). A ocorrência de ambos é informada ao cérebro; todavia, a decisão de estender a perna ou de retirar a mão de um objeto quente ou pontiagudo, por exemplo, não parte do cérebro, mas de neurônios localizados na própria medula espinal. Portanto, trata-se de **reflexos medulares**.

Quando o tendão do joelho é percutido por um martelo, a distensão estimula receptores nele presentes que geram um impulso nervoso transmitido por um neurônio sensitivo a um neurônio motor e deste para o músculo, que se contrai — é o **reflexo patelar**. O impulso caminha por dois neurônios.

O **reflexo de retirada** envolve três neurônios. Estimulado por um objeto pontiagudo, por exemplo, o neurônio sensitivo é excitado, e um impulso nervoso é transmitido simultaneamente para dois neurônios: um leva a informação ao cérebro e a pessoa tem conhecimento do que está ocorrendo; o outro — o neurônio de associação (ou interneurônio) — recebe o impulso e o transfere para o neurônio motor. Antes que o cérebro analise a situação, a mão é retirada.

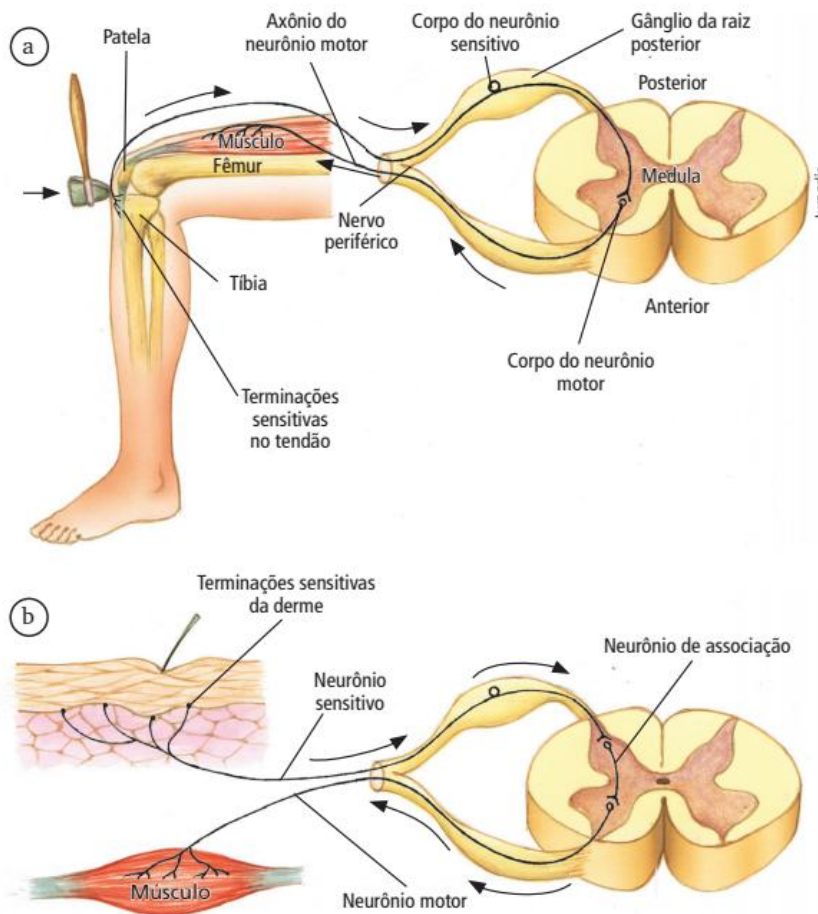


Figura 4. (a) Reflexo patelar, com dois neurônios. (b) Reflexo de retirada, com três neurônios. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

O esquema da **figura 5** ilustra os neurônios envolvidos na condução dos impulsos nervosos que passam por um arco reflexo com três neurônios.

Quando uma pessoa é tocada, a informação sensorial segue o trajeto 1 → 4. Ao decidir se movimentar, o impulso parte do cérebro e atinge os músculos pelo trajeto 5 → 3. Se, por descuido, alguém toca o braço em uma panela quente, o estímulo doloroso gera um impulso nervoso que se propaga simultaneamente por dois caminhos: pelo trajeto 1 → 4, informando o cérebro do acontecido; e pelo trajeto 1 → 2 → 3, determinando a retirada do braço antes que o cérebro processe a informação e tome uma decisão. O caminho 1 → 2 → 3, que permite a rápida retirada do braço e sua consequente proteção, é o arco reflexo.

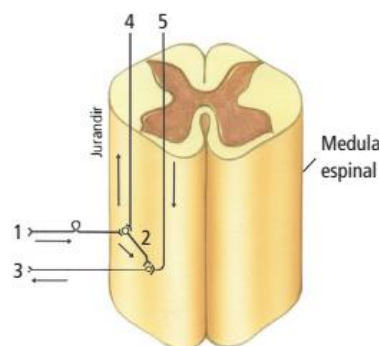


Figura 5. Neurônios e a condução dos impulsos nervosos por um arco reflexo. Neurônio sensitivo (1); neurônio de associação (2); neurônio motor (3); área sensitiva do cérebro (4); área motora do cérebro (5). (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Se uma pessoa que sofreu secção da medula espinal (**figura 6**) na região torácica receber um toque nos pés, nada sentirá, pois o impulso nervoso não alcançará o cérebro. Caso seja solicitado que movimente os pés, ela será incapaz de fazê-lo, porque as mensagens enviadas pelo cérebro não chegarão à parte inferior da medula espinal. Porém, se o pé do paciente for estimulado com um estilete pontiagudo, ele moverá o pé, embora não sinta dor. Esse movimento é um **reflexo**, e os neurônios que o desencadeiam estão localizados em um nível da medula espinal inferior à lesão.

A poliomielite é uma doença viral que afeta neurônios motores da medula espinal. Há interrupção dos trajetos 5 → 3 e 1 → 2 → 3. Tanto as atividades reflexas quanto as voluntárias são abolidas, mas a sensibilidade se mantém preservada, uma vez que o caminho para o cérebro (1 → 4) está íntegro.

Durante o verão, são relativamente comuns os acidentes com lesão cervical em mergulhos em águas rasas. Alerta os alunos a respeito desse tipo de ocorrência, orientando-os para que sempre se certifiquem sobre a profundidade do local antes de mergulharem.



Figura 6. Uma das consequências dos acidentes de trânsito é a fratura da coluna vertebral, que sustenta e protege a medula espinal. Todo acidentado deve ser cuidadosamente transportado, imobilizado e apoiado sobre uma superfície plana e rígida; por isso se recomenda não mover a vítima. Caso seja extremamente necessário, deve-se movê-la evitando que se mexa e mantendo a posição corporal até a chegada do socorro. As viaturas de resgate de acidentados geralmente contam com os equipamentos necessários a esse tipo de atendimento.

A notícia

Os graves acidentes com motoristas, nas últimas semanas, mostram apenas a parte visível de um *iceberg* que é o consumo excessivo de bebidas alcoólicas.

E é provável que essas ocorrências persistam.

Essa previsão, com base em trabalho realizado no Ministério da Saúde, está relacionada à tendência de aumento progressivo no consumo exagerado de bebidas entre adultos jovens.

A parte visível de um *iceberg*

Erlly Catarina Moura (USP) e Deborah Carvalho Malta (Ministério da Saúde) relatam, na **Revista Brasileira de Epidemiologia** deste ano [2011], as tendências e características de consumo de bebidas na população brasileira.

[...]

O consumo de bebidas alcançou 38,1% da população total, sendo 18,2% para doses abusivas (mais de cinco em pelo menos uma ocasião nos últimos 30 dias). Diminui com a idade, mas aumenta com a escolaridade.

A faixa etária de maior consumo está entre pessoas de 18 a 44 anos, sem união estável e inseridas no mercado de trabalho. A tendência de abuso de bebidas alcoólicas é crescente nos dois sexos.

Esse problema é global. As autoras citam dados da Organização Mundial da Saúde sobre a proporção de consumidores abusivos de álcool no mundo, que vai de 1,4% na Índia a 31,8% na Colômbia.

ABRAMCZYK, J. A parte visível de um *iceberg*. **Folha de S.Paulo**, 6 nov. 2011. Fornecido pela por Folhapress. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/saude/sd0611201103.htm>>. Acesso em: abr. 2016.

Atividades

Escreva
no caderno

Depois de ler a notícia, responda:

1. Por que o autor considera o problema do alcoolismo ao volante “a ponta de um *iceberg*”?
2. Em poucas palavras, qual é o perfil demográfico dos consumidores mais abusivos?

Atividade prática

O reflexo patelar e outras respostas e áreas do sistema nervoso

Objetivo

- Observar tipos de reação relacionados ao sistema nervoso e identificar as áreas envolvidas nessas respostas.

Material

- martelo de borracha (opcional)
- bolas de pingue-pongue (ou ovos de galinha)
- cronômetro digital
- aparelho celular com câmera digital



Procedimentos

Procedimento 1:

Um aluno voluntário deverá sentar-se em uma cadeira cruzando as pernas de maneira que um dos joelhos se encaixe na concavidade formada pela parte de trás do outro joelho. Outro aluno voluntário dará, então, uma leve batida com a mão (ou com o martelo de borracha) na região logo abaixo da patela. Ao atingir o local correto, deverá ser observada a reação ocorrida e o tempo de reação. O aluno voluntário relatará aos colegas o que sentiu e se sua reação foi voluntária ou não.

Procedimento 2:

A classe deverá se dividir igualmente em três ou quatro grupos. Em seguida, os alunos de cada grupo vão dar as mãos formando uma roda. Cada grupo receberá uma bola de pingue-pongue, que ficará na mão direita de um aluno.

Deverá ser estabelecida uma ordem entre os grupos para a realização da atividade. Estabelecida essa ordem, um aluno voluntário de outro grupo filmará o desenvolvimento da atividade, para que todos os grupos tenham o trabalho registrado.

Os outros grupos aguardarão sua vez em seus lugares, evitando atrapalhar a concentração dos colegas e o andamento da atividade. Com o cronômetro em mãos, o professor dará o sinal de início (neste momento, a gravação já deverá estar acontecendo). O aluno com a bola na mão direita deverá passá-la para a mão esquerda e desta para a mão direita do colega situado à sua esquerda. Enquanto isto, os outros alunos do grupo permanecerão de mãos dadas. Assim deverá

ocorrer sucessivamente até que a bola percorra as mãos de todos os participantes do grupo. Quando a bola retornar à mão do aluno que iniciou a atividade, ele deverá levantar as mãos e nesse instante o professor registrará o tempo total de reação do grupo. Nesse momento, a gravação será interrompida.

Os outros grupos procederão da mesma forma, tendo seus tempos de reação anotados e gravados. Caso a bola de pingue-pongue caia no chão, o aluno que a deixou cair deverá pegá-la e retorná-la ao grupo.

Ao final da atividade, serão verificadas diferenças de tempo entre os grupos.

Após a observação dos resultados providencie a correta destinação dos materiais utilizados. Mantenha organizado e limpo o espaço em que trabalhou.

Resultados e discussão 1

Escreva no caderno

- a) Que reação foi observada após o toque no joelho?
- b) O movimento foi voluntário ou involuntário? Qual o tempo de reação?
- c) Qual o caminho percorrido pelo estímulo?
- d) Esse movimento ocorre com ou sem o envolvimento do encéfalo? Explique.

Resultados e discussão 2

Escreva no caderno

- a) As reações realizadas durante a atividade envolveram movimentos voluntários ou involuntários?
- b) O que você sentiu durante a realização da atividade? Em algum momento percebeu alterações físicas ou comportamentais?
- c) Os movimentos realizados ocorrem com ou sem o envolvimento do encéfalo?
- d) Em grupo, observem as filmagens realizadas: estratégias adotadas pelos grupos; pontos de falha; comportamento dos grupos. Discutam o que registraram e identifiquem momentos que podem ter prejudicado ou beneficiado o tempo de reação do grupo. Registre o seu desempenho individual.

Os nervos ligados ao encéfalo são chamados de **nervos cranianos**, e os nervos ligados à medula são chamados de **nervos espinais** (ou **raquidianos**). Do encéfalo de répteis, aves e mamíferos, partem 12 pares de nervos cranianos. Três deles são nervos exclusivamente sensitivos (1º, 2º e 8º pares relacionados à percepção de sensações), cinco são motores (3º, 4º, 6º, 11º e 12º pares relacionados à movimentação de estruturas efectoras) e quatro são nervos mistos (5º, 7º, 9º e 10º pares relacionados às duas funções: sensitiva e motora).

Parte periférica do sistema nervoso

Da parte central do sistema nervoso se originam prolongamentos dos neurônios, formando feixes chamados **nervos**, que, junto com os **gânglios nervosos** (pequenas dilatações que contêm corpos celulares de neurônios), constituem a parte periférica do sistema nervoso.

Os nervos que transmitem informações dos órgãos sensoriais (como os olhos ou os receptores sensoriais da pele) para a parte central do sistema nervoso são **nervos sensitivos** (ou **aférentes**), formados por prolongamentos de neurônios sensitivos. Aqueles que transmitem impulsos da parte central do sistema nervoso aos órgãos efectoras (como músculos e glândulas) são **nervos motores** (ou **eférentes**), formados por prolongamentos de neurônios motores.

Existem **nervos mistos**, formados por prolongamentos de neurônios sensitivos e de neurônios motores.

Certas atividades, embora controladas pelo sistema nervoso, nunca são voluntárias. A produção de suco gástrico, por exemplo, não depende de decisão consciente. Outras ações são ora voluntárias, ora involuntárias. Um exemplo é o movimento respiratório: durante a maior parte do tempo, não precisamos “lembrar que está na hora de respirar”; contudo, se quisermos, poderemos executar um movimento respiratório ou interromper a respiração, ainda que por tempo limitado. A partir dessa distinção, dividimos a parte periférica do sistema nervoso em dois ramos: somático e autônomo.

A **divisão somática** da parte periférica do sistema nervoso inclui os nervos que comandam as atividades voluntárias, como andar, escrever, tocar piano, nadar. Sob o controle desse sistema estão ainda as atividades que, mesmo dentro de certos limites, podem estar sob o domínio da vontade, como respirar e piscar. A divisão somática da parte periférica do sistema nervoso atua sobre os músculos que estão conectados aos ossos.

A toxina botulínica — proteína produzida pela bactéria *Clostridium botulinum* — bloqueia a liberação de acetilcolina na junção neuromuscular, impedindo a transmissão do impulso nervoso do nervo para as células musculares. Com isso, o músculo é paralisado. Essa toxina foi inicialmente estudada como contaminante de alimentos, pela possibilidade de causar uma forma grave de intoxicação, denominada **botulismo**, cujas principais manifestações são fraqueza muscular e paralisia, podendo provocar parada respiratória e ser fatal. Há cerca de uma década, a toxina botulínica do tipo A vem sendo usada como relaxante muscular e ganhou popularidade em aplicações estéticas, para eliminar rugas e marcas de expressão e também no tratamento de pacientes (principalmente crianças) com problemas musculares e em caso de estrabismo dos olhos.

A **divisão autônoma** da parte periférica do sistema nervoso age sobre atividades que não são voluntárias, como produção de suor, controle do diâmetro da pupila, frequência cardíaca, pressão arterial, produção de secreções digestivas e movimentos peristálticos. Sob o controle da divisão autônoma da parte periférica estão glândulas, coração e músculos da parede de órgãos ocos (como o estômago e o intestino).

A divisão autônoma da parte periférica do sistema nervoso apresenta dois ramos estruturais e funcionalmente distintos: a parte **simpática** e a **parassimpática** (figura 7). Com algumas exceções, os órgãos internos recebem nervos desses dois sistemas, que têm habitualmente ações antagônicas, ou seja, geralmente se opõem, estimulando ou inibindo determinadas atividades.

Em um ambiente escuro, por exemplo, os estímulos provenientes da parte simpática da divisão autônoma do sistema nervoso aumentam o diâmetro da pupila, permitindo a entrada de mais luz; passando para um local iluminado, a parte parassimpática da divisão autônoma do sistema nervoso determina o fechamento da pupila, evitando que a grande quantidade de luz possa lesar as células da retina.

Em geral, o nervo simpático atua como um sistema de alerta e coloca o corpo em condição de enfrentar situações de emergência ou de perigo, enquanto o ramo parassimpático coloca o corpo em situação de menor consumo de energia. Esse antagonismo é explicado pela liberação de diferentes substâncias químicas nos órgãos-alvo: no simpático, o mediador é a **noradrenalina**; o parassimpático utiliza a **acetilcolina**. Essas substâncias têm ações opostas sobre os órgãos.

A grande vantagem da existência de dois sistemas antagônicos atuando sobre a atividade de um órgão é a manutenção de um controle mais eficiente: de acordo com a necessidade, a atividade pode ser intensamente estimulada ou inibida, adequando-se convenientemente a cada situação.

Uma atividade prática simples permite observar a ação da parte parassimpática. Peça aos alunos que formem duplas e apague as luzes da sala; um dos alunos de cada dupla deve permanecer alguns instantes com os olhos fechados. Acenda as luzes da sala e, ao seu comando, os alunos que estão com os olhos fechados devem abri-los. O outro membro da dupla, observando o diâmetro da pupila do colega, descreverá, então, o que verificou. A seguir, inverta os papéis dos alunos de cada dupla.

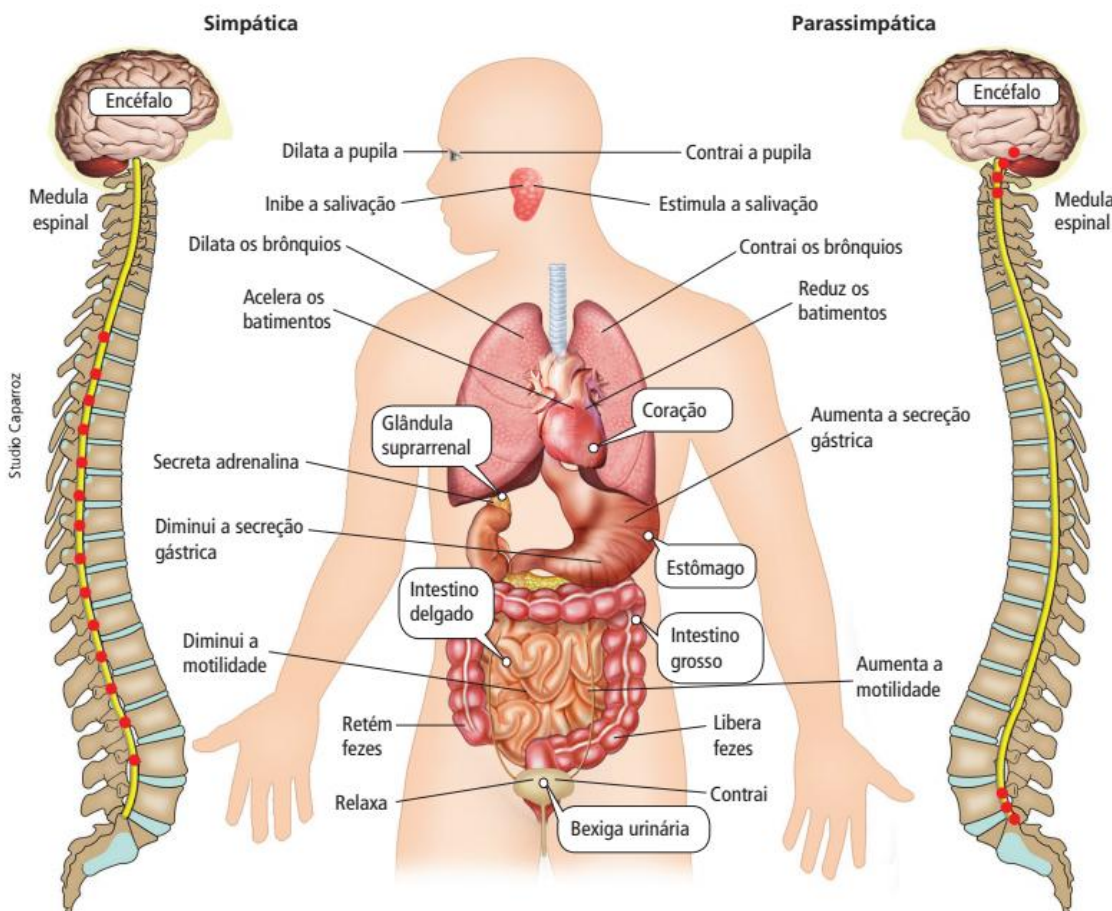


Figura 7. Representação dos órgãos e ações comandados pela divisão autônoma da parte periférica do sistema nervoso. Os nervos da parte simpática da divisão autônoma do sistema nervoso partem da cadeia simpática, localizada ao longo do tronco, paralela à coluna vertebral. Os nervos da parte parassimpática da divisão autônoma do sistema nervoso saem do encéfalo e da medula espinal. Os pontos vermelhos ao longo da medula indicam as cadeias ganglionares simpática (à esquerda) e parassimpática (à direita). (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Sistema endócrino

As células podem reconhecer substâncias porque, na membrana plasmática, existem receptores que se ligam especificamente a determinadas moléculas e não a outras. Nos animais, alguns desses receptores indicam substâncias produzidas pelo próprio corpo e que são capazes de modificar o funcionamento do tecido que as reconhece. Esses mensageiros químicos são conhecidos por **hormônios**.

Os hormônios são substâncias produzidas pelas **glândulas endócrinas (figura 8)** e distribuídas pelo sangue até os órgãos que reagem a seu estímulo, denominados órgãos-alvo.

O **sistema endócrino** é o conjunto de órgãos e tecidos que secretam hormônios. Em conjunto com o sistema nervoso, ele garante a integração entre as diferentes partes do corpo.

Entre os hormônios, há derivados de ácidos graxos, aminoácidos, peptídios, proteínas, aminas e esteroides. Portanto, a definição de hormônio não é química, mas funcional: os hormônios modificam o funcionamento dos órgãos-alvo, ligando-se a receptores específicos. Depois de algum tempo atuando, sempre em baixa concentração, os hormônios são inativados e eliminados do organismo.

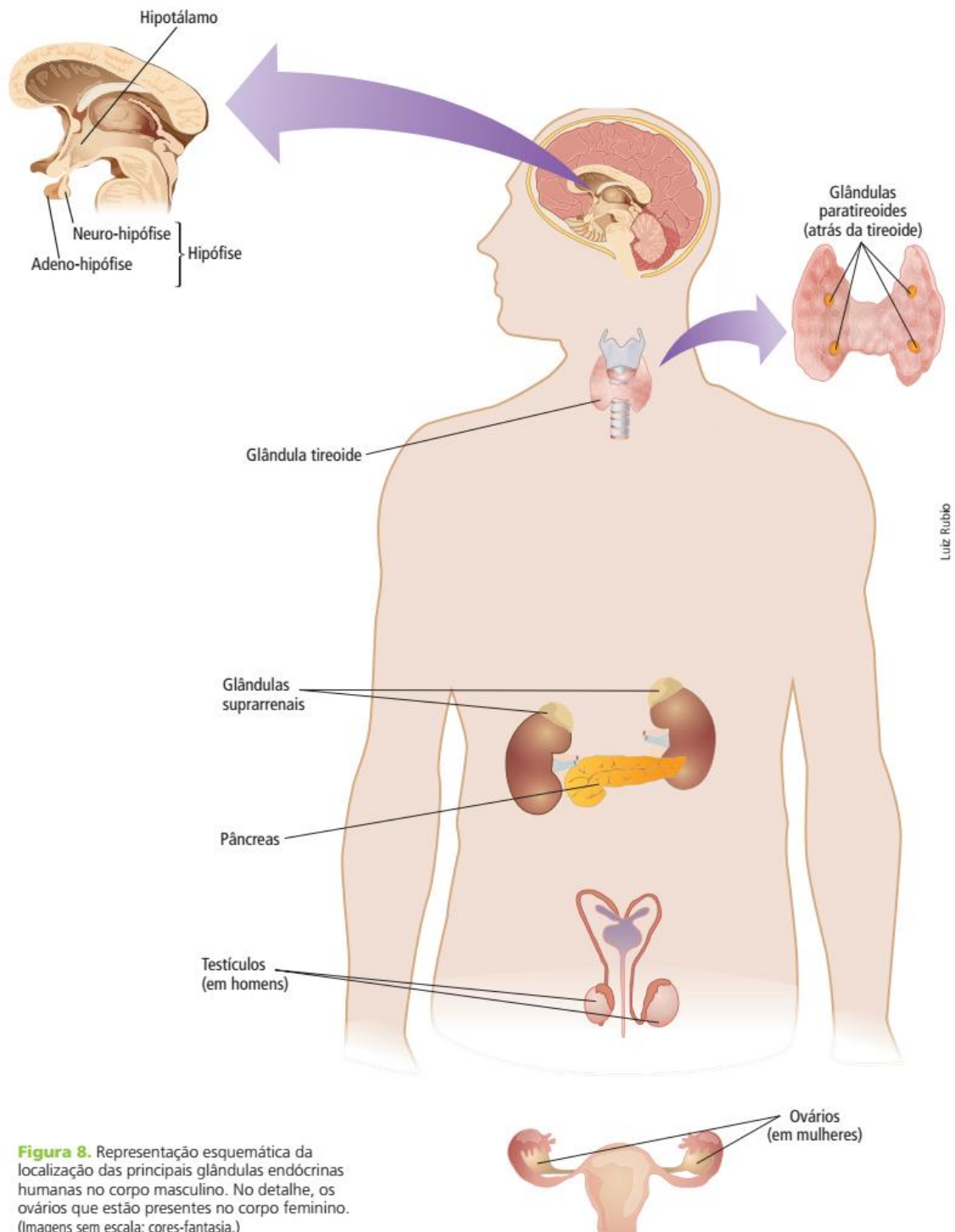


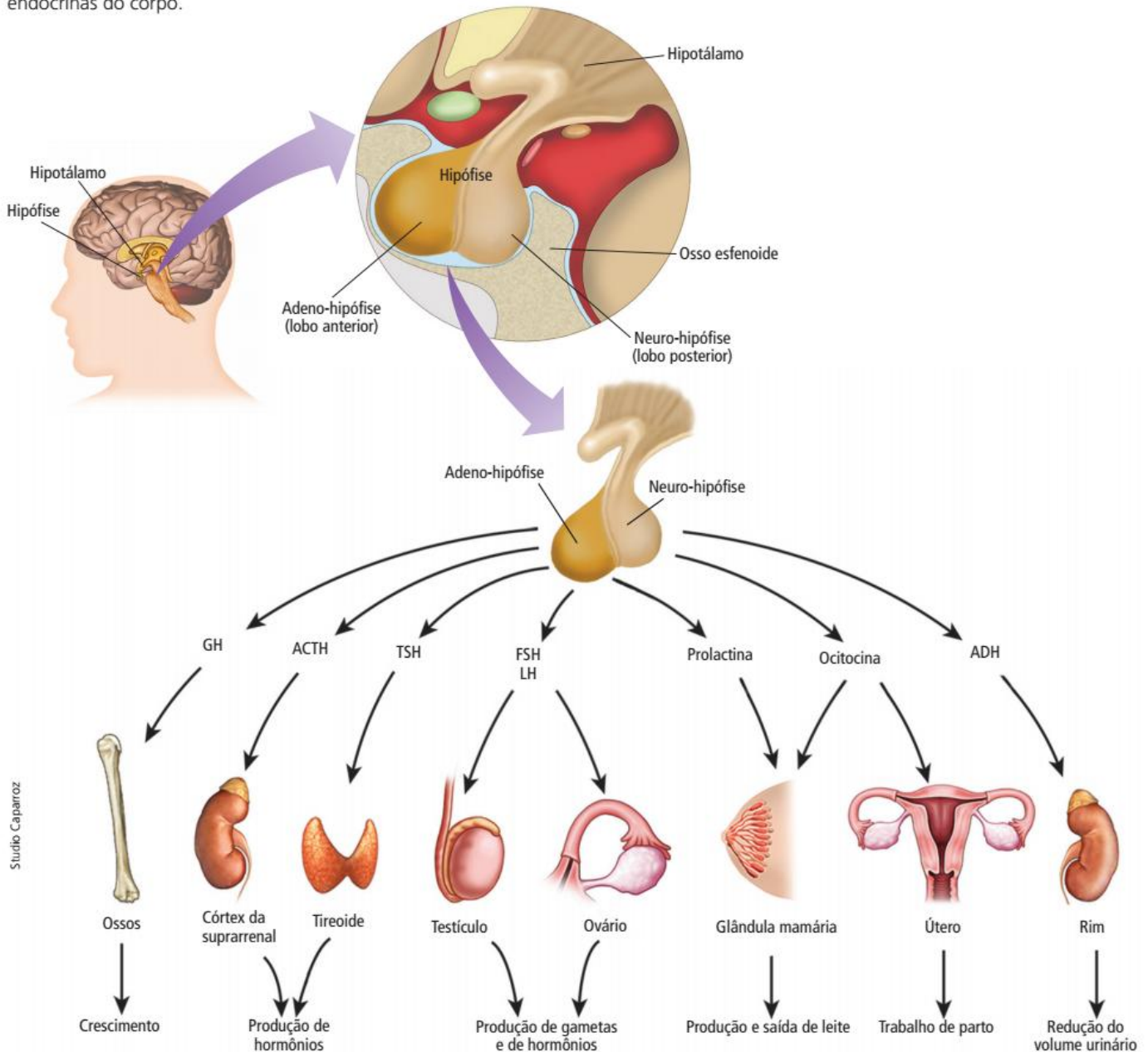
Figura 8. Representação esquemática da localização das principais glândulas endócrinas humanas no corpo masculino. No detalhe, os ovários que estão presentes no corpo feminino. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Hipófise e hipotálamo

Ligada por uma haste do **hipotálamo**, a **hipófise** fica protegida em uma cavidade do osso esfenoide (um osso do crânio) chamada sela turca (**figura 9**). Nos seres humanos, tem o tamanho aproximado de um grão de ervilha e divide-se em **adeno-hipófise** (ou lobo anterior) e **neuro-hipófise** (ou lobo posterior).

O hipotálamo é a região do cérebro onde estão os centros nervosos controladores da sede, da fome e da temperatura corporal. Ele secreta substâncias (hormônios ou fatores liberadores) que interferem na produção de hormônios hipofisários. Além disso, neurônios do hipotálamo têm as extremidades dos axônios na neuro-hipófise, a qual armazena e secreta hormônios produzidos pelos neurônios.

A hipófise secreta **hormônios tróficos**, que controlam a atividade de outras glândulas endócrinas do corpo.



A **adeno-hipófise** secreta diversos hormônios, entre os quais o **hormônio de crescimento** (GH), também conhecido como hormônio somatotrófico (STH), que promove o alongamento dos ossos, o crescimento e a multiplicação de diversos tipos de células do corpo e estimula outras atividades metabólicas, como o aumento da síntese de proteínas em boa parte das células do corpo. Na infância, os ossos apresentam a cartilagem de crescimento, que responde ao estímulo do GH. Entre 17 e 21 anos de idade, essas cartilagens são substituídas por tecido ósseo, interrompendo-se o crescimento.

A deficiência de GH durante a infância determina o **nanismo hipofisário**; o excesso provoca o **gigantismo**. O excesso de GH no adulto não leva ao gigantismo, mas à **acromegalia**, um acentuado aumento de extremidades: mãos, pés, base do nariz e mandíbula.

Figura 9. Localização da hipófise no crânio e detalhe mostrando suas divisões. Como a hipófise controla a atividade de outras glândulas endócrinas, ela é conhecida como glândula mestra. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

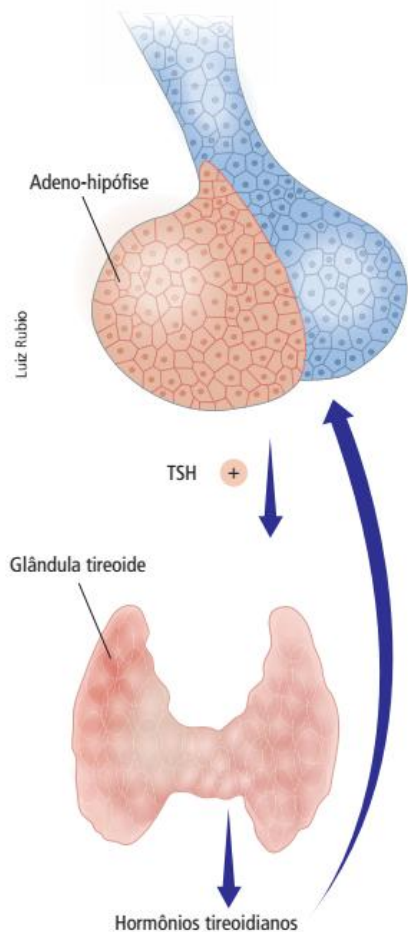


Figura 10. Quando a concentração de hormônios tireoidianos no sangue está baixa, a hipófise secreta TSH, estimulando a atividade da glândula tireoide. Quando a concentração plasmática de hormônios tireoidianos está alta, ocorre inibição da liberação de TSH, diminuindo a atividade da glândula tireoide. Trata-se de um mecanismo de retroalimentação negativa (ou *feedback* negativo), verificado também com outros hormônios, como o ACTH. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

São também hormônios da adeno-hipófise:

- **prolactina** (ou hormônio lactogênico), que estimula o desenvolvimento das glândulas mamárias e a produção de leite;
- **hormônio adrenocorticotrópico** (ACTH), que estimula a secreção de hormônios pelo córtex das suprarrenais;
- **hormônio foliclestimulante** (FSH) e **hormônio luteinizante** (LH), denominados hormônios gonadotróficos, que têm ação direta sobre a atividade das gônadas (ovários e testículos);
- **hormônio tireoideotrópico** (TSH ou tireotrofina), que estimula a secreção de hormônios tireoidianos (**figura 10**).

A **neuro-hipófise** não sintetiza hormônios, mas armazena e secreta dois hormônios — a ocitocina e o hormônio antidiurético — produzidos por neurônios do hipotálamo.

A **ocitocina** (ou oxitocina) estimula as contrações do útero, no parto, e a saída do leite, na lactação. A sucção do mamilo estimula a hipófise a secretar ocitocina e prolactina.

O **hormônio antidiurético** (ADH ou vasopressina) estimula a reabsorção de água pelos túbulos renais, diminuindo o volume da urina, que fica mais concentrada. Esse hormônio também provoca vasoconstrição, podendo elevar a pressão arterial. A deficiência de ADH causa o **diabetes insípido**, fazendo com que se eliminem até 20 litros diários de urina diluída, o que provoca muita sede.

▶ Em razão de o etanol inibir a secreção de ADH e, conseqüentemente, ter ação diurética, há sensação de sede intensa, que caracteriza a ressaca.

▶ Glândula tireoide

No pescoço, apoiada sobre as cartilagens da laringe e da traqueia, está a glândula tireoide, responsável pela secreção dos hormônios **tiroxina** (T4) (**figura 11**) e **tri-iodo-tironina** (T3), este mais ativo e geralmente originado pela retirada de um átomo de iodo da molécula de tiroxina.

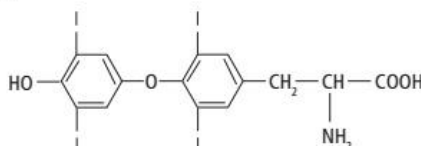


Figura 11. Fórmula estrutural da molécula de tiroxina.

O **iodo**, componente fundamental da dieta dos vertebrados, é obtido, principalmente, de alimentos de origem marinha, como algas, peixes, ostras e camarões. Uma dieta pobre em iodo pode provocar aumento do volume da glândula tireoide, caracterizando o chamado **bócio endêmico** (ou bócio carencial), que é evitado com a ingestão de **sal iodado** (**figura 12**).

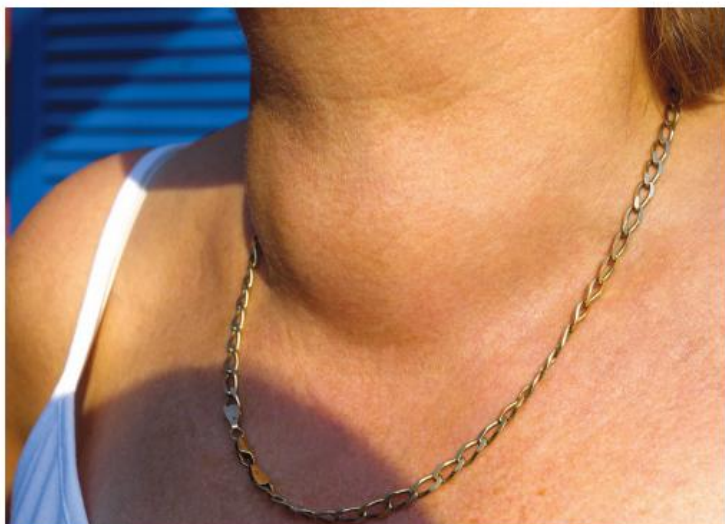


Figura 12. Pessoas com bócio endêmico apresentam aumento do volume da glândula tireoide, que acarreta aumento aparente do volume do pescoço.

Chris Pancewicz/Alamy/Latinstock

Os hormônios tiroxina e tri-iodotironina aumentam a taxa metabólica e a geração de calor; estimulam, ainda, a síntese de proteínas, atuando no crescimento e no desenvolvimento. Se a glândula tireoide de um animal jovem for removida, ele apresentará retardo do crescimento e da maturidade sexual. A retirada da glândula tireoide de um girino, por exemplo, impede a metamorfose; em contrapartida, se hormônios tireoidianos forem administrados a um girino, a metamorfose ocorrerá precocemente, originando um adulto pequeno.

A produção excessiva de hormônios tireoidianos é denominada **hipertireoidismo**, caracterizado por emagrecimento, agitação e nervosismo, pele quente e úmida, episódios de taquicardia e aumento da pressão arterial, sensação contínua de calor e proeminência do globo ocular (exoftalmia).

A deficiência de hormônios tireoidianos chama-se **hipotireoidismo**, cujas manifestações são apatia, sonolência, obesidade, sensação de frio, pele seca e fria, fala arrastada, edema (inchaço), pressão arterial e frequência cardíaca baixas. Em crianças, o hipotireoidismo compromete o desenvolvimento físico e mental. Defeitos de formação da glândula, durante o desenvolvimento embrionário, levam ao **hipotireoidismo congênito**, que pode não se manifestar logo ao nascimento, porque os hormônios maternos mantêm o desenvolvimento normal do feto. O tratamento do hipotireoidismo congênito deve ser iniciado antes que a doença provoque lesões físicas e mentais, que são irreversíveis.

A glândula tireoide também secreta a **calcitonina**, hormônio que inibe a remoção de cálcio dos ossos e a saída dele para o plasma sanguíneo. Quando a concentração de cálcio no sangue está elevada, a calcitonina estimula sua incorporação nos ossos, diminuindo a concentração desse mineral no sangue.

A **triagem neonatal** (ou teste do pezinho), instituída no Brasil na década de 1970 e de execução obrigatória, é realizada em recém-nascidos entre 2 e 30 dias de vida.

Na **versão básica**, determina as concentrações de tiroxina e de fenilalanina, além de detectar fibrose cística, doença (ou anemia) falciforme, deficiência de biotinidase e hiperplasia adrenal congênita. No teste, baixa concentração de tiroxina aponta para o diagnóstico de hipotireoidismo congênito, que exige tratamento com hormônios, administrados por toda a vida. Níveis elevados de fenilalanina indicam fenilcetonúria, doença hereditária sem relação com a glândula tireoide, mas que também determina retardo mental grave, se não tratada precocemente (com dieta pobre de fenilalanina).

Nas **versões ampliadas**, o teste pode detectar deficiência de G-6-PD, galactosemia, toxoplasmose congênita e leucinose.



Gustavo Reiter/Folhapress

▶ Glândulas paratireoides

Geralmente em número de quatro, as glândulas paratireoides localizam-se na face posterior da glândula tireoide. Secretam o **paratormônio**, que regula a concentração plasmática de cálcio e de fósforo, sob controle direto da concentração de cálcio no sangue: a elevação da concentração desse íon inibe a secreção do paratormônio, ao passo que a diminuição estimula sua secreção. O paratormônio remove o cálcio dos ossos (o qual passa para o plasma sanguíneo), eleva a absorção intestinal de cálcio dos alimentos e a reabsorção de cálcio pelos túbulos renais. O resultado desses efeitos é o aumento da concentração de cálcio no sangue.

▶ Pâncreas

O pâncreas é uma **glândula mista**, isto é, possui uma porção exócrina — os ácinos pancreáticos (que produzem suco pancreático) — e uma porção endócrina — as ilhotas pancreáticas ou de Langerhans (que produzem insulina, glucagon e somatostatina, hormônios relacionados com o metabolismo da glicose).

A glicose é o principal combustível das células, usada nos processos de obtenção de energia. A glicemia normal (normoglicemia) situa-se em torno de 90 miligramas de glicose por 100 mililitros de sangue (0,9 mg/mL) (**figura 13a**).

O **glucagon** ativa uma enzima que fraciona as moléculas de glicogênio do fígado em moléculas de glicose. Estas passam para o sangue, elevando a glicemia. Atua, também, na mobilização de ácidos graxos para a circulação. A produção de glucagon aumenta quando a glicemia diminui. Já a **insulina** aumenta a captação da glicose pelas células; ao mesmo tempo, inibe a utilização de ácidos graxos, que se depositam no tecido adiposo. No fígado, estimula a captação da glicose plasmática e sua conversão em glicogênio, provocando diminuição da glicemia. Se a glicemia se eleva, a secreção de insulina aumenta (**figura 13b**).

A **somatostatina** inibe a secreção pancreática de insulina e de glucagon.

Atualmente, por incorporação do gene humano ao cromossomo da bactéria *Escherichia coli* (técnica de engenharia genética conhecida por DNA recombinante), consegue-se produzir a insulina humana. Além do menor custo, a insulina fabricada por essa técnica não provoca reações alérgicas, que podem ocorrer com o emprego das insulinas suínas e bovinas.

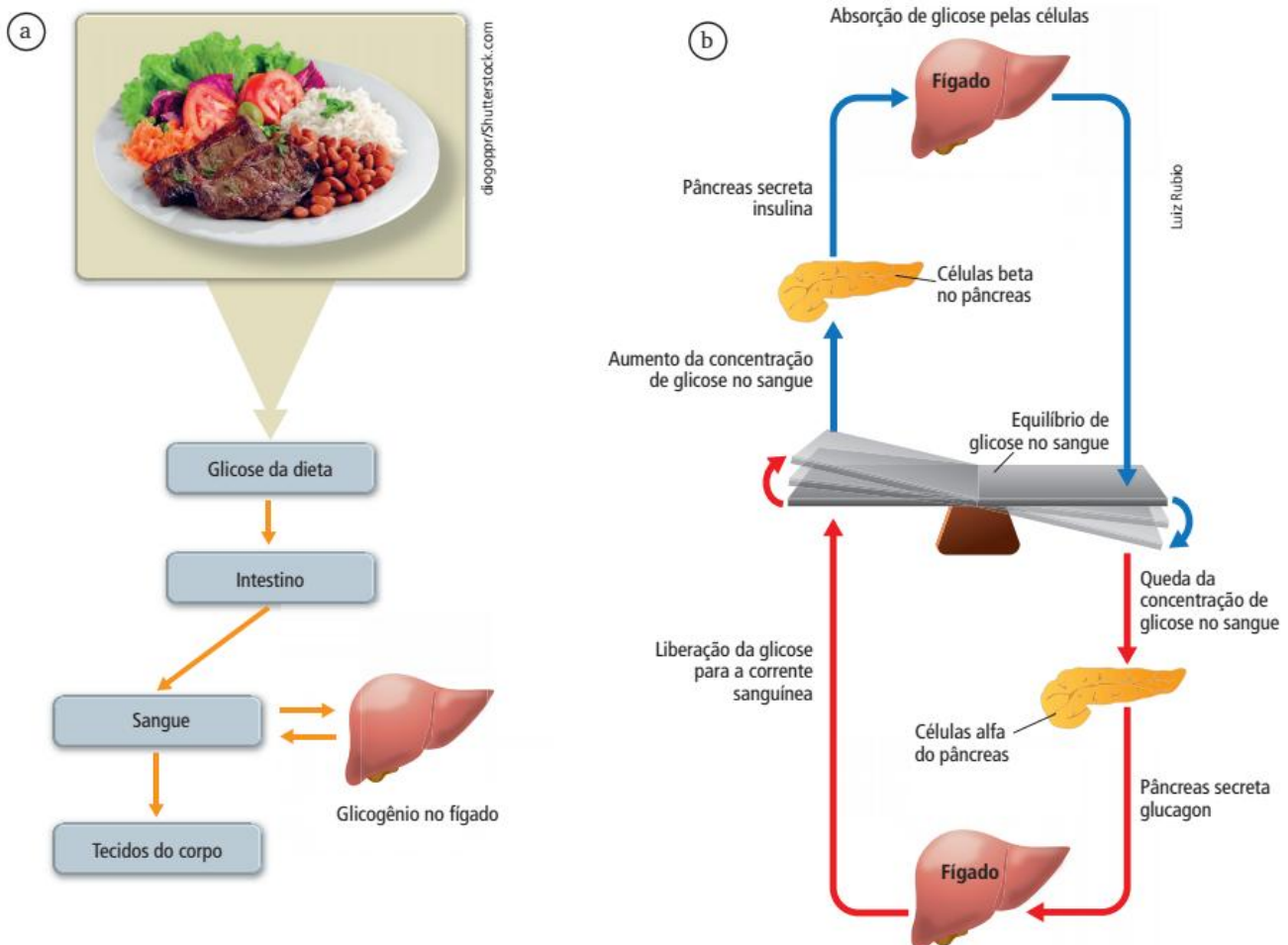


Figura 13. (a) Caminhos da glicose, cuja concentração no sangue chama-se glicemia. (b) A insulina e o glucagon têm ações antagônicas no controle da glicemia. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

A incapacidade de produzir insulina, em virtude da redução acentuada das células beta do pâncreas, é a principal causa do **diabetes melito tipo I** (ou diabetes juvenil), que se manifesta principalmente na infância e na adolescência. Como diminui a captação de glicose pelas células, a glicemia se eleva (hiperglicemia). Nos diabéticos, parte do excesso de glicose é eliminada pela urina em maior volume de água. Conseqüentemente, o diabético sente mais sede, ingerindo mais água. Como as células têm dificuldade para captar a glicose, ocorre emagrecimento e utilização das reservas de ácidos graxos. O tratamento inclui dieta isenta de carboidratos de absorção rápida (monossacarídeos ou dissacarídeos) e uso de insulina.

O **diabetes melito tipo II** (ou tardio) é causado pela redução do número de receptores de insulina nas membranas das células musculares e adiposas, apesar dos níveis praticamente normais de insulina no sangue. Em geral, manifesta-se depois de 30 anos de idade e na maioria das vezes não requer reposição de insulina, desde que haja uma dieta adequada.

▶ Glândulas suprarrenais

As **glândulas suprarrenais** (ou **adrenais**), que se localizam sobre os rins, são compostas de duas partes: a medula e o córtex (**figura 14**).

A **medula** secreta os hormônios **adrenalina** e **noradrenalina**, sobretudo em situações de estresse físico ou emocional, preparando o organismo para a fuga ou a luta. Entre seus efeitos, encontram-se: aumento da frequência cardíaca, elevação da pressão arterial, transpiração, dilatação da pupila e dos brônquios.

O **córtex** secreta **glicocorticoides**, **mineralocorticoides** e **androgênios**. Os glicocorticoides (como o cortisol) reduzem as inflamações, estimulam a conversão de proteínas e de lipídios em glicose, ao mesmo tempo que diminuem a captação de glicose pelas células, aumentando a utilização de lipídios. Os mineralocorticoides (como a aldosterona) aumentam a reabsorção renal de sódio, de cloretos e de água, contribuindo para elevar a pressão arterial. Os androgênios determinam o desenvolvimento e a manutenção de características sexuais secundárias (aquelas não ligadas diretamente à reprodução) masculinas, como o timbre mais grave de voz, a maior massa muscular e óssea, a distribuição de pelos no corpo e a cartilagem da laringe (“pomo de adão”) proeminente.

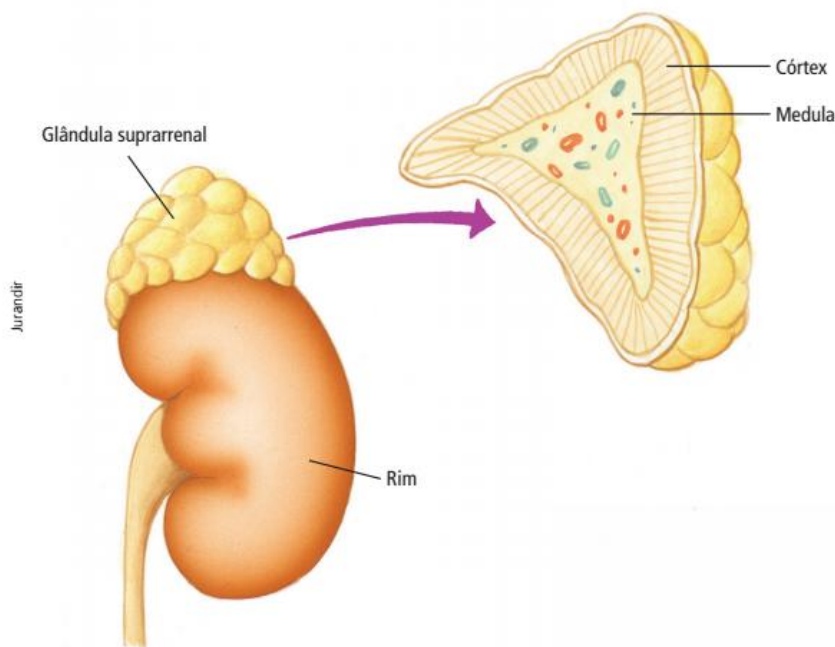


Figura 14. Representação da localização da glândula suprarrenal. No detalhe, corte da glândula suprarrenal mostrando a medula e o córtex. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

A deficiência associada de glicocorticoides e de mineralocorticoides é conhecida como **doença de Addison**, que se manifesta por pressão arterial baixa, fraqueza muscular, distúrbios digestivos, perda urinária de sódio, aumento da concentração plasmática de potássio e pigmentação característica da pele.

A **tabela 2** resume as informações sobre hormônios humanos, incluindo o local de produção, a forma de atuação e como a secreção é controlada pelo organismo.

Os hormônios sexuais serão tratados mais detalhadamente no Capítulo 12.

Tabela 2. Hormônios humanos			
Glândula	Hormônio	Atuação	Controle da secreção
Adeno-hipófise	GH	Estimula o crescimento corporal e a síntese de proteínas.	Hipotálamo
	TSH	Estimula a produção de hormônios pela glândula tireoide.	Hipotálamo
	ACTH	Estimula a produção de hormônios pelo córtex suprarrenal.	Hipotálamo
	Prolactina	Estimula a produção de leite.	Hipotálamo
	FSH	Em homens, estimula a produção de espermatozoides. Em mulheres, estimula a maturação do gameta feminino, a secreção de estrógenos e a ovulação.	Hipotálamo
	LH	Em homens, estimula a secreção de testosterona. Em mulheres, estimula a ovulação, a formação do corpo-lúteo e a secreção de progesterona.	Hipotálamo
Neuro-hipófise	Ocitocina	Estimula as contrações do útero e a ejeção de leite.	Distensão uterina e sucção do mamilo
	ADH	Diminui a diurese e eleva a pressão arterial.	Pressão osmótica do plasma
Glândula tireoide	Tiroxina	Estimula o metabolismo, o crescimento e o desenvolvimento.	Hipófise
	Calcitonina	Diminui a concentração plasmática de cálcio.	Concentração plasmática de cálcio
Paratireoides	Paratormônio	Eleva a concentração plasmática de cálcio.	Concentração plasmática de cálcio
Suprarrenais (camada cortical ou córtex)	Glicocorticoides	Elevam a glicemia e têm ação anti-inflamatória.	Hipófise
	Mineralocorticoides	Elevam a pressão arterial.	Pressão arterial
	Androgênios	Determinam características sexuais secundárias masculinas.	Hipófise
Suprarrenais (camada medular ou medula)	Adrenalina e noradrenalina	Preparam para fuga ou luta.	Estresse físico ou emocional
Pâncreas	Glucagon	Estimula o fracionamento do glicogênio hepático e eleva a glicemia.	Glicemia
	Insulina	Estimula a captação celular de glicose e diminui a glicemia.	Glicemia
	Somatostatina	Inibe a secreção de glucagon e de insulina.	Glicemia

- Diante de um estímulo potencialmente lesivo ou doloroso, desencadeiam-se respostas automáticas e eficientes, que envolvem a ação de diferentes tipos de neurônios. O caminho seguido pelo impulso nervoso durante a execução dessas respostas é chamado de arco reflexo.
 - Cite uma situação conhecida em que esse tipo de reflexo acontece.
 - Descreva um arco reflexo simples, que envolva pelo menos dois neurônios.
- (Fuvest-SP) Os batimentos do coração são involuntários e estão sob controle do sistema nervoso.
 - Qual é o ramo do sistema nervoso que executa esse controle?
 - Cite um órgão muscular do corpo que é controlado por esse mesmo ramo nervoso.
- Quedas e acidentes de trânsito podem provocar fratura de coluna vertebral. Se o paciente for rápida e corretamente imobilizado, o risco de lesões permanentes é diminuído; todavia, é comum os acidentados serem removidos sem os necessários cuidados.
 - Que risco correm as pessoas com fratura de coluna vertebral?
 - Qual é a maneira mais adequada de providenciar o transporte do acidentado?
- A respeito da estrutura e do funcionamento do sistema nervoso, responda:
 - Muitas drogas e venenos agem nas sinapses. A peçonha de algumas serpentes — como a da cascavel — tem efeito neurotóxico e impede a liberação de acetilcolina nas sinapses neuromusculares, causando paralisia progressiva. Por que essa peçonha provoca inicialmente parada respiratória e não parada cardíaca?



- Em geral, a parte simpática do sistema nervoso é um sistema de alerta, que coloca o corpo em condição de enfrentar situações de emergência ou perigo. Imagine que, ao apanhar algumas frutas no quintal do vizinho, uma pessoa seja surpreendida por um cão de guarda. Nesse momento, o organismo passa por diversas transformações, que configuram uma situação de fuga ou luta. Descreva quais são essas alterações e o seu papel fisiológico.

- (Unicamp-SP) O controle do volume de líquido circulante em mamíferos é feito através dos rins, que ou eliminam o excesso de água ou reduzem a quantidade de urina produzida quando há deficiência de água. Além disso, os rins são responsáveis também pela excreção de vários metabólitos e íons.
 - Qual o hormônio responsável pelo controle do volume hídrico do organismo? Onde ele é produzido?
 - Qual é o mecanismo de ação desse hormônio?
 - Qual é o principal metabólito excretado pelos rins? De que substâncias esse metabólito se origina?
- (PUC-SP) A hipófise tem papel importante na regulação endócrina geral, já que controla a atividade de várias glândulas endócrinas.
 - Explique, sucintamente, de que maneira se dá o controle hipofisário sobre outra glândula.
 - Por que esse mecanismo de ação envolve uma etapa chamada retroalimentação (*feedback*) negativa?

7. (Unicamp-SP)

Segundo documento da Unicef, 250 mil crianças por ano perdem a visão por falta de uma vitamina; muitas mulheres brasileiras grávidas abortam ou perdem seus filhos logo após o nascimento por apresentarem anemia causada por deficiência de ferro; e cerca de 50 milhões de crianças têm o metabolismo comprometido por falta de iodo.

(Adaptado de *Correio Popular*, 13/08/94)

- Qual é a vitamina cuja deficiência traz problemas de visão? Cite um alimento de origem animal rico nessa vitamina.
 - Por que a deficiência de ferro causa anemia?
 - Qual é o órgão diretamente afetado pela falta de iodo? Que relação existe entre iodo e metabolismo?
- Os hormônios são substâncias químicas produzidas por glândulas endócrinas e lançadas no sangue. Controlam diversas atividades do organismo, podendo estimular ou inibir funções orgânicas. A maior parte dessas substâncias é fabricada por agrupamentos de células epiteliais, as glândulas endócrinas. Cada hormônio age como um “mensageiro químico”, atuando em determinados tecidos do corpo, os tecidos-alvo.
 - Cite dois hormônios produzidos pelo nosso organismo.
 - Por que os hormônios, uma vez lançados no sangue, só atuam nos tecidos-alvo, e não em todos os tecidos do corpo?
 - A ação hormonal pode ser regulada por mecanismos de *feedback*. Comente sobre esses mecanismos.
 - O pâncreas é uma glândula mista, cuja porção endócrina que corresponde às ilhotas pancreáticas ou de Langerhans produz insulina, glucagon e somatostatina, hormônios relacionados com o metabolismo da glicose. A insulina e o glucagon têm ações antagonicas no controle da glicemia.
 - Explique como se dá a ação da insulina e do glucagon no controle da glicemia.
 - Como se denomina a incapacidade de produzir insulina manifestada durante a infância ou na adolescência? Quais são as formas de tratamento para essa doença?



John Warburton Lee Photography/Christian Kober/Diomedea

Legalmente aceita, socialmente tolerada, às vezes até valorizada. No entanto, droga é droga, sem meio-termo.

A ilusão do tempo infinito

A **toxicomania** (ou drogadição) — entendida como o consumo habitual de drogas — envolve a **dependência** de determinada substância, o que acaba por levar o indivíduo a buscá-la de todas as maneiras. Em geral, há necessidade de aumento progressivo da dose. A dependência caracteriza-se pela compulsão ou desejo incontrolável de conseguir a droga e desfrutar seus efeitos. Pode envolver alterações metabólicas que levam o usuário à necessidade de consumi-la periodicamente; caso contrário, pode apresentar quadro conhecido por síndrome de abstinência, cujas manifestações variam de uma substância para outra.

Designa-se droga qualquer substância que, penetrando no corpo, atua na parte central do sistema nervoso, causando alterações de comportamento. Assim, são drogas as bebidas alcoólicas, certos medicamentos e o cigarro, embora legalmente aceitas e socialmente toleradas — ou mesmo estimuladas.

A palavra droga, na linguagem cotidiana, tem o significado de algo ruim, sem qualidade. Já no universo da medicina, é quase um sinônimo de medicamento, podendo ser conceituada como toda substância, natural ou sintética, capaz de produzir modificações nas funções dos organismos vivos, quando neles introduzida.

Especificamente, drogas psicotrópicas são aquelas que mudam o comportamento da mente, alterando o humor e as funções cognitivas. A palavra psicotrópico denota que há tropismo ou atração pelo psiquismo, então as drogas psicotrópicas têm capacidade de atuar sobre o cérebro, afetando a parte central do sistema nervoso e modificando de alguma forma o estado psicológico e as atividades psíquicas das pessoas. Essas drogas podem ser absorvidas de várias formas: inalação, via oral, injeção intravenosa ou aplicadas via retal (supositório).

De acordo com a ação exercida no cérebro, as drogas psicotrópicas classificam-se em três grupos:

- I. Depressores da atividade da parte central do sistema nervoso,
- II. Estimulantes da atividade da parte central do sistema nervoso,
- III. Perturbadores da atividade da parte central do sistema nervoso.

O primeiro grupo constitui-se de drogas que diminuem ou deprimem as atividades cerebrais; no segundo grupo encontram-se as que estimulam o funcionamento do cérebro e, finalmente, no terceiro grupo, localizam-se as que agem de forma qualitativa. Essas drogas não causam alterações no sentido de aumentar ou diminuir as ações cerebrais, e sim na qualidade do funcionamento, uma vez que as funções psíquicas passam a ter um comportamento perturbado, fora do normal.

As drogas, no sentido negativo da utilização, apresentam-se como uma temática largamente discutida nos dias de hoje, pois as consequências são devastadoras tanto na vida pessoal de usuários e seus familiares quanto na vida coletiva, já que a criminalidade e a violência estão instaladas em todos os cantos do mundo.

De acordo com dados do Ministério da Saúde, pouco mais de 10% da população brasileira tem dependência de bebidas alcoólicas, 9%, de tabaco, e 1%, de maconha. No âmbito da saúde pública, as drogas mais preocupantes são o álcool e o tabaco, já que o álcool é responsável por mais de 80% dos casos de internações hospitalares por dependência. Entretanto, além dessas, soníferos, ansiolíticos, narcóticos, inalantes ou solventes, anorexígenos, cocaína, LSD e ecstasy são psicotrópicos muito utilizados, que podem causar dependência.

A dependência gera reações e alterações comportamentais nos usuários. Atraso, abandono e baixo rendimento escolar, atitudes de distanciamento da realidade, depressão e envolvimento com o crime são problemas frequentes entre jovens e adolescentes dependentes, muitas vezes em situação de conflito com a lei.

Quando o usuário de uma dessas drogas deixa de usá-la, costuma vivenciar uma série de sintomas, como irritabilidade, ansiedade, dificuldade para dormir, falta de apetite, dor de estômago, depressão, tremor nas mãos, náuseas e vômitos. As manifestações da abstinência podem ser muito graves e chegam a causar a morte. Além da dependência, pode haver tolerância, pois o organismo passa a necessitar de doses cada vez maiores da substância.

A problemática do uso de drogas não é nova, mas, atualmente, tem sido colocada no centro da discussão em várias instâncias, uma vez que, subjacente a essa questão, localiza-se um autêntico problema social, o que exige o fortalecimento de uma política educacional e de saúde pública. O trabalho preventivo é a melhor forma de lidar com o assunto e deve apoiar-se em conhecimentos científicos para que as informações sejam divulgadas sem preconceito; entretanto, a conscientização ou uma atitude de proibição não são suficientes para gerar uma ação de prevenção: é necessário um projeto que conduza os jovens e adolescentes a efetivar suas reflexões para que a visão simplista e imediatista sobre si mesmos seja ampliada e que a questão das drogas seja incluída na complexa realidade do ser jovem nos dias de hoje. Identidade, autonomia, escolhas, desejos, frustrações, medos, sexualidade, futuro, profissionalismo, exclusão e uso de drogas são pontos importantes que devem ser tratados para que os jovens percebam a conexão entre todos os aspectos de sua vida.

Parece contraditório que, mesmo recebendo informações de que as drogas matam, muitos adolescentes ainda estejam procurando esse caminho. Juntam-se a curiosidade (o prazer de experimentar) e a sensação de invulnerabilidade (“posso usar uma vez, mas não vou me viciar”).

Não há receitas mágicas para reduzir o consumo de drogas pelos adolescentes. Com certeza, o conhecimento a respeito

de seus efeitos e de suas consequências é necessário; entretanto, as drogas só deixarão de ser consumidas quando as causas que levam à sua procura forem eliminadas ou minimizadas, o que envolve a participação de pais, escola, comunidade, mídia, empresas e governo. É fundamental tratar tal assunto de modo aberto e transparente para que a saída desses problemas possa ser, coletivamente, encontrada.

Drogas: efeitos imediatos e tardios		
Droga	Sinais de uso	Efeitos a longo prazo
Álcool	Alteração de comportamento, agressividade ou depressão, reações motoras mais lentas, fala enrolada, perda de consciência, risco de acidentes, vasodilatação, hipotermia.	Queda no rendimento escolar ou no trabalho, perda de memória, hipertensão arterial, cirrose ou outras lesões no fígado, impotência sexual, gastrite ou úlcera gástrica, diarreia crônica, desnutrição, pelagra, lesões visuais, coma e morte.
Tabaco (nicotina)	Euforia ou relaxamento, tosse, vasoconstrição, taquicardia, dificuldade para respirar.	Enfisema e câncer do pulmão, outras formas de câncer, infarto agudo do miocárdio, derrame cerebral, fetos com baixo peso.
Maconha	Confusão mental, agressividade, euforia ou relaxamento, delírios e alucinações, olhos vermelhos, boca seca, taquicardia, vasodilatação, dificuldade para andar.	Lesões pulmonares, infertilidade e impotência, perda de memória, queda no rendimento escolar ou no trabalho, síndrome da falta de motivação.
Cocaína	Euforia, agitação, excitação sexual, sensação de poder, fala e raciocínio acelerados, boca seca, pupilas dilatadas, convulsões.	Dor de cabeça, diarreia crônica, sudorese excessiva, queda no rendimento escolar ou no trabalho, sangramento nasal, insônia, tosse crônica, depressão, lesões no encéfalo, derrame cerebral, risco de aids (partilha de agulha e seringas), coma e morte.
Crack	Excitação, pupilas dilatadas, alucinações, depressão.	Emagrecimento, queda no rendimento escolar ou no trabalho, apatia, isolamento, alterações do sono, perda de memória.
Inalantes e solventes (cola de sapateiro, benzina, éter, clorofórmio, esmalte etc.)	Alucinações, tendência à violência, agitação psicomotora, sensação de sufocação.	Queda no rendimento escolar ou no trabalho, lesões visuais, cirrose do fígado, perda de memória, lesões cerebrais, fibrose pulmonar, asfixia e morte.
LSD (ácido lisérgico)	Alucinações visuais e auditivas, euforia ou pânico, ansiedade, pupilas dilatadas, sudorese, convulsões.	Desagregação da personalidade, queda no rendimento escolar ou no trabalho, apatia, isolamento, coma e morte.
Heroína, codeína, morfina	Euforia, torpor, sensação de leveza, letargia, náuseas e vômitos, convulsões.	Queda no rendimento escolar ou no trabalho, insônia, depressão, lesões no encéfalo, constipação intestinal, coma e morte.
Medicamentos (sedativos, tranquilizantes, antidepressivos, anfetaminas etc.)	Dependem do princípio ativo. Em geral, excitação, euforia, relaxamento, sonolência, taquicardia, redução do apetite.	Arritmias cardíacas, dor torácica, ansiedade, alucinações, hemorragias cerebrais.

Fontes da tabela: COUTINHO, M. F. G.; BARROS, R. R. *Adolescência: uma abordagem prática*. São Paulo: Atheneu, 2001. / HARDMAN, J. G.; LIMBIRD, L. E. (Org.). *Goodman & Gilman's The Pharmacological Basis of Therapeutics*. New York: The McGraw-Hill Companies, 1996.

Depois da leitura do texto, faça o que se pede:

Escreva
no caderno

1. Não bastam a informação e tudo o que a família e os educadores falam e a mídia divulga. Todos dizem e todos sabem que droga cria dependência e mata. Mesmo assim, diante do amigo ou do grupo, muitos jovens experimentam e, logo no dia seguinte, percebem que não ficaram dependentes e muito menos morreram. Discuta com os colegas os riscos de se pensar dessa maneira.
2. Um jovem usou drogas durante muito tempo. Após deixar de usá-las, dizia que iria voltar a ser como antes. Analisando a tabela “Drogas: efeitos imediatos e tardios”, você acha que ele está certo? Justifique analisando as implicações sociais e biológicas decorrentes do uso de drogas.

Sistema genital

Gênero, sexo e sexualidade

Gustav Klimt, 1907-1908. Museu de Modern Art, New York, USA



Esperança II (1907-1908), óleo sobre tela, Museu de Arte Moderna de Nova York.

Alegorias douradas

Com um gesto grave, a gestante abaixa a cabeça. Irá contemplar o ventre aumentado ou o crânio que, curiosamente, se assenta sobre seu corpo? Fechados, seus olhos não respondem a essa pergunta. Sequer explicam as três mulheres que se acomodam sob suas vestes. Elas também baixam as cabeças, como se em oração. Súplica? Luto?

Contemporâneo e conterrâneo de Sigmund Freud, o criador da psicanálise, o pintor austríaco Gustav Klimt (1862-1918) frequentemente explorou em suas obras temas como o sexo, a procriação e a morte. Consideradas fortes e até pornográficas na época, as pinturas – carregadas de alegoria e simbolismo – transpiram sensualidade e erotismo; ao mesmo tempo, evocam mistério e uma indisfarçável melancolia.

Essas características estão presentes não apenas em **Esperança II**, mas também em outras obras, como **Judith** (1901), **Danaë** (1907) e **O beijo** (1907-1908), que merecem ser conhecidas.

Procriação, vida e morte, sexo, sexualidade e questões de gênero são temas que, embora presentes em todas as fases da existência humana, ganham matizes próprios na adolescência e na juventude. No entanto, pense um pouco e responda: Quem são os adolescentes e os jovens com quem você convive? Eles têm todos os gostos em comum? Preferem as mesmas roupas? Gostam das mesmas músicas? Todos já vivenciaram as mesmas emoções? As mesmas experiências afetivas? Lidam da mesma maneira com a sexualidade? Com a própria orientação sexual? E com a dos outros?

Claro que a resposta para essas perguntas é não! Simplesmente porque não há uma adolescência e uma juventude. Além de diferentes uma da outra, essas fases são plurais, ricas e diversas.

Hoje, no Brasil, há cerca de 35 milhões de adolescentes e jovens de 15 a 24 anos, que atraem cada vez mais a atenção de instituições governamentais e meios de comunicação. São pessoas em uma fase muito rica da vida, com tempestades de emoções, paixões ardentes, sentimentos flutuantes e oscilações constantes.

Adolescentes e jovens, enfrentamos momentos de crise individual e coletiva, mas também de compromisso entusiasmado e sem reservas.

É nesse contexto de alterações do próprio corpo e de maturação do intelecto que adolescentes e jovens procuram entender quem são e quais os seus papéis na sociedade em que vivem. Podem se interessar por problemas de ordem moral e ética e, por vezes, adotam posturas cheias de ideologias. Estão presentes na violência cotidiana das cidades e, dramaticamente, no consumo e no tráfico de drogas. Participam da discussão tão atual sobre a maioridade penal, sabem da influência que exercem sobre o consumo de bens e serviços, compreendem e discutem os usos adequados e os usos indevidos da internet e os avanços da tecnologia, envolvem-se em projetos solidários e em atividades voluntárias. Lidam com o sexo, a sexualidade e as questões de gênero à sua maneira, apaixonadamente, mais assumida e menos preconceituosa, como se expressou a escritora Maria Mariana¹:

Duas simples bocas podem fazer
maravilhas com duas simples almas.
Das bocas para a mão que faz carinho,
dos carinhos para o corpo nu, do
corpo para a vontade de virar um só.
Dor no coração.
Líquido que sai como escorregão.
Desejo que tudo se acabe logo
se não morrerrei.
Desejo que tudo dure eternamente
se não morrerrei.
E quando acaba, desejo de comer doce.
Beber água e fazer xixi
Ter um travesseirinho.
Dormir acariciando os cílios.
Ou então, se possível, ter muitos
filhos.
Se não morrerrei.

¹ OLIVEIRA, M. M. P. **Confissões de adolescente**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2013.

Sistema genital masculino

No sistema genital masculino (**figura 1**) estão os **testículos**, órgãos pares, localizados no interior do saco escrotal (bolsa escrotal ou escroto). Na espécie humana, a espermatogênese ocorre nos testículos e em temperatura inferior à temperatura corporal.

Durante o desenvolvimento embrionário, os testículos formam-se dentro do abdome. Por volta do sétimo mês da gestação, eles migram pelo canal inguinal até o escroto. Alguns fatores — como prematuridade, distúrbios hormonais e defeitos estruturais do trajeto percorrido pelos testículos — aumentam a possibilidade de ocorrer a **criptorquidia** (do grego *kryptós*, oculto, e *órchis*, testículo), que é a permanência de um ou ambos os testículos em algum ponto do trajeto. A exposição dos testículos à temperatura superior à que podem tolerar leva à degeneração das células germinativas, podendo causar esterilidade e desenvolvimento de tumores.

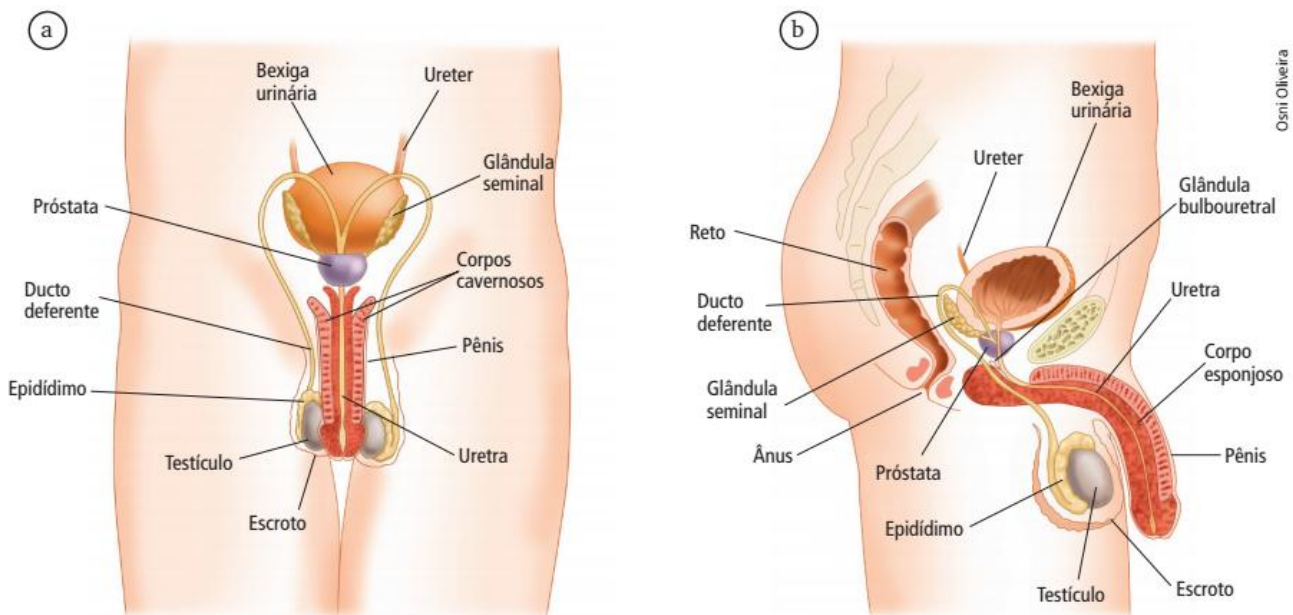


Figura 1. Representação do sistema genital masculino: (a) vista frontal; (b) vista lateral. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

À medida que os espermatozoides se formam e passam para a luz (ou cavidade) dos **túbulos seminíferos**, chegam aos **epidídeos**, cada qual formado por um túbulo enovelado (**figura 2**), onde completam a maturação e permanecem alojados. Ainda nos túbulos seminíferos, os espermatozoides são nutridos e sustentados por células denominadas **epiteliócitos sustentadores** (ou células de Sertoli).

Os espermatozoides deixam os epidídeos pelos **ductos deferentes** e passam pela uretra, de onde são exteriorizados. No trajeto, aos espermatozoides são acrescentadas secreções (principalmente as das **glândulas seminais** e da **próstata**), que neutralizam as secreções ácidas da vagina e são, também, um meio nutritivo, ativador e de propagação para os espermatozoides.

Depois de se juntarem aos ductos das glândulas seminais (no interior da próstata), os ductos deferentes formam os ductos ejaculatórios, que se abrem na uretra.

A mistura dos espermatozoides com essas secreções (líquido seminal) constitui o **esperma** (ou sêmen), exteriorizado na **ejaculação**, em volume de 3 mL a 5 mL, contendo normalmente de 200 milhões a 400 milhões de espermatozoides.

A uretra liga-se à bexiga urinária e passa pela próstata e pelo pênis, órgão composto de três estruturas esponjosas eréteis: os dois corpos cavernosos e o corpo esponjoso, o qual envolve a uretra. Na extremidade do pênis encontra-se a glândula, porção aumentada do próprio corpo esponjoso e coberta pelo prepúcio, uma dobra de pele. Na base do pênis, estão as **glândulas bulbouretrais**, que lançam suas secreções na uretra. Quando o homem está sexualmente excitado, os tecidos eréteis do pênis enchem-se de sangue, ocorrendo a **ereção**.

A etapa da relação sexual em que ocorre a ereção é a fase de excitação. Nessa fase, as glândulas bulbouretrais secretam um líquido viscoso e hialino (claro e transparente), com aspecto semelhante à clara de ovo, que sai pelo orifício da uretra. Sua função é neutralizar os resíduos de urina que permanecem na uretra e lubrificar o pênis, facilitando sua penetração. Na próxima etapa, a pressão arterial, a frequência cardíaca e a frequência respiratória se elevam. A estimulação crescente de receptores sensoriais do pênis, provocada pelo atrito, leva a excitação ao ponto máximo — o orgasmo.

O estreitamento da abertura do prepúcio, que não permite a exteriorização da glande, chama-se fimose, e sua correção é feita por meio da remoção de parte do prepúcio.

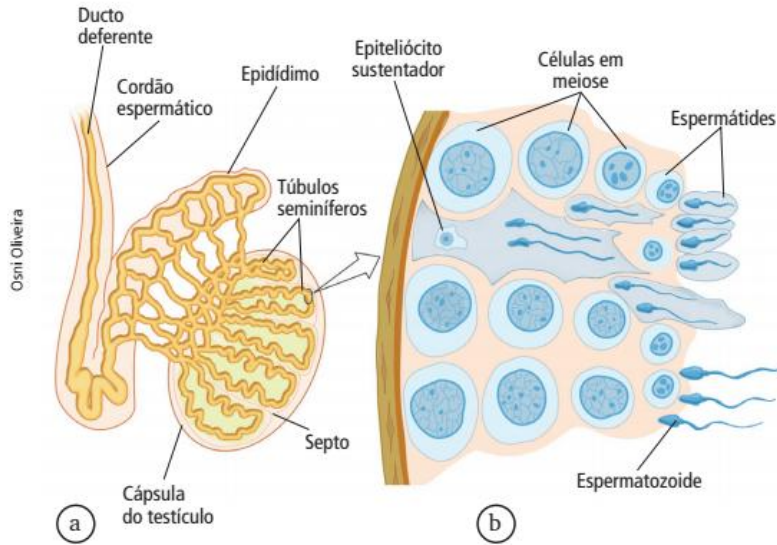


Figura 2. Representação esquemática de (a) estrutura do testículo, do epidídimo e do cordão espermático e (b) corte de túbulo seminífero. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Na **ejaculação**, contrações da musculatura que cerca as vias espermáticas impulsionam os espermatozoides. As vesículas seminais e a próstata lançam suas secreções. Finalmente, o esperma é eliminado pela uretra, em jato.

Masturbação e polução

A masturbação — manipulação dos órgãos genitais em busca de prazer — ocorre em qualquer fase da vida, sendo virtualmente universal entre crianças e adolescentes; geralmente, as crianças menores costumam masturbar-se em quaisquer circunstâncias, mas, diante das costumeiras reprimendas dos pais, passam a fazê-lo secretamente. Para a maioria das crianças e dos adolescentes, a masturbação é uma forma natural de autoconhecimento, servindo ainda para aliviar tensões. Quando é excessiva, pode sugerir dificuldade de relacionamento da criança ou do adolescente com outras pessoas, ou incapacidade de controlar suas fantasias e frustrações. São, porém, infundadas as crenças de que provoca calvície, aumento das mamas ou espinhas no rosto.

Entre os adolescentes do sexo masculino, outro evento natural são as ejaculações que acontecem comumente durante o sono, chamadas poluições. Em geral são encaradas com preocupação, vergonha, ou ainda como sinal de algum distúrbio da sexualidade; no entanto, as poluições são ocorrências normais e, como a masturbação, podem aliviar inconscientemente tensões e fantasias sexuais reprimidas.

É interessante salientar aos alunos que as etapas da relação sexual exemplificam a ação coordenada e integrada de diversos sistemas.

Controle hormonal da atividade sexual masculina

A puberdade é desencadeada pelo aumento da secreção de hormônios pela hipófise (hormônio foliculosestimulante (FSH) e hormônio luteinizante (LH)). Geralmente, as primeiras ejaculações com espermatozoides viáveis ocorrem entre 12 anos e 14 anos de idade.

A maturação e a atividade sexual são dependentes dos hormônios gonadotróficos secretados pela adeno-hipófise. O hormônio foliculosestimulante estimula a produção de espermatozoides; o hormônio luteinizante atua sobre as células intersticiais do testículo, que produzem a **testosterona**.

A testosterona é o hormônio responsável pelo aparecimento e pela manutenção de características sexuais secundárias masculinas, como barba, distribuição de pelos no corpo, maior massa muscular e óssea, proeminência laríngea mais evidente (pomo de adão), timbre grave da voz etc. A testosterona também estimula, com o hormônio foliculosestimulante, a produção de espermatozoides.

À medida que os homens envelhecem, a qualidade de seus espermatozoides cai, diminuindo a probabilidade de concepção e aumentando a de ter filhos com nanismo.

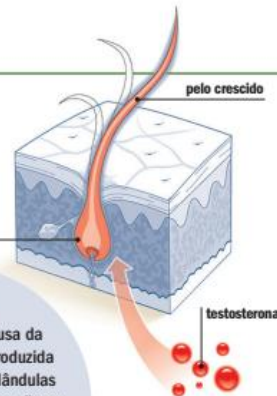
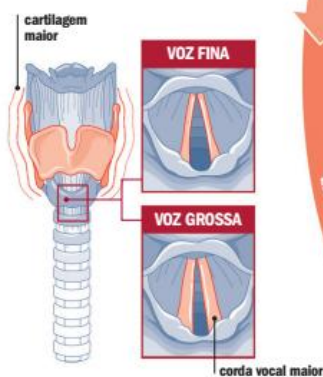
O que acontece no corpo dos meninos no início da adolescência?

1 A largada da puberdade

Por volta dos 10 anos, o hipotálamo, lá no cérebro, começa a liberar um hormônio chamado gonadotrofina (GnRH), que viaja até a hipófise, uma glândula também localizada na cabeça. Ali são fabricados dois hormônios: o luteinizante (LH) e o foliculostimulante (FSH). Eles ativam a produção da testosterona nos testículos.

2 A voz fica mais grave

A testosterona provoca o aumento da cartilagem da laringe, onde se encontram as pregas vocais — elas então podem se alongar em até 1 centímetro. Como a voz se origina da vibração dessas pregas, quando ficam maiores, há mudanças de tom, que fica mais grave.



3 Pelos

Também por causa da testosterona, que é produzida nos testículos e nas glândulas suprarrenais, os folículos pilosos são estimulados. Dessa forma, pelos surgem nas axilas, no rosto, no peito, no abdômen e na região pubiana.

4 Acne

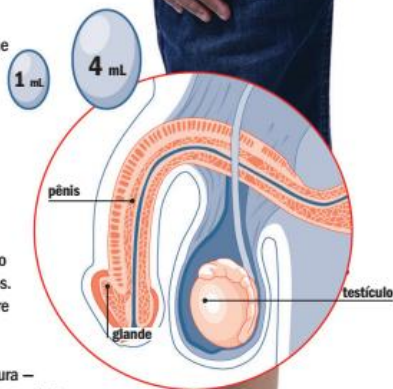
A testosterona estimula ainda as glândulas sebáceas, que secretam a gordura natural da pele. Esse sebo pode se acumular nos poros, servindo de alimento para bactérias e provocando uma inflamação com pus — surgem as espinhas.

5 Músculos

Nessa fase, os meninos chegam a praticamente zerar seus depósitos de gordura no corpo. Em compensação, ganham mais músculos e peso. A testosterona, juntamente com o GH, o hormônio do crescimento, faz com que as células das fibras musculares cresçam e se multipliquem.

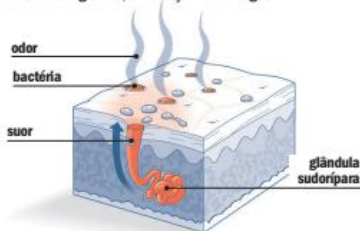
6 Testículos

O crescimento deles é uma das primeiras mudanças no corpo dos meninos durante a puberdade. Na infância, os testículos apresentam um volume entre 1 e 2 mililitros. Depois, quando disparam a produção de espermatozoides, chegam a 4 mililitros ou mais. Os garotos têm, assim, a primeira ejaculação.



7 Pênis

Ele se desenvolve logo depois do crescimento inicial dos testículos. A idade exata em que isso ocorre varia de garoto para garoto. O pênis primeiro aumenta em comprimento e, depois, em largura — sobretudo a glândula, a cabeça desse órgão.



8 Novos odores

Os hormônios sexuais estimulam as glândulas sudoríparas. Daí, elas passam a fabricar mais suor, alimento rico para bactérias, que se proliferam nas axilas e nos pés. Essas regiões, então, exalam cheiros desagradáveis — o quadro só tende a piorar quando existem muitos pelos por ali.

9 Estirão

Na infância, a velocidade de crescimento dos meninos é de 5 a 7 centímetros por ano. Na adolescência, chega a 12 centímetros por ano. A ação dos hormônios sexuais, que provoca a multiplicação de células, se soma à do GH, que é produzido na hipófise e está por trás de uma maior síntese de proteínas nas células. É por isso que a garotada dá aquela estirada.

OS ESTÁGIOS DA PUBERDADE

Para determinar esse período de transição entre a infância e a adolescência, os médicos usam os índices de Tanner, uma classificação por níveis de desenvolvimento. G1 é o estágio em que testículos e escroto têm proporções infantis. No G2 há um aumento inicial dos testículos para 4 mililitros. Só no G3 há um crescimento do pênis em comprimento. No G4 seu diâmetro aumenta, principalmente na glândula. O G5 é o estágio final, quando o corpo do garoto já ganhou feições adultas. Vale um adendo: meninos com idade semelhante podem se encontrar em níveis de desenvolvimento diferentes.

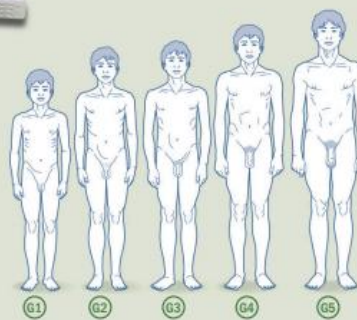


Figura 3. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: POLATO, A. O que acontece no corpo dos meninos no início da adolescência? *Saúde*, São Paulo, ed. 312, p. 34-35, jun. 2009.

Fontes: Andréa Maria Calres, fonoaudióloga clínica; Geni Workman Bezons, presidente do Departamento de Adolescência da Sociedade de Pediatria de São Paulo; Maurício de Souza Lima, médico hepatista do Hospital das Clínicas de São Paulo; Vivian Estefan, endocrinologista do Hospital Professor Edmundo Vasconcelos. InfoGráfico Thiago Lyra e Ilustrações/Abri/ C Comunicações S/A. Foto: Fernando Favoretto.

[Por Amanda Potato]

Sistema genital feminino

O sistema genital feminino humano (**figura 4**) e dos demais mamíferos produz os gametas, fornece local apropriado para a ocorrência da fecundação, permite a implantação e o desenvolvimento do conceito (termo que se refere ao embrião ou ao feto) e executa atividade motora suficiente para expulsar o novo indivíduo ao nascimento.

Ao nascer, uma menina tem nos **ovários** as células formadoras de gametas (ovócitos primários), que se encontram circundadas por células foliculares, formando os **foliculos ovarianos primordiais**. A partir da puberdade, respondendo a estímulos hormonais, o gameta feminino é liberado na superfície do ovário.

Em muitos grupos de vertebrados (com destaque para os primatas, como os seres humanos), o gameta feminino é o **ovócito II**, com a divisão interrompida na metáfase. A meiose completa-se estimulada pela fecundação, quando então passa a ser denominado óvulo. As **tubas uterinas** (ou ovidutos), nas quais a fecundação acontece, eram denominadas trompas de Falópio, em homenagem ao anatomista italiano Gabriel Fallopio (1523-1562), que descreveu a estrutura do sistema genital feminino.

Os movimentos peristálticos das **tubas uterinas**, combinados com o batimento de cílios microscópicos das células que revestem sua superfície interna, impelem o gameta feminino ou o embrião no sentido da cavidade uterina. O esperma é depositado na **vagina**, que se abre no **pudendo feminino** (conjunto dos órgãos genitais externos femininos), onde se encontram o clitóris, os lábios maiores e os lábios menores. O útero comunica-se com a extremidade interna da vagina pelo **canal cervical**.

O clitóris é formado por tecido esponjoso erétil, sendo homólogo ao pênis. Os lábios maiores são dobras de pele, que, após a puberdade, passam a ser cobertas por pelos pubianos, protegendo os lábios menores, o clitóris e as aberturas da uretra e da vagina. A abertura da vagina é ocluída pelo hímen, uma membrana com aberturas que deixa passar o fluxo menstrual e se rompe nas primeiras relações sexuais.

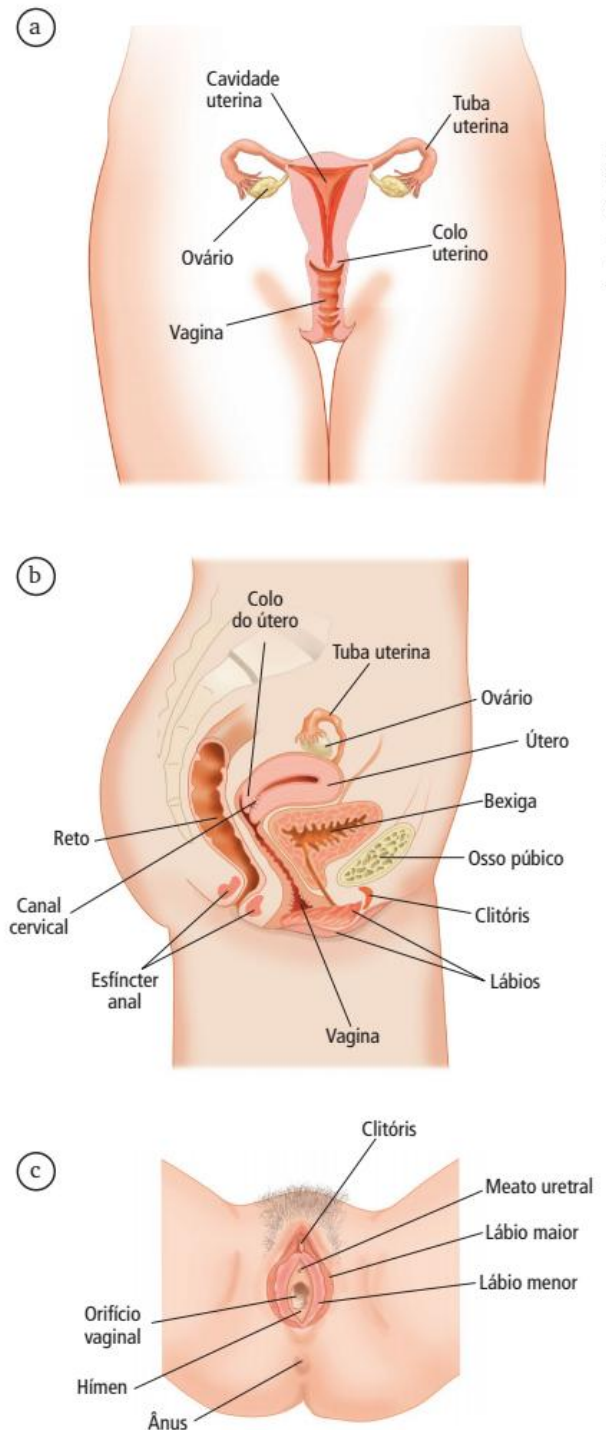
Chama-se hímen complacente o que permite a passagem do pênis sem se romper. Diferentemente do que se acredita, nem sempre a ruptura do hímen provoca sangramento.

No período fértil da mulher, alterações hormonais tornam o muco do colo uterino menos viscoso, facilitando a passagem dos espermatozoides, que podem invadir o útero e atingir as tubas uterinas.

Na mulher, as fases da relação sexual são semelhantes às do homem: com a excitação sexual, elevam-se as frequências cardíaca e respiratória e a pressão arterial; as mamas, o clitóris, os lábios menores da vulva e a vagina aumentam de volume pela presença de mais sangue, como ocorre com o pênis, na ereção; as glândulas da vagina secretam um líquido hialino que diminui a acidez vaginal. Esse líquido também age na lubrificação do canal vaginal, durante a excitação da mulher, sendo mais efetivo que o líquido lubrificante liberado pela uretra masculina, pois aparece em maior quantidade.

No orgasmo feminino, a vagina contrai-se e o colo do útero avança pela porção posterior da vagina, onde o esperma tende a se acumular, facilitando a entrada de espermatozoides. Contrações rítmicas do útero aspiram os espermatozoides. Sem esses “empurrões”, os espermatozoides levariam horas para chegar até a porção distal da tuba uterina, onde ocorre a fecundação. Minutos depois da ejaculação, já se encontram espermatozoides nas tubas.

Para muitos embriologistas, conceito pode incluir os anexos embrionários.



Ilustrações: Osni Oliveira

Figura 4. Representação do sistema genital feminino: (a) vista frontal; (b) vista lateral; (c) estruturas genitais externas. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

O que acontece no corpo das meninas durante a adolescência?

sempre quis saber

Fontes: Andréa Maria Calres, fonoaudióloga clínica; Geni Worcman Bezno, presidente do Departamento de Adolescência da Sociedade de Pediatria de São Paulo; Maurício de Souza Lima, médico hepatista do Hospital das Clínicas de São Paulo; Rosana Durães Simões, ginecologista da Universidade Federal de São Paulo; e Vivian Esteran, endocrinologista do Hospital Professor Edmundo Vasconcelos, na capital paulista. Saúde/Abnfl Comunicações S/A. Foto: Fernando Favoretto.

1 O início da puberdade

Por volta dos 8 anos, o hipotálamo libera um hormônio chamado gonadotrofina (GnRH), que vai até a glândula hipófise. Ali dispara-se a produção de dois outros hormônios: o luteinizante (LH) e o foliculostimulante (FSH). Eles estimulam os ovários a fabricar estrogênio e progesterona.

2 Voz

Assim como os meninos, as meninas produzem testosterona, mas em menor quantidade. É esse hormônio que faz a cartilagem da laringe, onde estão as pregas vocais, aumentar em torno de 4 milímetros. Isso deixa a voz menos aguda.

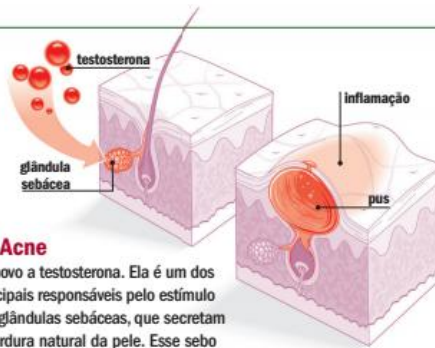
3 Curvas

O corpo da menina ganha contornos de mulher. Na presença do estrogênio, células do tecido adiposo na região das coxas, das nádegas e da barriga crescem e se multiplicam. Os locais em que a gordura se deposita variam muito de acordo com o biótipo de cada garota.



4 Menstruação

Nos dois primeiros anos do período menstrual, o eixo hipotálamo-hipófise-ovários ainda não está amadurecido. Por isso, os ciclos são bem irregulares. A menina pode ter períodos com fluxo e frequência variados, algumas vezes sem ovulação.



5 Acne

De novo a testosterona. Ela é um dos principais responsáveis pelo estímulo nas glândulas sebáceas, que secretam a gordura natural da pele. Esse sebo se acumula nos poros e serve de alimento para bactérias, provocando uma inflamação com pus, a espinha.

6 Pelos

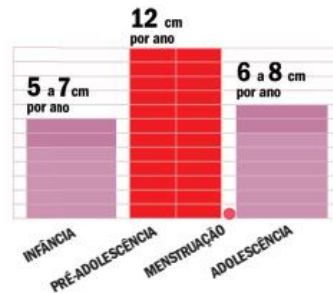
Quando a testosterona, liberada pelas glândulas suprarrenais e ovários, cai na circulação sanguínea, começam a crescer os primeiros pelos nas axilas, nas pernas e na região pubiana. É que os folículos capilares são incitados pelo hormônio.

7 Mamas

O primeiro sinal da puberdade não é a menstruação, mas, sim, o surgimento do broto mamário, com elevação da aréola e da papila. O estrogênio, o hormônio ovariano, é o maestro que rege essa transformação com data certa para ocorrer – em geral entre 8 e 10 anos.

8 Novos odores

Os hormônios sexuais ativam as glândulas sudoríparas, que passam a produzir mais suor. Como o líquido é um alimento rico para bactérias, elas se proliferam nas axilas e nos pés. Daí porque essas regiões passam a exalar cheiros desagradáveis.



9 Crescimento

Na infância, a velocidade média de crescimento das meninas é de 5 a 7 centímetros por ano. Antes da menarca, a primeira menstruação, chega a 12 centímetros por ano. Depois da menstruação, elas continuam crescendo num ritmo menor. É o resultado da soma dos hormônios sexuais e do GH, hormônio do crescimento, que multiplica as células e aumenta a síntese de proteínas nelas.

DA INFÂNCIA À ADOLESCÊNCIA

É pelo crescimento das mamas que os médicos acompanham o desenvolvimento das meninas. Para isso, eles seguem a classificação de Tanner. São cinco estágios. No M1, as mamas ainda são infantis. No M2, há o desenvolvimento dessas glândulas — é o broto mamário. Depois, no M3, tem-se um maior crescimento da mama e da aréola, mas sem separação de seus contornos, que só acontece no M4. No M5, as mamas têm aspecto adulto e o contorno areolar é incorporado ao da mama. A menstruação costuma ocorrer entre os estágios M3 e M4.

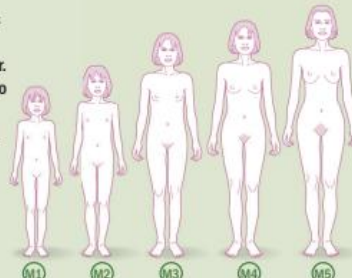


Figura 5. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: POLATO, A. O que acontece no corpo das meninas durante a adolescência? Saúde. São Paulo, ed. 313, p. 36-37, jul. 2009.

[Por Amanda Polato]

Na publicidade, o machismo é a regra da casa

Publicitárias denunciam abusos de que são vítimas no trabalho e afirmam: os anúncios que indignam as mulheres nascem da cultura interna das próprias agências

“Não existem muitos casos de propagandas machistas no Brasil porque a publicidade brasileira é madura para perceber que a pior coisa que pode fazer é irritar o consumidor, seja ele mulher, homem ou criança. De qualquer forma, nós não temos uma declaração oficial a respeito desse assunto”. Essa foi a resposta da assessora de imprensa do Conar (Conselho Nacional de Autorregulamentação Publicitária), por telefone, à pergunta da **Pública**

referente a algumas peças publicitárias lançadas no Carnaval e no Dia Internacional da Mulher, rechaçadas nas redes sociais por serem consideradas machistas – algumas inclusive retiradas de circulação. O Conar é um órgão de autorregulamentação das agências publicitárias, encarregado de receber denúncias de consumidores ou órgãos públicos e julgar se a propaganda deve ser tirada do ar e a agência eventualmente advertida. Das 18 denúncias de

machismo em propaganda recebidas em 2014 (pesquisadas pela **Pública** no site do Conselho), 17 foram arquivadas, e apenas uma, [...], que dizia em sua página do Facebook “tenho medo de ir no bar pedir uma rodada e o garçom trazer minha ex” terminou com um pedido de suspensão e advertência da agência que realizou a campanha.

[...]

DIP, A. Na publicidade, o machismo é a regra da casa. **Carta Capital**. São Paulo. 22 mar. 2015. Disponível em: <www.cartacapital.com.br/sociedade/machismo-e-a-regra-da-casa-4866.html>. Acesso em: mar. 2016.

Atividades

Escreva no caderno

1. Em grupos, reúnam materiais publicitários (folhetos, materiais impressos em jornais e revistas ou propagandas na TV) em que fiquem aparentes questões apresentadas na notícia.
2. Tragam o material coletado para discussão e organizem debates, com grupos apresentando argumentos favoráveis à proibição, e outros, argumentos favoráveis à liberação do uso dos materiais.

Regulação hormonal do ciclo menstrual

A liberação de um gameta pelo ovário é parte de uma sequência cíclica de eventos chamada **ciclo menstrual**, que envolve interações de hormônios hipofisários (hormônio foliculosestimulante e hormônio luteinizante) com hormônios ovarianos (estrógenos e progesterona). Os ciclos menstruais iniciam-se geralmente entre 11 anos e 15 anos de idade. A primeira menstruação é a **menarca**, que habitualmente acontece cerca de dois a três anos depois do início do desenvolvimento mamário (**telarca**), que marca o início da puberdade.

Cada ciclo menstrual começa no primeiro dia de uma **menstruação**, quando estão baixas as concentrações plasmáticas de hormônio foliculosestimulante, hormônio luteinizante, estrógenos e progesterona.

Por ação do hormônio foliculosestimulante, inicia-se a maturação de alguns folículos ovarianos, embora geralmente apenas um deles a complete. O ovócito primário contido no ovário dá continuidade à meiose, que estava interrompida na prófase I. O folículo cresce e, dentro de poucos dias, desenvolve-se uma cavidade com líquido.

Durante a fase de maturação, o folículo secreta quantidades crescentes de estrógenos, que estimulam a proliferação de células do endométrio (mucosa que reveste a cavidade uterina), determinando seu espessamento.

Ao atingir determinada concentração, os estrógenos passam a estimular a liberação de hormônio luteinizante pela hipófise, cuja secreção aumenta acentuadamente (*feedback* positivo). O pico da concentração do hormônio luteinizante encontra o folículo ovariano já maduro, por volta do 14º dia do ciclo (em um ciclo de 28 dias), e induz o rompimento de sua parede.

A liberação do gameta feminino chama-se **ovulação**. Recolhido pela tuba uterina, o gameta permanece viável por aproximadamente 24 horas.

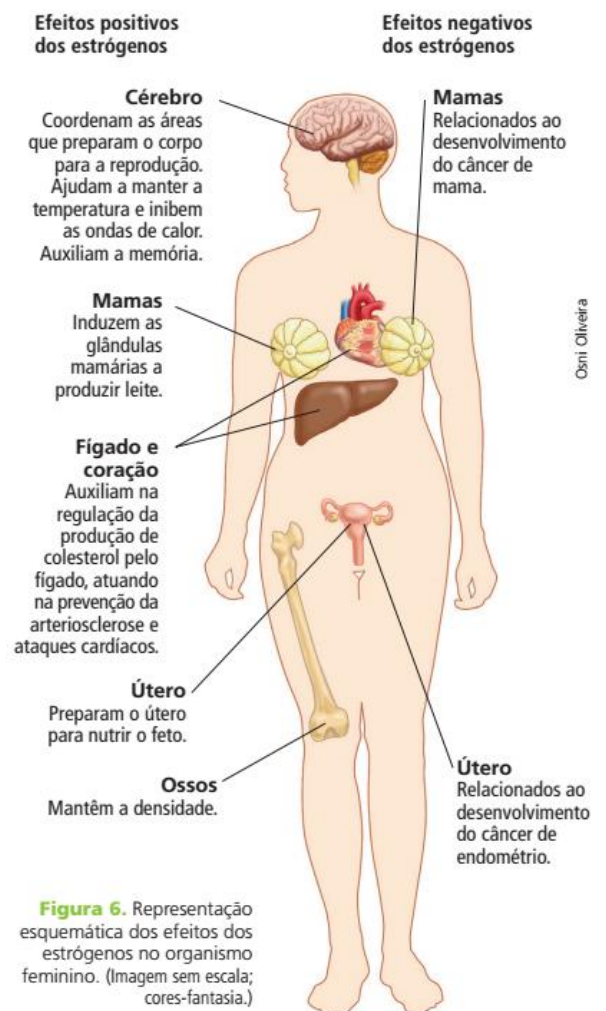


Figura 6. Representação esquemática dos efeitos dos estrógenos no organismo feminino. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

O espessamento, o aumento da vascularização e o desenvolvimento das glândulas tornam o endométrio apto a receber o embrião.

Após o rompimento do folículo, sob o contínuo estímulo do hormônio luteinizante, a massa celular ovariana resultante transforma-se em **corpo-lúteo** (ou corpo-amarelo), que produz estrógenos e passa a secretar quantidades crescentes de progesterona, cuja ação acentua o espessamento do endométrio e faz com que ele seja intensamente invadido por vasos sanguíneos e desenvolva glândulas produtoras de glicogênio.

Juntos, estrógenos e progesterona inibem a produção de hormônio folículoestimulante e de hormônio luteinizante pela hipófise (*feedback* negativo). A queda da produção de hormônio luteinizante induz a atrofia do corpo-lúteo, que se converte em **corpo albicans** (ou corpo branco), interrompendo a produção de estrógenos e progesterona.

Sem estrógenos e progesterona, ocorre a menstruação: o endométrio espessado e vascularizado não se mantém; sua camada superficial se descama, ocorrendo sangramento, que dura alguns dias.

Estando baixas as concentrações de estrógenos e de progesterona, cessa a inibição sobre a hipófise, que volta a secretar o hormônio folículoestimulante, dando início à maturação de outro folículo e à mesma série de eventos.

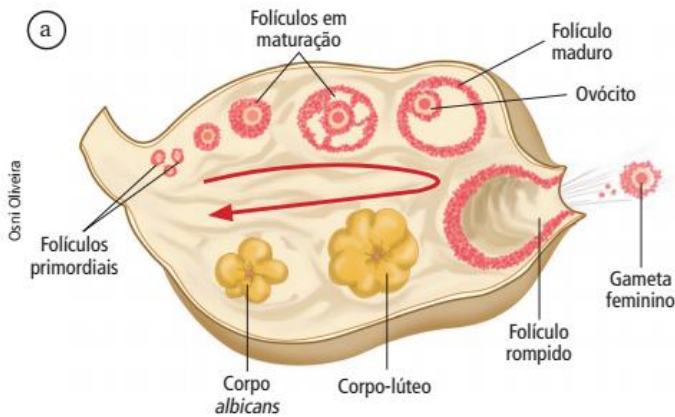
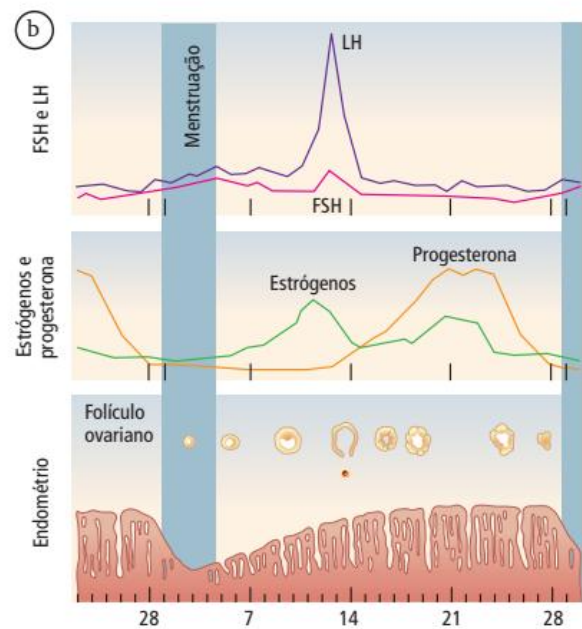


Figura 7. (a) Corte transversal de ovário, mostrando as transformações de um folículo ovariano ao longo de um ciclo menstrual (a seta vermelha indica a ordem das etapas). (b) Variações das concentrações hormonais e do grau de espessamento do endométrio durante o ciclo menstrual, cuja duração média é de 28 dias. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)



Fonte: REECE, J. B.; TAYLOR, M. R.; SIMON, E. J. *Campbell Biology: Concepts & Connections*. New York: Pearson, 2015.

Ciclos menstruais com 27 ou 30 dias também são considerados normais. O cálculo do dia fértil nesses casos deve ser: se a duração de um ciclo foi de 30 dias, é provável que a mulher tenha ovulado no 16º, pois a ovulação costuma ocorrer 14 dias antes do final do ciclo; em um ciclo menstrual de 27 dias, o 13º deve ter sido o dia da ovulação.

Entre 45 anos e 55 anos de idade, os ciclos menstruais vão deixando de ocorrer, e a deficiência de hormônios sexuais (principalmente de estrógenos) provoca ondas de calor, vertigens, desconforto ou dor durante as relações sexuais. A interrupção fisiológica dos ciclos menstruais é denominada **menopausa**.

A redução das atividades fisiológicas e reprodutivas, tanto do homem quanto da mulher, caracteriza o período do **climatério**. Nas mulheres, há progressivo desaparecimento do número de folículos ovarianos, além de redução da produção dos estrógenos. Costumam surgir alterações menstruais, até o momento em que não há mais ovulação e a mulher torna-se infértil. Entre os homens, o início do climatério não é tão delimitado como nas mulheres. A testosterona permanece com concentrações relativamente estáveis após os 50 anos, reduzindo-se a partir dos 60 anos ou 70 anos, quando há redução da atividade metabólica e sexual, da produção de espermatozoides e da massa muscular e óssea.

Osteoporose: um mal evitável

Um efeito colateral das significativas variações hormonais que ocorrem a partir da menopausa é a osteoporose, caracterizada pela redução de massa e densidade ósseas, o que torna os ossos mais frágeis e suscetíveis até mesmo a fraturas espontâneas, provocadas pelo próprio peso do corpo. Vértex, pernas e quadril estão mais sujeitos à perda óssea. O processo inicia-se gradualmente entre 35 anos e 40 anos e algumas vezes é tão lento

que muitos anos podem se passar até que surjam manifestações. Algumas medidas que reduzem os riscos de desenvolver osteoporose são: dieta rica em cálcio e vitamina D; restrição a bebidas alcoólicas e tabagismo; exposição adequada ao sol; prática regular de exercícios físicos.

Outras medidas preventivas incluem o acesso a informações desde a adolescência e exames periódicos próximos da menopausa para avaliar a necessidade do uso de reposição hormonal.

Se a mulher tem relação sexual no período fértil, é quase certo que ocorra a fecundação (figura 8). Mesmo que a relação sexual tenha acontecido até dois ou três dias antes da ovulação, a possibilidade de ocorrer fecundação existe, uma vez que os espermatozoides permanecem vivos e móveis dentro do sistema genital da mulher durante esse tempo.

A fecundação acontece na porção distal da tuba uterina. No terceiro dia após a fecundação, o embrião é uma massa compacta de células; no quarto dia, o acúmulo de líquido no embrião separa dois grupos de células: o **trofoblasto** (a camada celular externa) e a **massa celular interna**.

Entrando no útero, entre o 4º e o 5º dia depois da fecundação, o embrião implanta-se no endométrio por volta do 7º dia. Essa implantação é chamada **nidação** e se completa entre o 10º e o 12º dia.

A nidação ocorre no período em que a concentração de progesterona é mais alta e, portanto, o endométrio está em condições de receber o embrião. A menstruação não acontece devido a um "aviso químico": o trofoblasto, logo após a nidação, secreta **gonadotrofina coriônica** (ou hCG), hormônio que mantém o corpo-lúteo ativo, impedindo que ele se converta em corpo *albicans*. Como as concentrações de estrógenos e de progesterona não diminuem, a mulher não menstrua.

Os estrógenos e a progesterona mantêm a hipófise inibida, impedindo a liberação de hormônio folículoestimulante e de hormônio luteinizante e, conseqüentemente, a maturação do folículo e a liberação de outro gameta, enquanto a mulher estiver grávida.

Por volta da 15ª semana de gestação, a placenta está madura. Além de ser um órgão de trocas entre o sangue materno e o sangue do feto, também secreta os hormônios progesterona e estrógenos (figura 9).

Apenas a gonadotrofina coriônica pode ser considerada um hormônio exclusivo da gravidez. Os testes para diagnóstico de gestação, feitos por análise de sangue ou de urina, detectam a presença da gonadotrofina coriônica. Alguns dias depois da nidação, mesmo antes que se perceba o atraso menstrual, os testes feitos com o sangue podem demonstrar a presença do hormônio; na urina, a positividade dos testes é um pouco mais tardia, só acontecendo geralmente depois de percebido o atraso menstrual.

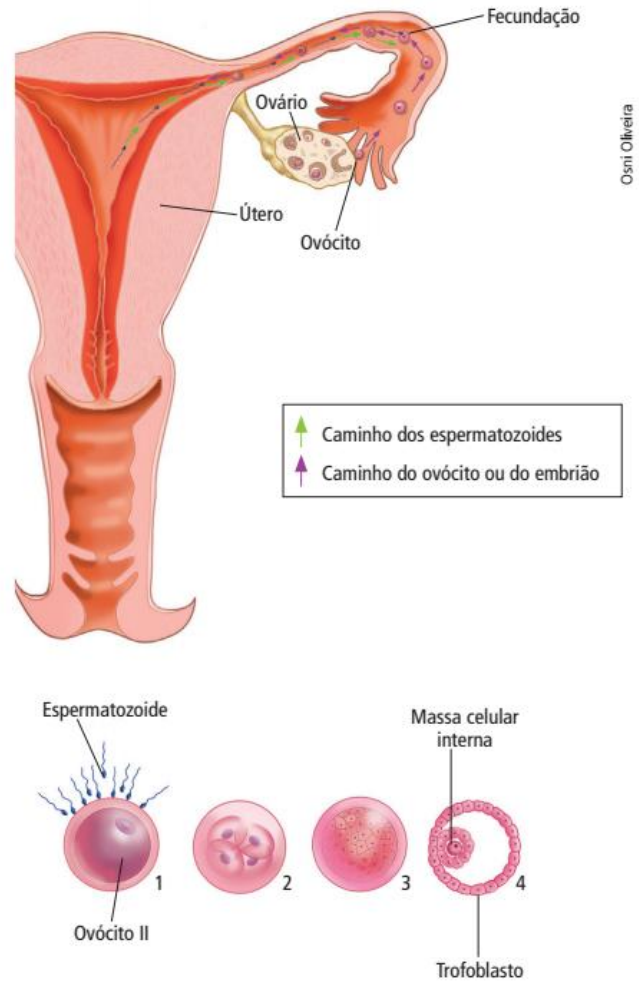
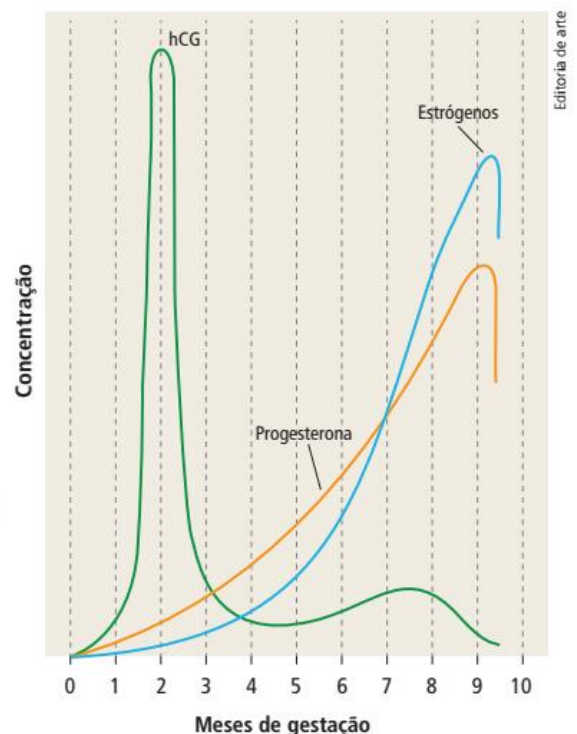


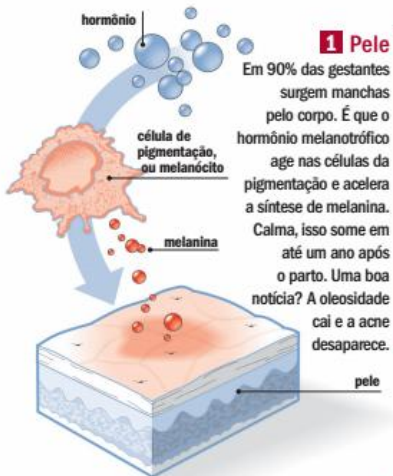
Figura 8. Representação esquemática da fecundação e das etapas do início do desenvolvimento embrionário. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)



Fonte: REECE, J. B.; TAYLOR, M. R.; SIMON, E. J. *Campbell Biology: concepts and connections*. New York: Pearson, 2015.

Figura 9. Durante toda a gestação, as concentrações de progesterona e de estrógenos permanecem elevadas, impedindo a ocorrência da menstruação e da ovulação. Nas primeiras 15 semanas, isso se deve à manutenção da atividade do corpo-lúteo pela ação da gonadotrofina coriônica; a partir daí, a placenta passa a secretar estrógenos e progesterona, e a concentração da gonadotrofina coriônica diminui acentuadamente.

O que acontece com o corpo da mulher durante a **gestação**?

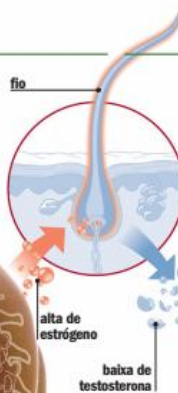


1 Pele

Em 90% das gestantes surgem manchas pelo corpo. É que o hormônio melanotrófico age nas células da pigmentação e acelera a síntese de melanina. Calma, isso some em até um ano após o parto. Uma boa notícia? A oleosidade cai e a acne desaparece.

2 Olfato e paladar

O gosto e o cheiro ficam apuradíssimos. Uma hipótese é o aumento da vascularização na boca e no nariz. Outra é que se trata de um mecanismo de defesa da mãe, atendida nas necessidades do feto.



3 Cabelos

Talvez eles nunca tenham sido tão lindos. A superprodução de estrógeno faz baixar a testosterona, hormônio que afina o fio, facilitando seu desprendimento. Desse modo, dificilmente há queda. Depois do parto, aí, sim, os fios a mais caem bruscamente.

de 160 g para 400 g

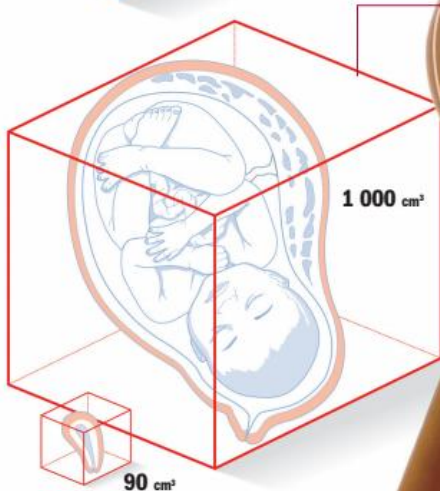


4 Mamas

Elas podem aumentar três vezes de tamanho porque as glândulas mamárias se proliferam, há maior acúmulo de gordura e a prolactina prepara tudo para a produção de leite, que começa depois do parto. Se o bebê pesa 3 kg, consumirá 450 mL de leite por dia.

5 Coluna

Para sustentar o peso extra, o eixo de equilíbrio se desloca e as grávidas mudam a postura naturalmente. A partir do terceiro trimestre, há uma acentuação da lordose. Os ombros são jogados para trás e as pernas ficam mais afastadas.

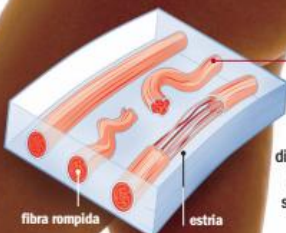


8 Útero

Aqui os números impressionam mesmo: o volume do órgão passa de 90 cm³ para 1 000 cm³ perto do parto. Aumenta cerca de 20 vezes seu peso original. A quantidade de tecido se multiplica, deixando a região bem molinha para acomodar o embrião.

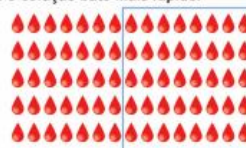
6 Estrias

Quando o volume de gordura sob a pele aumenta demais, as fibras da derme distendem e podem se romper. Para recuperar a lesão, vasos sanguíneos se formam. Daí as manchas vermelhas que vão cicatrizando e embranquecem.



7 Fluxo sanguíneo

O volume de sangue pode aumentar até 50%, passando de 4,5 para 6,7 litros. É um esforço hercúleo para se adaptar às novas condições e o coração bate mais rápido.



+50% de volume

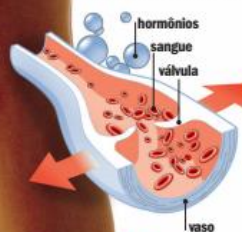
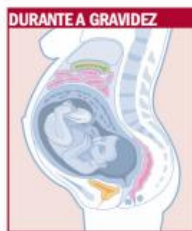
9 Sistema digestório

As paredes do intestino, estômago e bexiga amolecem por causa da progesterona. Isso favorece o acúmulo de líquidos nos tecidos.

ESTÔMAGO A pressão do útero sobre o órgão faz com que ele fique comprimido, dificultando a digestão. Ela também é retardada pela secreção de hormônios que causam o enjoo.

INTESTINO A retenção hídrica atrasa a passagem do alimento por esse órgão, levando à prisão de ventre.

BEXIGA Mais apertada, explica por que as grávidas fazem xixi com frequência. Sem contar que os rins fabricam mais urina para filtrar o volume extra de sangue.



10 Varizes

A culpa é da progesterona e do estrógeno, que relaxam as paredes das veias e aumentam o risco de dilatação. Quando os vasos se dilatam, suas válvulas ficam abertas e o sangue tende a ficar estancado.

11 Inchaço

A progesterona facilita a retenção de água, enquanto o aumento uterino comprime a veia cava, no lado direito do corpo. A circulação desacelera e o sangue se acumula nas pernas, pés e tornozelos.

OS HORMÔNIOS DA GRAVIDEZ

ESTRÓGENO – Produzido nos ovários e na placenta, é o responsável pelas características femininas.

PROGESTERONA – Produzida nos ovários e na placenta, prepara o útero para receber o embrião.

GONADOTROFINA CORIÔNICA (hCG) – Oriunda da placenta, estimula a progesterona e o estrógeno.

MELANOTRÓFICO – Aumenta a pigmentação de partes do corpo.

PROLACTINA – Estimula o leite.

OCITOCINA – Contraí o útero para a expulsão do bebê na hora do parto e provoca a ejeção do leite na seqüência.

FOTO SHIGUCHI/GETTY IMAGES

Fontes: Ana Beatriz de Freitas Castro Marques, endocrinologista do Hospital Samaritano; Edilson Ogeda, ginecologista e obstetra do Hospital Albert Einstein; Leonardo Abrucço Neto, dermatologista do Hospital Santa Catarina; Infográfico Thiago Lyra e Rubens Paiva; Saúde/Abnli Comunicações SA.

[Por Ana Paula Polato]

Figura 10. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Após cerca de 40 semanas, contadas a partir do primeiro dia da última menstruação (portanto, 38 semanas depois da fecundação), a gestação humana se completa. Alguns sinais químicos desencadeiam o **trabalho de parto**.

Entre a 34ª e a 36ª semana de gestação, o útero passa a ter contrações periódicas. O feto pressiona o colo do útero, excitando receptores nervosos que transmitem estímulos para o hipotálamo da mãe. A hipófise materna passa a secretar quantidades progressivamente maiores de ocitocina, hormônio que aumenta a frequência e a intensidade das contrações uterinas (**figura 11**). No final da gestação, a placenta diminui a produção de progesterona, desencadeando o trabalho de parto.

O trabalho de parto é dividido em etapas (**figura 12**). Na **dilatação**, as contrações do útero intensificam-se; a princípio, mais espaçadas; depois, mais frequentes e intensas. O colo do útero começa a se abrir, quando então a bolsa cheia de líquido que envolve o feto geralmente se rompe. Na **expulsão**, o colo alcança a dilatação máxima (cerca de 10 cm), e a cabeça do bebê começa a despontar por ele. Um importante componente voluntário participa dessa etapa: contraindo os músculos da parede abdominal, a mulher auxilia na expulsão do feto. Essa série de eventos é progressiva e culmina com o nascimento da criança.

Após a expulsão, o recém-nascido executa os primeiros movimentos respiratórios, expandindo os pulmões. O **cordão umbilical**, que comunica o recém-nascido com a placenta, deve ser cortado em seguida. As contrações uterinas prosseguem por certo tempo, eliminando a placenta e as membranas que a ela estão aderidas.

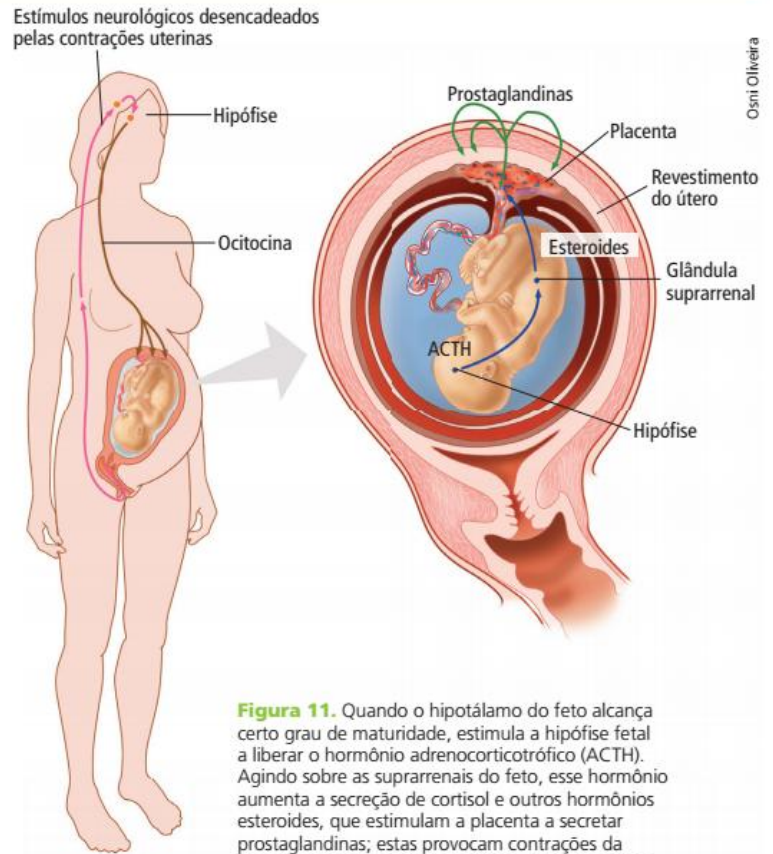


Figura 11. Quando o hipotálamo do feto alcança certo grau de maturidade, estimula a hipófise fetal a liberar o hormônio adrenocorticotrófico (ACTH). Agindo sobre as suprarrenais do feto, esse hormônio aumenta a secreção de cortisol e outros hormônios esteroides, que estimulam a placenta a secretar prostaglandinas; estas provocam contrações da musculatura não estriada do útero. Quanto mais o útero se contrai, mais os receptores nervosos do colo uterino são excitados e mais ocitocina é secretada pela hipófise materna, intensificando as contrações. É mais um exemplo de retroalimentação positiva. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

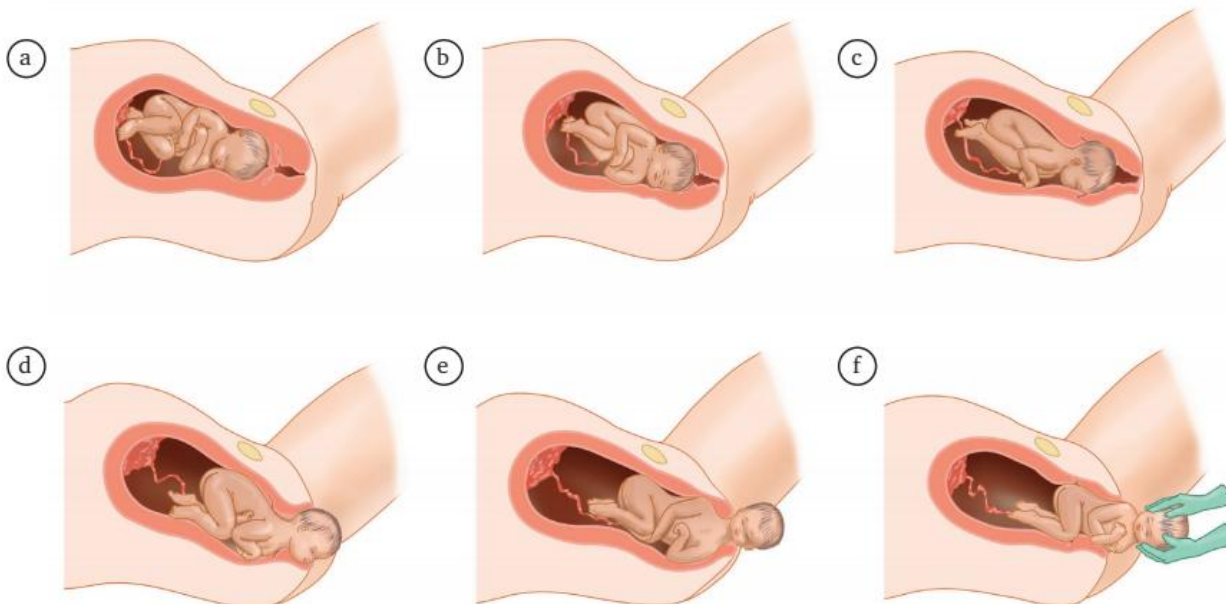
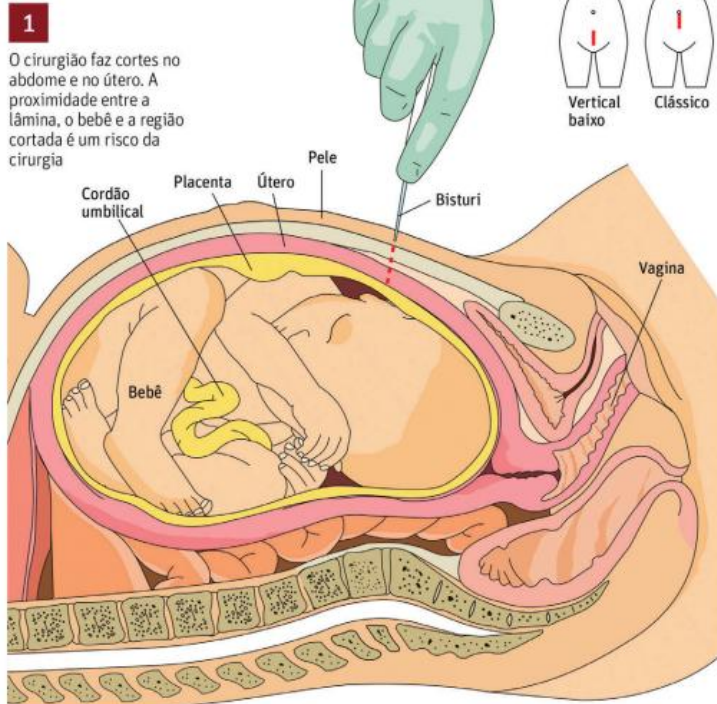


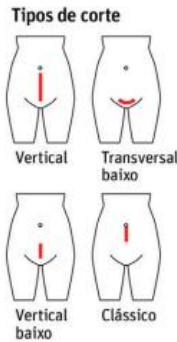
Figura 12. (a) Contrações uterinas empurram o feto contra o colo do útero. (b) Abertura do colo uterino. (c) Dilatação se completa e o feto começa a ser expulso. (d) Cabeça do bebê emerge. (e) Pescoço da criança, que estava torcido durante a rotação interna da cabeça, retoma sua posição normal. (f) Esforço expulsivo da mãe é auxiliado pelo profissional de saúde, que traciona delicadamente o corpo da criança. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Há determinadas situações em que o trabalho de parto não prossegue normalmente; por exemplo, quando existe desproporção entre o tamanho do feto e as dimensões da pelve da mulher, ou quando o feto está de tal forma posicionado dentro do útero que sua passagem pelo canal de parto expõe a mãe ou o próprio feto. Nessas circunstâncias, opta-se pelo **parto cirúrgico** (ou cesariana), que também pode ser feito quando a placenta se torna insuficiente e não mais consegue suprir as necessidades de oxigenação e nutrição do feto; nesse caso, a gestação é interrompida antes mesmo de o trabalho de parto ser iniciado.

COMO É A OPERAÇÃO
Entenda as três etapas principais do procedimento



1
O cirurgião faz cortes no abdome e no útero. A proximidade entre a lâmina, o bebê e a região cortada é um risco da cirurgia



CESÁREA NA BALANÇA

VANTAGENS

Segurança
Maior segurança quando a gestante tem problemas de saúde como hipertensão ou diabetes, se a posição do feto não é adequada ao parto normal ou ele entra em processo de sofrimento

Comodidade
Possibilidade de programar a data e a hora do nascimento

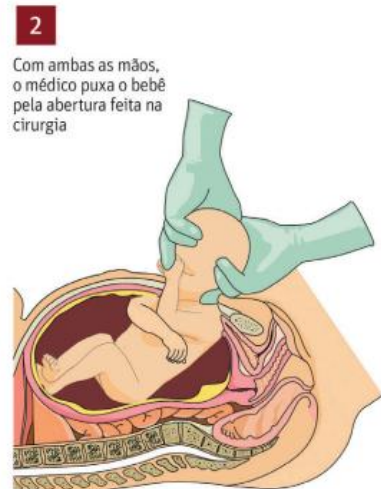
Rapidez
Duração mais curta do que o parto normal

DESVANTAGENS

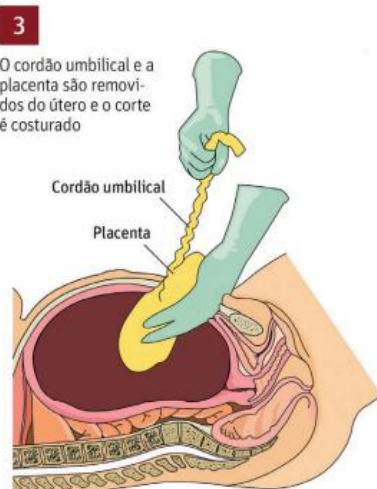
Prematuro
Existe a chance de o parto ser feito antes do período necessário para o pleno desenvolvimento do bebê, o que pode levar a problemas respiratórios que exijam sua internação em UTI neonatal

Alta
A recuperação da gestante é mais demorada

Infecção
Por ser uma cirurgia, há riscos maiores de a mãe contrair uma infecção



2
Com ambas as mãos, o médico puxa o bebê pela abertura feita na cirurgia



3
O cordão umbilical e a placenta são removidos do útero e o corte é costurado



4
Um curativo protege a região costurada

A mãe deixa o hospital em 3 ou 4 dias

Fonte: Folha de S.Paulo, 20 nov. 2011.

Figura 13. Representação das etapas da cesárea. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Amamentação (ou aleitamento)

Quando o cordão umbilical é cortado, o recém-nascido deixa de ser oxigenado e nutrido pelo sangue materno, através da placenta. Os mamíferos contam com uma importante adaptação evolutiva, que coloca à disposição dos filhotes recém-nascidos um precioso alimento — o **leite materno**.

Durante a gestação, os estrógenos e a progesterona iniciam a preparação das mamas para a lactação. As glândulas mamárias produzem inicialmente o **colostro**, secreção aparentemente diluída e “aguada”, mas rica em anticorpos e outras proteínas. É o primeiro alimento da criança e irá protegê-la contra infecções, particularmente as do sistema digestório (**figura 14**).

Poucos dias depois do nascimento, recebendo o estímulo da sucção do mamilo pela criança, a hipófise da mulher aumenta a secreção de prolactina e de ocitocina. A prolactina (cuja secreção se encontrava bloqueada pela progesterona) estimula a produção de leite, enquanto a ocitocina provoca a saída do leite. Esse aumento da lactação é conhecido por **apojadura** ou “descida do leite”. Quando a criança nasce de parto normal, a apoiadura costuma ser mais precoce, ocorrendo nas primeiras 24 horas ou 48 horas após o parto. Os estímulos hormonais que desencadeiam o trabalho de parto também contribuem para iniciar a lactação. Depois de uma cesariana, a apoiadura geralmente demora um pouco mais, pois as alterações hormonais típicas do parto não acontecem e ocorre dependência exclusiva da sucção do mamilo.

▶ A sucção é um comportamento instintivo que a criança é capaz de executar logo após o nascimento.

A produção de ocitocina, em resposta à sucção dos mamilos, é útil para a mãe, porque provoca contrações do útero. Algumas mulheres chegam a sentir uma discreta cólica, semelhante às cólicas menstruais, logo que colocam a criança para sugar o mamilo. As contrações uterinas comprimem os vasos sanguíneos do endométrio, contribuindo para evitar hemorragias pós-parto e diminuir o tamanho do útero.

▶ Quanto mais precocemente o recém-nascido for colocado para mamar, menor será o risco de hemorragia e mais rápida a recuperação da mãe.

Métodos contraceptivos

A prevenção da gravidez é fonte de debate em todas as sociedades humanas e envolve questões sociais, éticas, religiosas, políticas e econômicas, entre outras. Alguns métodos são antigos, e outros, mais recentes. Todos têm limitações, e conhecê-los facilita a eventual opção por um deles. A gestação em adolescentes e jovens tem sido muito discutida e, cada vez mais, defende-se a ideia de que os rapazes sejam estimulados a compartilhar com as companheiras a responsabilidade sobre as consequências de sua vida sexual.

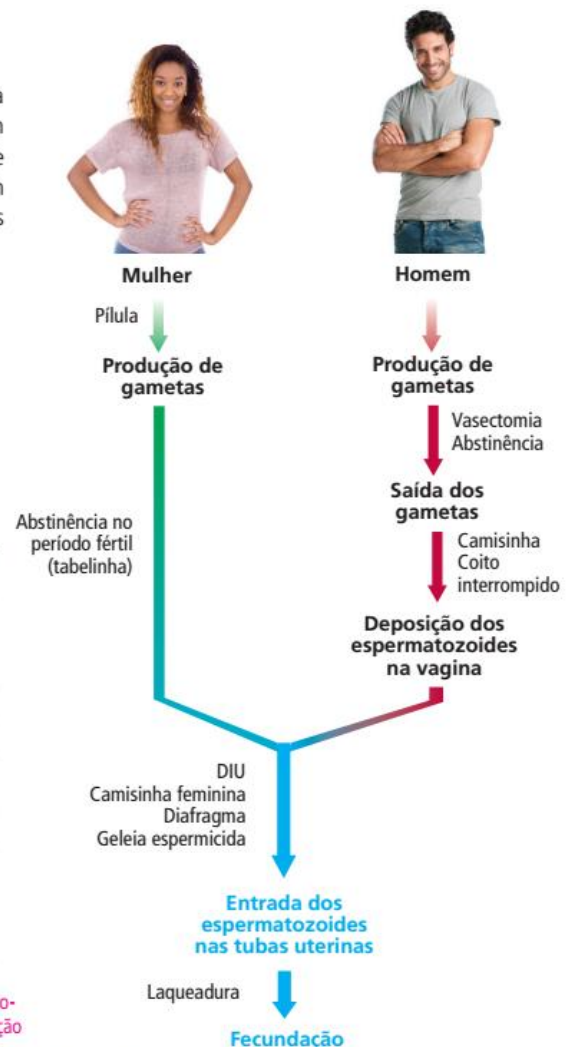
Os **métodos anticoncepcionais** (ou contraceptivos) são classificados em três categorias: os que impedem ou dificultam a **gametogênese** (pílula), os que impedem ou dificultam a **fecundação** (vasectomia, laqueadura tubária, preservativo, diafragma, coito interrompido, tabelinha) e os que impedem ou dificultam a **nidação** (DIU).

O esquema da **figura 15** resume os pontos de atuação de conhecidos métodos anticoncepcionais. Deve ser reforçada a importância da orientação médica na escolha do método anticoncepcional e do atendimento à mulher para a saúde reprodutiva e para prevenção e detecção precoce de doenças como o câncer de mama e do colo uterino.



Wallis/Opção Brasil

Figura 14. Além do valor afetivo, a amamentação oferece ao bebê o leite materno, alimento nutritivo, rico em anticorpos e fornecido em condições ideais de temperatura e higiene. Durante a amamentação, a produção aumentada de prolactina pode impedir a secreção de LH e talvez de FSH, inibindo a ovulação. A amamentação, portanto, muitas vezes funciona como um anticoncepcional natural. Trata-se de adaptação evolutiva, pois, enquanto um filho está sendo alimentado pela mãe, ela não irá despender energia e nutrientes com o desenvolvimento de outro. Eventualmente, contudo, a ovulação pode ocorrer durante o período de amamentação.



Fotos: Mulher, Samuel Borges Photography/Shutterstock.com; Homem, Rido/Shutterstock.com

Figura 15. Esquema indicando formas de anticoncepção.

É indicado que os adolescentes de ambos os sexos sejam orientados precocemente quanto aos métodos anticoncepcionais e que lhes seja propiciada a oportunidade de discutir e refletir sobre temas ligados ao início da atividade sexual.

Alguns dados reforçam a necessidade dessa orientação^{1,2,3}:

- mais de 50% das adolescentes brasileiras sexualmente ativas não usam nenhum método anticoncepcional;
- no Brasil, 20% de todas as gestações acontecem no primeiro ciclo menstrual das adolescentes;
- a idade para o início da atividade sexual está diminuindo cada vez mais (pesquisas brasileiras mostram que 50% dos rapazes e 13% das meninas tiveram sua primeira relação sexual antes dos 15 anos de idade);
- de cada dez mulheres brasileiras, cinco tornam-se sexualmente ativas antes dos 18 anos de idade, e três de cada dez têm um filho antes dessa idade.

Muitos adolescentes e jovens iniciam a atividade sexual por pressão do grupo ou do parceiro (namorado ou namorada); entretanto, a iniciação sexual não pode ser vista como uma "obrigação social". A abstinência sexual pode ser um comportamento esclarecido e maduro e deve ser aceita como tal.

A escolha de um método anticoncepcional deve levar em conta, entre outros, os seguintes aspectos:

- **Eficácia:** representa a capacidade de evitar a gravidez.
- **Segurança:** indica o risco de danos à saúde.
- **Aplicabilidade:** alguns métodos são difíceis de executar.
- **Custo:** para emprego em larga escala, torna-se relevante.
- **Reversibilidade:** alguns métodos são bastante eficazes e seguros, mas são considerados irreversíveis, e a opção por um deles deve ser criteriosamente avaliada.
- **Idade:** diferentes métodos são adequados a diferentes faixas etárias.
- **Frequência da atividade sexual:** métodos que exigem conduta diária, como a pílula anticoncepcional, podem não ser adequados para pessoas com atividade sexual esporádica.
- Grau de **motivação** para o uso do método.

▶ Anticoncepcional oral

A pílula anticoncepcional (figura 16) geralmente contém uma combinação de hormônios **estrogênicos** e **progestogênicos** sintéticos e somente deve ser usada sob recomendação médica. A associação dos hormônios determina espessamento e vascularização do endométrio; por retroalimentação negativa (ou *feedback* negativo), bloqueia a secreção de LH e FSH pela hipófise, **inibindo a ovulação**. Após o fim da cartela, as concentrações dos hormônios diminuem, ocorrendo a menstruação.



Figura 16. Para facilitar o seu uso, a pílula anticoncepcional é comercializada na forma de cartela-calendário.

¹ DUARTE, A. **Gravidez na adolescência**. Rio de Janeiro: Rosa dos Tempos, 1998.

² BOCARDI, M. I. B. **Gravidez na adolescência**. Marília: Unimar, 1998.

³ MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Direitos sexuais, direitos reprodutivos e métodos anticoncepcionais**. Disponível em: <http://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/direitos_sexuais_reprodutivos_metodos_anticoncepcionais.pdf>. Acesso em: fev. 2016.

A pílula anticoncepcional pode trazer efeitos indesejáveis, como hipertensão, vertigens, náuseas e vômitos. Deve ser evitada por mulheres que fumam e por aquelas que têm antecedentes de doenças cardiovasculares e hepáticas graves. Alternativas ao seu uso são os anticoncepcionais injetáveis e os implantes anticoncepcionais subcutâneos.

▶ Vasectomia

É uma **esterilização cirúrgica**, que consiste na ligadura e secção dos ductos deferentes para impedir a saída de espermatozoides (figura 17a). Na ejaculação de um homem vasectomizado, são eliminadas as secreções das vesículas seminais e da próstata, sendo ausentes os espermatozoides. Praticamente não há redução do volume de esperma ejaculado, tampouco ocorre alteração da atividade sexual.

▶ Laqueadura tubária

A laqueadura também é uma **esterilização cirúrgica**. Consiste na ligadura e secção das tubas uterinas para impedir que os espermatozoides alcancem sua porção distal (figura 17b)

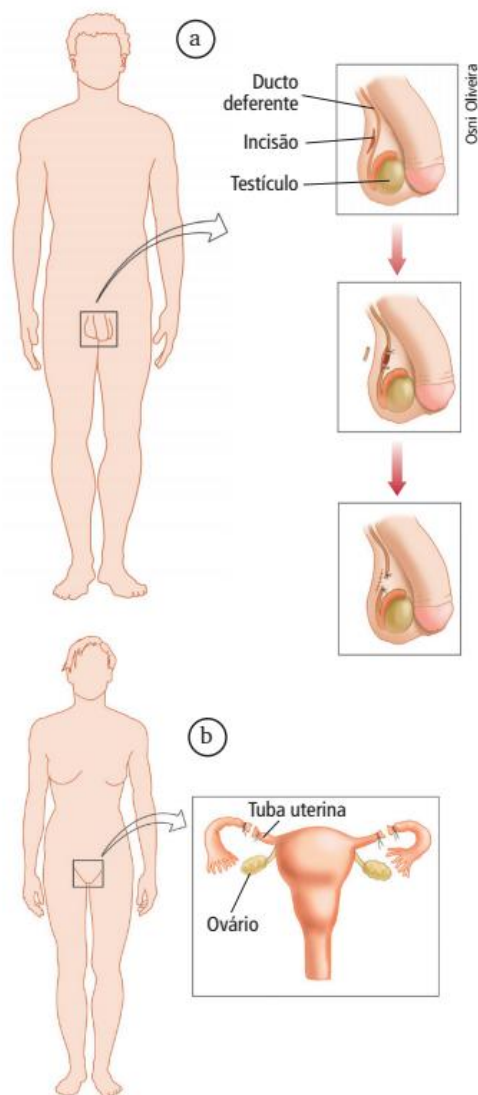


Figura 17. (a) A técnica convencional da vasectomia consiste na abertura de uma pequena incisão na pele do escroto. O cirurgião traciona os cordões espermáticos, por onde passam artérias, veias, nervos e os ductos deferentes. Os ductos deferentes são isolados, ligados e seccionados. Finalmente, a pele é suturada. (b) Laqueadura tubária. No detalhe, as tubas uterinas amarradas. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

▶ Preservativo

Colocado no pênis, o preservativo de látex (ou camisinha) (**figura 18**) impede que os espermatozoides sejam depositados na vagina. Portanto, trata-se de um **método de barreira**. Impede ainda a propagação de DSTs (doenças sexualmente transmissíveis), como aids, gonorreia e sífilis.

Costuma-se relatar certa perda de sensibilidade com o uso da camisinha, o que pode ser minimizado com o uso de lubrificante à base de água, vendido em farmácias. O uso de preservativo não impede o orgasmo e não serve de argumento para desconsiderar esse método. Como a incidência de DSTs é elevada, a solicitação do uso da camisinha pelo parceiro sexual não pode ser entendida como algo ofensivo ou que demonstre desconfiança, mas, sim, como sinal de responsabilidade entre as pessoas envolvidas.

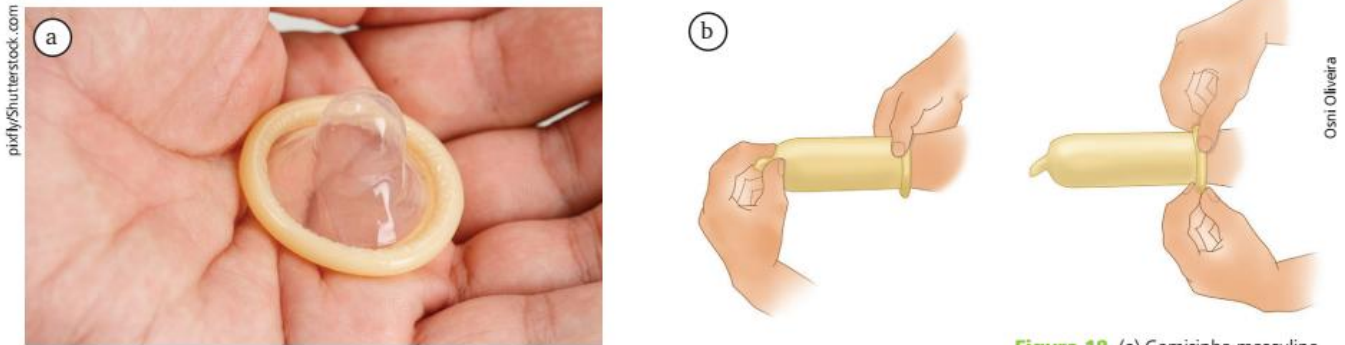


Figura 18. (a) Camisinha masculina. (b) Para obter proteção, a camisinha deve ser colocada no pênis ereto antes da relação sexual e desenrolada até o anel de borracha alcançar a base do pênis. Deve-se evitar a permanência de ar em seu interior, e a retirada após a relação precisa ser cuidadosa, para evitar vazamento. O preservativo é um produto descartável e deve ser substituído a cada relação sexual. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

▶ Diafragma

Peça de látex ou silicone (**figura 19a**) colocada no fundo da vagina, sobre o colo do útero (**figura 19b**), que dificulta a passagem dos espermatozoides da vagina para o útero. Costuma ser usada em associação com substâncias espermicidas, geralmente na forma de creme ou gel. É um método de barreira que, isoladamente, tem eficácia menor que a da camisinha; além disso, não evita a propagação de DSTs.

▶ Dispositivo intrauterino (DIU)

O dispositivo intrauterino, também conhecido como DIU, é um objeto de plástico, envolvido por um filamento de cobre (**figuras 19c e 19d**). O DIU libera gradativamente cobre metálico, que é **espermicida**. Sua eficácia como método contraceptivo é elevada, porém, não previne DSTs.

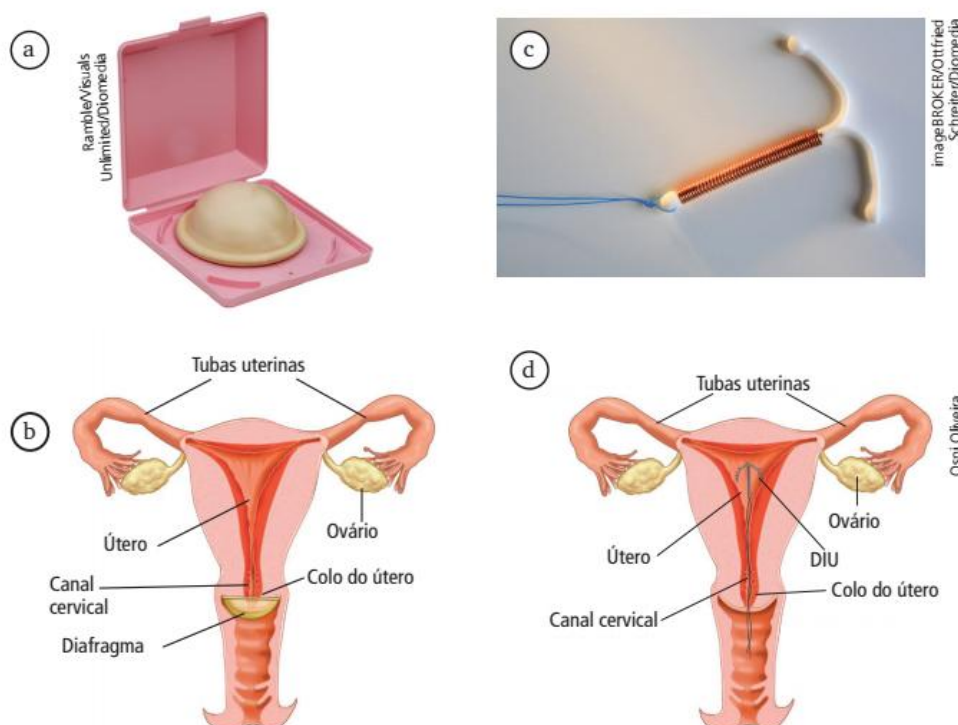


Figura 19. (a) Diafragma. (b) Posição do diafragma instalado sobre o colo uterino. (c) Dispositivo intrauterino. (d) Posição do DIU na cavidade uterina. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

▶ Camisinha feminina

A camisinha feminina (**figura 20**) é uma bolsa de poliuretano, plástico mais fino que o látex usado na fabricação do preservativo masculino. Mede cerca de 15 cm de comprimento e 8 cm de diâmetro, sendo bem mais larga que a camisinha masculina, e tem maior lubrificação. A parte fechada da bolsa contém um anel flexível e móvel que serve de guia para sua colocação no fundo da vagina. A borda da outra extremidade também possui um anel flexível, que permanece exteriorizado.



Figura 20. O uso da camisinha feminina evita a gravidez e a transmissão de DSTs.

▶ Implante contraceptivo de longa duração

Trata-se de um bastonete com 4 cm de comprimento e 2 mm de diâmetro que contém progesterona de liberação lenta (**figura 21**). Permanece eficaz por três anos e pode ser removido a qualquer momento. Cerca de 40% das mulheres que utilizam o implante deixam de menstruar. Apesar de sua eficácia como contraceptivo, esse método não previne DSTs.



Figura 21. O bastonete é introduzido diretamente sob a pele (geralmente, na face interna do braço, 6 a 8 cm acima da dobra do cotovelo), onde permanece.

▶ Aborto

Aborto não é um método anticoncepcional, pois consiste na **interrupção da gestação** já em andamento. Há abortos espontâneos, alguns relacionados à mãe, como malformação uterina, distúrbios hormonais (diabetes, hipotireoidismo e insuficiência de ação do corpo-lúteo) e infecções uterinas, outros relativos

▶ Método do calendário

A popular **tabelinha** consiste na abstinência sexual durante o período fértil da mulher, evitando a presença dos espermatozoides em seu sistema genital nessa fase.

Se a duração do ciclo menstrual é de 28 dias, o 14º será o provável dia da ovulação. Dessa forma, a mulher que desejar usar esse método deve abster-se de relações sexuais no período compreendido entre o 11º dia e o 17º dia do ciclo. Recomenda-se uma margem de segurança de três a cinco dias antes e depois da data provável da ovulação.

A estimativa do dia da ovulação também pode ser feita por meio da medição da temperatura corporal basal, tomada sempre nas mesmas condições e pela manhã, ao despertar. No dia da ovulação, a temperatura sofre discreta elevação, de aproximadamente 0,5 °C, que se mantém até a menstruação.

Alerte os alunos sobre a baixa eficiência dos métodos de calendário e tomada de temperatura, em virtude da possibilidade de variações nos ciclos reprodutivos femininos.

▶ Outros métodos contraceptivos

- **Anticoncepção de emergência** (ou “pílula do dia seguinte”). São duas pilulas que devem ser tomadas no máximo até 72 horas após a relação sexual, com intervalo de 12 horas. Contêm altas doses de levonorgestrel, que inibe a ovulação e dificulta a implantação do embrião.
- **Endoceptivo** (ou DIU hormonal). Pequena estrutura de plástico, em forma de T (semelhante a alguns dispositivos intrauterinos), que é inserida no útero e contém o hormônio levonorgestrel (uma progesterona sintética). Liberado gradativamente, o hormônio torna o muco do colo uterino mais espesso, interferindo na progressão dos espermatozoides da vagina para o útero, além de inibir o desenvolvimento do endométrio, dificultando a implantação do embrião. Também inibe a ovulação. Permanece ativo por cinco anos e pode ser removido a qualquer momento.
- **Esterilização transluminal**. Com o auxílio de um cateter flexível, um pequeno dispositivo cilíndrico é introduzido através da vagina e da cavidade uterina, até ser posicionado na tuba uterina, onde provoca reação inflamatória transitória e fibrose permanente. A tuba é definitivamente ocluída, impedindo a progressão dos espermatozoides. Nos três meses seguintes ao implante, devem ser usados outros métodos anticoncepcivos.
- **Coito interrompido**. Consiste na retirada do pênis da vagina antes da ejaculação. Sua eficácia é muito baixa, pelo risco de ejaculação e pela eliminação de espermatozoides viáveis mesmo antes dela.

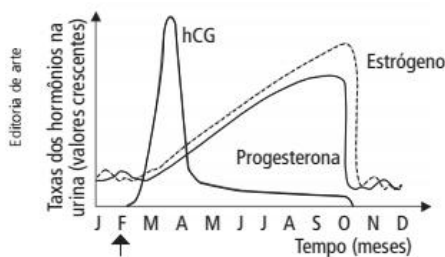
ao conceito (embrião ou feto), como malformação congênita grave e alterações cromossômicas. As principais consequências do aborto são as hemorragias, as infecções e as implicações emocionais.

Alguns medicamentos provocam aborto por desencadearem contrações do útero, podendo causar hemorragias uterinas graves e até a morte da gestante.

Atividades

Escreva
no caderno

- (Fuvest-SP) Ana e Maria são gêmeas idênticas. Aos 10 anos, Maria teve seus dois ovários removidos cirurgicamente e nunca se submeteu a tratamento com hormônios. Atualmente, as gêmeas têm 25 anos de idade e apresentam diferenças físicas e fisiológicas decorrentes da remoção das gônadas.
 - Cite duas dessas diferenças.
 - Se Maria tivesse sido operada aos 18 anos, as diferenças entre ela e Ana seriam as mesmas que apresentam atualmente? Justifique.
- (Cefet-CE) Descreva de que maneira a hipófise age durante todo o ciclo menstrual feminino, explicando como essa glândula é estimulada ou inibida nesse período.
- (UFRRJ) As taxas dos hormônios gonadotrofina coriônica (hCG), estrógeno (E) e progesterona (P), na urina de uma mulher, foram medidas todos os meses, durante um ano. Os resultados estão expressos no gráfico a seguir.



A partir da análise do gráfico, responda:

- Que evento ocorreu no ponto assinalado pela seta que pode explicar as variações hormonais apresentadas?
 - Justifique sua resposta.
- Cite métodos contraceptivos que tenham as características a seguir:
 - Dificulta a passagem dos espermatozoides da vagina para o útero.
 - Evita que os espermatozoides estejam no sistema genital da mulher no período fértil.
 - Impede que os espermatozoides sejam depositados na vagina.
 - Impede que os espermatozoides alcancem a porção distal das tubas uterinas.
 - Impede a saída dos espermatozoides das vias genitais masculinas.
 - (UFRRJ) No período pós-parto, a nutriz (mulher que amamenta) vivencia uma condição natural denominada amenorreia da lactação, desde que seu bebê seja alimentado exclusivamente por amamentação durante os primeiros seis meses e haja ausência de menstruação. Nesse período, sabe-se que há intensa produção de leite, causada por sinais nervosos da mama para o hipotálamo, que promovem a secreção de prolactina, hormônio responsável pela produção de leite nas mamas. Nessas condições, graças aos próprios sinais nervosos e/ou a um efeito subsequente da prolactina aumentada, ocorre a inibição da secreção dos hormônios de liberação das gonadotrofinas pelo hipotálamo, que, por sua vez, suprime a formação dos hormônios gonadotróficos hipofisários luteinizante e foliculestimulante. Explique por que o mecanismo citado funciona como contraceptivo.
 - (UFC-CE) A Inglaterra anunciou que meninas entre 12 e 13 anos poderão receber vacina contra o HPV (papilomavírus humano), que causa grande parte dos tipos de câncer do colo de útero, além do condiloma acuminado. Com base nessa informação, responda ao que se pede.
 - Cite dois métodos que podem impedir a infecção por esse vírus e ao mesmo tempo evitar uma gravidez não planejada.

- Considerando a diversidade de opção sexual [orientação sexual], vacinar apenas indivíduos do sexo feminino será uma medida eficaz para acabar com a transmissão do condiloma acuminado na população? Justifique.
- A descoberta e a utilização de uma vacina para uma determinada doença é um grande avanço para a saúde pública. No entanto, além das vacinas, existe também o soro como forma de imunizar a população. Qual a diferença entre a vacina e o soro e qual o mais indicado para uma situação na qual o antígeno já está no organismo?
- O HPV é um vírus, e os vírus não são considerados como seres vivos por muitos cientistas. Qual a principal justificativa para não se considerar vírus como um ser vivo?

7. Leia a notícia:

Pontos vulneráveis à prostituição infantil crescem nas estradas

O número de pontos vulneráveis à exploração sexual de crianças e adolescentes nas rodovias brasileiras aumentou no último ano, mas diminuiu a proporção deles considerada crítica.

As conclusões constam da nova edição do Projeto Mapear, feito pela Polícia Rodoviária Federal, OIT (Organização Internacional do Trabalho), a ONG Childhood Brasil e a Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República.

Se entre 2011 e 2012 o número de pontos no país era de 1.776, entre 2013 e 2014 saltou para 1.969 — um aumento de 10,8%. O estudo classifica os pontos por meio de quatro categorias: críticos (mais sujeitos à exploração sexual), alto risco, médio risco e baixo risco (menos sujeitos).

[...]

Dentre as regiões do país, as estradas do Nordeste são as que mais concentram pontos críticos — 172. No total, considerados todos os tipos de ponto, as vias do Sudeste lideram (494 pontos).

Pontos vulneráveis à prostituição infantil crescem nas estradas, diz estudo. **Folha de S. Paulo**, São Paulo, 25 nov. 2014. Fornecido pela Folhapress. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2014/11/1552991-pontos-vulneraveis-a-prostituicao-infantil-cresce-nas-estradas-diz-estudo.shtml>>. Acesso em: abr. 2016.

O fenômeno da violência no cenário de desrespeito a direitos humanos de crianças e adolescentes envolve abuso sexual e exploração sexual. A respeito dessas formas de violência, torná-las explícitas e encará-las de frente possibilita a reflexão sobre o assunto, em seus diversos âmbitos: histórico, social, socioeconômico, político e cultural.

O Brasil reconhece o dia 18 de maio como Dia Nacional de Combate ao Abuso e à Exploração Sexual de Crianças e Adolescentes, e o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA), em vigor desde 1990, trata dessas e de outras questões.

- Com base em informações que podem ser obtidas no próprio ECA (disponível em: <<http://tub.im/8y8a7i>>; acesso em: mar. 2016) e em outras fontes de pesquisa, procure compreender as diferenças entre abuso sexual e exploração sexual.
- Não pode haver condescendência com a exploração sexual de crianças e adolescentes, em cujas raízes estão questões graves e antigas de múltiplas naturezas (socioeconômicas, culturais etc.), que não se resolvem com medidas paliativas. Algumas providências, embora não atingindo a causa, podem atenuar algumas consequências do problema. Proponha medidas que poderiam ser tomadas para prevenir esse tipo de exploração, assim como medidas que podem ser tomadas em relação a essas vítimas.

Optou-se por manter a redação original do item, ressaltando a inadequação da expressão "opção sexual". Acreditamos ser um momento oportuno para trazer à tona essa questão, que não é apenas semântica.

Discutindo o preconceito

Texto 1

O preconceito nosso de cada dia

Preconceito, nunca. Temos apenas opiniões bem definidas sobre as coisas. Preconceito é o outro quem tem...

Mas, por falar nisso, já observou o leitor como temos o fácil hábito de generalizar (e prova disso é a generalização acima) sobre tudo e todos? Falamos sobre "as mulheres", a partir de experiências pontuais; conhecemos "os políticos", após acompanhar a carreira de dois ou três; sabemos tudo sobre os "militares" porque o síndico do nosso prédio é um sargento aposentado; discorremos sobre homossexuais (bando de sem-vergonhas), muçulmanos (gentinha atrasada), sogras (feliz foi Adão, que não tinha sogra nem caminhão), advogados (todos ladrões), professores (pobres coitados), palmeirenses (palmeirense é aquele que não tem classe para ser são-paulino nem coragem para ser corintiano), motoristas de caminhão (grossos), peões de obra (ignorantes), sócios do Paulistano (metidos a besta), dançarinos (veados), enfim, sobre tudo. Mas discorremos de maneira especial sobre raças e nacionalidades e, por extensão, sobre atributos inerentes a pessoas nascidas em determinados países.

Afinal, todos sabemos (sabemos?) que os franceses não tomam banho; os mexicanos são preguiçosos; os suíços, pontuais; os italianos, ruidosos; os judeus, argentários; os árabes, desonestos; os japoneses, trabalhadores, e por aí afora. Sabemos também que cariocas são folgados; baianos, festeiros; nordestinos, miseráveis; mineiros, diplomatas, etc. Sabemos ainda que o negro não tem o mesmo potencial que o branco, a não ser em algumas atividades bem-definidas como o esporte, a música, a dança e algumas outras que exigem mais do corpo e menos da inteligência. Quando nos deparamos com uma exceção admitimos que alguém possa ser limpo, apesar de francês; trabalhador, apesar de mexicano; discreto, apesar de italiano; honesto, apesar de árabe; desprendido do dinheiro, apesar de judeu; preguiçoso, apesar de japonês e também por aí afora. Mas admitimos com relutância e em caráter totalmente excepcional.

O mecanismo funciona mais ou menos assim: estabelecemos uma expectativa de comportamento coletivo (nacional, regional, racial), mesmo sem conhecermos, pessoalmente, muitos ou mesmo nenhum membro do grupo sobre o qual pontificamos. Sabemos (sabemos?) que os mexicanos são preguiçosos porque eles aparecem sempre dormindo embaixo dos seus enormes chapelões enquanto os diligentes americanos cuidam do gado e matam bandidos nos faroestes. Para comprovar que os italianos são ruidosos achamos o bastante frequentar uma cantina no Bixiga. Falamos sobre a inferioridade do negro a partir da observação empírica de sua condição socioeconômica. E achamos que as praias do Rio de Janeiro cheias durante os dias da semana são prova do caráter folgado do cidadão carioca. Não nos detemos em analisar a questão um pouco mais a fundo. Não nos interessa estudar o papel que a escravidão teve na formação histórica de nossos negros. Pouco atentamos para a realidade social

do povo mexicano e de como ele aparece estereotipado no cinema hollywoodiano. Nada disso. O importante é reproduzir, de forma acrítica e boçal, os preconceitos que nos são passados por piadinhas, por tradição familiar, pela religião, pela necessidade de compensar nossa real inferioridade individual por uma pretensa superioridade coletiva que assumimos ao carimbar "o outro" com a marca de qualquer inferioridade.

Temos pesos, medidas e até um vocabulário diferente para nos referirmos ao "nosso" e ao do "outro", numa atitude que, mais do que autocondescendência, não passa de preconceito puro. Por exemplo, a nossa é religião, a do outro é seita; nós temos fervor religioso, eles são fanáticos; nós acreditamos em Deus (o nosso sempre em maiúscula), eles são fundamentalistas; nós temos hábitos, eles vícios; nós cometemos excessos compreensíveis, eles são um caso perdido; jogamos muito melhor, o adversário tem é sorte; e, finalmente, não temos preconceito, apenas opinião formada sobre as coisas.

Ou deveríamos ser como esses intelectuais que para afirmar qualquer coisa acham necessário estudar e observar atentamente? Observar, estudar e agir respeitando as diferenças é o que se esperada de cidadãos que acreditam na democracia e, de fato lutam por um mundo mais justo. De nada adianta praticar nossa indignação moral diante da televisão, protestando contra limpezas raciais e discriminações pelo mundo afora, se não ficarmos atentos ao preconceito nosso de cada dia.

PINSKY, J.; ELUF, L. N. **Brasileiro(a) é assim mesmo: cidadania e preconceito**. 8. ed. São Paulo: Contexto, 2012.

Texto 2

Manifesto pela igualdade de gênero na educação

Enquanto grupos de pesquisas, instituições científicas e de promoção de direitos civis, as instituições [...] vêm a público manifestar repúdio à forma deliberadamente distorcida que o conceito de gênero tem sido tratado nas discussões públicas e denunciar a tentativa de grupos conservadores de instaurar um pânico social, banir a noção de "igualdade de gênero" do debate educacional e reificar as desigualdades e violências sofridas por homens e mulheres no espaço escolar.

Signatário dos principais documentos internacionais de promoção da igualdade [...], o Brasil acompanhou a institucionalização dos estudos de gênero enquanto um profícuo campo científico nas últimas décadas e conta hoje com centros de pesquisas interdisciplinares reconhecidos internacionalmente. As discussões de gênero ganharam legitimidade científica nas maiores universidades brasileiras a partir dos anos 1970 e, desde então, têm norteado políticas públicas para garantia de igualdades constitucionais.

Ao contrário de "ideologias" ou "doutrinas" sustentadas pela fundamentação de crenças ou fé, o **conceito** de gênero está baseado em parâmetros científicos de produção de saberes sobre o mundo. Gênero, enquanto um conceito, identifica processos históricos e culturais que classificam e posicionam as pessoas a partir de uma relação sobre o que é entendido como feminino e masculino. É um operador que cria sentido para as diferenças percebidas em nossos corpos

e articula pessoas, emoções, práticas e coisas dentro de uma estrutura de poder. E é, nesse sentido, que o conceito de gênero tem sido historicamente útil para que muitas pesquisas consigam identificar mecanismos de reprodução de desigualdades no contexto escolar.

Embora a Constituição Federal Brasileira de 1988 garanta, em seu Artigo 6º, que a Educação é um direito irrevogável de todas e todos e assegure a igualdade de condições para acesso e permanência escolar, pesquisas mostram que esse direito é constantemente violado a partir das estruturas hierárquicas de gênero. [...] Uma identidade masculina baseada na agressividade e na indisciplina tem cada vez mais afastado os meninos dos bancos escolares [...], negando-lhes seu direito à educação e reproduzindo uma cultura da violência. Professoras são vítimas de agressões em sala de aula, meninas são estupradas por seus colegas de turma e meninos são afastados das escolas neste ciclo de desigualdade perpetuado por noções hierarquizadas do que é ser homem ou mulher. Também são notáveis, por outro lado, as pesquisas que mostram o quanto a discriminação de gênero contra as pessoas que fogem dos padrões socialmente estabelecidos de identidade ou sexualidade tem desencadeado processos institucionalizados de discriminação, agressões e exclusão escolar: as violências contra gays, lésbicas, bissexuais, travestis, mulheres transexuais e homens trans excluem essa população do direito constitucional à educação e contribuem para as estatísticas que fazem do Brasil um dos países mais inseguros para pessoas LGBT [...].

Quando se reivindica, então, a noção de “igualdade de gênero” na educação, a demanda é por um sistema escolar inclusivo, que crie ações específicas de combate às discriminações e que não contribua para a reprodução das

desigualdades que persistem em nossa sociedade. Falar em uma educação que promova a igualdade de gênero, entretanto, não significa anular as diferenças percebidas entre as pessoas (o que tem sido amplamente distorcido no debate público), mas garantir um espaço democrático onde tais diferenças não se desdobrem em desigualdades. Exigimos que o direito à educação seja garantido a qualquer cidadã ou cidadão brasileira/o e, para isso, políticas de combate às desigualdades de gênero precisam ser implementadas.

Além disso, é preciso ainda ressaltar que, acima das negociações legislativas locais, a Constituição Nacional Brasileira de 1988 estabelece também que “é livre a expressão da atividade intelectual, artística, científica e de comunicação, independentemente de censura ou licença” e o ensino deve estar baseado no princípio de liberdade de divulgação do pensamento e do pluralismo de ideias. Assim, não cabe às esferas locais de decisão realizar ocultamentos, censuras ou proibições de discussões reconhecidas no campo científico e, muito menos, a imposição de uma visão de mundo delimitadora nos currículos escolares. Em defesa do pluralismo de saberes e do reconhecimento do campo científico nacional e internacional, defendemos que é um direito fundamental das/os estudantes brasileiras/os o acesso aos conhecimentos e pesquisas produzidos pelos estudos interdisciplinares sobre o conceito de gênero. Nossa defesa é por uma educação democrática, inclusiva e, também, que repudie qualquer forma de censura.

Manifesto pela igualdade de gênero na educação: por uma escola democrática, inclusiva e sem censuras. Associação Brasileira de Antropologia. Disponível em: <http://www.portal.abant.org.br/images/Noticias/Manifesto_Pela_Igualdade_de_Genero_na_Educacao_Final.pdf>. Acesso em: abr. 2016.

Escreva
no caderno

Depois da leitura dos textos, faça o que se pede:

1. Identifique o sentido de humor da tirinha a seguir:



2. “Disfarçadas por um pretenso senso de humor ou encobertas por uma inadequada informalidade, muitas expressões usadas no dia a dia refletem formas mais ou menos explícitas de preconceito e discriminação”.

Das expressões que frequentam seu cotidiano, liste as que se enquadram nessa afirmação.

A experimentação com animais é normatizada por legislação específica, só podendo ser realizada sob critérios restritos e submetida a procedimentos cuja prioridade é reduzir o sofrimento. Mais informações podem ser obtidas em: **Normativas do CONCEA para produção, manutenção ou utilização de animais em atividades de ensino ou pesquisa científica.** Brasília: CONCEA – Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal, 2015 (disponível em <http://rub.im/vivimg89>, acesso maio 2016). **Sociedade Brasileira de Ciência em Animais de Laboratório** (<http://rub.im/spp45>, acesso maio 2016). **REZENDE, A. H. et al.** Experimentação animal: ética e legislação brasileira. **Revista de Nutrição**, Vol. 21, n. 2, 2008, disponível em <http://rub.im/rev2qso>, acesso maio 2016). **International guiding principles for biomedical research involving animals.** CIMS/ICIAS, 2012 (disponível em <http://rub.im/vivimg89>, acesso maio 2016).

1. O índice de massa corporal (IMC) de uma pessoa adulta é dado pela fórmula:

$$IMC = \frac{m}{h^2}$$

Nessa expressão, **m** é a massa do corpo (em quilogramas) e **h** é a altura (em metros). O índice IMC permite classificar uma pessoa adulta, de acordo com a seguinte tabela:

Homens	Mulheres	Classificação
20 < IMC < 25	19 < IMC < 24	Normal
25 < IMC < 30	24 < IMC < 29	Sobrepeso
IMC > 30	IMC > 29	Obeso

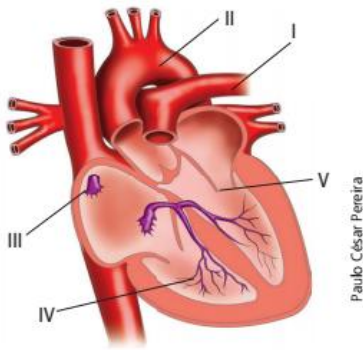
- a) Calcule o índice IMC de uma mulher cuja massa é de 64,0 kg e cuja altura é de 1,60 m. Classifique-a segundo a tabela acima.
 b) Qual é o valor máximo que a massa de um homem com 1,80 m de estatura pode alcançar para que ele não seja considerado obeso?
2. Muito do que se sabe sobre o controle da secreção gástrica deve-se aos trabalhos de Rudolf Heidenhain, Ivan Pavlov e John S. Edkins, realizados entre o final do século XIX e o início do século XX. Em um desses experimentos, três cães – A, B e C – foram submetidos aos seguintes procedimentos:

- O cão A teve o nervo vago seccionado.
- O cão B teve o esôfago seccionado e exteriorizado na pele do pescoço.
- O cão C foi mantido em condições normais.

Esses cães foram alimentados com carne e, após alguns minutos, deles foram retiradas amostras de sangue. Na segunda etapa, as amostras de sangue obtidas dos cães A, B e C foram injetadas, respectivamente, nos cães I, II e III (previamente mantidos em condições normais). Finalmente, através de sondas de borracha, coletou-se o suco gástrico dos cães I, II e III.

Os pesquisadores devem ter verificado aumento da produção de suco gástrico em qual(is) dos cães I, II e III? Justifique a resposta.

3. O esquema a seguir representa o coração humano em corte longitudinal.



Paulo César Pereira

- a) Qual algarismo romano indica o nó sinoatrial? Qual é a função dessa estrutura?
 b) Qual algarismo romano indica o vaso sanguíneo pelo qual o sangue arterial, ricamente oxigenado, é impulsionado para a circulação sistêmica?

4. Leia este trecho da entrevista realizada com um menino carvoeiro de Carbonita (MG).

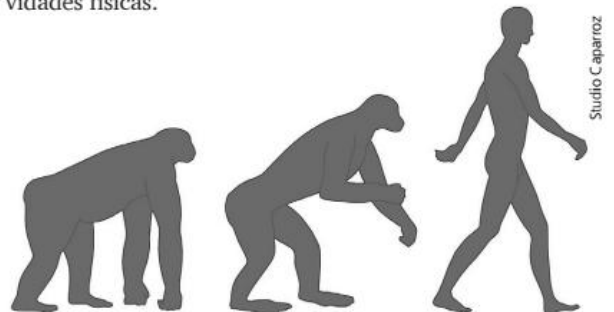
- Quantos anos você tem?
- 9.
- Você vai à escola?
- Nunca fui.
- Por quê?
- Não dá. Se não fizer carvão, nós não come [sic].
- Qual é seu maior desejo?
- Não tossir à noite por causa da fumaça do forno. Aí não dá pra dumi [sic].

FERRAZ, V. M. V. **A relação pedagógica em sala de aula: um estudo sobre o fracasso escolar e a construção da autonomia.** 2010. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Santa Maria, 2010. Disponível em: http://cascavel.ufsm.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=3417.

De acordo com a reportagem “Os anjos das cinzas”, publicada em 2010 pela revista **Época** (disponível em: <http://tub.im/7wvww>; acesso em abr. 2016), nas 37 carvoarias do município de Carbonita (MG), crianças entre 7 e 14 anos são responsáveis por manter os fornos em que se queima a lenha de eucalipto para transformá-la em carvão. Entre essas crianças, são frequentes as infecções respiratórias, como pneumonias e tuberculose, já tendo sido diagnosticados casos de câncer de pulmão.

Com base no conhecimento sobre as vias aéreas, como se pode explicar a elevada incidência de infecções respiratórias entre os pequenos carvoeiros?

5. (Unicamp-SP) Ao forçarmos a respiração, às vezes nos sentimos tontos. Isso se deve principalmente à eliminação de grande quantidade de gás carbônico, pela respiração, alterando o pH sanguíneo.
- a) Que processo químico ocorre no plasma sanguíneo, resultando na formação do gás carbônico, eliminado pelos pulmões?
 b) Explique como o pH do sangue é alterado na respiração forçada.
 c) Que efeito essa alteração de pH determina no ritmo respiratório?
6. Durante a evolução dos primatas, a transição para o bipedalismo permitiu que as mãos permanecessem livres para a execução de outras atividades. Entretanto, trouxe o trabalho de vencer a gravidade durante a volta do sangue dos membros inferiores ao coração.
- Associe essa transição ao aparecimento de varizes, destacando o papel da atividade profissional e da prática de atividades físicas.

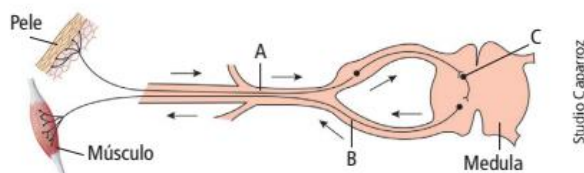


7. (Ufop-MG) O enfarte ou ataque cardíaco é causado por interrupção da passagem de sangue pelas coronárias. Nessa condição, uma parte do músculo cardíaco pode deixar de receber oxigênio e suas células podem morrer. Para analisar os eventos metabólicos que ocorrem durante o enfarte, foram coletados e imediatamente resfriados alguns fragmentos de tecido cardíaco de uma área enfartada e de área não enfartada (normal), sendo dosadas algumas substâncias. As análises apresentaram os seguintes resultados:

	Tecido normal	Tecido enfartado
Glicogênio (mg/g)	3,9	2,1
Lactato ($\mu\text{mol/g}$)	1,8	22,0
ATP ($\mu\text{mol/g}$)	5,3	1,3

Com base nos resultados apresentados e em outros conhecimentos, responda:

- Por que no tecido normal a concentração de lactato é menor do que no tecido enfartado?
 - Por que há diferença na concentração de ATP entre esses dois tecidos?
 - Por que existe diferença na concentração de glicogênio entre esses dois tecidos?
 - Por que, na ausência de O_2 , o tecido cardíaco morre?
8. (Unicamp-SP) Considere o esquema de arco reflexo e responda:



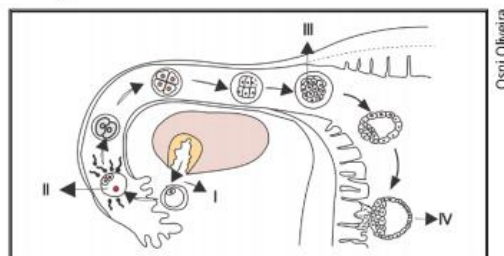
- Qual o efeito de uma interrupção no ponto indicado pela letra A?
 - Que estrutura é indicada pela letra B?
 - Como se denomina a região indicada pela letra C?
9. (Unifesp-SP) A tabela mostra os efeitos da ação de dois importantes componentes do sistema nervoso humano.

X	Y
Contração da pupila	Dilatação da pupila
Estímulo da salvação	Inibição da salvação
Estímulo do estômago e dos intestinos	Inibição do estômago e dos intestinos
Contração da bexiga urinária	Relaxamento da bexiga urinária
Estímulo à ereção do pênis	Promoção da ejaculação

- A que correspondem X e Y?
 - Em uma situação de emergência, como a fuga de um assalto, por exemplo, qual deles será ativado de maneira mais imediata? Forneça um outro exemplo, diferente dos da tabela, da ação desse componente do sistema nervoso.
10. Um médico recolheu e enviou a um laboratório, para exames, as amostras da urina de três pacientes. Depois de efetuadas as análises químicas, os resultados parciais obtidos foram os seguintes:
- Amostra A: água, ureia, ácido úrico, cloreto de sódio etc.
 - Amostra B: água, glicose, ureia, cloreto de sódio etc.
 - Amostra C: água, ureia, albumina, cloreto de sódio etc.

Com base nas substâncias referidas nessas amostras, o médico considerou duas delas como anormais e conjecturou sobre as possíveis causas dessas anormalidades.

- Quais são as amostras anormais? Por quê?
 - Para cada amostra anormal, diga qual região do néfron deve estar comprometida, justificando sua resposta.
11. No ciclo menstrual, participam hormônios produzidos por glândulas distintas e anatomicamente distantes. Esses hormônios induzem reações em regiões importantes no processo reprodutivo e se relacionam de forma a constituir um processo autorregulável. Tendo em vista esse fato, responda:
- Quais são esses hormônios que regulam o ciclo menstrual?
 - Quais são as glândulas relacionadas com a ocorrência das etapas do ciclo menstrual e seus respectivos hormônios?
 - Como se denomina o processo de regulação hormonal descrito? Como ocorre esse controle?
12. (Vunesp-SP) Observe o esquema que representa parte do sistema genital feminino:



Momentos após a ejaculação, vários espermatozoides percorrem a mucosa do útero e dirigem-se para uma das trompas [tubas uterinas]. Parte desses espermatozoides encontra o óvulo [ovócito] e libera enzimas que enfraquecem as barreiras que o envolvem. Um espermatozoide entra em contato com a superfície do óvulo [ovócito], e as membranas celulares e os núcleos de ambos se fundem.

- Quais são os fenômenos indicados por I e II, respectivamente?
 - Qual é o processo de divisão celular ocorrido até a implantação observada em IV?
13. (UERJ)

Pesquisa mostra que brasileira se protege mal

O percentual de brasileiras com uniões estáveis (casadas ou não) que usa contraceptivos é elevado, porém, a maior parte delas opta por métodos definitivos, segundo dados da Pesquisa Nacional sobre Demografia e Saúde. De acordo com a pesquisa, 77% das brasileiras com uniões estáveis usam métodos anticoncepcionais, porém, 40% delas optaram por ligar as trompas.

Jornal O Globo.

A reportagem acima refere-se à reprodução humana, no que diz respeito ao metabolismo feminino. Explique o motivo pelo qual:

- a pílula anticoncepcional é um método contraceptivo não definitivo.
- as mulheres que optaram por ligar as trompas não engravidam, apesar de continuarem ovulando.

1. Para a retirada em tempo hábil de órgãos para transplante, é fundamental o criterioso diagnóstico de morte encefálica (ou cerebral).

Como se identifica a morte cerebral

Os médicos seguem um protocolo detalhado, que demora mais de seis horas.

1. O primeiro passo é um exame clínico, para avaliar o nível de coma do paciente.
2. Os pacientes em coma profundo são submetidos a uma segunda avaliação clínica, para checar se há atividade cerebral. Se não houver, o médico deve avisar à Central de Captação de Órgãos.
3. Seis horas depois da primeira comprovação de morte cerebral, o exame é repetido. Dessa vez, por um neurologista.
4. Em seguida, são realizados exames com máquinas que rastreiam sinais de funcionamento do cérebro, como o eletroencefalograma, o Doppler transcraniano, a arteriografia e a cintilografia.

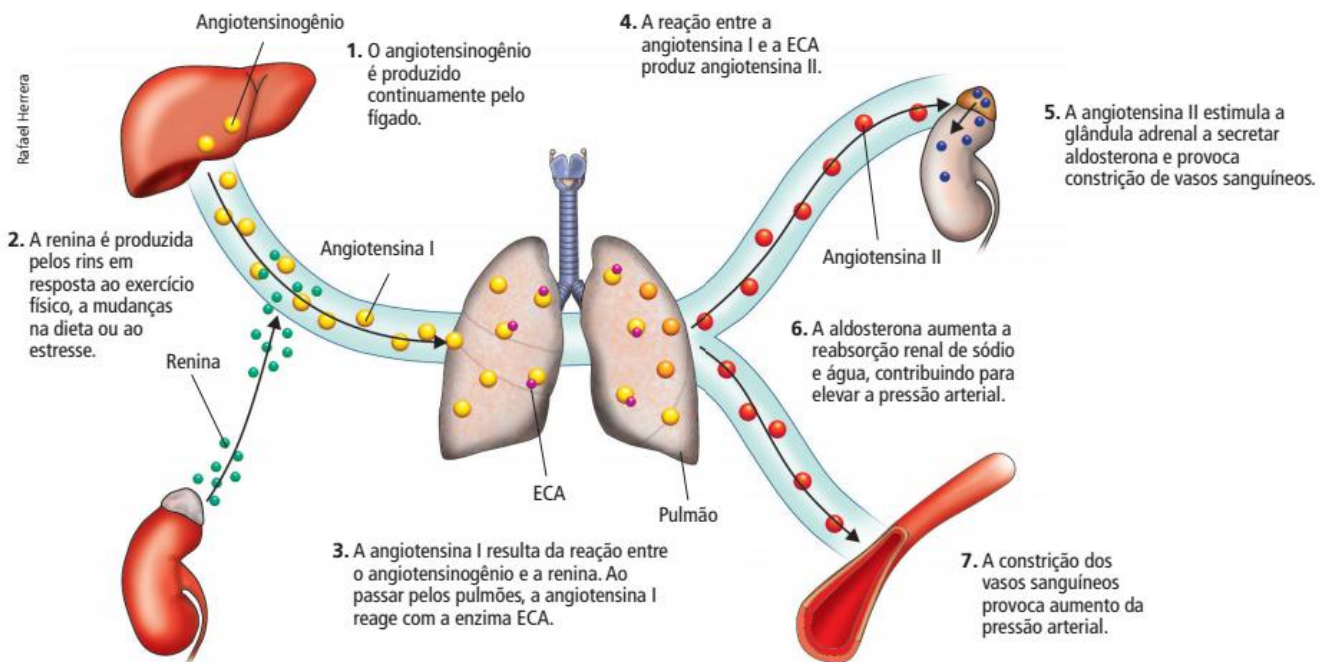
BERGAMO, G. O fim sem fim. *Veja*. São Paulo: Abril Comunicações S. A., ed 1953, p. 78, abr. 2006.

- a) Quais são os critérios de diagnóstico de morte cerebral?
 - b) Caso se confirme o diagnóstico de morte cerebral, qual deve ser o procedimento adotado pela equipe médica assistente?
2. A prática de atividades físicas, o sono, a hipoglicemia e o elevado teor de proteínas na dieta estimulam a secreção do hormônio somatotrópico (GH). Por sua vez, o estresse emocional e a dieta rica em carboidratos atuam como inibidores desse hormônio. Com base nas informações sobre o tema, explique o sentido de humor da tirinha.



© 2016 King Features Syndicate/Inpress

3. O sistema renina-angiotensina-aldosterona (SRAA) é um mecanismo hormonal de controle da pressão arterial e do volume de líquido circulante. O desequilíbrio do SRAA pode ser responsável por casos de hipertensão arterial. Seu funcionamento está esquematizado no infográfico a seguir.



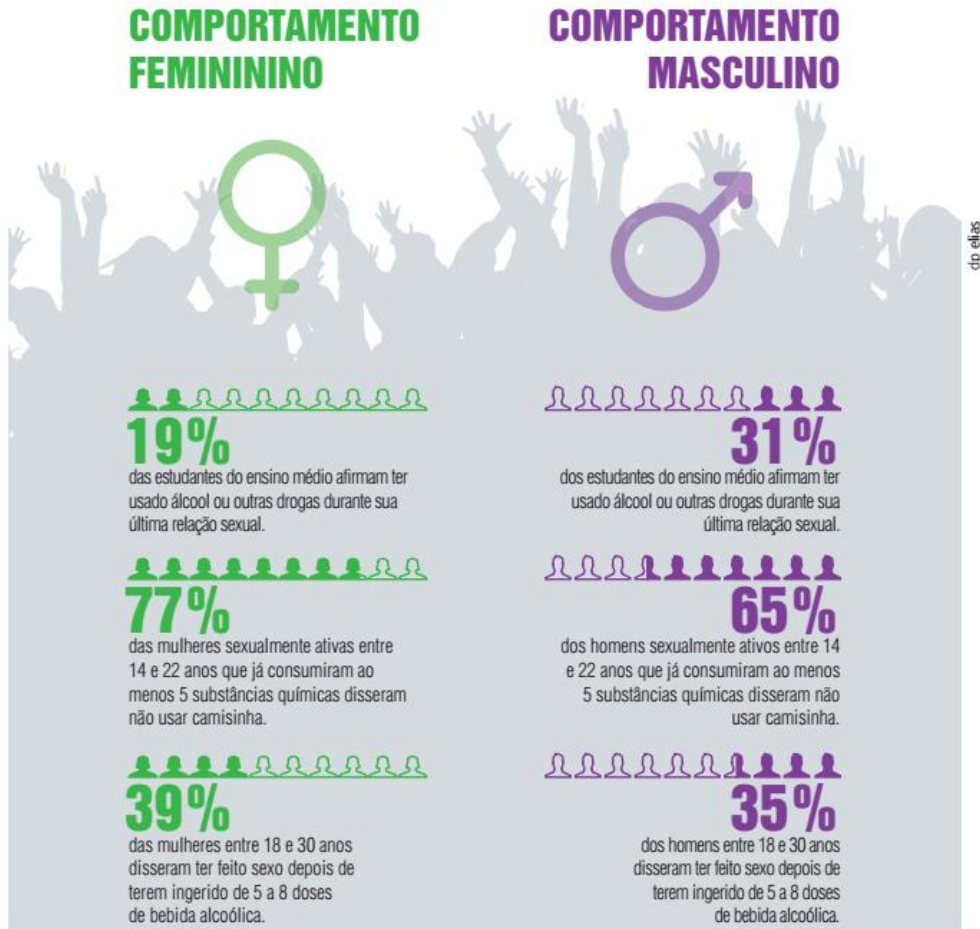
Fonte: The Puzzle of Hypertension in African-American. *Scientific American*. ed. 280, n. 2, fev. 1999. (Tradução nossa)

Depois de analisar o infográfico, responda:

- a) Caso a liberação de angiotensinogênio pelo fígado seja interrompida, o que deve ocorrer com a produção de angiotensina I? Justifique.
- b) Explique por que a angiotensina II provoca hipertensão arterial.

4. Responda às questões de acordo com as informações do infográfico:

- Existe correlação entre o uso de preservativo e o consumo de bebidas alcoólicas? Explique.
- Existe correlação entre atividade sexual e consumo de bebidas alcoólicas? Explique.



Fonte: National Institutes of Health.

5. Explique o sentido de humor da tirinha a seguir:



O mundo vegetal

Grupos vegetais e reprodução

Foto: Colombrini

Jardim sensorial, uma experiência diferente

Diante da ameaça da invasão de Portugal por tropas francesas, D. João, o príncipe regente, abandonou o país e veio com sua corte para o Rio de Janeiro, onde implantou a sede do governo português. Era o ano de 1808, e as guerras napoleônicas avançavam sobre a Europa.

A vinda da família real portuguesa ao Brasil acarretou profundas mudanças em todos os setores da vida do país — principalmente, da cidade do Rio de Janeiro. Uma das mudanças imediatas foi o aumento repentino da população da cidade, que, em um período de poucos anos, mais do que triplicou.

Além disso, a cidade modernizou-se. Edifícios, aquedutos, fábricas, teatros e escolas foram construídos; o porto foi reformado; criou-se o Banco do Brasil. Foi inaugurado o jornal *Gazeta do Rio de Janeiro*, ponto de partida para o desenvolvimento da imprensa e da indústria gráfica. Numerosas expedições científicas vieram ao país para estudar e reconhecer o território e sua diversidade de vida.

D. João mandou edificar um grande jardim, que foi inaugurado em 13 de junho de 1808, com o nome de Jardim de Aclimação. Sua principal finalidade era permitir a introdução e garantir a aclimação de plantas de grande interesse na

Europa — as especiarias trazidas do Oriente, como canela, noz-moscada e pimenta-do-reino.

A partir de 1822, com a Proclamação da Independência, o Jardim Botânico foi aberto à visitação pública, com o nome de Real Jardim Botânico, já com uma grande quantidade de plantas. Atualmente, são quase 3 mil espécies de todo o mundo.

Uma das atrações mais instigantes é o Jardim Sensorial, com plantas aromáticas e de diversas texturas, identificadas por placas escritas em braille. Nesse espaço, as pessoas são convidadas a tomar contato com as plantas utilizando outros sentidos, que não a visão. As variedades de plantas são escolhidas exatamente pela capacidade de estimular especialmente o olfato, o tato e até o paladar. São dezenas de espécies — incluindo cactos, plantas com folhas e flores ásperas ou aveludadas, manjeriço, hortelã, sálvia e pimentas — que podem ser descobertas em uma visita guiada com olhos vendados, com a companhia de guias especialmente treinados. Além disso, o Jardim Botânico oferece palestras sobre libras (língua brasileira de sinais), braille (sistema de leitura pelo tato) e preparação para o acolhimento de pessoas com deficiência. Portanto, uma grande experiência sensorial e de inclusão.



Grupo de crianças, acompanhadas por monitor, vivencia experiência tátil no Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

Em geral, os alunos encaram a Botânica como um desafio, principalmente por conta dos nomes com os quais estão pouco familiarizados. Procure despertar a curiosidade, visitando com eles lugares onde as plantas possam ser observadas, tocadas e analisadas. São bons locais os parques, jardins botânicos, praças, hortas ou mesmo coleções de plantas em vasos que possam ser transportados com facilidade. Além disso, quando um novo termo for apresentado, procure lançar mão da etimologia, sempre bastante útil.

A matéria orgânica sintetizada na fotossíntese é usada pela própria folha e também distribuída a outros órgãos, como caule e raízes. Há, portanto, interdependência entre as partes da planta.

Diversidade vegetal

Por bilhões de anos, a vida desenvolveu-se na água, e até há cerca de 450 milhões de anos não havia seres vivos em ambientes terrestres. Para as plantas, no entanto, esses são ambientes vantajosos, principalmente pela maior disponibilidade de luz e de gases. Mesmo as espécies de grupos que se readaptaram aos ambientes aquáticos mantêm características anatômicas e funcionais típicas de plantas terrestres, como o revestimento externo que restringe a perda de água e o sistema interno de transporte de substâncias constituído pelos **vasos condutores** de seiva.

Por serem fotossintetizantes, as plantas abriram caminho para a ocupação dos ambientes terrestres (**figura 1**). As atuais **plantas avasculares** (que não possuem vasos condutores de seiva) são representadas pelas briófitas; as **plantas vasculares**, pelas pteridófitas, gimnospermas e angiospermas.

Muitas evidências indicam que as plantas originaram-se de organismos semelhantes às atuais algas verdes, nas quais mutações levaram ao surgimento de estruturas que, submetidas à pressão da seleção natural, permitiram a adaptação ao ambiente terrestre:

- De maneira geral, a **porção subterrânea** das plantas é constituída pelas **raízes**, que fixam as plantas ao solo e absorvem água e sais minerais.
- A **porção aérea** das plantas, habitualmente representada por **caule e folhas**, possibilita a captação de energia luminosa, que, convertida em energia química, é empregada na produção de matéria orgânica.
- Os vasos condutores de seiva são tubos (ou ductos) internos que garantem a circulação e a distribuição de substâncias.
- Os tecidos de sustentação mantêm as plantas eretas.
- Os tecidos de revestimento diminuem a perda de água e realizam trocas gasosas com o ambiente.

Figura 1. Na base das cadeias alimentares terrestres estão as plantas, fontes de energia e matéria essenciais para os animais e outros seres vivos. Na foto, macaco uacari-vermelho (*Cacajao rubicundus*, 60 cm de comprimento) comendo castanha-do-pará na Floresta Amazônica, Manaus, AM.



Fabio Colômbini

▶ Grupos de plantas

Musgos, samambaias, pinheiros, laranjeiras, entre outros, pertencem ao reino Plantae (ou Metaphyta), cujas células apresentam parede celular de celulose (membrana esquelética) e cloroplastos (características compartilhadas com as células das algas).

O reino Plantae divide-se em quatro grupos (**figura 2**):

- **Plantas avasculares:** Incluem hepáticas, antóceros e musgos, designados em sentido amplo como **briófitas** (embora alguns autores utilizem o termo apenas para os musgos). Não possuem raízes, caule e folhas verdadeiros, tampouco vasos condutores; não produzem frutos nem sementes.
- **Plantas vasculares sem sementes:** Representadas por lycopódios, selaginelas, equisetáceas, avencas e samambaias, sendo as duas últimas habitualmente denominadas **pteridófitas**. Têm raízes, caule, folhas e vasos condutores, mas não produzem flores, frutos nem sementes.
- **Plantas vasculares com sementes nuas:** São as **gimnospermas**, com destaque para a araucária (pinheiro-do-paraná, do gênero *Araucaria*), o pinheiro-bravo brasileiro (do gênero *Podocarpus*), outros pinheiros, o cipreste e a sequoia. Suas sementes são nuas, isto é, não estão contidas em frutos.
- **Plantas vasculares com frutos:** São as **angiospermas**, entre as quais o pau-brasil, os ipês, o abacateiro, a laranjeira e o tomateiro. Produzem sementes e frutos, ambos derivados das flores.

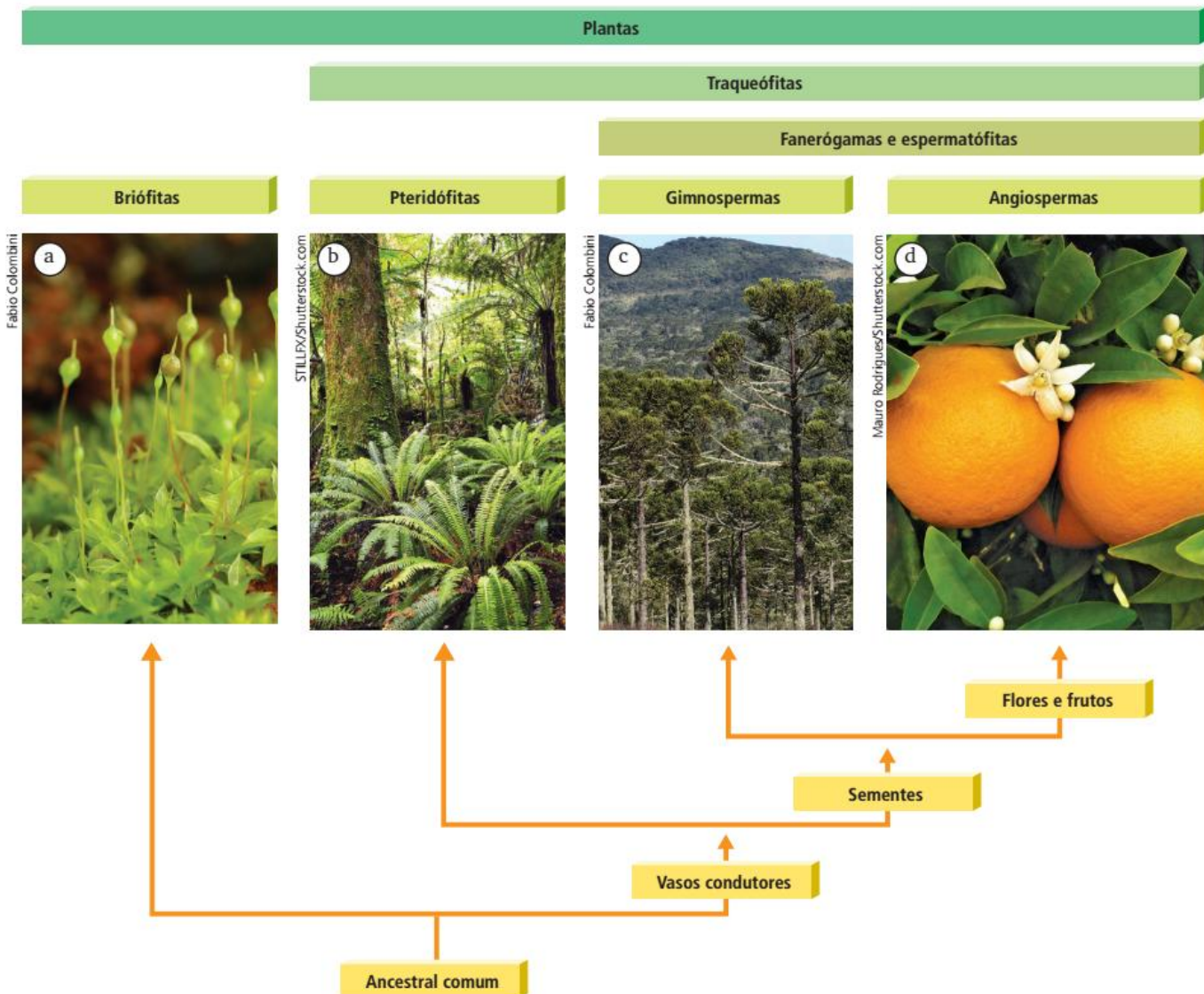
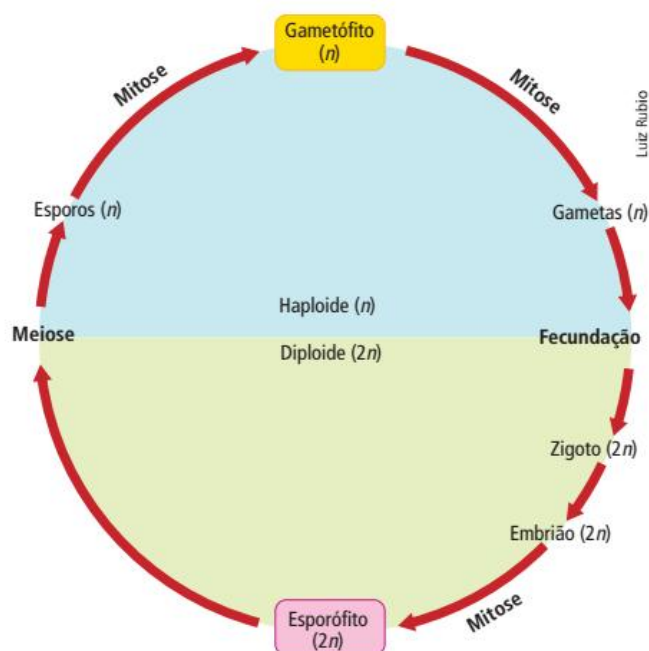


Figura 2. (a) Plantas avasculares (como o musgo, uma briófitas); (b) plantas vasculares sem sementes (como a samambaia, uma pteridófitas); (c) gimnospermas (como a araucária); e (d) angiospermas (como a laranjeira). Traqueófitas (do grego *tracheo*, vaso ou tubo; e *phyton*, planta) são as plantas que apresentam vasos condutores. Fanerógamas (do grego *phanerós*, aparente; e *gamos*, gameta) são plantas com órgãos reprodutores evidentes, também denominadas espermatófitas (do grego *spermo*, semente), plantas que produzem sementes.

► A vida reprodutiva em ciclo

O ciclo de vida típico de certas algas e das plantas é **diplobionte** (figura 3) e ocorre **alternância de gerações** (ou metagênese), isto é, alternam-se dois tipos de indivíduos (ou duas gerações). Veja a imagem ao lado.

Figura 3. Esquema do ciclo de vida diplobionte. O esporófito (indivíduo diploide) tem esporângios, nos quais, por meiose espórica, são produzidos esporos haploides. O gametófito (indivíduo haploide), que se origina do desenvolvimento de um esporo, possui gametângios, nos quais, por mitose, são produzidos gametas (masculinos e femininos), ambos haploides. Da fecundação resulta um zigoto diploide, que, por mitose, origina um indivíduo diploide (esporófito).



Briófitas

No Brasil, encontram-se 395 gêneros de briófitas, contendo 1521 espécies, das quais 275 são endêmicas.

As briófitas são plantas pioneiras e podem se desenvolver em superfícies sem substrato orgânico (por exemplo, sobre rochas nuas). Decompostas, servem de substrato para plantas mais complexas.

As **briófitas** (do grego *bryon*, musgo; e *phyton*, planta) — por exemplo, os musgos — são as plantas atuais mais simples. Desenvolvem-se em ambiente terrestre úmido, havendo espécies de água doce, mas nenhuma espécie marinha. Não possuem vasos condutores, raízes, caule e folhas verdadeiros; seus órgãos reprodutores não são evidentes.

O transporte de substâncias entre as células ocorre por **difusão** e de forma lenta, limitando o tamanho dessas plantas, todas de pequeno porte.

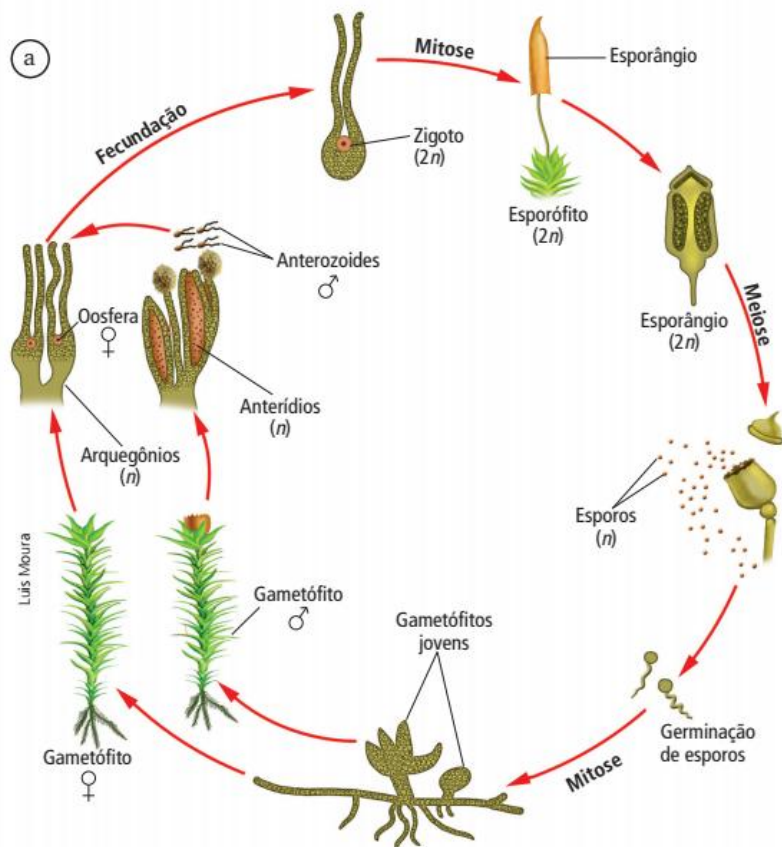
É raro uma briófitas ocupar ambientes secos, pois ela é incapaz de repor e de distribuir, com suficiente rapidez, a água perdida na transpiração. A fixação e a captação de nutrientes é realizada por **rizoides** — pelos absorventes muito curtos que só podem absorver água da superfície do substrato. Além disso, há grande dependência da água para a fecundação.

Ciclo de vida

No ciclo de vida das briófitas (**figura 4**), a planta desenvolvida e duradoura é o **gametófito**, dotado de rizoides, caulóide e filóides — estruturas rudimentares que executam funções similares às de raízes, caule e folhas, respectivamente.

Na maioria das briófitas, o gametófito é unissexuado. Na porção superior, a planta possui gametângios, nas plantas femininas representados pelos arquegônios, onde são produzidos gametas femininos, as oosferas. A planta masculina possui gametângios chamados anterídios, que produzem anterozoides, gametas masculinos flagelados capazes de nadar até a oosfera e fecundá-la, originando o zigoto diploide. Este sofre sucessivas mitoses e origina o esporófito, que cresce sobre o gametófito feminino e dele depende para obter alimento durante toda a vida. O esporófito é composto de uma haste, em cuja extremidade se encontra o esporângio, cujas células se dividem por meiose e originam esporos. Ao serem liberados, se encontrarem condições favoráveis, os esporos germinam e originam os gametófitos.

Para simplificação, usaremos os símbolos ♂ (masculino) e ♀ (feminino) na representação das estruturas masculinas e femininas, respectivamente.



A análise do ciclo de vida das briófitas é uma oportunidade para destacar que essas plantas são dependentes da água para a reprodução, pois os anterozoides só se locomovem em meio líquido.

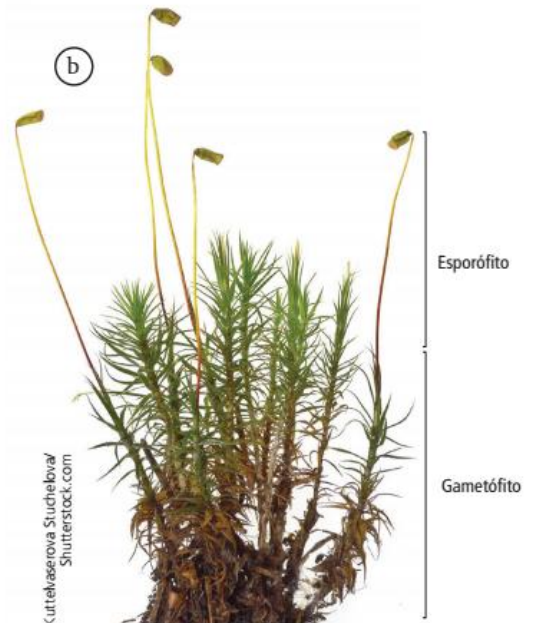


Figura 4. (a) Representação esquemática do ciclo de vida das briófitas. (Imagens sem escala; cores-fantasia.) (b) Aspecto geral de musgos.

Pteridófitas

As **pteridófitas** (do grego *ptēris*, feto, outra designação de samambaia), as mais conhecidas plantas vasculares sem sementes, incluem samambaias e avencas. Seus vasos condutores garantem eficiente transporte e reposição da água perdida pelas plantas, o que possibilita a ocupação de ambientes secos e a aquisição de maior porte.

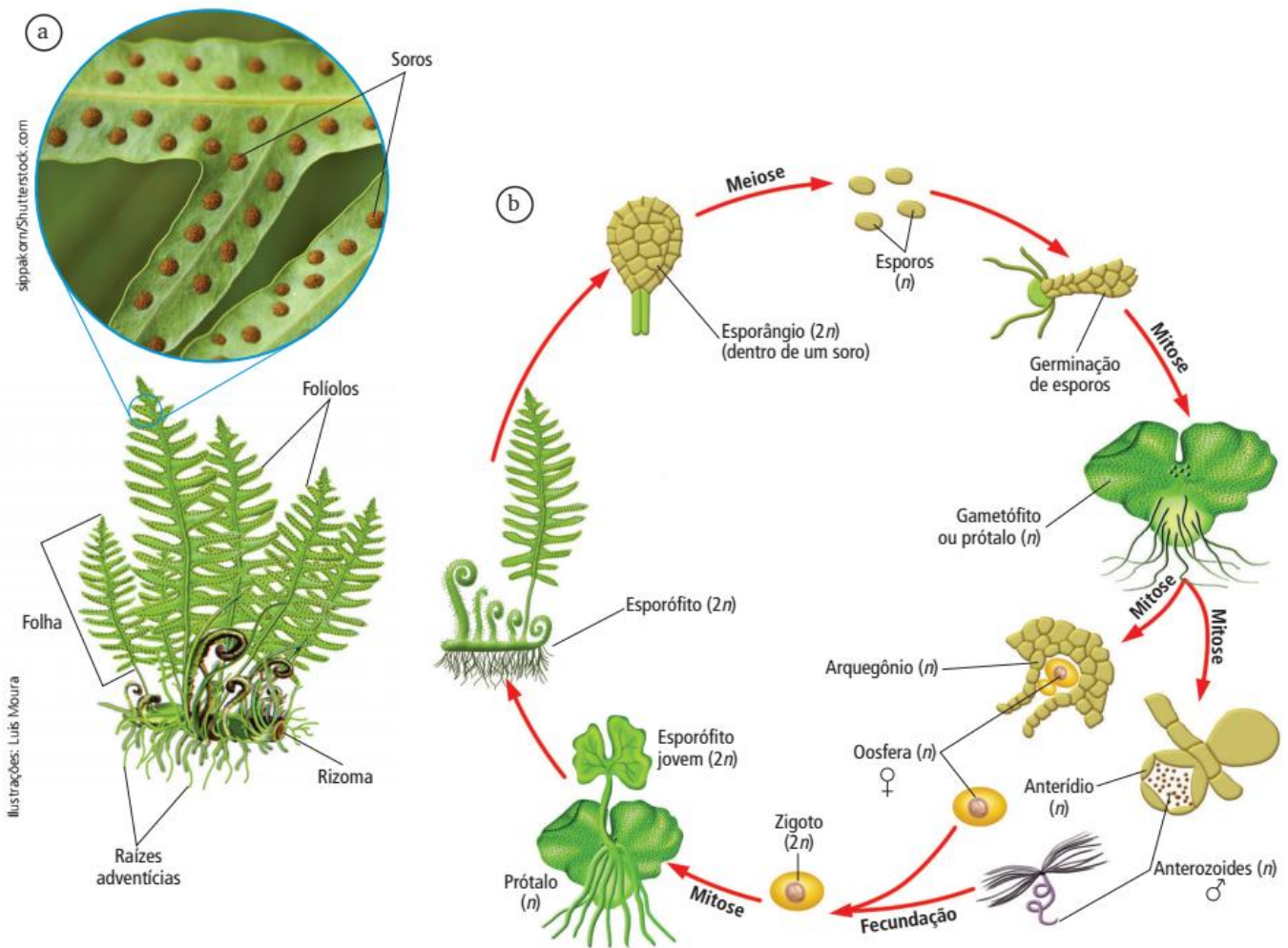
Ciclo de vida

Assim como as briófitas, as pteridófitas dependem da água para que ocorra a fecundação. Em seu ciclo de vida, a planta desenvolvida e duradoura é o **esporófito**, no qual o caule (rizoma) e as raízes são subterrâneos (**figura 5**).

As folhas geralmente são divididas em folíolos. Na face inferior dos folíolos, formam-se os soros que contêm esporângios, e no interior deles as células dividem-se por meiose, originando esporos. Quando maduro, o esporo é liberado e, ao encontrar condições favoráveis, divide-se por mitose e origina o gametófito, também chamado prótalo, um delicado talo verde, sem caule nem folhas, mas com rizoides. Nas espécies isosporadas, o prótalo é bissexuado, formando, em sua face inferior, tanto arquegônios como anterídios. Estes liberam anterozoides, que nadam até os arquegônios, onde fecundam as oosferas, dando origem ao zigoto diploide, que, após sucessivas mitoses, origina o esporófito jovem, que depende do gametófito para se alimentar apenas no início de seu desenvolvimento. Quando as reservas de nutrientes orgânicos do gametófito se esgotam, ele degenera.

No Brasil, existem 121 gêneros de pteridófitas, com 1 176 espécies. Dessas, 450 são endêmicas.

Briófitas e pteridófitas eram designadas como **criptógamas** (do grego *kryptos*, oculto), pela ausência de estruturas reprodutoras aparentes. Essa nomenclatura está em desuso, por não representar um verdadeiro clado.



Fonte: EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. Raven – **Biologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

Figura 5. (a) Aspecto geral de uma pteridófitas, no detalhe, face inferior dos folíolos. (b) Representação esquemática do ciclo de vida das pteridófitas. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

O Brasil abriga sete gêneros de gimnospermas, com 26 espécies. Apenas duas espécies são endêmicas, ambas pertencentes ao gênero *Podocarpus* (pinhão-bravo ou pinheiro-bravo).

Florestas de coníferas, que cobriam grandes extensões da América do Norte e da Europa, hoje se restringem a frações do que eram. Foram derrubadas para a obtenção de madeira e resinas e para a produção de papel. Atualmente, a maioria das indústrias emprega matéria-prima proveniente de áreas de reflorestamento.

Gimnospermas

As espécies vegetais atualmente mais utilizadas em áreas de reflorestamento para o fornecimento de matéria-prima são as dos gêneros *Pinus* (gimnospermas) e *Eucalyptus* (angiosperma).

As **gimnospermas** (do grego *gymnos*, nu) diferenciam-se das plantas vasculares sem sementes porque originam estróbilos (estruturas reprodutoras) e **sementes**. Ao contrário das angiospermas, suas sementes não estão contidas em frutos. Os representantes mais conhecidos são os pinheiros, os ciprestes e as sequoias, que são coníferas (filo Coniferophyta), cujos estróbilos são chamados cones.

O pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*) é dioico, ou seja, tem sexos separados: as plantas masculinas formam cones menores (**figura 6a**), onde são produzidos os **grãos de pólen**; as plantas femininas formam cones maiores (**figura 6b**), onde são gerados os óvulos. Ocorre a polinização quando os grãos de pólen, levados pelo vento, entram em contato com os óvulos. Após a fecundação, os óvulos originam sementes (os pinhões, **figura 6c**), que contêm o embrião envolvido por uma reserva alimentar e uma casca.



Figura 6. No pinheiro-do-paraná, *Araucaria angustifolia*, (a) os cones masculinos são menores e alongados em relação aos (b) cones femininos, em cujo interior se desenvolvem (c) os pinhões.

Alguns autores consideram as gimnospermas um grupo monofilético; portanto, elas constituiriam um clado. Outros autores, porém, estabelecem cladogramas nos quais as gimnospermas aparecem como um grupo parafilético.

O termo **óvulo** tem significados diferentes quando empregado em botânica e em zoologia. Em botânica, óvulo refere-se a um conjunto de células que abriga o gameta feminino (oosfera); em zoologia, óvulo refere-se a uma célula e pode ser o próprio gameta feminino.

As folhas dos pinheiros, chamadas acículas, têm aspecto de agulhas (o que evita o acúmulo de neve).

O pinheiro-europeu (gênero *Pinus*) é **monoico**, isto é, cada planta tem cones femininos e cones masculinos. A polinização, a fecundação, a formação e a diferenciação das sementes ocorrem de forma semelhante à do pinheiro-do-paraná.

Ciclo de vida

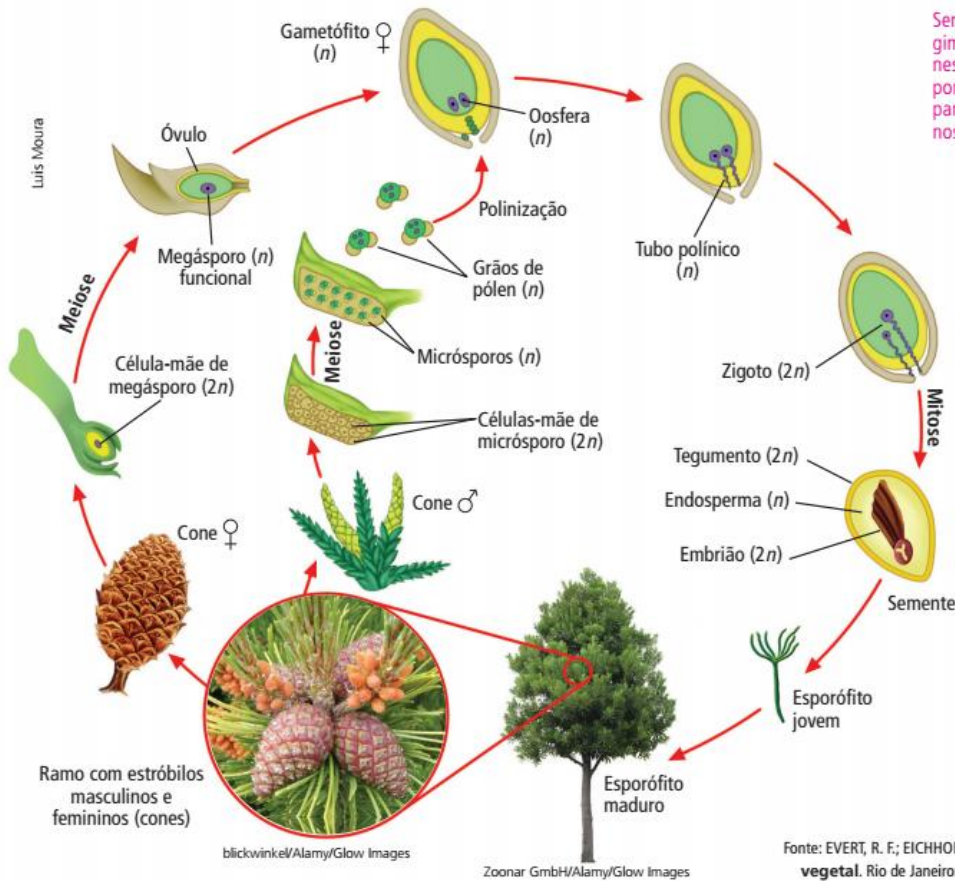
As gimnospermas apresentam heterosporia, pois formam dois tipos de esporos: os **micrósporos** (♂) e os **megásporos** (♀) (**figura 7**).

Nos estróbilos masculinos do esporófito, encontram-se os microsporângios (♂), dentro dos quais as células-mães de micrósporo ($2n$) sofrem meiose, originando micrósporos (n). Cada micrósporo divide-se por mitose, gerando grãos de pólen. O grão de pólen é o **gametófito masculino imaturo**, que contém uma célula do tubo (n) e uma célula geradora (n). Em contato com o estróbilos feminino, o grão de pólen germina, formando o **tubo polínico**, que é o **gametófito masculino maduro**.

Durante o crescimento do tubo polínico, a célula geradora divide-se por mitose e forma dois **núcleos gaméticos** ou núcleos espermáticos (n), que correspondem a gametas masculinos.

Nos estróbilos femininos, os megasporângios (♀), envolvidos por um tegumento diploide ($2n$), constituem os **óvulos**. Dentro de cada megasporângio, uma grande célula-mãe de megásporo ($2n$) sofre meiose e origina quatro células haploides (n), das quais três degeneram e uma forma o megásporo funcional (n).

A partir do megásporo funcional, por mitose, forma-se o gametófito feminino, dentro do qual se encontram **arquegônios**, que contêm **oosferas** (n), os gametas femininos. O crescimento do tubo polínico para dentro do óvulo, passando pela micrópila (abertura do óvulo), até alcançar a oosfera, resulta na **fecundação**, que é independente da água. Um núcleo gamético (n) une-se à oosfera (n), formando o zigoto ($2n$), que, por mitose, origina o **embrião** ($2n$). Enquanto isso, o outro núcleo gamético degenera. O corpo do gametófito feminino constitui o **endosperma primário** (n), tecido de reserva alimentar, enquanto o tegumento ($2n$) do óvulo dá origem à casca. O óvulo, então, converte-se em semente.



Sendo o vento o principal agente polinizador das gimnospermas, é uma adaptação importante os cones masculinos serem expostos, facilitando o transporte dos grãos de pólen. Independentes da água para a reprodução, as gimnospermas avançaram nos ecossistemas terrestres.

A gralha-azul (gênero *Cyanocorax*) recolhe no chão os pinhões (sementes do pinheiro-do-paraná) e enterra-os para comê-los posteriormente. Alguns deles germinam, originando novas plantas. A derrubada de árvores e a caça à gralha-azul estão ameaçando as florestas de araucárias, uma das mais belas paisagens naturais do Brasil.

Fonte: EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. Raven – **Biologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

Figura 7. Representação esquemática do ciclo de vida das gimnospermas, que é heterosporado, como o de todas as plantas que produzem sementes. O pinheiro-europeu (gênero *Pinus*) é monoico, e em seus ramos encontram-se cones masculinos e femininos. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Angiospermas

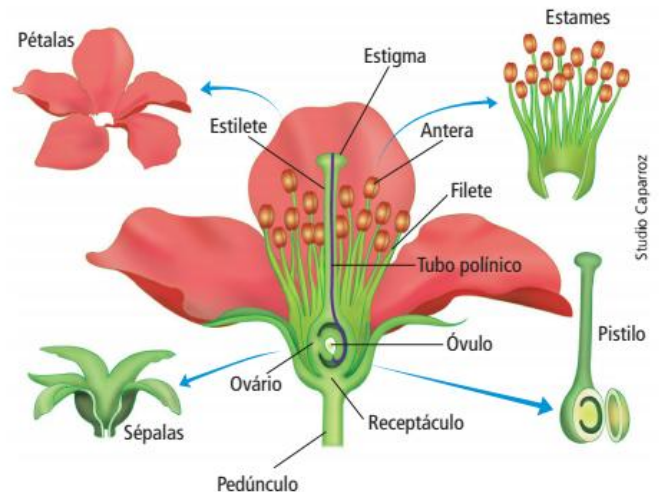
As **angiospermas** (do grego *aggêion*, vaso, e *sperma*, semente) (filo Anthophyta) — como a mangueira, a laranjeira, o arroz, a cana-de-açúcar e o milho — superam todas as outras plantas em diversidade de espécies e de habitats. Constituem o mais numeroso e diversificado grupo de plantas, caracterizado pela presença de flores e por sementes contidas em **frutos**.

A flor típica de uma angiosperma (**figura 8**) exibe o pedúnculo, uma haste dilatada na porção superior (receptáculo), onde se prendem dois tipos de folhas modificadas: as **sépalas**, que geralmente são verdes e servem como elementos de proteção (sobretudo para o botão floral); e as **pétalas**, que geralmente são maiores e coloridas e, além de protegerem a flor, também atraem animais que realizam a polinização.

As angiospermas também se destacam pela multiplicidade de usos pelos seres humanos. As espécies lenhosas são usadas como madeira, lenha e fonte comercial de cortiça; os tipos herbáceos são importantes fontes de óleos vegetais e fibras têxteis. Além disso, tanto estruturas vegetativas — raiz, caule e folhas — como estruturas reprodutivas — flores, frutos e sementes — são importantes fontes de alimento para os seres humanos e muitos outros animais.

Também se ligam ao receptáculo as estruturas reprodutivas:

- Os **estames** correspondem às estruturas masculinas; um estame tem a forma de antena e é composto do **filete**, uma haste em cuja extremidade livre se prende a **antera**, onde são formados os **grãos de pólen**.
- O **pistilo** (ou carpelo) é a estrutura feminina da flor; um pistilo é formado pelo **estigma**, extremidade alargada à qual aderem os grãos de pólen, pelo **estilete**, um tubo no interior do qual cresce o tubo polínico, e pelo **ovário**, base alargada em cujo interior está o **óvulo**.



Fonte: JENSEN, W. A. et al. **Biology**. Belmont: Wadsworth, 1979.

Figura 8. Representação esquemática de flor de angiosperma. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

No Brasil, 2826 gêneros de angiospermas contêm 31 160 espécies, sendo 17 628 endêmicas. Trata-se da maior biodiversidade e do maior endemismo mundial nesse grupo de plantas.

As angiospermas são o único grupo de plantas consistentemente considerado monofilético.

As peças florais de uma angiosperma formam grupos (os **verticilos florais**) normalmente dispostos em círculos concêntricos: as sépalas formam o **cálice**; as pétalas constituem a **corola**; os pistilos formam o **gineceu**; e os estames, o **androceu**. O conjunto formado por pétalas e sépalas (ausentes nos estróbilos de gimnospermas) recebe o nome de **perianto**.

▶ Algumas angiospermas têm **inflorescências**, que são conjuntos de flores agrupadas, ligadas a um pedúnculo floral comum. São exemplos a margarida, o antúrio e várias gramíneas, como o arroz, o trigo e o milho.

▶ Polinização

A polinização é o transporte do grão de pólen até o estigma (**figura 9**) onde se forma o tubo polínico. As flores monóclinas podem realizar a **autopolinização**, isto é, o pólen de determinado estame chega ao estigma da mesma flor que o produziu. Embora aumente a probabilidade de ocorrência da fecundação, traz grande inconveniente: não favorece a variabilidade genética na descendência, pois ocorre em uma única flor e, portanto, em uma única planta. O tipo mais vantajoso de polinização, no que se refere à variabilidade, é a **polinização cruzada**, em que o pólen é depositado em uma flor de outra planta da mesma espécie.

▶ Há espécies cujas flores são **monóclinas** (do grego *monos*, um, e *klynein*, receptáculo), ou seja, apresentam androceu e gineceu. Flores **díclinas** (do grego *di*, dois) têm somente androceu (flores masculinas ou estaminadas) ou somente gineceu (flores femininas ou pistiladas). Algumas espécies com flores monóclinas ajustam o amadurecimento das estruturas reprodutoras, impedindo a produção concomitante de gametas masculinos e femininos, evitando assim a autofecundação.

Visitando uma praça ou um canteiro de flores, peça aos alunos que levantem hipóteses a respeito do tipo de agente polinizador mais provável para cada espécime. Uma alternativa é apresentar imagens de flores de diferentes tipos, que podem servir ao mesmo propósito. Alerta-os para que se atentem às cores, à morfologia (posicionamentos de estames e pistilo) e ao odor (se possível).



Foto Yakov/Shutterstock.com



Sant O'Neal/Shutterstock.com



Ondrej Prosky/Shutterstock.com



irin-k/Shutterstock.com

Figura 9. (a) Flores que são polinizadas pelo vento liberam grande quantidade de pólen, levado com facilidade para grandes distâncias. (b) Flores que são polinizadas por animais geralmente possuem algum tipo de característica que os atrai. A cor das pétalas, que se distinguem da paisagem (compare-as com as flores de gramíneas), e os odores são importantes fatores de atração. (c) Pássaros e (d) insetos visitam as flores buscando alimento (pólen ou néctar).

A polinização pelo vento (ou anemofilia) ocorre em gimnospermas e em certas espécies de angiospermas, como as gramíneas. As flores anemófilas não são muito vistosas, mas produzem muito pólen (geralmente leve e pulverulento), compensando a perda acentuada.

Animais são agentes polinizadores particularmente eficientes porque visitam as flores em busca de alimento (principalmente o néctar, secreção açucarada produzida pelas flores) e, dessa forma, depositam o pólen sobre o estigma. São notáveis os exemplos da coevolução de flores e animais polinizadores, frequentemente com compatibilidade de estruturas anatômicas, que levam determinados agentes a buscar alimento e, conseqüentemente, polinizar especificamente certo tipo de flor. Insetos (entomofilia), pássaros (ornitofilia) e morcegos (quiropterofilia) são polinizadores comuns, geralmente atraídos pela corola vistosa e pelo odor penetrante das flores que visitam para se alimentar.

O termo **coevolução** é usado para designar o ajustamento evolutivo decorrente da interação entre membros de espécies diferentes em que os indivíduos de uma espécie auxiliam a sobrevivência ou a reprodução de indivíduos de outra espécie. É um processo indispensável para a sobrevivência de um ou ambos os participantes.

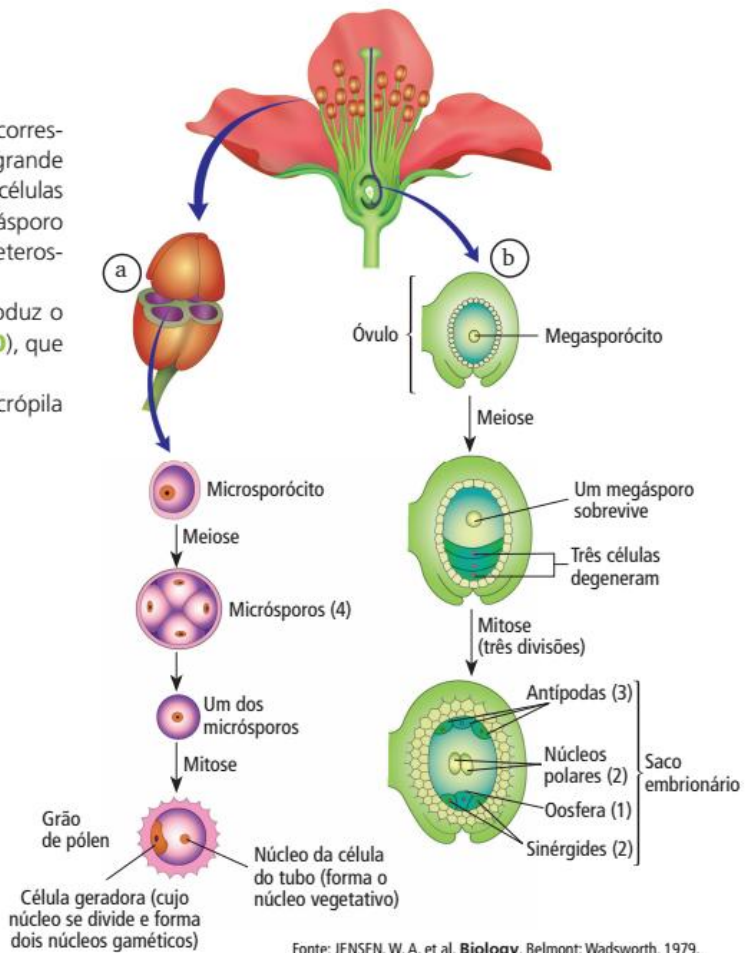
Ciclo de vida

No interior do ovário, há um ou mais óvulos. O óvulo, que corresponde ao megasporângio, tem dois tegumentos e contém uma grande célula-mãe de megásporo ($2n$), que sofre meiose e origina quatro células haploides (n), das quais três degeneram e uma se torna o megásporo funcional (n). As angiospermas, portanto, também apresentam heterosporia, pois produzem micrósporos (σ^7) e megásporos (ρ^7).

Dentro do óvulo, o megásporo funcional sofre mitose e produz o **gametófito feminino**, chamado **saco embrionário** (figura 10), que contém diferentes tipos de células:

- uma **oosfera** (gameta feminino), situada próximo à micrópila (abertura do óvulo);
- duas **sinérgides**, uma de cada lado da oosfera;
- três **antípodas**, no lado oposto ao da oosfera;
- uma grande célula central, com dois **núcleos polares**.

Figura 10. Representações esquemáticas de (a) formação do grão de pólen (com seus três núcleos) e (b) desenvolvimento do saco embrionário, notando-se a presença da oosfera, que é o gameta feminino. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)



Fonte: JENSEN, W. A. et al. **Biology**. Belmont: Wadsworth, 1979.

O crescimento do tubo polínico até o saco embrionário, com o consequente transporte dos gametas masculinos, determina a **fecundação** (figura 11), que, como nas gimnospermas, é independente da água.

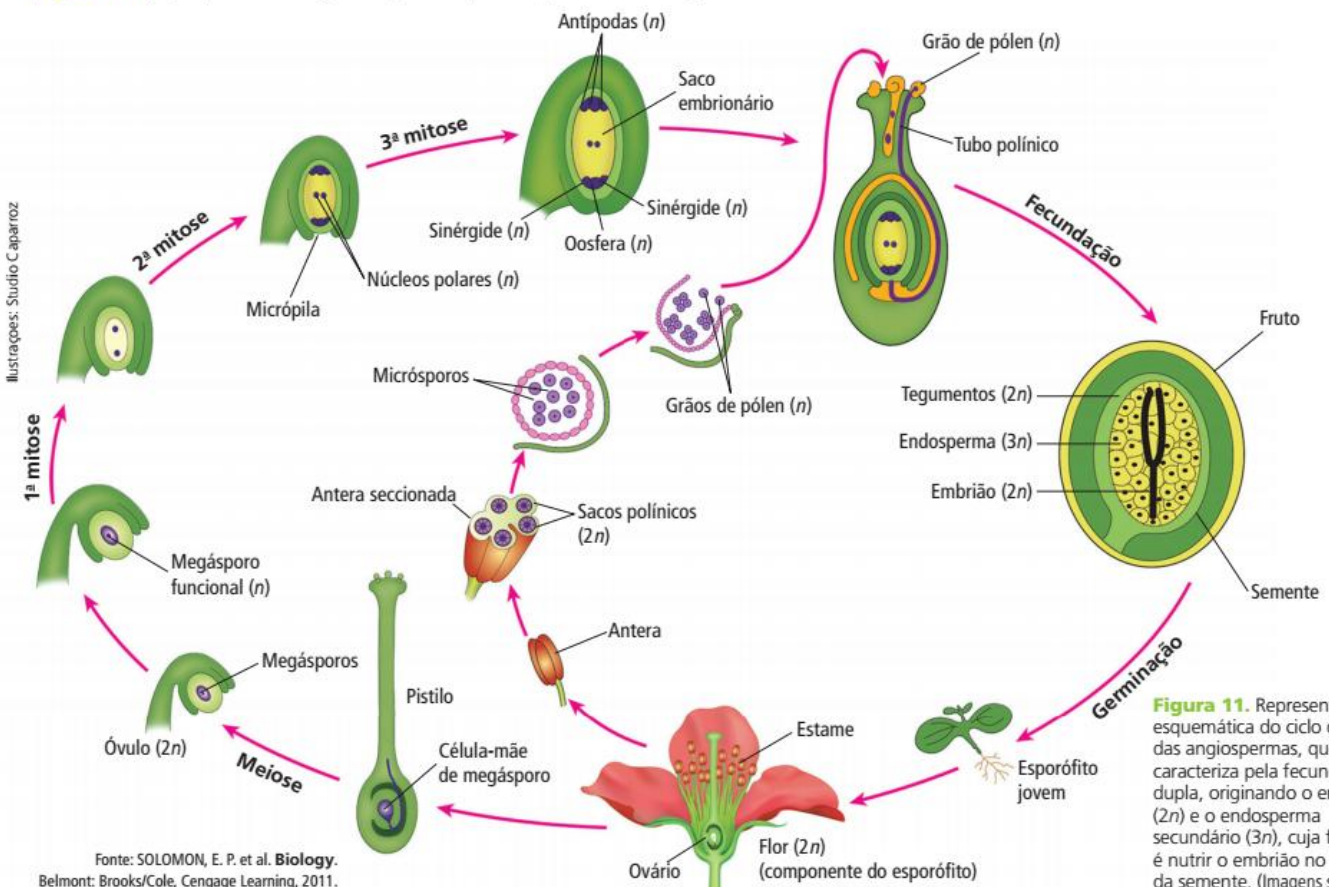


Figura 11. Representação esquemática do ciclo de vida das angiospermas, que se caracteriza pela fecundação dupla, originando o embrião ($2n$) e o endosperma secundário ($3n$), cuja função é nutrir o embrião no interior da semente. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: SOLOMON, E. P. et al. **Biology**. Belmont: Brooks/Cole, Cengage Learning, 2011.

Espirros e tosse: pode ser a febre do feno!

Nas regiões temperadas do Hemisfério Norte, estima-se que entre 10% e 18% das pessoas sofrem com a febre do feno, que pode ser altamente debilitante em algumas épocas da vida, principalmente na infância. Os fatores responsáveis pelo desenvolvimento dessa condição são proteínas que existem em espaços ocultos nas paredes dos grãos de pólen, e que são liberadas imediatamente após o contato com uma superfície úmida, quando o grão de pólen incha e se rompe. Entre essas proteínas, algumas agem como potentes alérgenos (desencadeantes de alergia), provocando reações do sistema imunológico.

O pólen de gramíneas é um importante causador da febre do feno, porque é liberado em grande quantidade e carregado pelo vento, encontrando vítimas suscetíveis mais facilmente que o pólen das plantas polinizadas por insetos, que frequentemente é de maior tamanho e liberado em menor quantidade. Todavia, alguns tipos de pólen carregados pelo vento e liberados em grande quantidade (como o do milho e o dos pinheiros) raramente causam algum tipo de problema.

A febre do feno provoca reações alérgicas às vezes intensas. Tosse, dificuldade respiratória e espirros são manifestações habituais.



kenetian/Shutterstock.com

Nas gimnospermas, apenas a oosfera é fecundada, formando-se um zigoto diploide, enquanto o endosperma primário é haploide. Já as angiospermas apresentam **fecundação dupla**:

- Um núcleo gamético (n) une-se à oosfera (n), formando um zigoto ($2n$), que, por mitose, origina um embrião ($2n$).
- O outro núcleo gamético (n) une-se aos dois núcleos polares (n), gerando uma célula triploide ($3n$), que, por mitose, forma o endosperma secundário ($3n$), tecido que contém a reserva alimentar do embrião.

Enquanto ocorre a dupla fecundação, os tegumentos ($2n$) do óvulo espessam-se e originam a casca. O **óvulo**, radicalmente transformado, contendo casca, embrião e endosperma secundário, torna-se a **semente**. Estimulado por hormônios produzidos pelo embrião, o **ovário** converte-se em **fruto**.

Alguns autores usam o termo **endosperma** apenas para o tecido de reserva de angiospermas. Adotamos a nomenclatura clássica, que designa o tecido haploide (n) de reserva das gimnospermas como **endosperma primário**, e o tecido triploide ($3n$) de reserva das angiospermas como **endosperma secundário**.

Frutos

Os **frutos**, estruturas exclusivas de angiospermas, oferecem **proteção** às sementes (e, por extensão, ao embrião contido em cada uma delas) e favorecem sua **dispersão**, o que está relacionado à ampla distribuição das angiospermas pelos diversos ecossistemas. A dispersão de frutos pode ocorrer por diversos meios.

- Dispersão pelo vento (anemocoria). Frutos alados (com expansões semelhantes a asas) podem planar, como ocorre com os do dente-de-leão.
- Dispersão pela água (hidrocoria). Frutos flutuantes, como o coco-da-baía, podem ser levados pelas correntes. O coco-da-baía tem uma parte fibrosa externa (correspondente ao fruto) e uma polpa branca interna (que é a semente) com líquido.

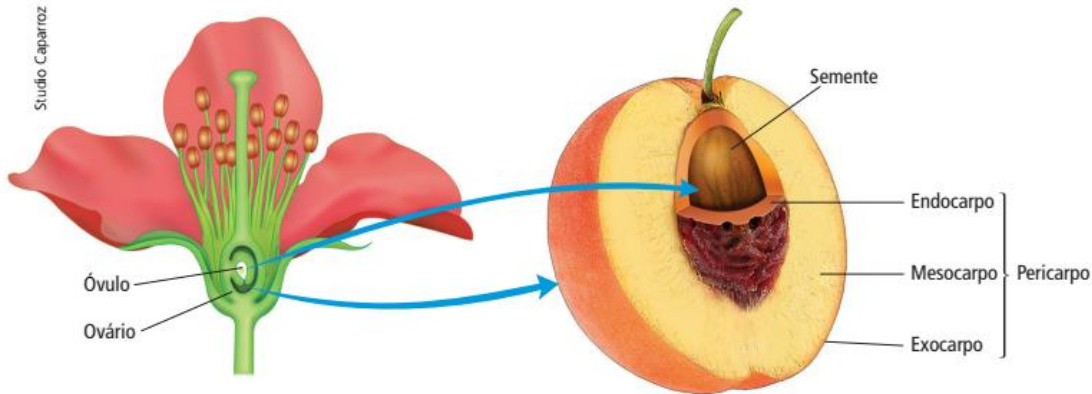
- Dispersão por animais (zooecoria). Frutos suculentos constituem alimento consumido por animais, os quais favorecem a planta, pois dispersam as sementes. Alguns carregam as sementes no bico, após comerem um fruto (**figura 12**); outros ingerem sementes, eliminando-as nas fezes. O picão e o carrapicho, por outro lado, são frutos transportados aderidos ao corpo de animais.



Palé Zuppanti/Pulsar

Figura 12. Frutos são poderosos atrativos para os animais, os quais digerem as partes macias e espalham as sementes ou as eliminam nas fezes, geralmente a distância da planta-mãe. A dispersão das sementes diminui a competição entre os descendentes, que surgem mais afastados uns dos outros, e favorece a ocupação de novos ambientes (na fotografia, tucano comendo frutos de jenipapeiro no Pantanal Sul, Miranda, MS).

Os frutos formam-se pelo desenvolvimento dos ovários, geralmente após a fecundação. Estimulado por hormônios liberados pelo embrião contido na semente, um ovário único sofre hipertrofia e converte-se em um fruto simples (**figura 13**).

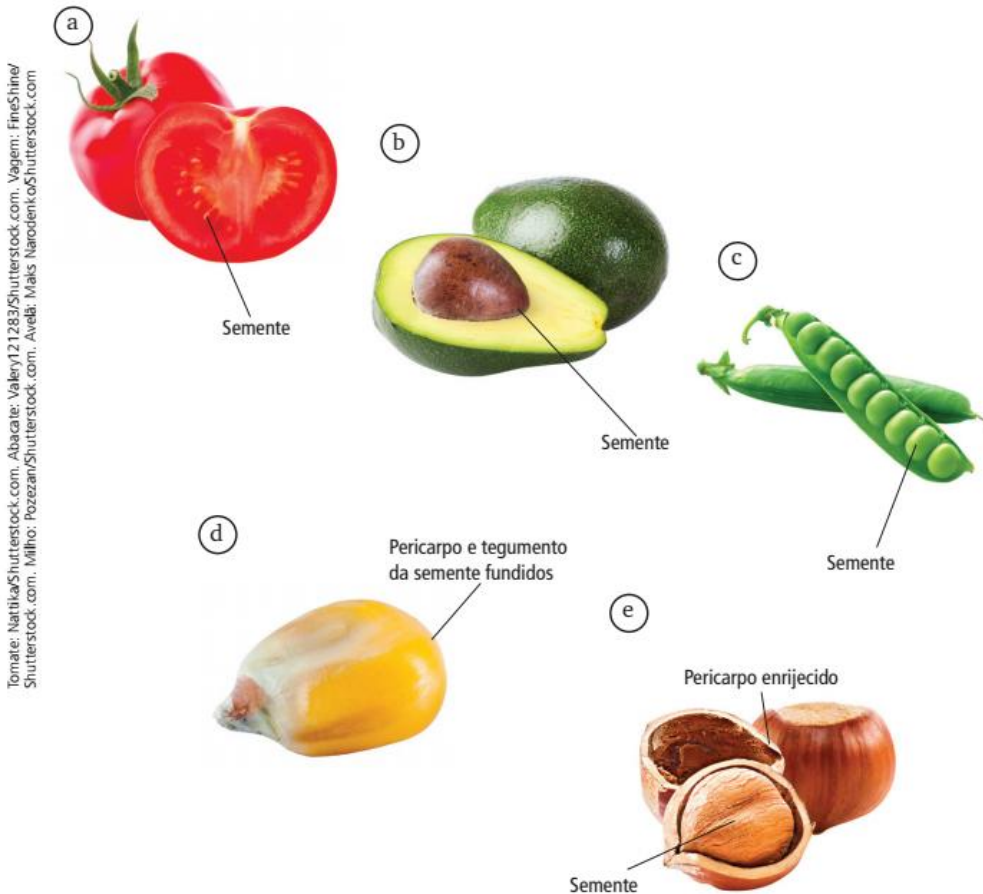


Fonte: STERN, K. R. **Introductory Plant Biology**. Boston: McGraw-Hill, 1997.

Figura 13. Todas as partes do fruto originam-se da flor. O fruto origina-se do ovário desenvolvido, e a semente resulta do desenvolvimento do óvulo após a fecundação. Se o ovário apresentar somente um óvulo, os frutos (como o pêssego e o abacate) terão apenas uma semente. Nas plantas que têm ovário com vários óvulos, os frutos (como o tomate e as leguminosas) contêm várias sementes. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Há espécies de plantas em que o pericarpo armazena grande quantidade de nutrientes (água, sais minerais, vitaminas, carboidratos, proteínas e lipídios) e aumenta consideravelmente em volume, gerando um fruto carnoso, geralmente comestível (**figuras 14a e 14b**). Outras espécies possuem fruto seco, no qual o pericarpo permanece delgado, ficando os nutrientes armazenados na própria semente, que é comestível (**figuras 14c, 14d e 14e**).

Das 350 mil espécies conhecidas de plantas, 250 mil espécies são de angiospermas. Peça aos alunos que apontem pelo menos três razões para esse sucesso adaptativo.



Tomate: Nattika/Shutterstock.com. Abacate: Valery121283/Shutterstock.com. Vagem: FineShine/Shutterstock.com. Milho: Pozzean/Shutterstock.com. Avelã: Maks Narodenko/Shutterstock.com

Figura 14. Os frutos simples são classificados em carnosos e secos. Os frutos carnosos, cujo pericarpo é succulento e comestível, são denominados bagas, quando têm várias sementes, como (a) o tomate e a uva; ou drupas, quando têm uma única semente, com tegumento enrijecido, como (b) o abacate e a manga. Os frutos secos podem abrir-se e liberar sementes, como as vagens de feijoeiro e (c) de ervilha, ou não se abrir, como os grãos de trigo e (d) de milho e as nozes (e) de avelã e castanheira, que têm pericarpo espesso e rígido.

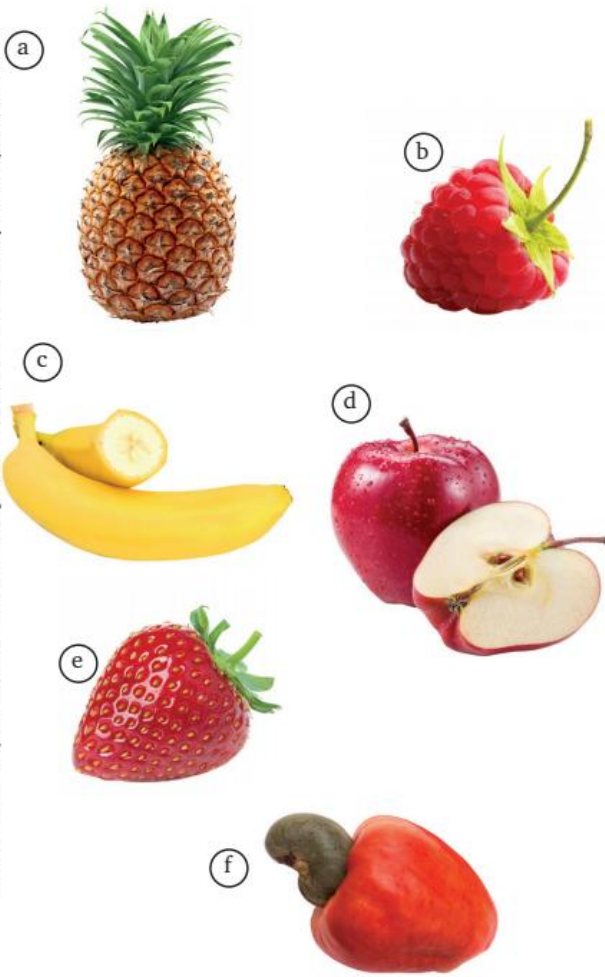


Figura 15. (a) O abacaxi é um fruto múltiplo, com dezenas de frutículos originários de uma inflorescência. (b) A framboesa surge do desenvolvimento de múltiplos ovários agregados. (c) A banana é um fruto partenocárpico. Maçã, morango e caju são pseudofrutos: (d) o fruto verdadeiro da macieira é a porção central da maçã, onde estão as sementes; (e) no morango, os frutos verdadeiros são as pequenas estruturas externas, presas à porção comestível; (f) no caju, o fruto verdadeiro é a castanha, que surge do ovário da flor do cajueiro.

Outros grupos conhecidos são as angiospermas basais (como a ninfeia e a vitória-amazônica) e as magnoliídeas (por exemplo, magnólia, abacateiro, canela, casca-d'anta e as pimentas dos gêneros *Piper* e *Capsicum*).

Certas espécies de plantas produzem tipos especiais de frutos (**figura 15**):

- **Infrutescências** (ou frutos múltiplos) desenvolvem-se de inflorescências, nas quais os muitos ovários fundem-se e formam uma estrutura única, como ocorre no abacaxi e na amora.
- **Frutos agregados**, como a framboesa, surgem de uma flor com muitos ovários separados.
- **Frutos partenocárpicos** formam-se por partenocarpia, que é o desenvolvimento do ovário, estimulado por hormônios, sem a ocorrência de fecundação; logo, não contêm sementes. São exemplos alguns frutos de plantas cultivadas por reprodução assexuada, como a banana, a laranja-da-baía e cada frutículo componente do abacaxi.
- **Pseudofrutos** desenvolvem-se de estruturas florais diferentes do ovário, tornando-se comestíveis. As porções carnosas da maçã e do morango originam-se do receptáculo floral; a do caju, do pedúnculo floral.

► Classificação das angiospermas

As angiospermas dividem-se em vários grupos, dos quais os mais representativos (incluindo mais de 97% das espécies conhecidas) são as **monocotiledôneas** e as **eudicotiledôneas**. A principal diferença entre esses dois grupos refere-se à quantidade de pequenas folhas modificadas (denominadas cotilédones) contidas no interior da semente.

	Exemplos	Característica da semente
Monocotiledôneas	Milho, gramíneas, palmeiras, orquídeas	Sementes com um cotilédono
Eudicotiledôneas	Mamona, feijoeiro, ervilha, goiabeira	Sementes com dois cotilédones

As flores de monocotiledôneas apresentam peças florais em múltiplos de três (flores **trímeras**) (**figura 16a**). Em geral, as flores de eudicotiledôneas têm peças florais em múltiplos de cinco (flores **pentâmeras**) (**figura 16b**); menos frequentemente, têm peças florais em múltiplos de quatro (flores tetrâmeras) ou apenas duas de cada peça floral (flores dímeras).



Figura 16. (a) Flor trímera típica de monocotiledôneas, como a do lírio (*Lilium* sp.); (b) flor pentâmera típica de eudicotiledôneas, como a da não-me-esqueças (*Myosotis* sp.).

Cada grão de milho é um fruto com uma semente (**figura 17a**). Na face lateral do grão, está o embrião com um cotilédone. No grão de milho, a reserva alimentar está no endosperma secundário. Em condições adequadas, o embrião aumenta a atividade metabólica, e enzimas do cotilédone hidrolisam o endosperma secundário. Os produtos da digestão são transferidos pelo cotilédone ao embrião, que cresce. Ao se esgotarem as reservas, a planta jovem já tem raízes e folhas, que garantem a nutrição.

No feijão (a semente do feijoeiro), toda a reserva alimentar do endosperma secundário é transferida para os cotilédones, que se tornam muito espessados (**figura 17b**). Na germinação da semente do feijoeiro, a reserva alimentar dos cotilédones é transferida ao embrião. Após alguns dias, a planta terá folhas, caule e raízes; presos ao caule, os cotilédones “murcham” com o esgotamento da reserva (**figura 17c**).

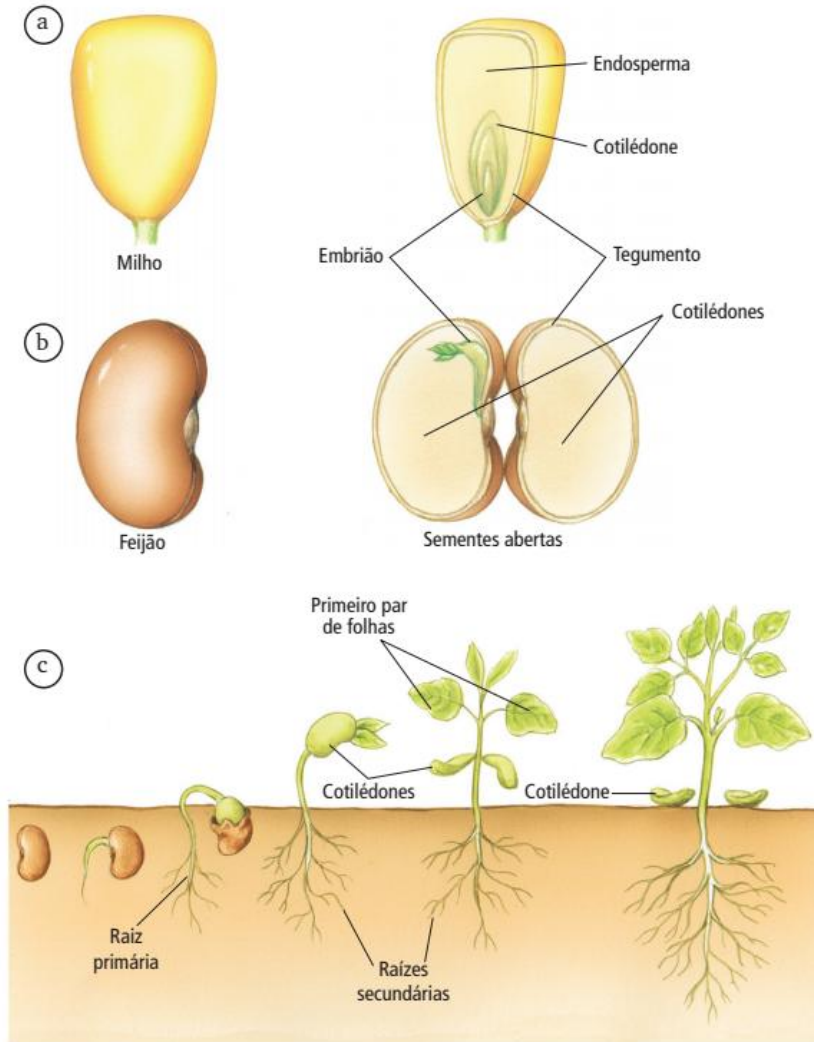


Figura 17. (a) Grão de milho. Como as sementes do milho têm um cotilédone, ele é uma monocotiledônea. (b) Semente do feijoeiro. As sementes de eudicotiledôneas (como o feijoeiro e a goiabeira) têm dois cotilédones. (c) Germinação da semente do feijoeiro: a raiz é a primeira parte a emergir da semente; em seguida, saem as folhas, enquanto os cotilédones vão diminuindo de tamanho. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. *Biologia vegetal*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

A evolução das plantas e a ocupação dos ambientes terrestres

Ambientes aquáticos apresentam características favoráveis a muitos seres vivos: estabilidade térmica, sustentação, materiais dissolvidos (sais minerais, por exemplo) e proteção contra a exposição excessiva a radiações (como a ultravioleta, que penetra na água apenas até certa profundidade). Além disso, organismos que ocupam ambientes aquáticos têm menor risco de desidratação, ameaça permanente aos que vivem em ambientes secos.

Durante 3 bilhões de anos, a vida na Terra desenvolveu-se apenas em ambientes aquáticos. Os ambientes terrestres permaneceram desprovidos de seres vivos até há cerca de 450 milhões de anos.

Caindo sobre a superfície das rochas nuas, a água das chuvas escorria para oceanos, rios e lagos, e a pouca água restante rapidamente evaporava. As superfícies rochosas sofriam grande oscilação térmica, atingindo temperaturas muito elevadas durante o dia e muito baixas à noite. Sob a ação do intemperismo e da erosão (provocados pela água, pelos ventos, por variações de temperatura e outros fatores), as rochas começaram a desagregar-se, originando partículas menores. Com a formação de um solo, a água das chuvas, além de correr sobre a superfície, passou a infiltrar-se e a ser retida entre as partículas. Com isso, o desenvolvimento de plantas em ambientes terrestres começou a tornar-se viável.

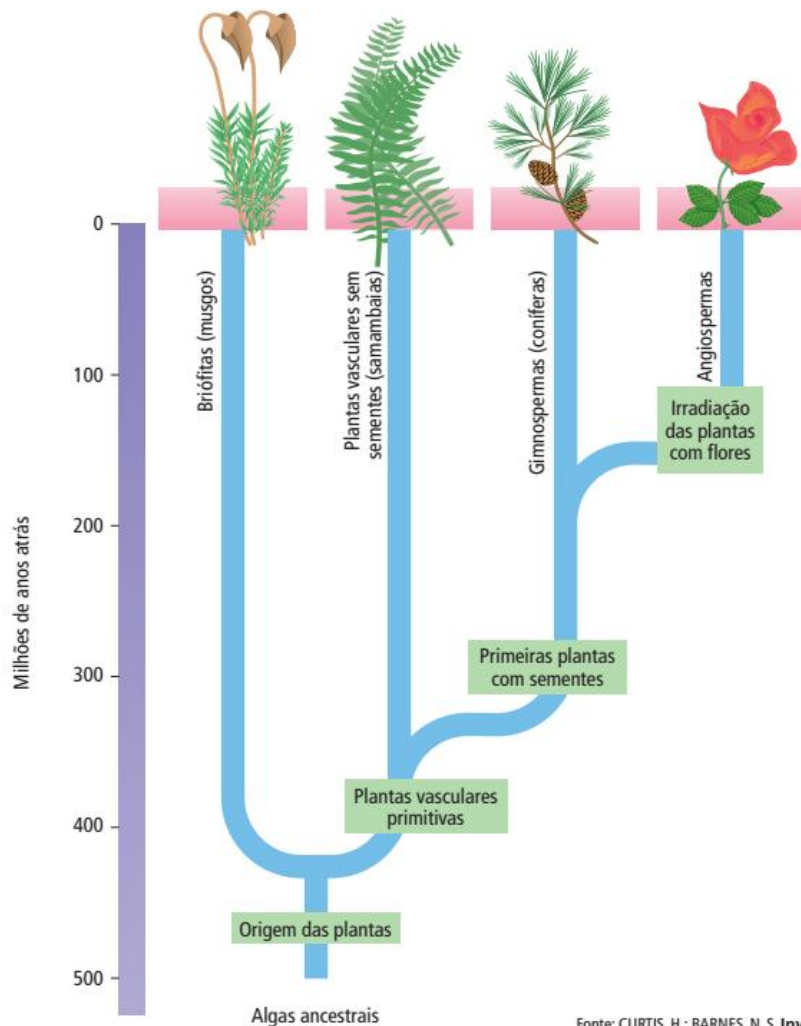
Em relação ao ambiente aquático, os ambientes terrestres apresentam importantes diferenças: exposição direta à luz, maior concentração de gases e, ao menos em um primeiro período, ausência de predadores, competidores e parasitas. Por outro lado, apresentam escassez de água, abundante apenas abaixo da superfície do solo. Diante da deficiência hídrica, é maior o risco de o vegetal desidratar-se, além de perder a sustentação proporcionada pela água.

Submetidas à seleção natural, variedades vegetais providas de certas características foram selecionadas. Assim, passaram a predominar as formas terrestres providas de raízes, capazes de penetrar no solo e obter água e minerais. Entretanto, ao penetrar no solo, os tecidos vegetais afastam-se da luz e comprometem a fotossíntese. Também por ação da seleção natural, foram selecionadas as variedades que desenvolveram uma parte aérea representada pelo caule e pelas folhas.

Outras características selecionadas pelo ambiente foram os tecidos de revestimento (que reduzem a perda de água), os tecidos de sustentação (que mantêm a planta ereta), os tecidos de condução (que permitem o fluxo de materiais, como água e compostos orgânicos) e os tecidos fotossintetizantes (que absorvem a luz e sintetizam matéria orgânica).

Células fotossintetizantes são encontradas em outros grupos de seres vivos (em algas, por exemplo). Porém, é nas plantas que essas células constituem tecidos diferenciados.

As primeiras plantas terrestres devem ter sido semelhantes às atuais briófitas, embora os mais antigos fósseis de plantas terrestres sejam de plantas vasculares. Sem vasos condutores e por não conseguirem repor com eficiência a água perdida, as briófitas teriam inicialmente ocupado ambientes terrestres úmidos, como áreas pantanosas e bordas dos cursos de água. Modificado pela presença das traqueófitas (que proporcionavam áreas sombreadas e mais úmidas), o ambiente terrestre passou a ser ocupado por diversos outros tipos de organismo.



Fonte: CURTIS, H.; BARNES, N. S. *Invitation to Biology*. New York: Worth, 1994.

Figura 18. Origem das plantas e prováveis relações evolutivas entre elas. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Na evolução das plantas, notam-se: (a) redução progressiva do gametófito (que em gimnospermas e angiospermas se torna microscópico e dependente do esporófito); (b) desenvolvimento do esporófito (que se torna mais complexo) (Figura 19); (c) heterosporia, com a produção de micrósporos e megásporos (como ocorre em angiospermas e gimnospermas); (d) independência de água do ambiente para a fecundação, com o desenvolvimento do tubo polínico (em gimnospermas e angiospermas).

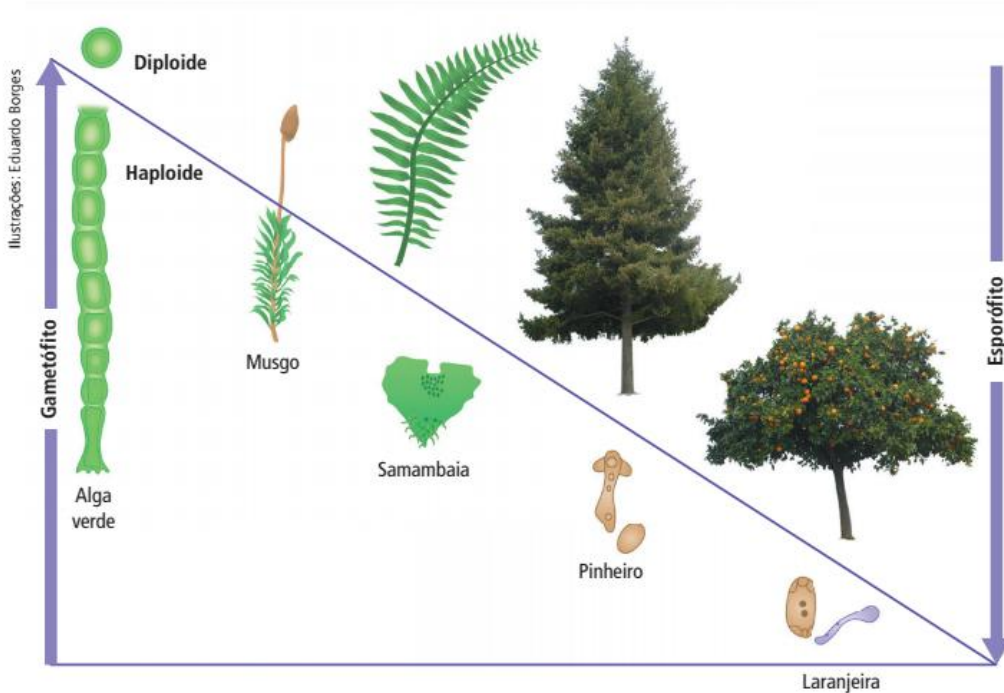


Figura 19. Comparação entre as fases esporofíticas e gametofíticas de alga verde e de diversos grupos vegetais. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: CURTIS, H.; BARNES, N. S. *Invitation to Biology*. New York: Worth, 1994.

A notícia

Pesquisadores encontram fósseis de planta florífera 'mais antiga do mundo' na Espanha

Montsechia vidalii tem cerca de 130 milhões de anos e é datada do período Cretáceo

Os restos do que pode ser a planta florífera mais antiga do mundo foram encontrados na Espanha. Segundo os cientistas, a *Montsechia vidalii* tem cerca de 130 milhões de anos e pertence ao início do período Cretáceo. O vegetal seria, portanto, contemporâneo de dinossauros com penas.

[...]

De acordo com o estudo, a *Montsechia vidalii* era semelhante às plantas utilizadas

para enfeitar aquários, conhecidas como rabo-de-raposa, e cresciam sob a água de lagos rasos. Como os animais ainda não tinham nenhum papel na dispersão de sementes, os cientistas acreditam que a planta possuía flores masculinas e femininas e lançava suas sementes na água para fertilizar outra planta. [...]

“A ‘primeira flor’ é um conceito um pouco poético, mas deixando isso de lado,

nós acreditamos que isto é o mais antigo que descobrimos até agora. Essa planta nos mostra onde tudo começou. Se soubermos mais sobre sua evolução, poderemos identificar polinizadores alternativos que desempenharam um papel no passado e estão escondidos agora, e assim poderemos incentivá-los novamente”, explicou David Dilcher, que lidera a pesquisa.

[...]

Pesquisadores encontram fósseis de planta florífera 'mais antiga do mundo' na Espanha. **O Globo**. Rio de Janeiro: Editora Sociedade, 18 ago. 2015. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/sociedade/ciencia/pesquisadores-encontram-fosseis-de-planta-florifera-mais-antiga-do-mundo-na-espanha-17217843>>. Acesso em: mar. 2016.

Atividades

Escreva no caderno

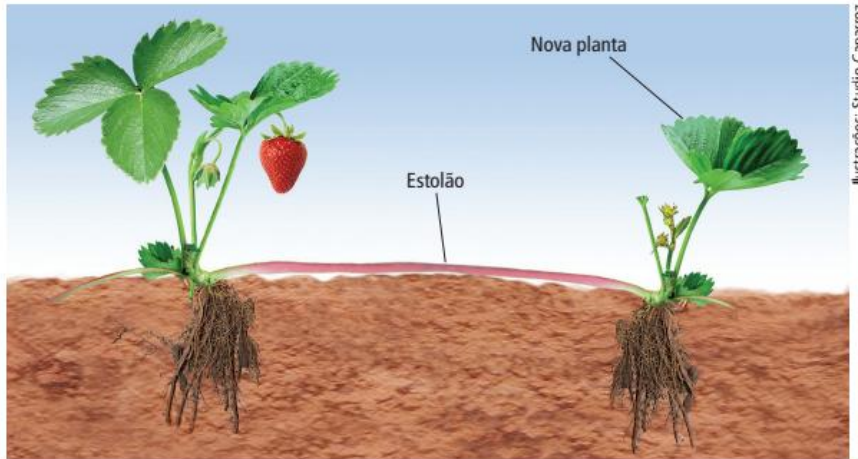
Após ler a notícia, responda.

- Considerando que a *Montsechia vidalii* tivesse, de fato, flores verdadeiras, ela seria a representante mais antiga encontrada até agora de qual grupo de plantas?
- A notícia informa que “a planta possuía flores masculinas e femininas e lançava suas sementes na água para fertilizar outra planta”. Essa informação está correta? Justifique.
- Considerando a época de surgimento da *Montsechia vidalii*, localize-a cronologicamente em relação ao aparecimento das seguintes estruturas vegetais:
 - Vasos condutores de seiva.
 - Esporos.

Reprodução assexuada em plantas

A reprodução sexuada das plantas proporciona maior variabilidade genética nos descendentes. No caso específico de gimnospermas e angiospermas, envolve a formação de sementes, após polinização e fecundação. No entanto, verificam-se também entre as plantas diversas formas de reprodução assexuada.

As partes vegetativas de uma planta (raízes, caules e folhas), além das funções habituais, podem estar envolvidas com a reprodução assexuada, em que uma parte da planta origina, sem fecundação, um ou mais descendentes geneticamente iguais a ela.



Ilustrações: Studio Caparroz

Figura 20. Formação de nova planta a partir do estolão do morangueiro. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Por outro lado, a reprodução assexuada pode ser desastrosa se ocorrerem mudanças ambientais desfavoráveis, como alterações climáticas ou o surgimento de pragas. Se, para um indivíduo, a mudança for desfavorável, é provável que seja para todos da mesma população, uma vez que essa forma de reprodução gera indivíduos geneticamente iguais, colocando em risco a sobrevivência da população.

Uma técnica comum de reprodução assexuada é a **estaquia**, em que um pedaço da planta — a estaca ou “muda” — é removido e colocado na terra, iniciando a formação de uma nova planta (**figura 21a**). É usada no plantio de mandioca, cana-de-açúcar, hibisco, violeta, roseira etc.

A técnica da **enxertia** envolve duas variedades de plantas — um **cavalo** e um **cavaleiro** — que podem ou não ser da mesma espécie, como se faz, por exemplo, entre um pé de limão-cravo (usado como cavalo) e uma laranja (como cavaleiro).

É comum empregar como cavalo uma planta com sistema de raízes bem desenvolvido e resistente a condições adversas; como

Um exemplo de reprodução assexuada ocorre naturalmente em certos caules rastejantes, como o estolão dos morangueiros (**figura 20**), que se desenvolvem rente à superfície da terra e, a intervalos, vão originando plantas completas.

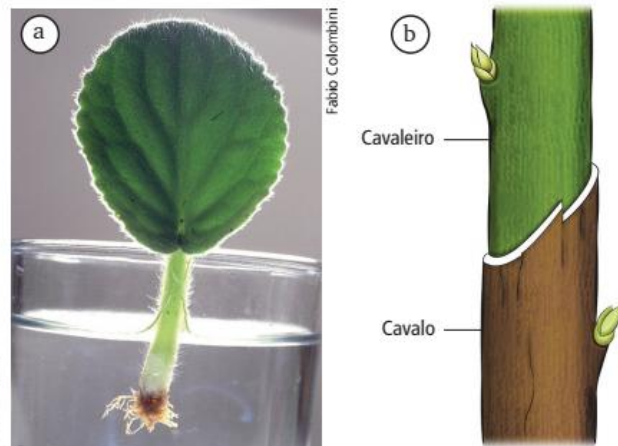
A reprodução assexuada tem amplo uso em agricultura, pois muitos indivíduos se formam em pouco tempo e preservam certas características desejáveis para os seres humanos, como determinada cor de flor, a quantidade de sacarose de uma variedade de cana-de-açúcar, o sabor de um fruto, entre outros atributos.

cavaleiro, geralmente se escolhe uma planta com frutos de bom sabor (**figura 21b**). Corta-se o caule da planta (cavalo), encaixando-se nele a parte aérea da outra planta (cavaleiro). Feita a enxertia, o cavalo envia água e sais minerais para o cavaleiro, que, por sua vez, encaminha matéria orgânica para o cavalo.

Uma maneira de assegurar maior sucesso na retirada de mudas é a **mergulhia**. Com a planta-mãe ainda fixada à terra, dobram-se os galhos flexíveis, enterrando-se parte deles e mantendo-se as folhas expostas. A parte mergulhada na terra poderá originar raízes; posteriormente, o ramo é cortado e separado da planta-mãe, com grande possibilidade de se desenvolver. Se a planta não tiver galhos flexíveis, ou se forem muito afastados do solo, este pode “ir até eles”: envolve-se um ramo com terra contida por plástico. Oportunamente, formam-se raízes; o galho é cortado e plantado, originando uma nova planta. Essa técnica é denominada **alporquia**.

Como o enxerto não representa cruzamento entre plantas diferentes, não há intercâmbio de material genético. O cavaleiro pode realizar reprodução sexuada e produzir descendentes de sua própria variedade.

Figura 21. (a) Estaquia: um ramo de violeta é cortado e mergulhado na água; após ter desenvolvido raízes, pode ser colocado na terra. (b) Enxertia: é feito o encaixe entre o cavalo e o cavaleiro, permitindo a troca de seiva inorgânica e seiva orgânica. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)



Fabio Colombini

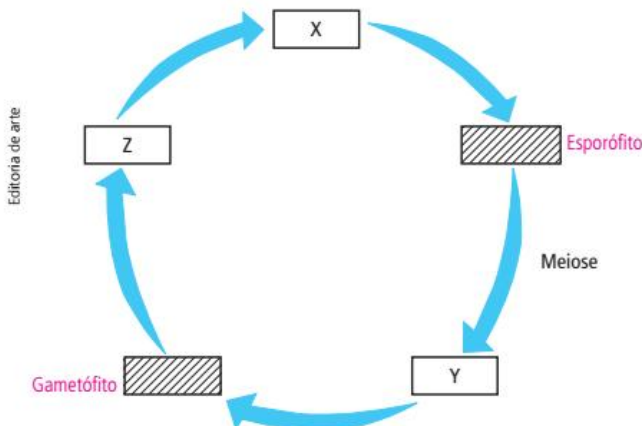
- (UFRJ) Os vegetais em geral são fixos e apresentam uma forma ramificada. Por outro lado, a maioria dos animais tem um corpo compacto, sem grandes ramificações. Que relação existe entre essas características e a maneira como os dois grupos obtêm nutrientes orgânicos?
- As florestas tropicais são ambientes bastante úmidos, onde é comum encontrar diversos tipos de plantas verdes de pequeno porte (alguns milímetros) crescendo sobre o solo e as rochas ou cobrindo troncos de árvores.



Mata Atlântica, Ribeirão Grande, SP, 2010.

- Que plantas são essas?
 - Por que essas plantas geralmente são encontradas em locais sombreados (por exemplo, sob outras plantas)?
 - Qual é o principal motivo de apresentarem pequeno porte, enquanto as samambaias têm porte maior, com algumas atingindo mais de 2 metros de altura?
- (UFV-MG) Acredita-se que as plantas terrestres derivaram de formas aquáticas (algas verdes). Para tanto muitas modificações surgiram, permitindo que as plantas conquistassem o ambiente terrestre. Cite duas dessas adaptações e diga a função de cada uma delas.

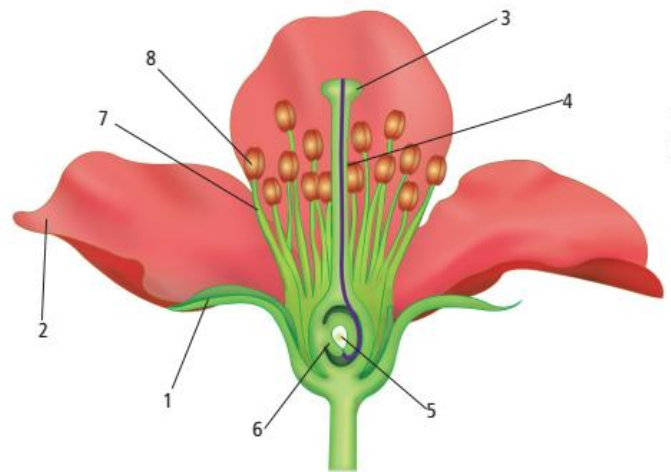
- Considere o diagrama a seguir, representativo do ciclo reprodutivo de uma planta.



- O que representam as letras X, Y e Z?
- Complete as lacunas do diagrama.

- (UFRJ) Nas plantas com flores e frutos (angiospermas), os esporos não são lançados no ambiente. Eles germinam no corpo do esporófito formando o grão de pólen, que é levado até a flor feminina, onde o grão de pólen forma um tubo polínico (gametófito masculino), no interior do qual estão os gametas masculinos. Esse tubo cresce em direção ao óvulo, onde está o saco embrionário (gametófito feminino), com a oosfera. Explique por que esse ciclo reprodutivo não depende da água tanto quanto o das pteridófitas, como as samambaias.

- (UFV-MG) Observe a flor esquematizada abaixo e responda:



- Qual é a denominação do conjunto indicado pelos números 7 e 8?
- Qual é a denominação do conjunto indicado pelos números 3, 4 e 6?
- Cite a denominação da estrutura onde são formados os megásporos.
- Após a fecundação, qual é o destino da estrutura de número 5?
- Considerando que esta flor tenha organização tríplice, qual é a classe em que sua espécie pode ser incluída?

- (UFRJ) As flores que se abrem à noite, como a dama-da-noite, em geral exalam um perfume acentuado e não são muito coloridas. As flores diurnas, por sua vez, geralmente apresentam cores mais intensas. Relacione essa adaptação ao processo de reprodução desses vegetais.

- (Unicamp-SP) Um agricultor de volta da África traz consigo, como curiosidade, uma semente de uma espécie que não ocorre no Brasil. Essa semente produz uma planta, que se desenvolve bem em seu pomar, floresce todos os anos, mas nunca produz semente alguma. Dê duas razões que podem explicar esse fato.

- (UFRJ) A fotossíntese realizada nas folhas produz glicídios, que se distribuem pela planta e ficam acumulados em diferentes órgãos, como raízes, caules subterrâneos e frutos. No caso de raízes e caules subterrâneos, esse acúmulo representa uma reserva nutritiva para a planta. No caso dos frutos, esse acúmulo é importante para a dispersão do vegetal. Explique por quê.



Api Image Library/Earth Scenes/Animals/Animals/Keystone



Dr Jeremy Burgess/SP/Latinstock

(a) Atualmente, as abelhas africanas já são encontradas em quase toda a América Central e no sul da América do Norte, inclusive em alguns estados dos Estados Unidos. (b) Abelha europeia.

Apicultura e agricultura

Texto 1

Parceria é lucro certo!

Muitas culturas de interesse comercial podem se beneficiar da polinização efetuada com técnicas adequadas, que aumenta a quantidade e a qualidade de frutos e sementes, aumenta o teor de óleos, reduz o ciclo de cultivo e antecipa o amadurecimento dos frutos, diminuindo os custos de produção e minimizando as perdas. O uso de abelhas não requer grandes investimentos e pode aumentar a produtividade das culturas e os lucros em mais de cinco vezes.

Na Europa, Estados Unidos, Canadá, Austrália e Nova Zelândia são comuns os serviços de polinização: os apicultores vendem os serviços de suas colmeias para os agricultores. A utilização das polinizadoras de aluguel já é bem conhecida pelos agricultores das regiões Sul e Nordeste do Brasil. No Paraná e em Santa Catarina, por exemplo, durante a florada das macieiras, os apicultores alugam colmeias para os agricultores. A polinização por abelhas viabilizou a produção de maçãs no país.

Nos Estados Unidos, a legislação de vários estados (como a Flórida, com seus extensos laranjais) condiciona a obtenção de financiamentos ao emprego de abelhas polinizadoras, pois os técnicos agrícolas acreditam que a polinização é um fator decisivo para a produtividade.

Em 1956, foram trazidas para o Brasil cerca de 50 rainhas de variedades africanas de abelhas (subespécies *Apis mellifera adansonii* e *Apis mellifera capensis*). Dessas fêmeas, 26 escaparam e formaram enxames. A partir de então, começaram a cruzar com abelhas da variedade europeia, mais mansas, e rapidamente se espalharam pelo Brasil e para outros países da América do Sul. A importação das abelhas africanas tinha como finalidade realizar cruzamentos controlados com linhagens europeias, pois as africanas, embora mais agressivas, produzem mais mel.

Pelo que se sabe, o escape acidental de rainhas africanas ocorreu por descuido de um técnico encarregado de lidar com as colmeias, que eram mantidas em uma área reservada, em que as abelhas podiam voar até flores próximas e frascos com xarope de água e

açúcar. Para que não ocorresse cruzamento acidental entre abelhas europeias e africanas, as colmeias eram cercadas com telas de orifícios que permitiam a passagem somente de operárias (estéreis), mas não de rainhas e de zangões (férteis). Mas um funcionário encarregado de cuidados com as colmeias errou ao trocar as telas, permitindo a fuga de rainhas africanas, algumas das quais enxamearam. De imediato, formaram-se trinta colmeias. A partir delas, iniciou-se uma migração para o norte, a uma velocidade que alcançou mais de 300 km por ano.

Atualmente, o controle da expansão é feito com “barreiras” que contêm colmeias de abelhas europeias. Em sua migração, as abelhas africanas param ao encontrar suas “primas” europeias, com as quais cruzam e originam abelhas “africanizadas”, menos agressivas. No Brasil, a “africanização” dos enxames representou dupla vantagem: as colônias africanizadas, além de mais produtivas que as colônias de abelhas europeias, desestimulam os roubos em apiários, cuja ocorrência diminuiu sensivelmente!

Texto 2

Os pesticidas e o declínio das abelhas

[...]

As abelhas estão sumindo. Os apicultores foram, naturalmente, os primeiros a soar o alarme, ainda nos anos 1990. Colmeias vazias e prejuízos motivaram alguns estudos pouco conclusivos que apontavam patógenos como fungos e vírus e também pesticidas como possíveis culpados. O fenômeno ganhou até nome, ‘Transtorno do Colapso da Colônia’ (CCD, na sigla em inglês), e foi particularmente devastador nos Estados Unidos em 2007.

Mas, no início deste ano [2012], dois estudos publicados na *Science* apontam os pesticidas como causadores do declínio observado em colônias de abelhas e outros insetos. Um deles, realizado por pesquisadores de universidades inglesas, analisou os efeitos de pesticidas em zangões. O outro, coordenado por pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisa Agrônômica da França (Inra, na sigla em francês), examinou os efeitos de pesticidas na capacidade de navegação das abelhas.

[...]

As abelhas picam e fazem mel e desempenham a mesma função polinizadora dos zangões. Têm uma estrutura social complexa, já bem descrita em desenhos animados, e uma apurada capacidade de orientação e comunicação (entre elas, claro, porque conosco está difícil). Além de tudo, são *hype*, já que usam diferentes tipos de dança para comunicar à galera onde está o alimento, qual é, quanto há, se está fresco ou passado [...].

Mas esse *show* só rola se elas conseguirem achar o caminho de casa. O estudo do Inra mostra justamente que doses subletais de pesticidas de uso corrente desorientam as abelhas a ponto de elas se perderem das próprias colmeias e terem, então, poucas chances de sobreviver.

[...]

GUIMARÃES, J. R. Os pesticidas e o declínio das abelhas. *Ciência Hoje*, out. 2012. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/columnas/terra-em-transe/os-pesticidas-e-o-declínio-das-abelhas>>. Acesso em: mar. 2016.



Texto 3

Cuide-se, primavera

[...]

Cuide-se, primavera. Nosso tempo tem tentado destruir a imagem de flores e amores que a acompanha. Seu nome já não acorda nas pessoas apenas aquelas emoções sublimes que levaram Schumann a compor a sinfonia **Primavera** ou Vivaldi a compor o mais belo movimento do concerto **As Quatro Estações**. Agora acompanham seu nome, muitas vezes, as lembranças da primavera europeia em que brotou a guerra mundial do fascismo, espalhando sementes das suas flores negras de ódio, ou daquela primavera libertária de Praga, sufocada ao nascer. O próprio clima não ajuda, e já vai ficando difícil reconhecê-la pela aparência, distingui-la entre as estações suas irmãs. Primeiro porque, país tropical, temos flores o ano inteiro. Segundo porque ou o inverno se demora muito além do calendário, com a navalha de seus ventos, ou o verão se antecipa, com seu bafo de maresia. Efeito estufa, queimadas, recessão, poluição, insegurança, desemprego, baixos salários, altos impostos, desmatamentos são alguns dos nomes da conspiração que tenta emudecer pássaros, escamotear borboletas, inibir abelhas, retardar flores, turvar a luz, entristecer semblantes, abafar perfumes, adiar casamentos. Cuide-se, primavera, e mantenha funcionando, para a alegria de todos, o concerto de renascimentos ao qual nos acostumamos a vê-la tão bem presidir.

[...]

ANGELO, I. Cuide-se, primavera. *VejaSP*, 24 set. 2003.

Pulverização de pesticida em plantação de melão, Mossoró, RN, 2005.

Depois da leitura dos textos, faça o que se pede:

Escreva
no caderno

1. Qual das seguintes condições pode ser interpretada como adaptação à polinização por abelhas?
 - a) Grãos de pólen secos e pulverulentos.
 - b) Produção de pólen muito leve.
 - c) Pequena quantidade de pólen.
 - d) Aroma penetrante.
 - e) Flores de cor verde.
2. Explique por que, mesmo em doses inferiores às letais, os inseticidas podem causar o declínio das colmeias.
3. Leia o texto abaixo e resolva a atividade proposta a seguir.

Você ainda lembra? Havia aquele momento do ano em que as duas pitangueiras do quintal cobriam-se de pequeninas flores brancas e então dezenas, centenas de abelhas ali se reuniam e ficavam a zumbir os seus zumbidinhos roufenhos. Tinha-se a impressão de que as duas árvores cantavam, não lembra? Pouco tempo depois todos os galhos se pejavam com uma alegria de brincos vermelhos, pois eram incontáveis e vermelhas as pitangas.

SOUZA, S. As pitangueiras. In: CARDOSO, F. J. *Trololó para flauta e cavaquinho*. Florianópolis: Garapuvu, 1999.

Com base na narrativa, estabeleça a sequência de eventos, desde o momento em que “as pitangueiras cobriam-se de pequeninas flores brancas” até o aparecimento das “incontáveis e vermelhas pitangas”, destacando o papel das “centenas de abelhas que ali se reuniam”.

A estrutura das plantas

Órgãos e tecidos vegetais



Em busca de medicamentos naturais

Não é novidade que substâncias vegetais combatem doenças de animais, os quais se beneficiam do poder curativo de plantas há milhões de anos. Chimpanzés da Tanzânia mastigam folhas de alguns arbustos quando não estão bem, e as populações humanas locais fazem chás com essas folhas, usadas para tratar indisposições gastrointestinais. Dessas plantas, pesquisadores isolaram a tiarubrina, eficiente contra parasitas intestinais.

Em um rápido passeio por feiras livres de muitas regiões do Brasil, podemos entrar em contato com plantas cujo poder curativo é conhecido. O uso de ervas medicinais era comum até o início do século XX; a partir de então, com o desenvolvimento de drogas sintéticas, a prática vem sendo abandonada, principalmente em países desenvolvidos e em grandes cidades.


Cerca de 40% das novas drogas que a indústria farmacêutica desenvolve todos os anos originam-se direta ou indiretamente de produtos naturais. A Organização Mundial da Saúde estima que 80% das doenças humanas poderiam ser tratadas com medicamentos vegetais, o que representaria economia, particularmente para os países pobres. A devastação de florestas, todavia, trabalha contra essa possibilidade. A rapidez com que as espécies estão desaparecendo é maior que a capacidade que os pesquisadores têm de identificar e analisar as propriedades terapêuticas das mais de 250 mil espécies de plantas. Para que o trabalho seja feito com uma única substância derivada de alguma planta, são necessários anos de pesquisas, período em que, com o ritmo

atual de devastação, milhares de espécies terão desaparecido. Evidentemente, nem todas possuem propriedades terapêuticas; porém, quando uma espécie é extinta, talvez ainda nem saibamos o que estamos perdendo!

Das 5 mil espécies bem estudadas de plantas, pelo menos 300 apresentam propriedades farmacêuticas documentadas. O desenvolvimento de medicamentos a partir de plantas é economicamente mais rentável do que a derrubada de florestas para retirada de madeira ou uso das áreas para a agropecuária. Em um ano, a indústria farmacêutica obtém cerca de US\$ 50 bilhões com produtos de origem vegetal. Somente com drogas para tratamento de câncer, a receita anual equivale ao custo de todos os troncos de mogno da Amazônia!

O médico e pesquisador brasileiro Maurício Rocha e Silva (1910-1983) afirmava que, se fosse para uma ilha deserta, levaria apenas três drogas (ácido acetilsalicílico, penicilina e digoxina) e, ainda assim, seria capaz de tratar muitas doenças. O que elas têm em comum? Nada quanto às propriedades terapêuticas: o ácido acetilsalicílico combate febre e inflamações, a penicilina é um antibiótico e a digoxina melhora a atividade cardíaca. As três, no entanto, vêm de materiais biológicos: o ácido acetilsalicílico é sintetizado a partir da salicilina, extraída da casca do salgueiro (*Salix alba*); a penicilina é produzida por fungos do gênero *Penicillium*; e a digoxina é obtida de folhas da dedaleira (planta do gênero *Digitalis*).

Outras drogas são obtidas de vegetais, como o paclitaxel, usado no tratamento de câncer. Extraído do teixo-do-pacífico



Com talos e flores da camomila (nome comum de plantas das espécies *Chamaemelum nobile* e *Matricaria chamomila*) preparam-se chás e infusões.

(*Taxus brevifolia*, planta cultivada em vários locais do mundo), o paclitaxel bloqueia a divisão celular e mostrou-se eficaz em algumas formas de câncer de difícil controle, como o de ovário e o de mama. A camptotecina, obtida da casca de uma árvore nativa da China (*Camptotheca acuminata*), é usada desde a década de 1970 em casos de câncer de ovário e de pâncreas. A vincristina e a vimblastina, utilizadas no combate à leucemia e a outros tumores malignos, são obtidas da boa-noite (*Catharanthus roseus*), planta originária da ilha de Madagascar, onde era conhecida por suas propriedades curativas em casos de diabetes.

Substâncias presentes no alho (*Allium sativum*) são eficazes na prevenção de ataques cardíacos e na redução da pressão arterial e da taxa de colesterol no sangue. O calanolídeo A, obtido de uma espécie de árvore das florestas pluviais tropicais da Malásia, reduz a replicação do HIV e tem papel no tratamento da aids. Mesmo a anticoncepção humana já teve influência das plantas. Povos da floresta amazônica empregam certas orquídeas e caules de samambaias para evitar a gravidez. Do cará japonês (*Dioscorea nipponica*) é obtida a diosgenina, da qual se sintetiza a progesterona, usada em anticoncepcionais orais.

Da casca da quina (*Cinchona officinalis*), encontrada no Peru, obtêm-se o quinino (utilizado durante décadas no tratamento da malária e no combate à febre) e a quinidina (usada em arritmias cardíacas).

Existe uma diferença importante entre produtos fitoterápicos e medicamentos produzidos a partir de vegetais. A fitoterapia

utiliza plantas praticamente no estado nativo, enquanto a indústria farmacêutica retira substâncias de plantas e eventualmente as modifica para a síntese dos medicamentos.

Medicamentos podem ser produzidos a partir de materiais biológicos (animais, plantas e microrganismos) de diversas maneiras: por simples **extração** (por exemplo, a digoxina, obtida da dedaleira), por **síntese parcial** (como a ampicilina, obtida por modificação química da penicilina natural), por **cópia química** (por exemplo, o cromoglicato, usado no tratamento da alergia respiratória e sintetizado artificialmente a partir da observação da molécula da quelina, encontrada em extratos de uma planta do Egito usada com a mesma finalidade na medicina tradicional daquele país) e por **cópia funcional** (substância produzida em laboratório que simula propriedades de alguma substância natural).

Um exemplo de cópia funcional envolve o curare, obtido por indígenas sul-americanos, com o qual envenenavam as flechas. Os animais alvejados morriam por paralisia muscular e parada respiratória. Com os trabalhos do naturalista alemão Alexander von Humboldt (1769-1859), descobriu-se a origem do veneno: plantas amazônicas dos gêneros *Chondrodendron* e *Strychnos*. Em laboratório, sintetizam-se substâncias com ação mais intensa que a do produto natural, empregadas como auxiliares da anestesia. A paralisia muscular que elas provocam facilita a realização de cirurgias; porém, o paciente necessita de respiração artificial, pois não executa movimentos respiratórios.

Se possível, leve para a classe exemplares de raízes, caules e folhas, para que a aula seja mais proveitosa e para que os alunos possam observar as estruturas estudadas. Outra estratégia é acompanhá-los em uma visita a uma praça, um jardim ou uma horta, onde possam identificar os componentes vegetais apresentados no capítulo.

Uma boa proposta de trabalho está disponível no Portal do Professor, em: <<http://tub.im/aaf6pit>>. Acesso em: abr. 2016.

Estruturas externas das plantas

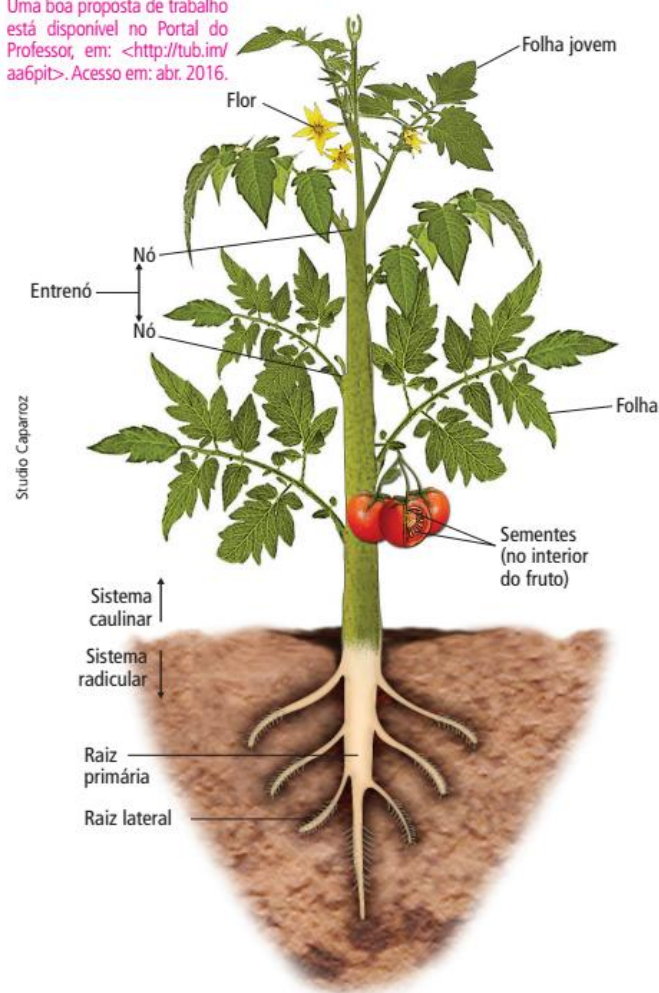


Figura 1. Em geral, as plantas possuem um sistema radicular formado pelas raízes (parte subterrânea) e um sistema caulinar (que corresponde à parte aérea). (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

A morfologia vegetal refere-se ao estudo dos principais tecidos e órgãos vegetativos e reprodutivos das plantas. Os conhecimentos obtidos são utilizados, dentre outras coisas, na classificação e no estudo da fisiologia, ou seja, do metabolismo vegetal.

Os órgãos vegetativos — responsáveis pela manutenção da vida da planta — são as raízes, o caule e as folhas. De maneira geral, as raízes constituem a **parte subterrânea** das plantas, ao passo que o caule e as folhas formam a **parte aérea**. Flores, frutos e sementes são órgãos reprodutivos, relacionados com a perpetuação da espécie (**figura 1**).

O aspecto externo dos órgãos das plantas reflete suas adaptações às diferentes condições ambientais.

Raiz

Na maioria das plantas, a raiz é responsável pela fixação da planta no solo, pela absorção de água e sais minerais e pelo armazenamento de substâncias (como o amido).

A partir de sua extremidade livre, uma raiz apresenta cinco regiões (**figura 2**):

- **Coifa.** Formada e renovada por células meristemáticas (pluripotentes), protege o ápice da raiz contra microrganismos e lesões por atrito com o solo.
- **Zona meristemática** (ou de divisão celular). Localizada no ápice da raiz, é formada por células meristemáticas que se dividem continuamente por mitose. A multiplicação dessas células determina o crescimento da raiz em comprimento.
- **Zona de distensão** (ou de alongamento). Suas células distendem-se e contribuem para o alongamento da raiz.
- **Zona pilífera** (ou de absorção). Suas células epidérmicas formam delicados prolongamentos, os pelos absorventes, que ampliam a superfície da raiz, incrementando a absorção de nutrientes, que posteriormente percorrem os vasos do xilema e chegam às folhas.
- **Zona das ramificações** (ou suberosa). Dela partem raízes secundárias, que asseguram maior fixação da planta ao solo e ampliam consideravelmente a superfície de absorção.

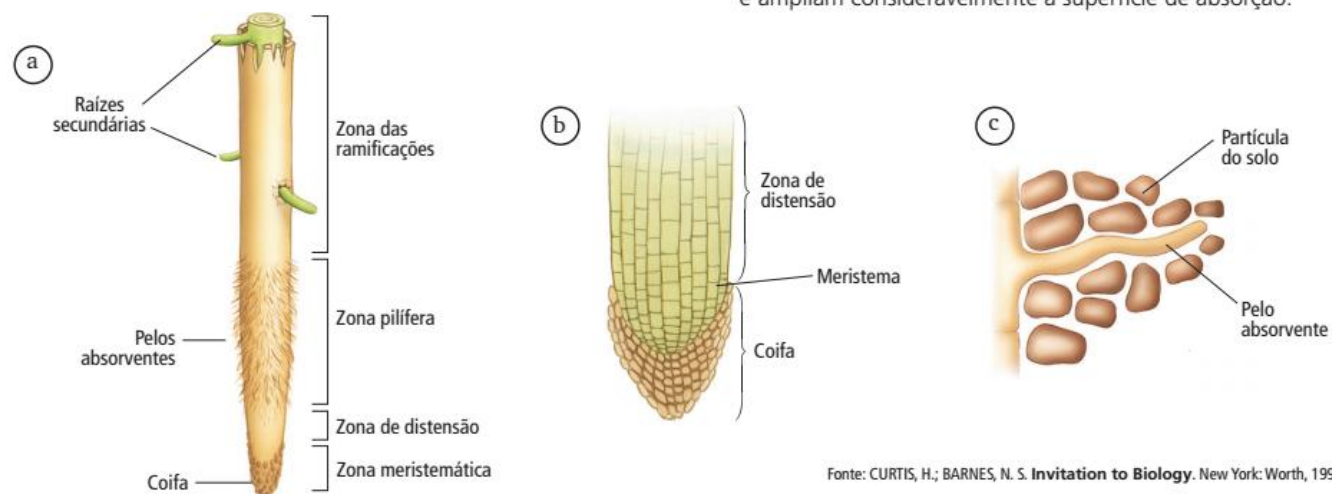


Figura 2. (a) Partes da raiz. (b) Ápice da raiz, onde o meristema apical gera as células da coifa, com forma de capuz, que protege o meristema. (c) Região dos pelos absorventes. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: CURTIS, H.; BARNES, N. S. *Invitation to Biology*. New York: Worth, 1994.

Ilustrações: Juranidir

As angiospermas monocotiledôneas possuem sistema radicular fasciculado (**figura 3a**), contendo numerosas raízes fasciculadas (ou “em cabeleira”), todas com praticamente o mesmo comprimento e igual espessura. Já as eudicotiledôneas têm sistema radicular pivotante (**figura 3b**), constituído por uma raiz principal (axial ou pivotante), à qual se ligam raízes laterais (ou secundárias) de menor calibre.



Figura 3. (a) Sistema radicular fasciculado e (b) sistema radicular pivotante. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Raízes tuberosas — encontradas em plantas como nabo, rabanete, mandioca (aipim ou macaxeira), batata-doce, mandioquinha (ou batata-baroa) e cenoura — são especializadas em armazenar matéria orgânica (principalmente na forma de amido); por isso, fazem parte da dieta das populações humanas.

Algumas plantas apresentam **raízes adventícias**, que emergem do caule ou mesmo de folhas. Nas samambaias, as raízes são adventícias, cercando completamente o caule subterrâneo (**rizoma**). O milho e a cana-de-açúcar apresentam raízes adventícias aéreas, que atuam como escoras (**figura 4a**), ampliando a base de fixação ao substrato e compensando a pouca profundidade do sistema radicular subterrâneo (fasciculado).

O solo dos manguezais é mole, muito úmido e rico em matéria orgânica. Ali há espécies arbóreas com **raízes respiratórias** (ou **pneumatóforos**), que crescem para fora do solo e exibem orifícios por onde ocorrem trocas gasosas (**figura 4b**).

Raízes fasciculadas são importantes na manutenção do solo, sobretudo os instáveis ou de relevo acidentado (solos arenosos, escarpas, encostas e barragens), uma vez que agregam partículas e reduzem a erosão. O plantio de bambus (que são gramíneas) é uma estratégia usada para estabilizar barragens de pequenas represas.

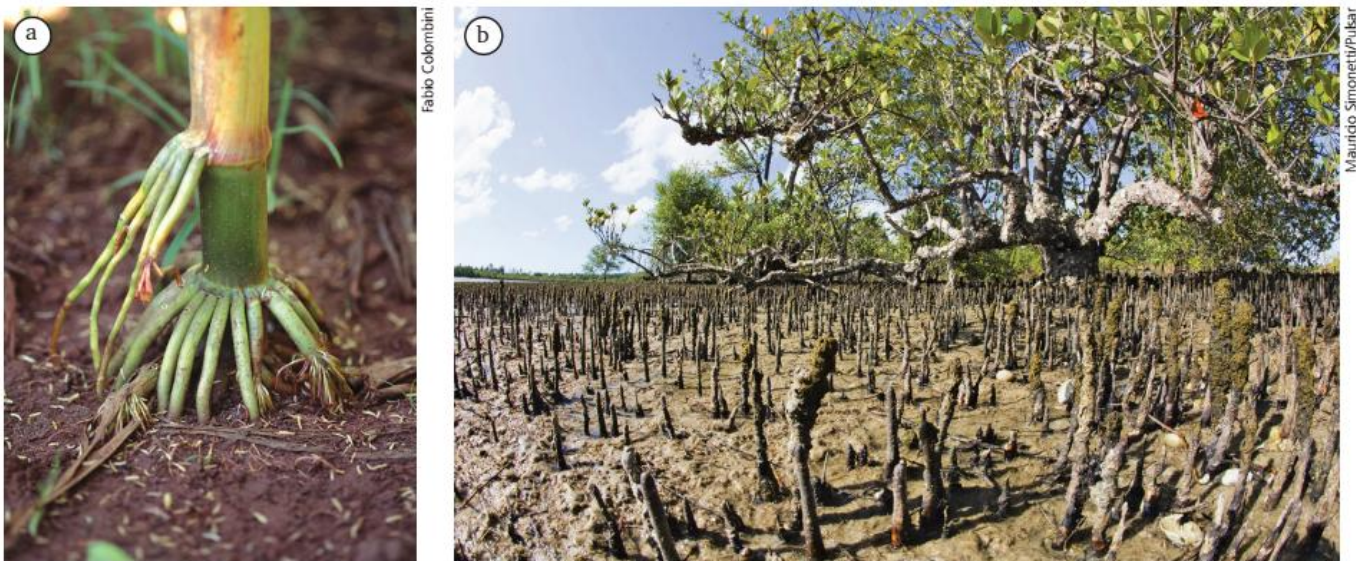


Figura 4. (a) Raízes adventícias do milho e (b) raízes respiratórias de mangue são algumas das variações encontradas entre as raízes.

As raízes têm importante papel na preservação do solo. Em áreas desmatadas, o solo torna-se mais exposto à ação direta da radiação solar, às variações de temperatura e ao impacto direto das chuvas. Além disso, a remoção da cobertura vegetal reduz o efeito agregador; o solo fragiliza-se, sofrendo com mais facilidade a ação erosiva das águas e do vento.

▶ Caule

A maior parte das plantas exibe **caule aéreo**, ou seja, situado acima do solo, em contato com o ar, com função de sustentação (**figura 5**). Além disso, os caules interligam as diferentes partes da planta, podem realizar trocas gasosas e fotossíntese e, em alguns casos, servem como órgão de armazenamento de substâncias (**figura 6**).



Figura 5. Tipos de caules aéreos. (a) Tronco: espesso e lenhoso, apresenta ramificações a partir de certa distância da base, que é mais desenvolvida que o ápice; encontrado nas grandes árvores, como as mangueiras e os pinheiros. (b) Estipe: de forma aproximadamente cilíndrica, pode atingir grande desenvolvimento; ao contrário do tronco, em geral não se ramifica; suas folhas emergem apenas da extremidade superior; é o caule das palmeiras. (c) Colmo: geralmente sem ramificações, difere do estipe por apresentar ao longo do eixo entrenós (ou gomos) separados uns dos outros por nós (regiões das quais emergem as folhas); típico de bambus e da cana-de-açúcar. (d) Haste: lisa, delgada, flexível e verde, caracteriza plantas de pequeno porte, como o arroz e o feijoeiro.



Figura 6. Tipos particulares de caules. (a) A batata-inglesa e o inhame (ou cará) possuem tubérculo, caule desenvolvido pelo armazenamento de amido. (b) Típico da cebola e do alho, o bulbo é uma formação complexa que contém um pequeno caule achatado, do qual partem delicadas raízes, envolvido por folhas suculentas. (c) Disposto paralelo ao solo, o caule da samambaia e do gengibre é um rizoma, do qual partem folhas e ramos aéreos. (d) Presentes em árvores de manguezais, os caules-escora (ou rizóforos) são ramificados e aumentam a sustentação dessas plantas.

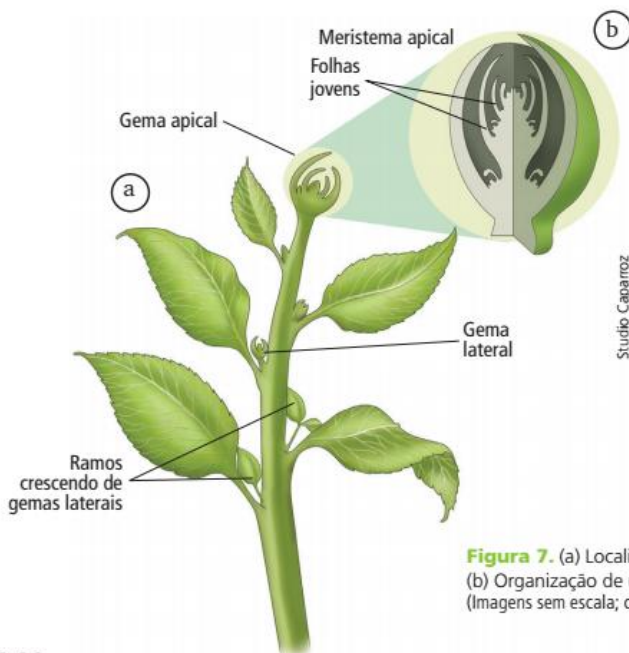


Figura 7. (a) Localização das gemas no caule. (b) Organização de uma gema apical. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

O caule caracteriza-se por apresentar **gemas** (**figura 7**), que podem ser de dois tipos:

- **Gemas apicais**, situadas no ápice do caule e de cada ramo caulinar (ou galho);
- **Gemas laterais** (ou axilares), localizadas nos ângulos superiores formados entre as folhas e o caule (as axilas foliares).

As gemas contêm **meristema primário** (ou apical), tecido envolvido por folhas jovens e que se relaciona com o crescimento do caule: a gema apical promove o alongamento e cada gema lateral origina um ramo caulinar.

Folhas

A maioria das folhas possui limbo (com forma de lâmina e grande superfície, que possibilita eficiente captação de luz) e pecíolo (que é o "cabo", geralmente cilíndrico e mais resistente, que prende a folha ao caule).

Nas plantas, a maior parte da matéria orgânica é sintetizada nas folhas, órgãos laminares e clorofilados que participam de atividades que relacionam a planta com o ambiente, como a transpiração e a fotossíntese (figura 8). As folhas estão adaptadas a captar luz e, mesmo com quantidade relativamente pequena de tecido, expõem grande superfície à energia luminosa, convertida em energia química pela fotossíntese.



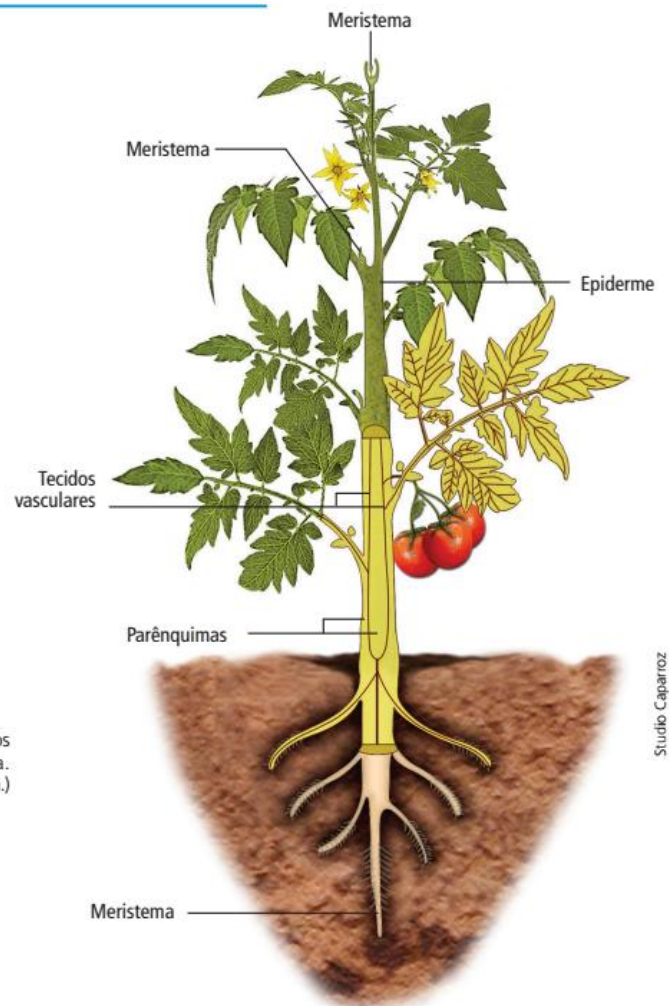
Figura 8. Nas folhas, nota-se clara diferença entre os dois grupos de angiospermas: (a) as monocotiledôneas têm folhas paralelinérveas, com nervuras paralelas, ou seja, dispostas lado a lado; (b) as eudicotiledôneas possuem folhas reticulínérveas, com uma nervura central e ramificações evidentes.

Tecidos vegetais

O crescimento e a manutenção da vida das plantas dependem de diferentes tipos de células, organizadas em **tecidos** (figura 9), que são classificados em duas categorias principais:

- **Tecidos meristemáticos** (ou meristemas). Apresentam células indiferenciadas com elevada incidência de divisão celular (por mitose), responsáveis pelo crescimento da planta em comprimento e espessura. Ocorrem em várias partes da planta, como nos ápices do caule e da raiz.
- **Tecidos adultos** (ou permanentes). Derivam de meristemas e têm células diferenciadas. São responsáveis pela realização das funções vitais, como a condução de substâncias (xilema e floema), a sustentação (colênquima e esclerênquima), o revestimento (epiderme e súber), o preenchimento e o armazenamento (parênquimas).

Figura 9. Representação da localização dos principais tecidos em uma angiosperma. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)



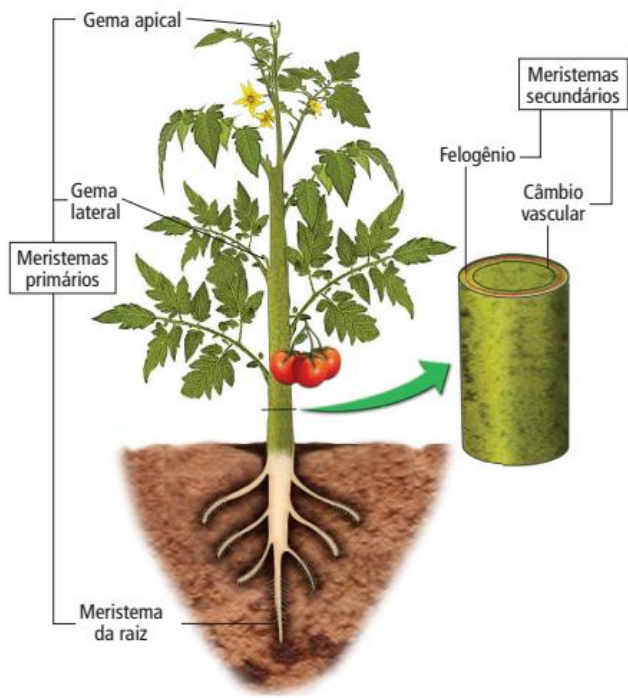


Figura 10. Localização dos tecidos meristemáticos na planta. As gemas laterais (ou axilares), situadas ao longo do caule, podem se desenvolver, originando ramos caulinares, com folhas e/ou flores. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Tecidos meristemáticos

O crescimento das plantas resulta da atividade dos meristemas (**figura 10**), tecidos com grande atividade mitótica e que se diferenciam em tecidos adultos.

Os **meristemas primários** (ou apicais) originam-se diretamente das células embrionárias; nas plantas adultas, situam-se nos ápices (do caule e das raízes) e nas gemas laterais. Existem em todas as plantas e promovem o crescimento longitudinal (alongamento).

Os **meristemas secundários** (ou laterais) derivam de células adultas (geralmente parênquimas), já diferenciadas, que recuperam a capacidade mitótica devido aos estímulos hormonais (desdiferenciação). São exclusivos de gimnospermas e angiospermas eudicotiledôneas, em que promovem o crescimento lateral (em espessura). Situam-se no interior das raízes e do caule, existindo dois tipos:

- o **câmbio vascular** localiza-se na região mais interna da planta e origina vasos condutores de seiva, que se juntam àqueles já existentes, derivados de meristemas primários;
- o **felogênio** surge logo abaixo da epiderme e produz a periderme, cujo componente mais externo é o súber.

Tecidos adultos

Os **tecidos de revestimento** protegem as plantas e realizam trocas gasosas com o ambiente. O mais comum é a epiderme, existente em todas as plantas, a qual é uniestratificada, aclorofilada e composta de células vivas.

▶ Tecido uniestratificado contém uma única camada de células. Tecido pluriestratificado apresenta várias camadas celulares, sendo mais espesso.

O **súber** (também conhecido como cortiça) existe apenas no caule e nas raízes de angiospermas eudicotiledôneas e de gimnospermas, substituindo a epiderme durante o crescimento da planta. É pluriestratificado e formado por células mortas, com uma camada de cera que permite certa impermeabilização, protegendo a planta contra a desidratação. O súber é mais espesso em plantas que vivem em ambientes com temperaturas extremas ou muito secos. Suas células, cheias de ar, permitem que atue como isolante térmico, protegendo a planta de variações de temperatura.

Os diversos órgãos das plantas interagem trocando substâncias através dos **tecidos condutores**. O **xilema** (ou lenho) contém os vasos condutores que transportam a seiva bruta (ou seiva inorgânica) — composta de água e sais minerais absorvidos do solo — das raízes até as folhas. Pelos vasos condutores do **floema** (ou líber), as folhas enviam a outras partes da planta a seiva elaborada (ou seiva orgânica), que contém matéria orgânica dissolvida em água.

▶ No caule e nas folhas, os vasos condutores do xilema e do floema dispõem-se em conjuntos denominados feixes liberolenhosos (ou feixes vasculares). O xilema é o tecido que ocupa a maior parte dos caules de grande espessura, constituindo a madeira propriamente dita.

Células com parede espessa e rígida formam os **tecidos de sustentação**, comumente associados aos vasos condutores. Localizado internamente à epiderme, o **colênquima** é formado por células vivas com parede reforçada por celulose e pectina, tendo grande flexibilidade. O **esclerênquima** é formado, em grande parte, por células mortas com paredes reforçadas por lignina, substância impermeável e rígida. As células do esclerênquima podem ser longas (fibras) ou cubiformes (esclereídeos) e são encontradas em toda a planta, como em sementes e polpa de frutos, como a goiaba e a pera.

▶ Certos produtos de interesse econômico, como o tecido conhecido como linho, são formados, basicamente, por fibras de esclerênquima.

Espaços entre tecidos (por exemplo, entre a epiderme e os tecidos de condução) podem ser ocupados por **parênquimas** (ou tecidos parenquimáticos), que executam várias tarefas, como a fotossíntese, o armazenamento de substâncias e o preenchimento de espaços. Os parênquimas classificam-se em:

- **Clorofilianos.** Abundantes nas folhas, são os tecidos fotossintetizantes das plantas.
- **Amilíferos.** Têm grande quantidade de amido e são comuns no endosperma ou nos cotilédones de sementes e em determinados tipos de caules ou de raízes.
- **Aquíferos.** Armazenam água e são característicos de plantas de regiões áridas.
- **Aeríferos.** Acumulam ar e são frequentes em plantas aquáticas, facilitando a flutuação.

Como exemplos para os tipos de parênquimas: o cacto tem parênquima aquífero; o aguapé, que é uma planta aquática, possui parênquima aerífero; e a mandioca apresenta parênquima amilífero.

Tabela 1. Principais tecidos e tipos celulares			
Tecido	Tipo celular característico	Descrição	Principais funções
Epiderme	Célula epidérmica	Achatada, aclorofilada	Revestimento de raiz, caule e folhas
Tecidos de sustentação	Célula do colênquima	Viva, parede celular irregularmente espessada	Sustentação
	Fibra (no esclerênquima)	Morta, longa, parede celular espessa	Sustentação
	Esclereídeo (no esclerênquima)	Morto, cubiforme, parede celular espessa	Sustentação
Tecidos de condução	Traqueíde (no xilema)	Morta, parede celular com pontuações	Condução de seiva bruta, sustentação
	Elemento de vaso lenhoso (no xilema)	Morta, pontuações nas paredes, perfurações nas extremidades (placa perfurada)	Condução de seiva bruta, sustentação
	Elemento de tubo crivado (no floema)	Vivo, ausência de núcleo	Condução de seiva elaborada
	Célula companheira (no floema)	Viva, comunica-se com o elemento de tubo crivado por filamentos citoplasmáticos	Auxilia o transporte da seiva elaborada pelo elemento de tubo crivado
Parênquimas	Célula parenquimatosa	Viva, parede celular delgada	Fotossíntese, armazenamento e preenchimento

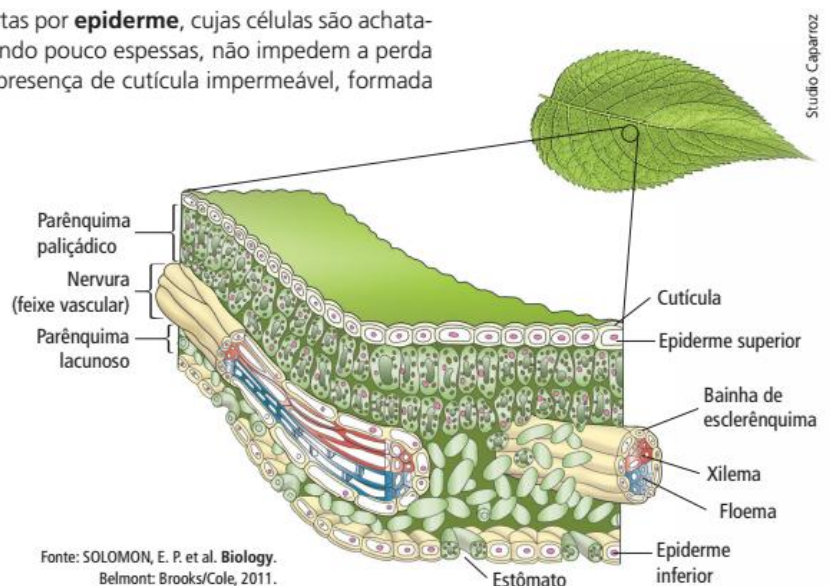
Folhas e tecidos

A folha é um órgão adequado para exames histológicos de plantas, pois contém os tipos fundamentais de tecidos vegetais (figura 11).

As faces superior e inferior da folha são recobertas por **epiderme**, cujas células são achatadas e aclorofiladas, facilitando a entrada de luz. Sendo pouco espessas, não impedem a perda de vapor de água para o ambiente, reduzida pela presença de cutícula impermeável, formada por cera, sobre as células.

As trocas gasosas ocorrem principalmente por válvulas da epiderme chamadas **estômatos**, constituídas por duas células separadas por uma fenda, que pode estar aberta ou fechada, o que permite o controle da passagem de gases, inclusive de vapor de água.

O **mesofilo** é o “miolo” da folha, situado entre as epidermes superior e inferior e constituído pelo parênquima clorofiliano, que pode se apresentar em duas formas: o **parênquima paliçádico**, formado por células alongadas, justapostas, com pequenos espaços entre elas; e o **parênquima lacunoso** (ou esponjoso), que apresenta células com formato irregular, separadas por amplos espaços, que possibilitam maior circulação de gases. Pelo mesofilo passam as nervuras, que contêm feixes liberolenhosos envolvidos por uma bainha de esclerênquima.



Fonte: SOLOMON, E. P. et al. *Biology*. Belmont: Brooks/Cole, 2011.

Figura 11. Representação esquemática da estrutura histológica de uma folha. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Studio Caparroz

Atividade prática

Fotossíntese

Objetivo

- Verificar indiretamente a ocorrência de fotossíntese nas folhas.

Materiais

- tintura de iodo
- papel-alumínio
- álcool etílico a 90%
- tigelas pequenas (ou pratos fundos descartáveis)



Procedimentos

Organizem-se em grupos de quatro alunos. Escolham uma árvore em sua escola (se não houver na escola, pode ser no quarteirão, ou nas imediações), preferencialmente que apresente folhas lisas de tamanho médio (pelo menos 5 cm de largura e 7 cm de comprimento). Dessa árvore, escolham pelo menos quatro folhas, preferencialmente as que ficam mais expostas à luz. Cubram-nas com o papel-alumínio, tanto a superfície superior como a inferior, de maneira que fiquem totalmente cobertas durante quatro dias. Coloquem uma placa na árvore indicando que ela está sendo usada em um experimento para evitar que outras pessoas a danifiquem ou alterem o experimento.

No quinto dia, recortem cuidadosamente um pequeno quadrado, de aproximadamente 2 cm (ou menor, dependendo do tamanho da folha), do papel-alumínio, deixando exposta a superfície foliar. Repitam esse procedimento

em todas as folhas escolhidas. Após 24 horas retirem as quatro folhas da planta que estavam cobertas com o papel alumínio e outras duas folhas da mesma planta que estavam expostas ao sol e sem nenhum tratamento, que serão usadas como controle. Levem-nas ao laboratório.

Retirem o papel-alumínio restante de cada folha e coloquem-nas nos recipientes, identificando-os como teste, com quantidade suficiente de álcool a 90%, de maneira que fiquem imersas. Coloquem as folhas-controle em outro recipiente, identificando-o como controle, com uma quantidade suficiente de álcool a 90%, de maneira que fiquem imersas. Aguardem a descoloração.

Após a descoloração, coloquem as folhas em pratos descartáveis limpos e passem a tintura de iodo em sua superfície. Aguardem alguns minutos e observem os resultados nas folhas-teste e nas folhas-controle. Registrem no caderno suas observações.

Após observar os resultados, providenciem a correta destinação dos materiais utilizados. Mantenham organizado e limpo o espaço em que trabalharam.

Resultados e discussão

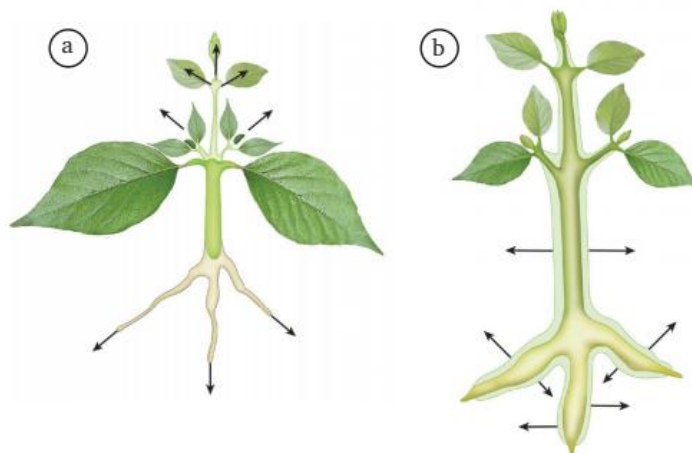
Escreva no caderno

- Que resultados foram obtidos nesse experimento?
- Como se explicam os resultados observados?
- Em que órgãos vegetais o amido é estocado?
- A folha usada no experimento é de uma planta monocotiledônea ou eudicotiledônea? Explique.

Estrutura interna dos vegetais

Quando a planta apresenta apenas crescimento em comprimento (**crescimento primário**), possui **estrutura primária**, determinada pelos meristemas apicais (**figura 12a**).

A planta que apresenta crescimento em espessura (**crescimento secundário**) tem **estrutura secundária**, organizada pelos meristemas laterais (**figura 12b**). Órgãos com estrutura primária são revestidos apenas pela epiderme; nos órgãos com estrutura secundária, a epiderme é substituída pela periderme (constituída, do exterior para o interior, pelo súber, pelo felogênio e pela feloderme).



Ilustrações: Studio Caparroz

Figura 12. Gimnospermas e eudicotiledôneas apresentam (a) crescimento em comprimento (crescimento primário) e (b) em espessura (crescimento secundário). A maioria das monocotiledôneas tem apenas crescimento em comprimento. As setas indicam o sentido do crescimento. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

▶ Caule

O caule de monocotiledôneas e o de eudicotiledôneas jovens é revestido pela **epiderme**, que é coberta por cutícula e tem estômatos. O caule é preenchido por **parênquimas**, que podem realizar fotossíntese e/ou armazenar substâncias.

Mergulhados no parênquima estão os **feixes vasculares** (ou feixes liberolenhosos), nos quais o xilema se localiza internamente e o floema externamente (**figura 13**). Entre o xilema e o floema localiza-se o **câmbio fascicular** (uma camada de meristema). Os feixes vasculares são revestidos de uma bainha de **esclerênquima**.

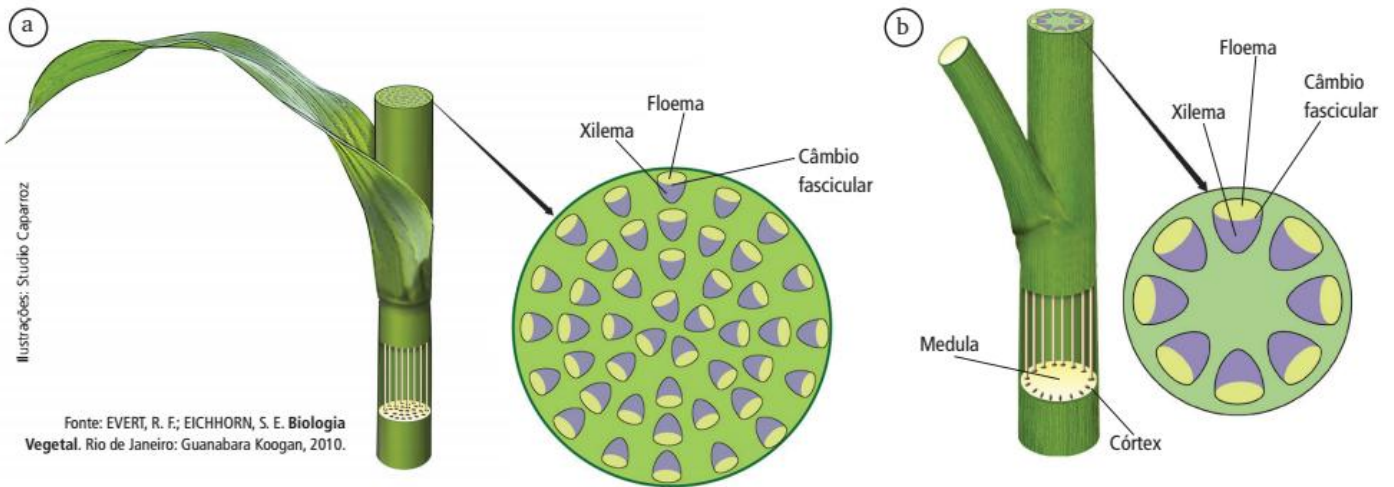


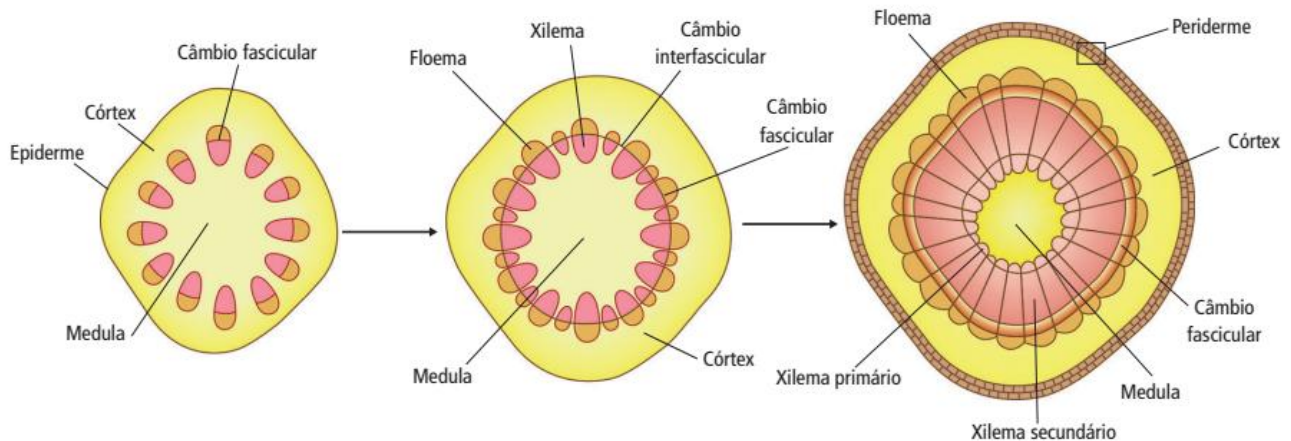
Figura 13. Representação esquemática de feixes de vasos condutores em caule de (a) monocotiledônea e de (b) eudicotiledônea (em cortes transversais). No caule de monocotiledôneas, a disposição é difusa, isto é, os feixes estão dispersos pelo caule; no caule de eudicotiledôneas e de gimnospermas, a disposição dos feixes vasculares é regular, formando um anel. Em eudicotiledôneas, o parênquima interno aos feixes chama-se medula, e o externo é denominado córtex; em monocotiledôneas, não se distinguem córtex e medula. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Nas plantas que crescem em espessura (gimnospermas e eudicotiledôneas), a estrutura primária do caule é substituída pela estrutura secundária, geralmente ao fim do primeiro ano de vida (**figura 14**).

Durante essa transição (da estrutura primária para a estrutura secundária), surge um anel de felogênio na periferia do córtex, região situada abaixo da epiderme. O anel de felogênio origina o súber externamente e a feloderme internamente. O conjunto formado por súber, felogênio e feloderme é a **periderme**.

Na região mais interna do caule, denominada cilindro central (ou cilindro vascular), surge um anel completo de câmbio vascular, com a formação do câmbio interfascicular entre os feixes vasculares.

Os câmbios fascicular e interfascicular, ligados entre si, constituem um anel completo de células meristemáticas, capaz de originar elementos do xilema (vasos lenhosos), na face voltada para o centro do caule, e do floema (vasos liberianos), na face voltada para a periferia. Em consequência disso, o caule torna-se mais espesso.



Fonte: JENSEN, W.A. et al. **Biology**. Belmont: Wadsworth, 1979.

Figura 14. Caule: transição da estrutura primária para a secundária. Durante o crescimento em espessura, a quantidade de vasos condutores aumenta, e a epiderme é substituída pela periderme. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Como o espessamento do cilindro central não é acompanhado pela periderme, ocorre o rompimento do súber, que se desprende do caule com outros tecidos mortos, constituindo o ritidoma.

Gradativamente, mais elementos condutores são produzidos. O floema mais antigo é empurrado junto à periderme e é eliminado com o súber, enquanto o xilema permanece na planta, constituindo a parte central mais volumosa do caule. Um grande caule cortado (**figura 15**) exibe duas regiões concêntricas: a casca, externa e mais macia (compreendendo todos os tecidos externos ao câmbio vascular, incluindo o floema e a periderme), e o xilema, central e mais rígido, separados pelo câmbio vascular.

No xilema de muitas plantas, há duas regiões: a externa (ou albúrne) e a interna (ou cerne). A principal diferença entre elas é que o albúrne conduz seiva, enquanto o cerne possui vasos lenhosos completamente obstruídos, embora represente importante elemento de sustentação da árvore.

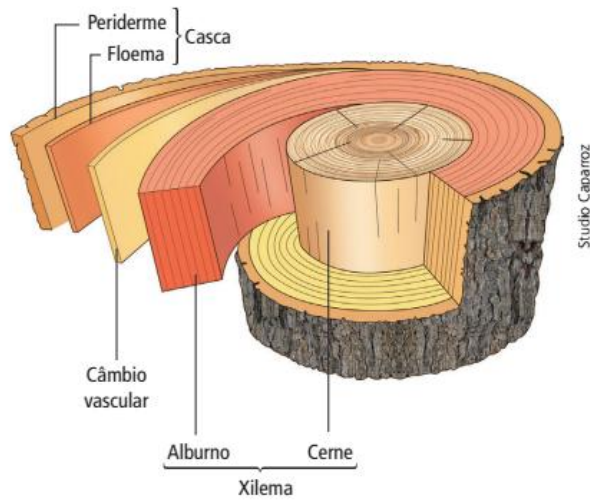


Figura15. Representação esquemática de caule maduro com suas divisões. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Vídeos disponíveis em alguns portais mostram a produção do papel. Uma sugestão está em: <<http://tub.im/26tqi6>> (acesso em: abr. 2016). Apesar de, no Brasil, a maior parte da madeira usada na produção de celulose vir de áreas cultivadas com eucalipto, discuta com os alunos a importância da reciclagem e o uso das novas tecnologias.



Erik Thamm/Corbis/Latinstock



Thomaz Vita Neto/Pulpar

Figura16. Polpa de madeira é a matéria-prima habitualmente usada na produção de papel. (a) Em uma edição diária, um jornal de grande circulação nacional chega a utilizar papel cuja produção decorre da derrubada de até 50 hectares de árvores. (b) No Brasil, eucaliptos cultivados são a principal fonte de matéria-prima para a fabricação de papel (Sacramento, MG, 2014).

▶ Anéis anuais e idade das árvores

Em regiões de clima temperado, as estações do ano são bem definidas e interferem no desenvolvimento das plantas. O câmbio vascular só produz novos componentes do floema e do xilema nas estações mais quentes do ano (primavera e verão); no outono e no inverno, quase não se formam vasos. Ano após ano, os vasos antigos do xilema são envolvidos pelos novos, formando-se anéis concêntricos (**figura 17**). Essa diversidade de anéis produzidos em anos consecutivos deve-se às diferenças entre a primavera e o verão: na primavera, os vasos produzidos são calibrosos e formam uma faixa circular larga e clara (lenho precoce ou primaveril); no verão, os vasos formados têm pequeno calibre, originando uma faixa mais estreita e escura (lenho tardio ou estival). O conjunto formado por duas faixas justapostas — uma de lenho precoce (mais clara) e outra de lenho tardio (mais escura) — chama-se anel anual.

Fabio Colombini



Figura 17. O tempo de vida escrito na madeira: o número de anéis anuais indica a idade da planta.

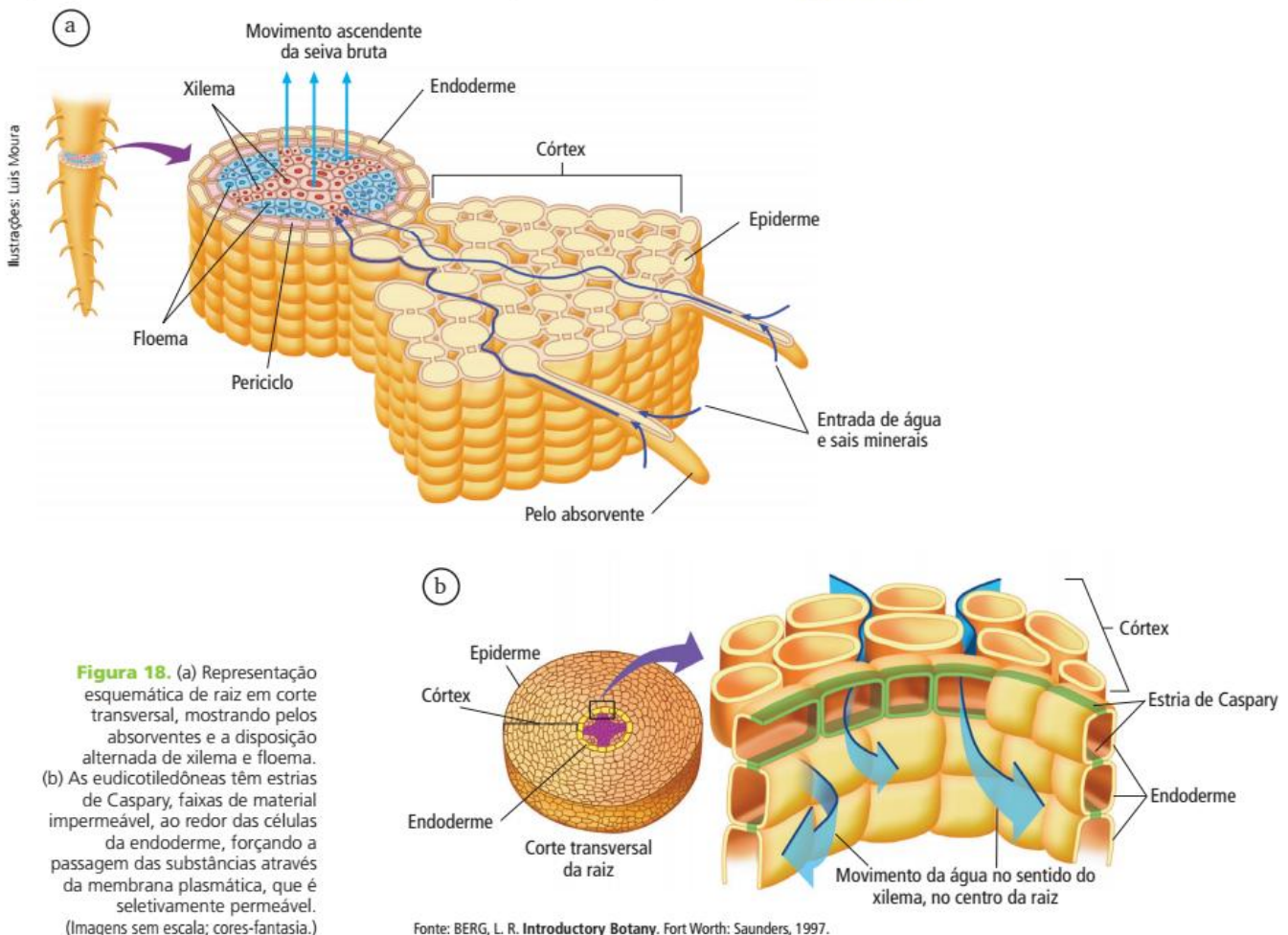
▶ Raiz

A extremidade da raiz tem meristema primário, que não forma gemas; no restante da raiz, encontram-se tecidos adultos. O revestimento é feito pela epiderme, com muitos pelos absorventes, que retiram do solo água e sais minerais (**figura 18a**). O interior é ocupado pelo parênquima, que armazena matéria orgânica proveniente das folhas. Vasos lenhosos e liberianos estão imersos no parênquima em disposição alternada, ou seja, lado a lado, facilitando a entrada no xilema da água proveniente dos pelos absorventes e a saída de matéria orgânica do floema para os tecidos vizinhos.

O córtex é a porção mais externa do parênquima, situada entre a epiderme e uma camada interna de células denominada endoderme. A medula é o parênquima interno, delimitado externamente pelo periciclo. Este origina raízes secundárias (ou laterais), que ampliam a superfície de absorção e a fixação da planta ao solo. A endoderme contém células com reforços que possibilitam a seleção das substâncias absorvidas que devem chegar ao xilema (**figura 18b**).

▶ Raízes laterais ou secundárias são endógenas, pois se originam internamente, diferentemente das ramificações do caule, que são exógenas e formam-se de gemas laterais.











Uma raiz de cenoura cortada transversalmente permite a observação macroscópica das estruturas internas. Quanto mais espessa a raiz, mais fácil deverá ser a observação.



Fonte: BERG, L. R. *Introductory Botany*. Fort Worth: Saunders, 1997.

Comparações entre monocotiledôneas e eudicotiledôneas

Comparações anatômicas (quanto à morfologia externa e à estrutura interna) mostram mais diferenças entre monocotiledôneas e eudicotiledôneas que simplesmente o número de cotilédones (**tabela 2**).

	Monocotiledôneas	Eudicotiledôneas
Semente	Um cotilédone 	Dois cotilédones 
Flor	Trímera 	Pentâmera ou tetrâmera 
Folha	Paralelinérvea 	Reticulinérvea 
Caule	Feixes vasculares esparsos 	Feixes vasculares em anel 
Sistema radicular	Fasciculado 	Pivotante 

Ilustrações: Eduardo Borges

(Imagens sem escala; cores-fantasia.)

A notícia

Veteranas de Guerra: ONG condecora árvores centenárias que sobreviveram à urbanização de São Paulo

Para chamar a atenção da população para a importância do verde nas cidades, a SOS Mata Atlântica lançou a campanha “Veteranas de Guerra”, que condecorou com medalhas e placas de bronze 20 árvores centenárias de São Paulo que resistiram à urbanização descontrolada da capital paulista.

[...]

Entre as espécies centenárias escolhidas pela SOS Mata Atlântica estão jatobás, ceboleiros, figueiras e jequitibás. De acordo com a ONG, a mais antiga árvore que participa da campanha é a Figueira das Lágrimas, localizada no Sacomã, na zona sul da

capital. Com mais de 200 anos de idade, a planta está em um local onde, no século 19, havia uma estrada que ligava o Porto de Santos a São Paulo. [...]

SPITZCOVSKY, D. Veteranas de Guerra: ONG condecora árvores centenárias que sobreviveram à urbanização de São Paulo. **Planeta Sustentável**. Disponível em: <<http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/ambiente/veteranas-guerra-arvores-centenarias-sao-paulo-sos-mata-atlantica-703067.shtml>>.

Acesso em: abr. 2016.

Atividade

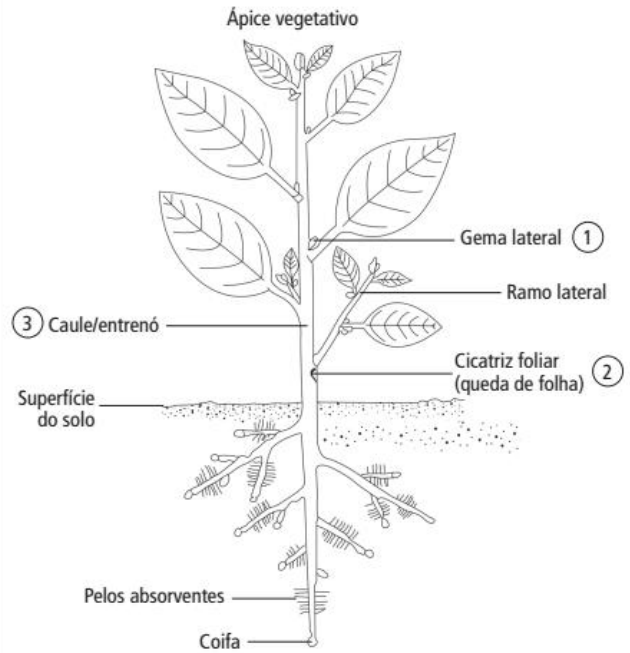
Escreva no caderno

Pesquise e responda:

É possível estimar a idade de uma árvore contando-se os anéis anuais sem que, para isso, o tronco seja serrado?

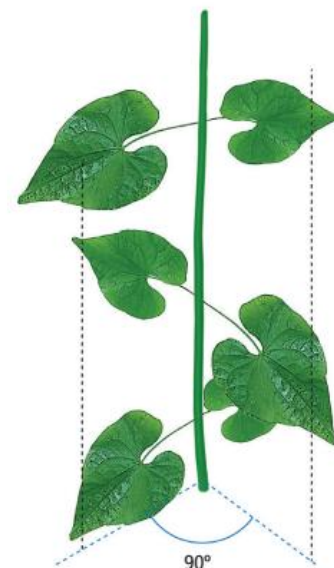
- Nos seres vivos, é notável a correlação entre forma e função. Explique duas adaptações morfológicas das folhas que as tornam aptas para a execução da fotossíntese.
- (UFC-CE) O corpo dos vegetais superiores é composto por 2 (dois) conjuntos básicos de estruturas: vegetativas e reprodutivas. Enquanto as estruturas vegetativas garantem a manutenção do indivíduo como uma unidade dentro da população, as estruturas reprodutivas são responsáveis pela propagação deste indivíduo e pela consequente manutenção do estoque genético da espécie. No que se refere às estruturas vegetativas, resolva os itens a seguir:
 - Quais as funções do caule e da raiz na planta? Cite pelo menos duas funções de cada órgão.
 - Quais as características morfológicas (ou fisiológicas) de cada um desses órgãos? Cite pelo menos duas características de cada um.
 - Normalmente, os caules e as raízes desenvolvem-se, respectivamente, acima e abaixo do solo. Acontece que determinadas plantas apresentam um padrão de crescimento um tanto quanto diferente. Cite 2 (dois) exemplos de caules subterrâneos e 2 (dois) exemplos de raízes aéreas.
- (UFRGS-RS) Árvores adultas geralmente apresentam dificuldades para serem transplantadas de um lugar para outro. As palmeiras, pertencentes às monocotiledôneas, suportam melhor essa operação, devido a seu sistema radicular. Explique por quê.
- (PUC-RS) Que analogia existe entre o esclerênquima dos vegetais e o tecido ósseo dos vertebrados? Da mesma forma, que há de comum entre a pele, nos animais, e o súber, nas plantas?
- (UFU-MG) Comparando-se os tecidos vegetais pede-se uma semelhança e uma diferença entre cada um dos pares abaixo:
 - Colênquima e esclerênquima.
 - Meristema primário e meristema secundário.
- (Udesc-SC) Analogamente aos animais, os vegetais necessitam transportar água, sais minerais e nutrientes para suas células. Assim, a raiz, que capta a água e os sais minerais do solo, deve estar conectada aos demais órgãos da planta, para a distribuição desses nutrientes. De maneira semelhante, os produtos da fotossíntese, elaborados especialmente pelas folhas, necessitam de um sistema de transporte para distribuição por todo vegetal. Para tanto, os vegetais desenvolveram tecidos especializados.
 - Que tecidos são esses?
 - Como são constituídos?
- Com um canivete, uma criança fez um desenho no tronco de uma goiabeira, a 1,0 m do solo. Após cinco anos, ao observar a árvore, percebeu que ela estava mais alta e que o desenho gravado estava bastante alargado.
 - O desenho deverá encontrar-se a que altura do solo? Justifique a resposta.
 - Explique por que o desenho se alargou com a passagem dos anos.

8. (UFMG)



Ilustrações: Studio Caparroz

- A planta esquematizada na figura é monocotiledônea ou eudicotiledônea? Justifique.
 - Cite o número que identifica, na figura, o local onde poderia se desenvolver uma flor.
 - De que parte da planta poderia ser retirado tecido para se fazer enxerto em outra planta e se produzirem mudas?
9. (UFRJ) A distribuição das folhas de uma planta ao longo dos nós presentes no caule segue padrões de organização conhecidos como filotaxia. Na "filotaxia oposta" as folhas aparecem aos pares em cada nó e cada folha está diametralmente oposta à outra. Além disto, o par de um nó forma ângulo de 90° com os pares imediatamente superior e inferior. Em geral, os nós são também distantes entre si.



Explique a importância da filotaxia oposta para os processos metabólicos das plantas.



Pierre Crom/Getty Images

Mineiros de carvão da cidade de Donetsk, na Ucrânia, 2014. Neste país e em muitos outros, o carvão continua sendo um importante componente da matriz energética; na China, por exemplo, ele responde por 74% da geração de eletricidade (dados de 2015).

Das paisagens do Carbonífero à sociedade industrial

Texto 1

Plantas do Carbonífero

A quantidade de dióxido de carbono, usado na fotossíntese é de cerca de 100 bilhões de toneladas anualmente, aproximadamente um décimo do total do CO_2 presente na atmosfera. A quantidade de CO_2 que retorna como resultado da oxidação desta matéria viva é aproximadamente a mesma, diferindo somente por 1 parte em 10 000. Este desequilíbrio muito leve é causado pelo soterramento de organismos em sedimentos ou lama sob condições nas quais o oxigênio é excluído e a decomposição é apenas parcial. Este acúmulo de material vegetal parcialmente decomposto é conhecido por turfa [...]. A turfa pode ser finalmente coberta por rochas sedimentares e, assim, ser colocada sob pressão. Dependendo do tempo, da temperatura e de outros fatores, a turfa pode ser comprimida, transformando-se em carvão [...], um dos chamados combustíveis fósseis.

Durante certos períodos da história da Terra, a taxa de formação de combustível fóssil foi maior que em outros períodos. Uma destas épocas foi o período Carbonífero, que se estendeu de 362 a 290 milhões de anos [...]. As terras eram baixas, cobertas por mares rasos ou pântanos, e, onde estão agora as regiões temperadas da Europa

e América do Norte, as condições eram favoráveis para que as plantas crescessem durante o ano inteiro. [...]

Na maior parte da "Idade do Carvão", no período Carbonífero Superior (Pennsylvaniano), as licófitas arbóreas, tais como *Lepidodendron*, dominaram os pântanos formadores de carvão. [...]

Quando as terras pantanosas começaram a secar e o clima na Euroamérica começou a mudar no final do período Carbonífero, as licófitas arbóreas desapareceram quase da noite para o dia, geologicamente falando. O único parente atual remanescente é o gênero *Isoetes*. As licófitas herbáceas basicamente similares aos *Lycopodium* e *Selaginella* existiram no período Carbonífero, e representantes de alguns deles sobreviveram até o presente; existem atualmente de 10 a 15 gêneros. [...]

Muitas das samambaias representadas no registro fóssil são reconhecidas como membros de famílias primitivas de samambaias atuais. A "Idade das Samambaias" no período Carbonífero Superior foi dominada por samambaias arbóreas [...].

As plantas dominantes dos pântanos de carvão tropicais do período Carbonífero na Euroamérica – as licófitas arbóreas – tornaram-se extintas durante o Paleozoico Superior, época em que ocorreu aumento de seca tropical. Apenas os parentes herbáceos das licófitas arbóreas e

cavalinhas do período Carbonífero continuaram a prosperar e existem atualmente, como ocorreu em várias famílias de samambaias que apareceram no período Carbonífero. Tanto as Pteridospermales como as Cordaites acabaram desaparecendo. Apenas um grupo de gimnospermas do Carbonífero, as coníferas (um grupo não dominante na época), sobreviveu e continuou a produzir novos tipos de plantas durante o período Permiano. [...]

EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. Raven – **Biologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

Texto 2

Plantas primitivas e formação de carvão

A sociedade industrial em que vivemos depende de energia obtida dos combustíveis fósseis, que se formaram a partir de restos de organismos primitivos. Um de nossos mais importantes combustíveis fósseis é o carvão mineral, queimado para produzir eletricidade, para aquecer as casas e na produção de objetos de ferro e aço. Embora o carvão seja extraído do solo como todos os outros minerais, ele não é um mineral como o ouro ou o alumínio, mas sim matéria orgânica, formada a partir de antigas plantas.

Muito do carvão mineral que usamos hoje originou-se de vestígios pré-históricos de plantas vasculares, particularmente as do período Carbonífero, que viveram há aproximadamente 300 milhões de anos. Dos cinco maiores grupos de plantas que contribuíram para a formação das reservas de carvão, três eram plantas vasculares sem sementes: lycopódios, cavalinhas e samambaias. Dois outros importantes grupos de plantas formadoras de carvão foram as samambaias com semente (atualmente extintas) e as gimnospermas primitivas.

É difícil imaginar que vegetais pequenos como os lycopódios, as cavalinhas e as samambaias de hoje possam

ter sido tão importantes na formação das grandes reservas de carvão mineral. Contudo, muitas dessas plantas, que existiram durante o período Carbonífero, eram enormes em relação às formas atuais e formavam amplas florestas. Lycopódios gigantes, por exemplo, chegavam a alcançar até 40 metros [...] de altura.

Durante o Carbonífero, o clima era quente e ameno, e essas condições favoreciam o crescimento das plantas durante todo o ano. Florestas dessas plantas ocorriam em áreas de baixas altitudes, que eram periodicamente inundadas. Quando o nível da água baixava, a vegetação se reestabelecia nesses locais.

Quando estas grandes plantas morriam (por exemplo, ao serem derrubadas por tempestades), eram encobertas por lama. Em condições anaeróbicas (isto é, na ausência de O₂), sofriam decomposição apenas parcial por fungos e bactérias, que decompõem lentamente os tecidos vegetais. Em decorrência desse processo, o material constituído por plantas parcialmente decompostas foi se acumulando.

Quando o nível das águas subiu a ponto de inundar os pântanos baixos, novas camadas de sedimentos depositaram-se sobre o material vegetal parcialmente decomposto, submetendo-o a pressões e temperaturas cada vez maiores. O calor e a compressão transformaram os sedimentos em rochas sedimentares, ao mesmo tempo em que os restos vegetais parcialmente decompostos convertiam-se em carvão. Posteriormente, movimentos tectônicos acabaram por expor essas camadas de rocha e de carvão mineral.

Em geral, o carvão mineral é encontrado em camadas subterrâneas chamadas veios, cuja espessura varia de 2,5 cm (1 polegada) a mais de 30 metros [...]. Existem diferentes tipos de carvão [hulha, turfa, lignito, antracito e outros], cujas maiores jazidas estão na América do Norte, Rússia e China. [...]

BERG, L. R. **Introductory Botany**. Fort Worth: Saunders, 1997 (tradução nossa).

Depois da leitura dos textos, faça o que se pede:

Escreva
no caderno

1. A partir dos conhecimentos sobre tecidos vegetais e sobre a cronologia das eras geológicas, explique por que as principais jazidas de combustíveis fósseis são encontradas em depósitos do período Carbonífero, mas não nas camadas correspondentes a períodos anteriores.
2. A queima de combustíveis fósseis (como o gás natural, o carvão e o óleo combustível) nas centrais termelétricas é uma das principais fontes de emissão de poluentes atmosféricos (como o CO₂ e os óxidos de enxofre e de nitrogênio).
 - a) Pesquise e apresente os principais problemas ambientais decorrentes do acúmulo desses gases na atmosfera.
 - b) Por que, diferentemente dos combustíveis fósseis, a queima de combustíveis derivados da biomassa (como o etanol, o bagaço de cana e os *pellets* de madeira de florestas plantadas) não provoca aumento relativo na concentração atmosférica de CO₂?
3. Analise em grupo a importância do carvão e de outros combustíveis fósseis na geração de eletricidade no Brasil. A seguir, cada grupo deve comparar os dados nacionais com os de alguns outros países: EUA, Alemanha, França, China e Nigéria. Os resultados dessa comparação devem ser compartilhados com a classe.
4. Atualmente, alguns países têm investido na prospecção e na extração do gás de xisto (*shale gas* ou gás não convencional). Sobre ele, pesquise e responda:
 - a) Do que se trata essa fonte energética? Como o gás de xisto é obtido?
 - b) Quais são os principais problemas ambientais decorrentes da obtenção e da utilização do gás de xisto?

Se possível, conte com a colaboração do professor de Geografia para esta atividade.

Fisiologia vegetal

Trocas gasosas, transporte e nutrição

Ricardo Acoury/Pulsar



Chuva na floresta tropical na margem do Rio Negro (Barcelos, AM, 2012).



Rios invisíveis abastecem as lavouras e hidrelétricas do Brasil

Por cima de nossas cabeças flutuam rios que não somos capazes de ver. São correntes de água em forma de vapor que viajam até 5 mil quilômetros entre o norte do país e a Argentina a uma altitude de mil a 3 mil metros.

Apesar de invisíveis, afetam diretamente nossa vida. O vapor que carregam é responsável por grande parte das chuvas que alimentam as cabeceiras dos rios da Amazônia, fertilizam as terras agrícolas do Sul do Brasil e abastecem as hidrelétricas que fornecem energia para nossas casas e indústrias.

Essas correntes de nuvens que atravessam o país foram apelidadas pelos cientistas de Rios Voadores. Estima-se que seu fluxo de água, em forma de vapor, seja comparável ao do rio Amazonas, o mais caudaloso do mundo, com uma vazão de 200 milhões de litros de água por segundo.

Em parceria com alguns dos maiores especialistas em meteorologia e hidrologia do país, o aviador e explorador ambiental inglês Gérard Moss viaja a bordo de um avião monomotor e de um balão para coletar amostras de vapor de água ao longo do território brasileiro. Ele pretende mapear o trajeto dos rios invisíveis e explicar como influenciam o clima do país. Por sua contribuição ao meio ambiente, Moss foi recentemente condecorado pela rainha da Inglaterra, Elizabeth II. Conheça [...] parte do que esse explorador já descobriu voando atrás dos rios que voam.

Caminho das águas

Saiba como se formam e por onde passam os rios de vapor

1. Perto da linha do equador, a água do oceano Atlântico se evapora intensamente. Os ventos alísios (que sopram de leste a oeste) se carregam de umidade e a transportam em direção ao continente.
2. Ao seguir terra adentro, parte da umidade se transforma em chuva que cai sobre a Floresta Amazônica. As árvores absorvem a água. Quando transpiram, a devolvem em forma de vapor.
3. As massas de ar seguem na direção oeste e encontram a cordilheira dos Andes. Parte da umidade se precipita na encosta das montanhas, formando as cabeceiras dos rios amazônicos.
4. Outra parte dos ventos úmidos faz a curva para o Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil. Essa umidade transforma-se na chuva que irriga as lavouras, enche os rios e alimenta as represas de hidrelétricas.

VIEIRA, V. Rios invisíveis abastecem as lavouras e hidrelétricas do Brasil. *Galileu*, mar. 2012.

Disponível em: <<http://revistagalileu.globo.com/Revista/Common/0,EMI296187-17933,00-RIOS+INVISIVEIS+ABASTECEM+AS+LAVOURAS+E+HIDRELETRICAS+DO+BRASIL.html>>. Acesso em: mar. 2016.

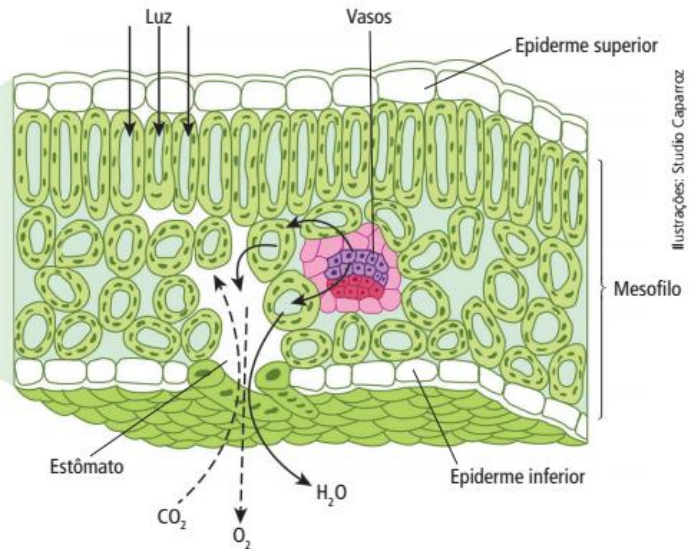
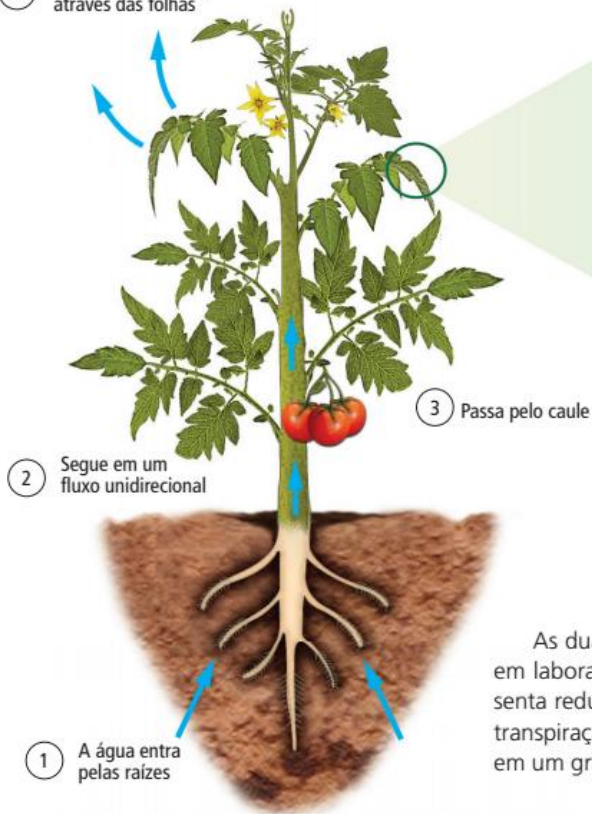
Espaços aeríferos e trocas gasosas

A radiação solar eleva a temperatura dos tecidos foliares, podendo lesar estruturas celulares e comprometer o funcionamento das enzimas. A perda de água pela transpiração resulta na diminuição da temperatura da planta (principalmente do mesofilo), evitando o aquecimento excessivo. Tal mecanismo de refrigeração é fundamental para a fotossíntese.

Os seres vivos trocam compostos (inclusive gases) com o ambiente. Na maioria dos tecidos vegetais, entre as células, existem espaços por onde o ar circula, garantindo a rápida difusão de gases. Nos órgãos vegetais cuja superfície não é revestida por camadas espessas e/ou impermeáveis, a passagem de gases e de vapor de água pode ocorrer por difusão. Porém, as trocas ocorrem com maior intensidade pelos **estômatos** (figura 1).

A maior parte da água assimilada é liberada para a atmosfera, na forma de vapor, na **transpiração**: as células do parênquima foliar (no mesofilo) perdem água por evaporação para os espaços intercelulares; se o ar atmosférico estiver mais seco que o ar no interior das folhas, o vapor de água difunde-se para fora. A maior parte do vapor de água deixa as folhas pelos estômatos (**transpiração estomática**); todavia, uma quantidade menor sai pela cutícula (**transpiração cuticular**).

4 Sai da planta principalmente através das folhas

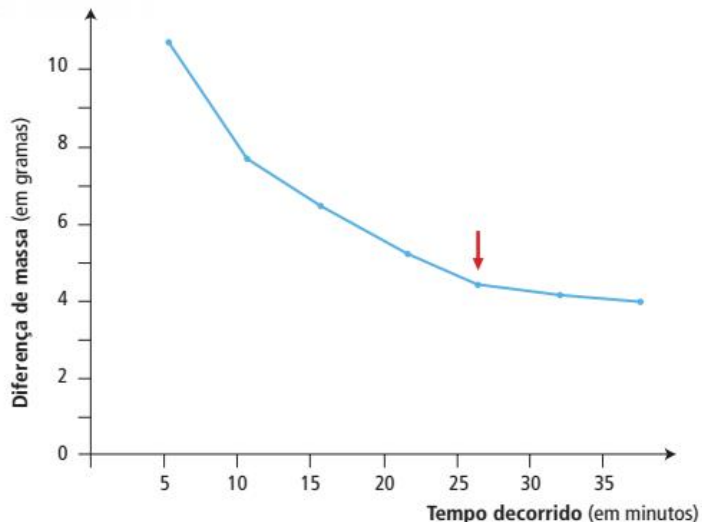


Fonte: STERN, K. R. *Introductory Plant Biology*. Boston: WCB/McGraw-Hill, 1997.

Figura 1. A água penetra na planta pelas raízes, flui pelo caule e sai principalmente pelas folhas, atingindo o ar atmosférico. Pelos estômatos, entra CO₂ no mesofilo, enquanto daí saem O₂ e vapor de água. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

As duas formas de transpiração (estomática e cuticular) podem ser quantificadas em laboratório: colocando-se uma folha recém-retirada em uma balança, ela apresenta redução de massa ao longo do tempo, em consequência da perda de água na transpiração. A perda de massa da folha em função do tempo pode ser representada em um gráfico (figura 2).

Figura 2. Inicialmente, a redução de massa foliar é acentuada; segue-se uma fase de estabilização (a partir do ponto indicado pela seta), em que a perda de massa é pequena e praticamente constante. Antes da estabilização, a folha apresenta simultaneamente transpiração estomática e cuticular; entretanto, ocorre fechamento gradual dos estômatos. Na fase de estabilização, os estômatos já estão fechados, e a folha perde quantidade reduzida de água, apenas por transpiração cuticular, que não é controlada pela planta.



Fonte: STERN, K. R. *Introductory Plant Biology*. Boston: WCB/McGraw-Hill, 1997.

► Estrutura dos estômatos

Os **estômatos** são anexos epidérmicos que controlam as trocas gasosas entre a planta e o ambiente, em especial a captação do CO_2 usado na fotossíntese e a liberação do O_2 dela resultante, além da perda de vapor de água. Estão localizados principalmente na face inferior das folhas, em quantidade variável (**figura 3**). Plantas de regiões áridas, por exemplo, estão sujeitas à desidratação e apresentam pequeno número de estômatos, capazes de se fechar rapidamente.

Mesmo com os estômatos fechados, as plantas também dispõem do CO_2 liberado na respiração celular aeróbia, suficiente para manter a fotossíntese, ainda que com pequena intensidade.

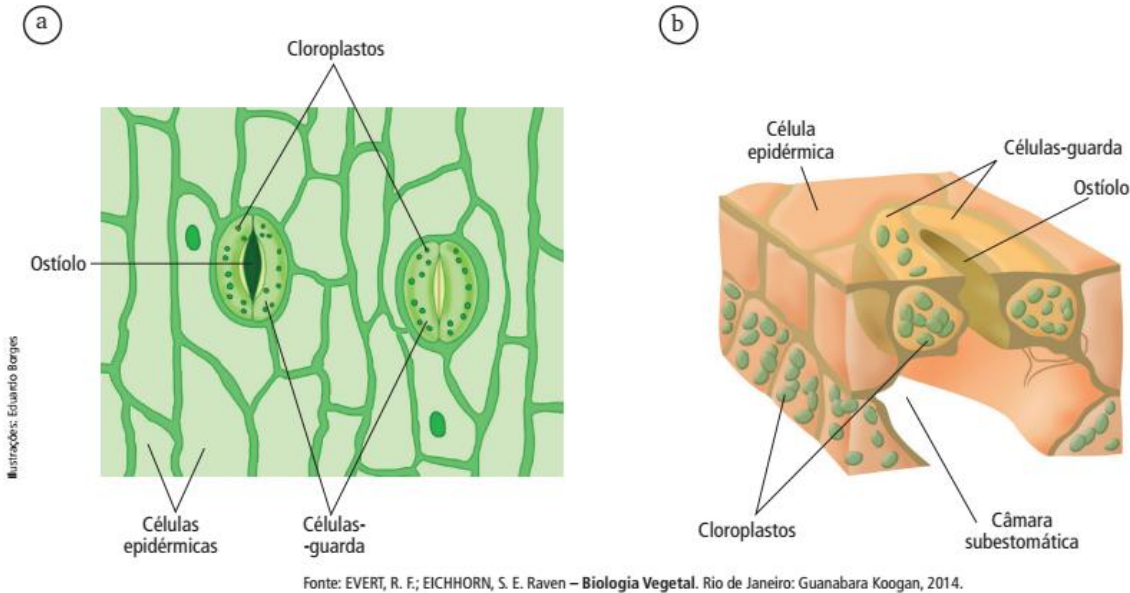


Figura 3. Representação do estômato e suas relações com outras células: (a) vista frontal e (b) secção transversal. O estômato compreende uma fenda chamada ostíolo, limitada por duas células-guarda (ou células estomáticas), clorofiladas e com espessamento na parede celular voltada para o ostíolo. No interior da folha, internamente ao estômato, localiza-se a câmara subestomática, onde se movimentam gases e vapor de água. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

► Funcionamento dos estômatos

A abertura e o fechamento dos estômatos estão relacionados com o **grau de turgescência** (quantidade de água) das células-guarda. Quando elas recebem água por osmose, expandem-se; como a parede celular da face oposta ao ostíolo é menos espessa e mais flexível, elas se curvam para esse lado, e o ostíolo abre-se. Quando perdem água e se tornam flácidas, as paredes internas das células aproximam-se, e o ostíolo fecha-se.



Figura 4. (a) Quando uma planta dispõe de pouca água, as folhas murcham, e os estômatos fecham-se, diminuindo a perda de vapor de água (que fica limitada apenas à transpiração cuticular). Trata-se de um mecanismo poupador de água. (b) Se não houver reposição da água perdida, a planta perde sustentação. (c) Quando a planta se reidrata, as células-guarda tornam-se túrgidas, e novamente os estômatos abrem-se. Com o aumento do grau de turgescência das células em geral, a planta readquire o aspecto normal.

Essa variação do estado de turgescência das células-guarda depende do teor de íons potássio (K^+), que elas captam ativamente das células epidérmicas vizinhas, aumentando sua pressão osmótica. A consequente entrada de água nas células-guarda determina a abertura do estômato. Por outro lado, a difusão dos íons K^+ , das células-guarda para as células vizinhas, determina redução da pressão osmótica e saída de água, seguida do fechamento do estômato (figura 5).

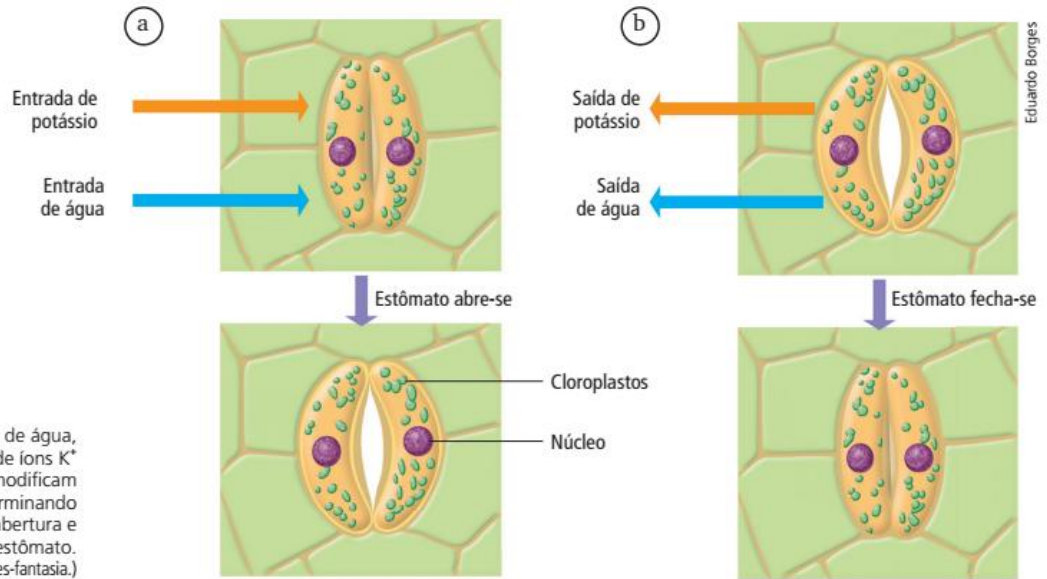


Figura 5. A entrada e a saída de água, que dependem da concentração de íons K^+ no interior das células-guarda, modificam o volume dessas células, determinando respectivamente (a) a abertura e (b) o fechamento do estômato. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

O fluxo de K^+ é influenciado por alguns fatores, como a intensidade luminosa, a concentração de CO_2 e a disponibilidade de água.

Uma única planta de milho, com menos de 500 g de massa seca, absorve do solo de 150 a 200 litros de água durante a vida, sendo que apenas cerca de 2% da água absorvida é utilizada na fotossíntese e em outras atividades metabólicas. Pergunte aos alunos qual é o destino do excedente de água. Peça a eles que analisem esses dados e os relacionem com o desmatamento e as modificações no regime pluviométrico (frequência, distribuição e quantidade de chuvas) de uma região.

Tabela 1. Influência dos principais fatores, considerados isoladamente, sobre o funcionamento dos estômatos na maioria das espécies vegetais			
Fator		Estômatos	
		Abertura	Fechamento
Intensidade de luz	Grande	X	
	Pequena		X
Concentração de CO_2 no mesófilo	Grande		X
	Pequena	X	
Disponibilidade de água	Grande	X	
	Pequena		X

Estômatos de plantas com suprimento hídrico adequado e constante abrem-se durante o dia e fecham-se à noite. Isso é vantajoso, pois a abertura dos estômatos permite a entrada de CO_2 , utilizado na fotossíntese durante o dia.

Alguns fatores influenciam a transpiração estomática:

- **Quantidade de água no solo.** Quanto maior a disponibilidade de água, tanto maior a quantidade de vapor de água que a planta tende a eliminar.
- **Temperatura.** Temperaturas elevadas favorecem a evaporação da água e aumentam a transpiração.
- **Umidade atmosférica.** Como a saída de vapor de água ocorre por difusão, é necessário existir uma diferença de concentração do vapor entre a câmara subestomática e o ar ao redor das folhas. Se a umidade atmosférica estiver muito elevada, a diferença de concentração do vapor será reduzida e a transpiração, limitada, mesmo com os estômatos abertos.
- **Ventos.** Retiram o vapor de água que fica próximo aos estômatos, na face externa das folhas, aumentando a diferença de concentração do vapor, a qual favorece a saída de mais vapor de água.

Uma adaptação permite que as folhas captem com eficiência a energia luminosa e o gás carbônico, sem perder muito vapor de água: plantas cujas folhas são horizontalizadas geralmente possuem maior número de estômatos na epiderme inferior, em que a menor intensidade de luz aquece menos os tecidos, diminuindo a perda de vapor de água.

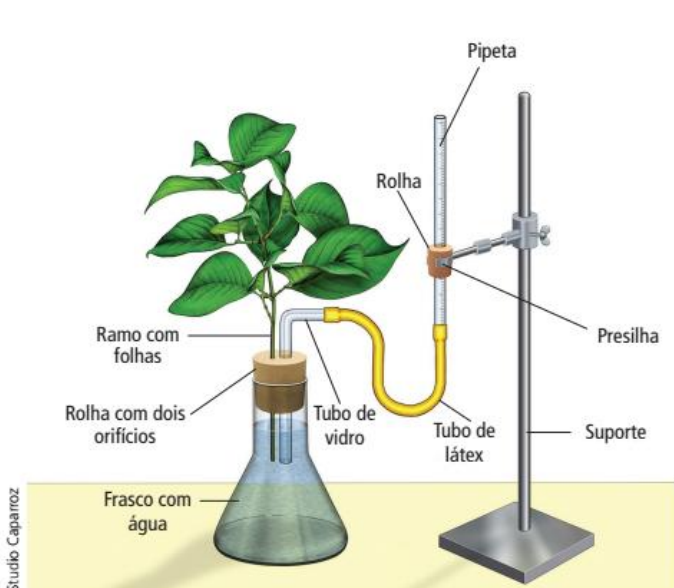


Figura 6. Uma técnica para avaliar a intensidade da transpiração utiliza o potômetro, frasco cheio de água no qual se mergulham um tubo de vidro e um ramo com folhas, passando-os por uma rolha com dois orifícios. Por um tubo flexível, o tubo de vidro é conectado a uma pipeta graduada, todos cheios de água. Com o tempo, o nível do líquido na pipeta graduada diminui, acusando o consumo de água pelo ramo, que é proporcional à perda na transpiração pelas folhas. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)



Figura 7. Durante a noite, com os estômatos fechados, ou em dias muito úmidos, a transpiração da planta é reduzida. Uma forma de eliminar o excesso de água é a **gutação** (ou sudação), que consiste na eliminação de gotículas por aberturas foliares denominadas hidatódios, que, diferentemente dos estômatos, não são reguláveis. Na imagem, gutação em folha de planta do gênero *Alchemilla*.

Atividade prática

Observação indireta de estômatos de plantas

Objetivo

- Observação de estômatos de plantas pelo método de impressão em película.

Materiais

- esmalte incolor
- fita adesiva incolor
- lâmina de vidro
- bloco de anotações
- lápis
- microscópio óptico



Peça aos alunos que se organizem em grupos de no máximo 5 integrantes. Na data preestabelecida, cada grupo deverá trazer para a aula um vidro de esmalte incolor e a fita adesiva incolor. Ao final da aula, peça a cada grupo que relate suas observações sobre as características da planta e sobre os estômatos. Todos devem ter acesso a essas informações para realizar as atividades propostas no item "Resultados e discussão". As respostas das atividades deverão ser entregues em um relatório por grupo. Na aula seguinte, discuta com os alunos suas observações e as conclusões a que chegaram.

Procedimentos

1. Organizados em quatro ou cinco alunos por grupo, providenciem os materiais para a data previamente estabelecida com seu professor. Cada grupo, conforme orientações e de posse dos materiais necessários, deverá realizar a coleta de sua amostra nas imediações da escola.
2. Cada grupo deverá escolher uma planta diferente para realizar a atividade. Após a escolha da planta, proceder da seguinte maneira:
 - Passar uma camada de esmalte incolor na face inferior de uma folha; esperar até que o esmalte seque e colar um pedaço de fita adesiva incolor (de aproximadamente 3 cm de comprimento por 1,5 cm de largura) sobre a película de esmalte já seca; em seguida, retirar com cuidado a fita adesiva e colar em uma lâmina de vidro.

A atividade prática pode ser feita orientando-se a retirada da epiderme de folhas de forma direta, sem o uso de esmalte e fita adesiva. Algumas plantas possuem a epiderme facilmente destacável, como a figueira (*Ficus benjamina*).

- Antes de retornar ao laboratório, anotar as características do local em que a planta escolhida foi encontrada (exposta à luz do Sol ou não, terrestre ou aquática etc.).
- Em seguida, levar a lâmina ao laboratório e observar os estômatos ao microscópio óptico.
- Observar se os estômatos estão abertos ou fechados. Fazer uma contagem do número de estômatos observados. Registrar as observações em seu caderno e fazer um esboço do que foi observado indicando as estruturas. Consultar o material didático, se necessário.
- Após a observação dos resultados, providenciar a correta destinação dos materiais utilizados. Manter organizado e limpo o espaço em que trabalhou e cuidar para que os equipamentos sejam corretamente desligados.

Resultados e discussão

Escreva no caderno

- a) Quantos estômatos foram observados pelo seu grupo?
- b) Havia diferença entre os estômatos observados pelo seu grupo? E em relação aos outros grupos?
- c) Houve diferenças quanto ao número de estômatos observados entre os grupos?
- d) Explique as semelhanças e as diferenças encontradas associando-as às características das plantas.

Planta amazônica lança potássio na atmosfera para produzir chuva

Um estudo internacional que coletou amostras de ar em uma torre de 80 metros na Amazônia e levou-as a aceleradores de partículas nos EUA e na Alemanha descobriu que as plantas da floresta exercem ainda mais controle sobre o clima local do que se imaginava.

A vegetação amazônica ajuda a criar chuva lançando partículas minúsculas de potássio no ar.

Em um estudo publicado hoje [05/09/2012] na revista *Science* cientistas que realizaram o experimento afirmam que 90% das partículas de aerossóis — líquidos e sólidos em suspensão no ar — responsá-

veis por agregar água atmosférica em gotículas de chuva contêm essas partículas.

Os cientistas sabiam da existência de sais de potássio em suspensão, mas não sabiam que o elemento saía diretamente das plantas para ser levado aos céus da Amazônia. [...]

[...]

Segundo o climatólogo Meinrat Andreae, do Max Planck, a descoberta revelou mais um mecanismo usado pela floresta para tentar reter água em sua própria região. Segundo ele, pode ser que a seleção natural ao longo dos milênios tenha favorecido plantas com essa capacidade.

“Nós nos perguntamos se isso é um processo que teve controle evolutivo”, diz Andreae.

“Queremos saber se as plantas adquiriram essa capacidade de uma maneira darwinista clássica ou se isso é apenas um subproduto gerado por outros tipos de pressão evolutiva.”

[...]

GARCIA, R. Planta amazônica lança potássio na atmosfera para produzir chuva. *Folha de S.Paulo*, 5 set. 2012. Fornecido pela Folhapress. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/ciencia/2012/09/1148450-planta-amazonica-lanca-potassio-na-atmosfera-para-produzir-chuva.shtml>>. Acesso em: mar. 2016.

Atividades

Escreva no caderno

Depois de ler a notícia, responda:

1. A afirmação no título de que a planta lança potássio “para produzir chuva” é um exemplo de finalismo, pois transmite a ideia de que existe um propósito ou uma ação deliberada. Trata-se de um equívoco comum em textos dedicados ao público em geral, que deve ser evitado, principalmente pelos estudiosos da biologia. Discuta o possível papel da seleção natural no processo apresentado.
2. Por que o lançamento de potássio pelas plantas interfere na pluviosidade local?

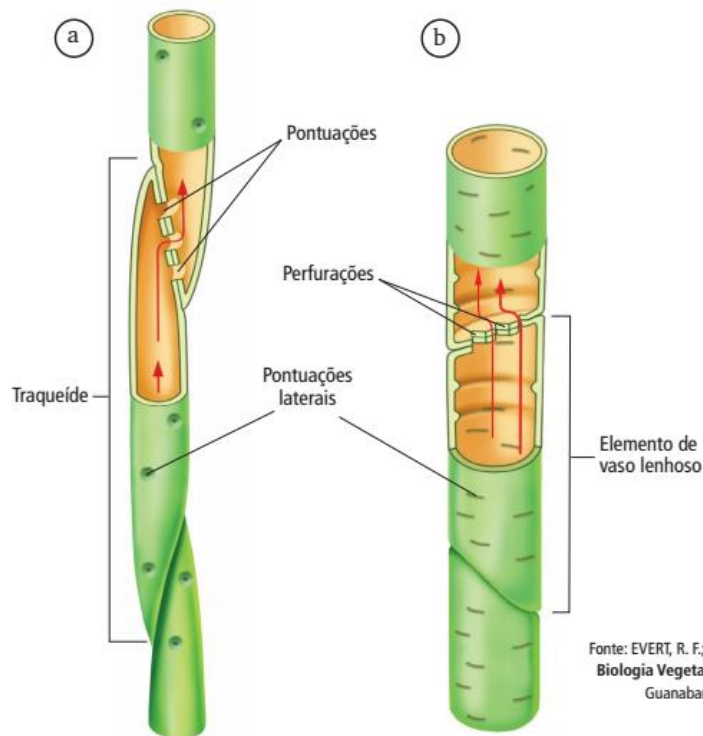
Transporte de seiva inorgânica

A sobrevivência das plantas depende da distribuição de compostos inorgânicos (como água e sais minerais) e orgânicos (açúcares, por exemplo) que compõem as seivas.

Com exceção das briófitas, em que a condução de seiva é lenta e ocorre por difusão simples, de célula a célula, nas plantas em geral os nutrientes circulam no interior de **vasos condutores**, formados por células alongadas, enfileiradas ao longo da planta e dotadas de comunicações, que permitem a passagem dos nutrientes.

O **xilema** (ou lenho) é o tecido especializado no transporte de **seiva inorgânica** (ou mineral), constituída de água e sais minerais, que as plantas absorvem do substrato pelas raízes. As células do xilema são as **traqueídes** e os **elementos de vaso lenhoso**, originados de células que, durante a diferenciação, recebem reforços de lignina na parede celular, se impermeabilizam e morrem (**figura 8**). Além desses componentes, o xilema associa-se aos tecidos de sustentação e parênquimas.

A lignina do xilema funciona como elemento de sustentação para a planta e impede que as paredes dos vasos lenhosos se deformem.



Fonte: EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. *Biologia Vegetal*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

Figura 8. Aspecto geral das células condutoras do xilema: (a) traqueíde, encontrada em todas as plantas vasculares; e (b) elemento de vaso lenhoso, que só existe em angiospermas. As traqueídes são alongadas e comunicam-se entre si através das pontuações, que são orifícios em suas extremidades. Os elementos de vaso lenhoso normalmente são mais largos e conectam-se uns aos outros em suas extremidades por perfurações, que são orifícios maiores. As setas vermelhas indicam o fluxo da seiva inorgânica. Esses dois tipos de célula possuem pontuações laterais, pelas quais ocorre desvio de seiva, particularmente útil quando algum dos componentes se encontra obstruído. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

► Transporte no xilema: entendendo o processo

Os maiores volumes de água que circulam pelo interior da planta correspondem ao que é absorvido pelas raízes e ao que é transpirado pelas folhas (**figura 9**).

A transpiração desencadeia alterações que promovem a movimentação da água na planta e sua absorção pela raiz.

O transporte da seiva inorgânica na planta compreende:

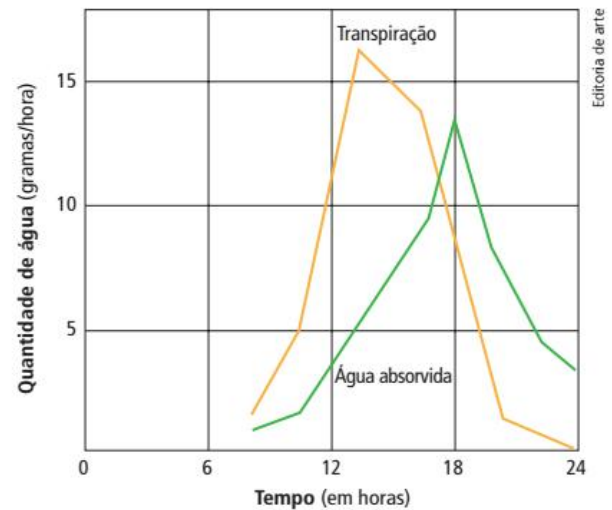
- o deslocamento da água na raiz, até o xilema;
- sua movimentação pelos vasos do xilema da raiz e do caule;
- a transferência da seiva do xilema para outros tecidos das folhas.

Sendo a água uma substância polar, formam-se ligações de hidrogênio entre suas moléculas, determinando grande **coesão**. Tais moléculas são também atraídas eletrostaticamente por superfícies, como as paredes dos vasos do xilema, fenômeno denominado **adesão**. Esses fatores possibilitam que, no interior dos vasos do xilema, a água manifeste o fenômeno da **capilaridade**, que determina sua ascensão pelos delgados vasos lenhosos. Entretanto, a contribuição da capilaridade ao fluxo ascendente de líquido é pequena, não ultrapassando alguns centímetros.

Quando seccionados, os caules de algumas plantas eliminam seiva inorgânica. Esse é o resultado da atividade da raiz, que absorve água e a “empurra” para cima, mostrando a existência de uma **pressão de raiz**.

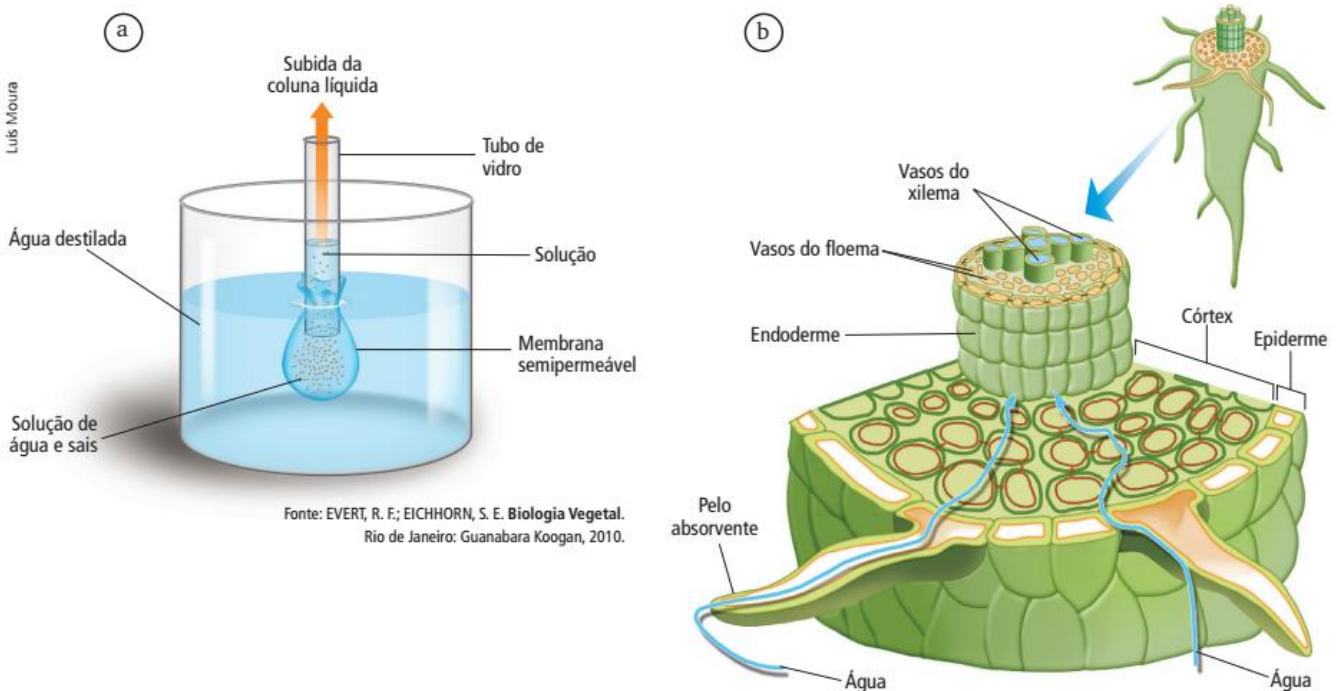
Essa pressão pode ser demonstrada pelo seguinte experimento (**figura 10a**): um saco feito de membrana semipermeável (aquela que só permite a passagem do solvente de uma solução), contendo uma solução concentrada de sais, é preso na extremidade de um tubo de vidro. Em seguida, mergulha-se o saco em água destilada. Ocorre entrada de água no saco, elevando o nível do líquido no tubo, em decorrência da pressão osmótica exercida pela solução.

Isso também ocorre na raiz, que absorve sais minerais do solo por transporte ativo e os transporta até o xilema (**figura 10b**). O fluido que ocupa o xilema tem pressão osmótica maior que a do solo, determinando a absorção de água por osmose. A pressão de raiz corresponde à pressão osmótica do fluido do xilema; no entanto, a ocorrência de plantas com pressão de raiz elevada é rara, o que permite concluir que sua contribuição para a subida da água é pequena.



Fonte: EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. *Biologia Vegetal*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

Figura 9. Gráfico da transpiração e da quantidade de água absorvida em uma planta. Há correlação entre os dois fenômenos, confirmada experimentalmente medindo-se as quantidades de água absorvida e transpirada por uma planta durante 24 horas. Até as 17 horas, aproximadamente, a transpiração supera a absorção, determinando déficit hídrico na planta; ao entardecer e à noite, a absorção torna-se maior que a transpiração, ocorrendo reposição da água perdida.



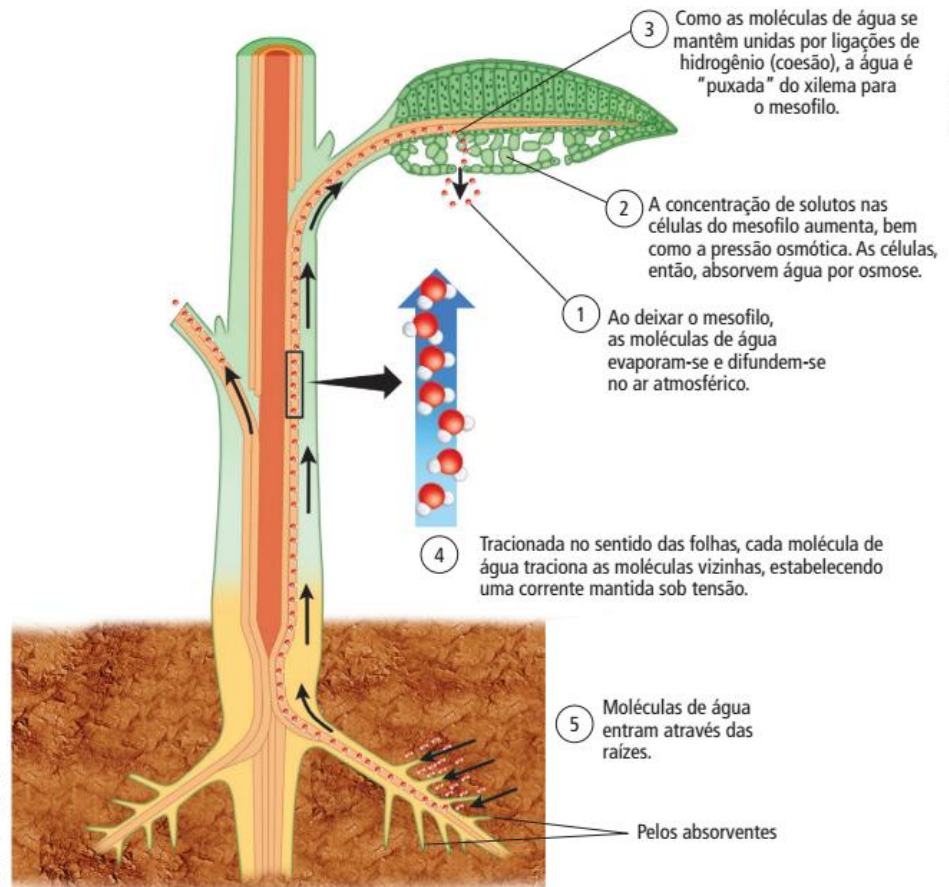
Fonte: EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. *Biologia Vegetal*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

Figura 10. (a) A pressão osmótica da solução salina no interior do saco determina a entrada de água, que eleva o nível da solução no tubo. (b) O xilema tem fluido com osmolaridade maior que a do solo. O gradiente osmótico determina a passagem de água do solo para o xilema. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

São as folhas que normalmente têm maior influência na ascensão da seiva inorgânica, devido, sobretudo, a dois mecanismos:

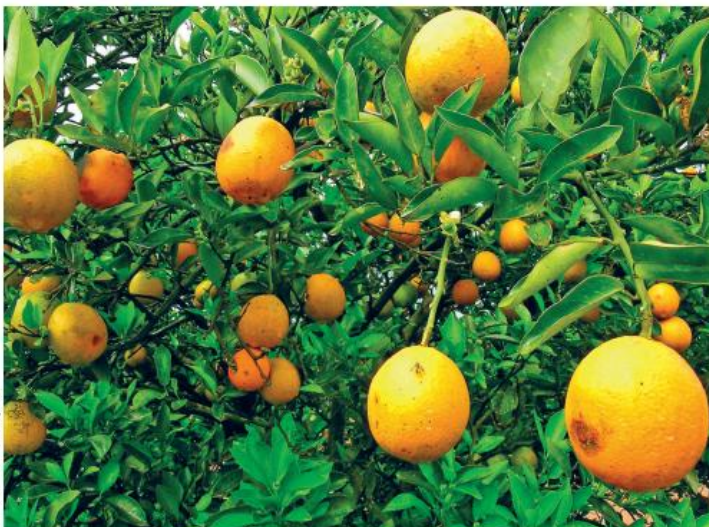
- as células clorofiladas das folhas realizam fotossíntese e produzem matéria orgânica (principalmente glicose), que aumenta a pressão osmótica, determinando a entrada de água proveniente do xilema. Parte da água que penetra nessas células é consumida na fotossíntese;
- as células no interior das folhas apresentam superfície permanentemente úmida e exposta ao ar que circula pelo mesófilo. A água evapora-se, perdendo-se na transpiração.

Da raiz às folhas, há uma coluna contínua de água, que mantém os vasos do xilema cheios. A água que deixa a folha por transpiração e a que é utilizada na fotossíntese são substituídas pela água proveniente do xilema, resultando na movimentação da coluna líquida, possibilitada pela coesão entre as moléculas de água no interior dos vasos lenhosos. Tal explicação, proposta em 1914 pelo botânico irlandês Henry Dixon (1869-1953), é conhecida por **teoria da coesão-tensão** (figura 11).



Fonte: CURTIS, H.; BARNES, N. S. *Invitation to Biology*. New York: Worth, 1994.

Figura 11. Teoria da coesão-tensão (ou modelo de Dixon): quando a água evapora nas folhas, toda a coluna líquida presente nos vasos lenhosos é deslocada para cima, e mais água é absorvida pela raiz. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)



A clorose variegada dos citros (conhecida como amarelinho) é causada por bactérias da espécie *Xylella fastidiosa*, que proliferam nos vasos do xilema, provocando sua obstrução. Isso acarreta deficiência de água e sais minerais nas partes afetadas das plantas. As manifestações características são pequenas manchas amarelas nas folhas (que explicam o nome popular da doença) e redução da produtividade. A transmissão é feita por insetos (principalmente cigarrinhas). Não existe tratamento, o que aumenta a importância da prevenção (poda de ramos das árvores afetadas, erradicação dos pomares e controle da população de cigarrinhas neles).

Aspecto geral da folha de laranjeira atacada pelo amarelinho.

Transporte de seiva orgânica

O **floema** (ou líber) conduz **seiva orgânica**, constituída por compostos orgânicos (principalmente sacarose) produzidos na fotossíntese, dissolvidos em água. Os componentes do floema, denominados **vasos liberianos** (ou tubos crivados), são formados por **elementos de tubo crivado**, células vivas, anucleadas e alongadas, intimamente associadas às **células companheiras**, que não conduzem seiva, mas auxiliam os elementos de tubo crivado nessa função (**figura 12**). Tecidos de sustentação e parênquima aparecem associados aos vasos do floema.

A célula companheira absorve nutrientes dos tecidos ao seu redor e, através de filamentos, transfere-os para o elemento de tubo crivado, que os transporta para outras partes da planta. Um elemento de tubo crivado possui um grande vacúolo central, que deixa espaço para apenas uma estreita faixa de citoplasma. Seu núcleo desintegra-se durante a diferenciação.

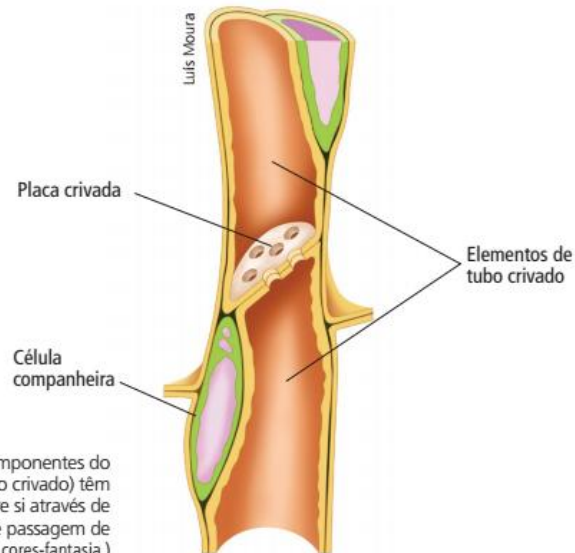


Figura 12. Elementos de tubo crivado e célula companheira, componentes do floema. As placas crivadas (paredes que separam os elementos de tubo crivado) têm numerosos orifícios, pelos quais células vizinhas comunicam-se entre si através de pontes citoplasmáticas denominadas plasmodesmos, que permitem a livre passagem de compostos de uma célula para outra. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

▶ Anel de Malpighi

Chama-se **anelamento** (ou cintamento) a retirada de um anel da casca (ou anel de Malpighi) ao redor da circunferência do caule (**figura 13**). Com esse procedimento, o floema (mais externo) é removido, mas o xilema (mais interno) não é. No local, ocorre interrupção do fluxo de seiva orgânica das folhas para a raiz, que com o tempo morre. O restante da planta também acaba morrendo, pois deixa de receber seiva inorgânica.

Vale salientar aos alunos que a prática do anelamento no caule principal provoca a morte da planta. Cortar ou matar árvores de logradouros públicos (praças, jardins, parques ou calçadas de vias públicas) constitui dano ambiental passível de punição. A supressão de árvores (mesmo em propriedades privadas) é proibida, exceto nos casos previstos por lei e com autorização da autoridade competente.

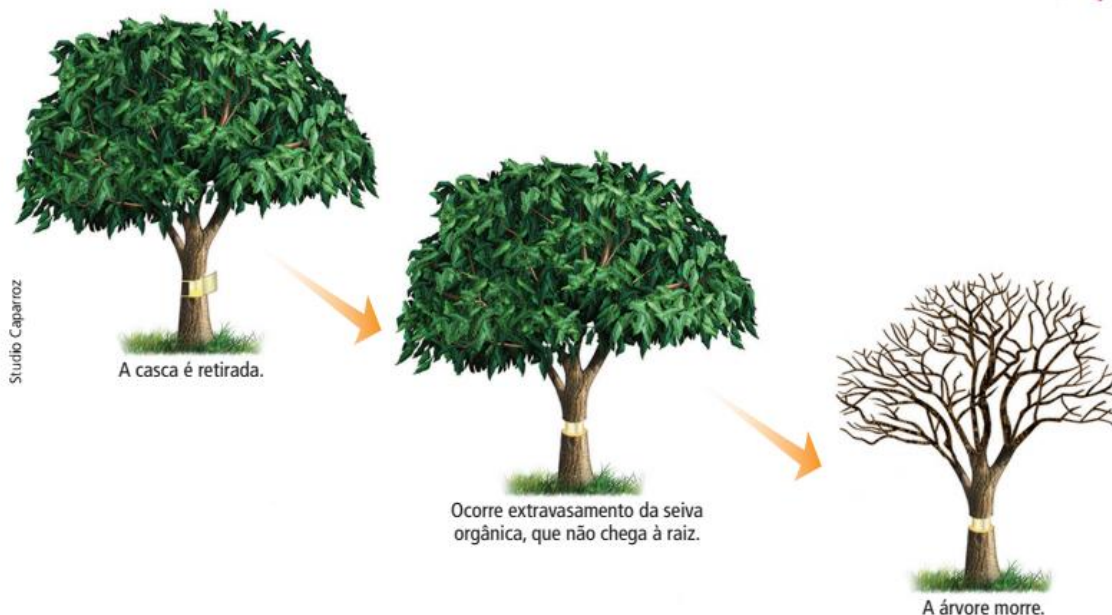


Figura 13. Nos feixes vasculares do caule, o floema situa-se externamente ao xilema. O anelamento consiste na retirada de um anel de Malpighi, que compreende a periderme e o floema. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Se o anelamento ocorrer em um ramo da árvore, as folhas continuam recebendo água pelo xilema, sobrevivem e produzem matéria orgânica, mas esta não vai em direção à raiz, sendo empregada no crescimento do próprio ramo e no desenvolvimento de frutos. As raízes, no entanto, não morrem, pois recebem seiva orgânica proveniente de outros ramos.

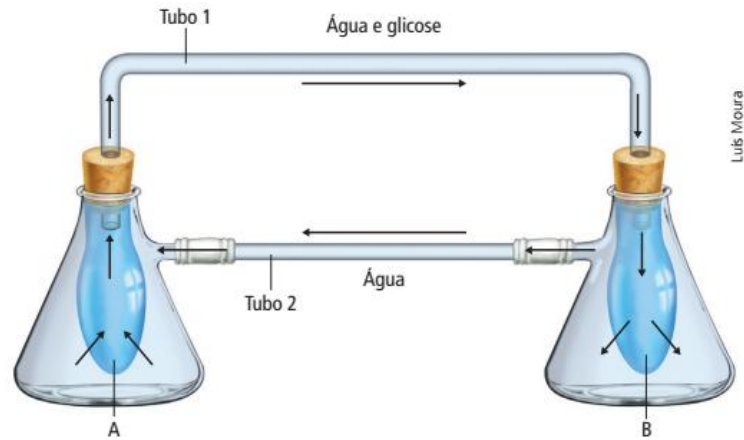
► Transporte no floema: entendendo o processo

Em 1927, o botânico alemão Ernst Münch (1876-1946) propôs um modelo para explicar o transporte de seiva orgânica pelo floema, com base na constatação de que a pressão da seiva no floema é maior que a pressão atmosférica.

As moléculas de glicose (sintetizadas na fotossíntese realizada pelas células do mesófilo) elevam a pressão osmótica, estimulando a absorção, por osmose, da água proveniente do xilema. Parte dessa água é deslocada para o floema, arrastando matéria orgânica.

Como células da raiz não são fotossintetizantes, elas consomem compostos orgânicos que se deslocam pelo floema, com a água que compõe a seiva orgânica. Assim, mantém-se entre os órgãos que produzem glicose (as folhas) e os que apenas consomem glicose (raiz) uma **diferença de pressão**, responsável pela descida de seiva orgânica pelos vasos do floema (**figura 14**).

Figura 14. Dois sacos de membrana semipermeável, um contendo solução concentrada de glicose (saco A) e o outro, água pura (saco B), são conectados por um tubo em U (tubo 1) e mergulhados em recipientes que se comunicam por outro tubo (tubo 2). O saco A desenvolve uma pressão osmótica mais elevada e absorve água, cujo excesso é deslocado pelo tubo 1, arrastando moléculas de glicose para o saco B, que recebe água e glicose e se distende, forçando a água a voltar pelo tubo 2 para o saco A. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)



Saco A: simula a célula do parênquima clorofiliano (produtora de matéria orgânica).
Saco B: simula a célula da raiz (consumidora ou armazenadora de matéria orgânica).

A **teoria do fluxo sob pressão** (**figura 14**) pode ser extrapolada para o que acontece no interior dos vasos condutores de seiva (**figura 15**).

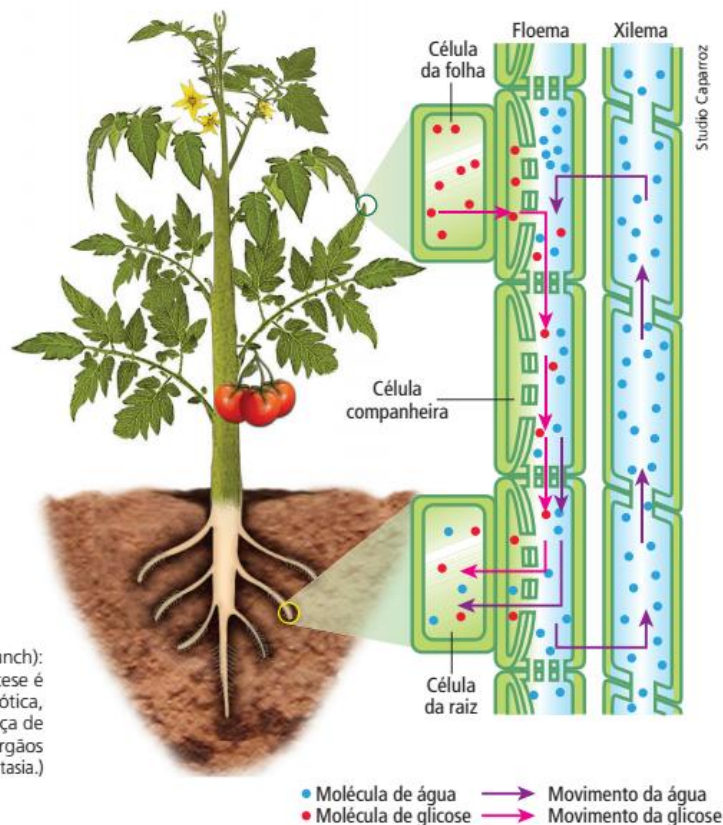
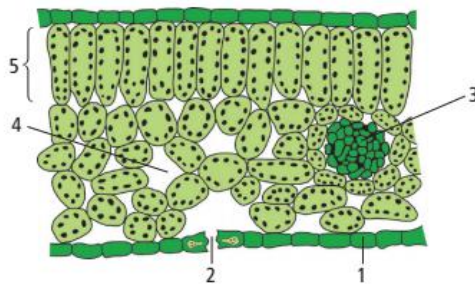


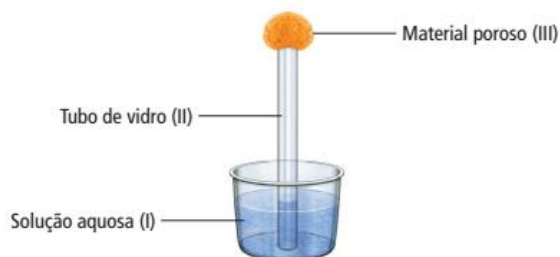
Figura 15. Teoria do fluxo sob pressão (modelo de Münch): a glicose produzida nas folhas por meio da fotossíntese é transportada ativamente até o floema e exerce pressão osmótica, atraindo a água que ascendeu pelo xilema. A diferença de pressão osmótica entre a fonte produtora de glicose e os órgãos consumidores garante o fluxo. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

● Molécula de água ➔ Movimento da água
● Molécula de glicose ➔ Movimento da glicose

1. O esquema abaixo representa a estrutura interna de uma folha.



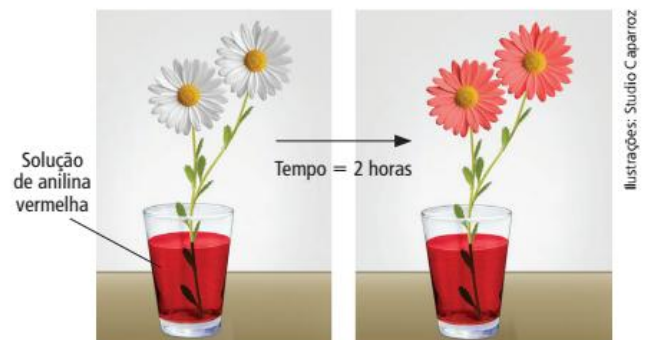
- Qual é o nome do tecido assinalado em 5?
 - O estômato, estrutura que garante as trocas gasosas entre a folha e o ambiente, está indicado por qual seta?
 - Considerando-se que pelos estômatos pode ocorrer entrada de CO_2 e saída de vapor de água e de O_2 , responda em que processo o CO_2 absorvido é utilizado e qual a importância desse processo na manutenção da vida.
2. (Udesc-SC) Nas plantas, a perda de água para a atmosfera (transpiração) se dá principalmente nas folhas, pelos estômatos, que se abrem para a planta poder absorver o gás carbônico necessário à fotossíntese. Em relação a este assunto, faça o que se pede.
- Em que partes das plantas estão localizados os estômatos?
 - Desenhe o estômato e indique as partes que o constituem.
 - Que fatores ambientais afetam a abertura estomática e qual a relação desses fatores com a fotossíntese?
3. (Fuvest-SP)
- Relacione a abertura e o fechamento dos estômatos com o grau de turgor das células estomáticas.
 - Por que é vantajoso para uma planta manter seus estômatos abertos durante o dia e fechados à noite?
4. O modelo experimental a seguir representa uma planta para o estudo de translocação de água.



Ao evaporar do material poroso (III) e se dispersar pelo ar atmosférico, a água da solução aquosa (I) traciona a coluna hídrica existente no interior do tubo de vidro (II) e força a entrada de mais líquido no tubo.

- No modelo, quais estruturas representam, respectivamente, o xilema, a seiva bruta e as folhas?
- Qual é a influência da umidade relativa do ar (medida da saturação de vapor de água no ar atmosférico) sobre o fluxo de água pelo sistema?
- Nos vegetais, existe um mecanismo valvular que controla a perda de água da planta para a atmosfera. Qual é esse mecanismo? Onde ele se localiza?

5. (Unicamp-SP) O aumento na taxa de transpiração das plantas, levando-as a um maior consumo de água, torna-as mais sensíveis à deficiência hídrica no solo.
- Explique o mecanismo de reposição da água perdida pela planta com o aumento da taxa de transpiração.
 - Explique o(s) caminho(s) que pode(m) ser percorrido(s) pela água nas plantas, desde sua entrada nos pelos absorventes até a sua chegada no xilema da raiz.
6. (UFPB) Um florista, que só dispunha de flores brancas em sua loja, resolveu tentar colori-las de vermelho. Para isso, em um vaso com água, dissolveu anilina vermelha e mergulhou, nessa solução, a haste de um ramo de flores brancas. Após duas horas, as flores ficaram coloridas de vermelho.

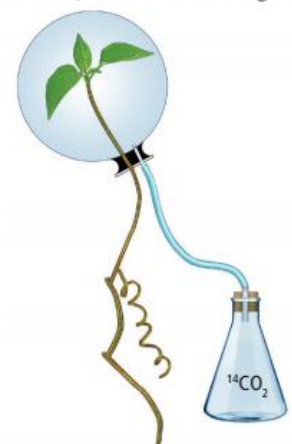


Como se explica o resultado obtido?

7. As plantas vasculares (ou traqueófitas) possuem tecidos de condução e são representadas pelas pteridófitas e fanerógamas. Nesses vegetais, o transporte de água, nutrientes minerais e compostos orgânicos é realizado por células especializadas que formam os tecidos vasculares: o lenho ou xilema e o líber ou floema. Com base nessa afirmação, explique:
- O que acontecerá com uma árvore frutífera se retirarmos um anel da casca do seu tronco? Justifique.
 - E se o mesmo procedimento for feito em um ramo? O que sucederá com os frutos produzidos por esse ramo? Por quê?
 - No inverno, em regiões temperadas, a remoção do anel da casca não causa espessamento do tronco. Por quê?
8. Uma planta foi mantida sob iluminação permanente, e suas folhas foram colocadas hermeticamente no interior de um balão de vidro conectado a um frasco contendo gás carbônico marcado com carbono radiativo, como mostra a figura a seguir.

Depois de 30 minutos, a análise do caule no nível indicado pela seta mostrou a presença de radiatividade no floema, mas não no xilema.

- Como se pode interpretar esse resultado?
- O resultado seria o mesmo se a planta estivesse no escuro? Por quê?



Chuva na floresta: etapa do ciclo hidrológico mundial que funciona como importante dissipador de energia térmica. As águas disponíveis em ambientes terrestres retornam para a atmosfera por meio da evaporação na superfície dos solos e da transpiração das plantas, processos que, em conjunto, constituem a evapotranspiração, com efeitos significativos sobre a dinâmica climática em escala planetária.

Evapotranspiração e clima: um delicado equilíbrio

Texto 1

Não proteja apenas os rios; proteja as matas e as montanhas.

Provérbio chinês (3000 a.C.)¹

[...]

Um índio da Amazônia certa vez disse ao cientista Antônio Nobre que, sem as árvores, não choveria mais. Intrigado, ele perguntou ao índio como sabia dessa informação. “Um espírito da floresta nos contou”, foi a resposta. A fala do índio chamou a atenção de Nobre, pois trazia a mesma conclusão a que ele tinha chegado após anos de estudo: há uma relação direta entre matas e chuva. Na sua pesquisa, Nobre descobriu que a transpiração das árvores lança água na atmosfera criando um fenômeno semelhante aos gêiseres, os jatos que jorram da terra: cada árvore dispara, em média, 1 000 litros de água por dia através da transpiração. Juntando toda a Floresta Amazônica, a quantidade lançada na atmosfera diariamente chega a 20 bilhões de litros — é mais água do que o rio Amazonas despeja no mar. Toda essa umidade em forma de vapor compõe o que Nobre chama de rios invisíveis. Eles correm pela atmosfera espalhando as chuvas que alimentam os rios, que alimentam as árvores, que criam um ciclo que precisa de todas as partes para existir. Sem floresta, os rios da atmosfera somem e as chuvas ficam escassas. A lógica de derrubada desenfreada das florestas, segundo o pesquisador, transforma a vida dos seres humanos no planeta Terra em uma “improbabilidade estatística”. “Sábios são os índios”, diz Nobre, que concluíram sozinhos o que ele levou anos de pesquisa científica para saber.

[...]

GARCIA, N. 6 ideias que merecem ser espalhadas. **Superinteressante**, São Paulo, dez. 2010. Disponível em: <<http://super.abril.com.br/comportamento/6-ideias-que-merecem-ser-espalhadas>>. Acesso em: mar. 2016.

¹ Apud MILLER, G. T. *Environmental Science*. Belmont: Wadsworth, 1997. (Tradução nossa.)

Texto 2

Aquecida pela energia do Sol, a água converte-se em vapor, que sobe para a atmosfera, sendo a evaporação marinha a principal fonte desse vapor de água. Atingindo camadas com temperaturas suficientemente baixas, o vapor se condensa, formam-se nuvens e ocorrem precipitações. A maior parte da precipitação cai sobre os próprios oceanos (cerca de 75% do total), enquanto uma parcela do vapor de água desloca-se para as áreas continentais.

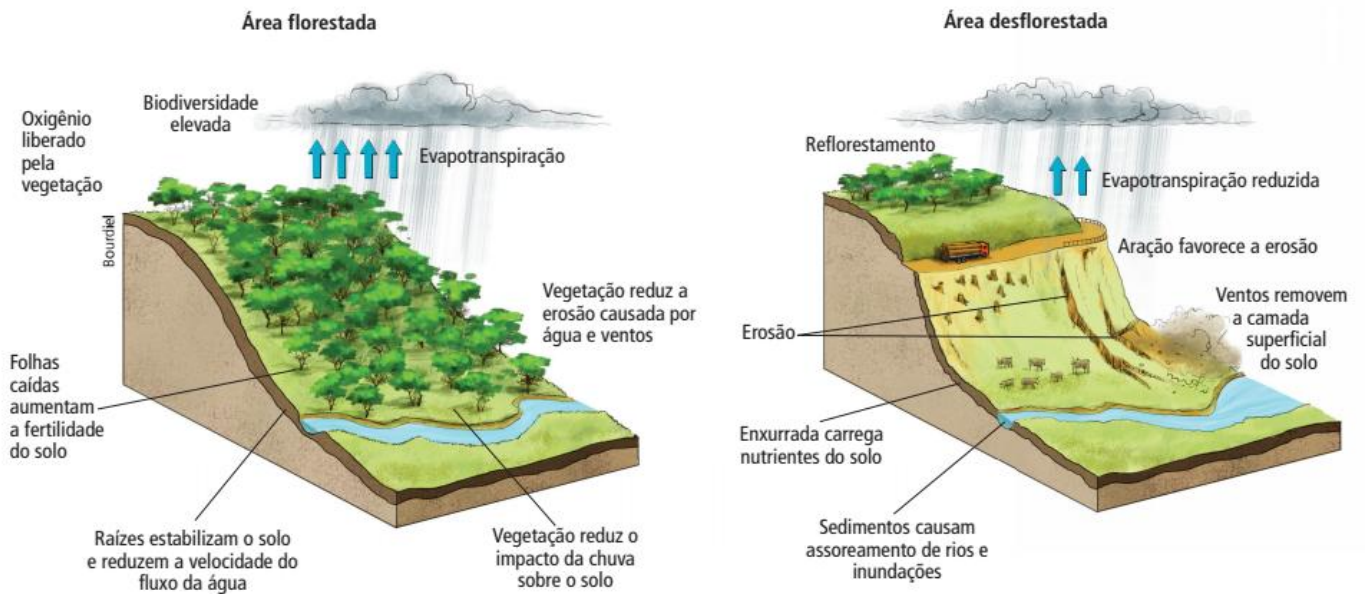
Da água que se precipita sobre o solo, um pouco menos da metade corre sobre a superfície ou infiltra-se em lençóis subterâneos, terminando por retornar aos oceanos. Grande parcela da água subterrânea é retirada pelas plantas, através dos sistemas de raízes, e posteriormente lançada ao ar, na transpiração.

Do vapor de água oriundo de áreas continentais, mais de 90% originam-se na transpiração das plantas; o restante evapora-se diretamente do solo. A soma da evaporação e da transpiração constitui a **evapotranspiração**.

Quantificar a evapotranspiração é importante para se conhecer o balanço hídrico de uma região, pois fornece subsídios para o entendimento do funcionamento dos ecossistemas e é fundamental para a agricultura irrigada. Essas informações auxiliam o agricultor a controlar tanto a quantidade como a época em que deve fornecer água às culturas. Dessa maneira, o uso da água é mais eficiente, os custos são reduzidos e o meio ambiente é preservado.

Em muitos ecossistemas, como em uma região de floresta pluvial tropical, a cobertura vegetal interfere significativamente no clima, na umidade e na quantidade de chuvas. Mesmo em ecossistemas oceânicos, a comunidade biológica interfere na pluviosidade. Um exemplo são as algas marinhas que liberam dimetil-sulfeto (DMS), um resíduo metabólico cujas partículas, na atmosfera, reúnem ao redor de si moléculas de água, formando gotículas que se precipitam na forma de chuvas.

O desflorestamento pode interferir no ciclo da água, provocando diminuição da pluviosidade. Além disso, como as folhas das copas das árvores refletem aproximadamente 10% da radiação solar, a redução dessa reflexão acarreta aquecimento do solo, acelerando ainda mais a evaporação e o ressecamento.

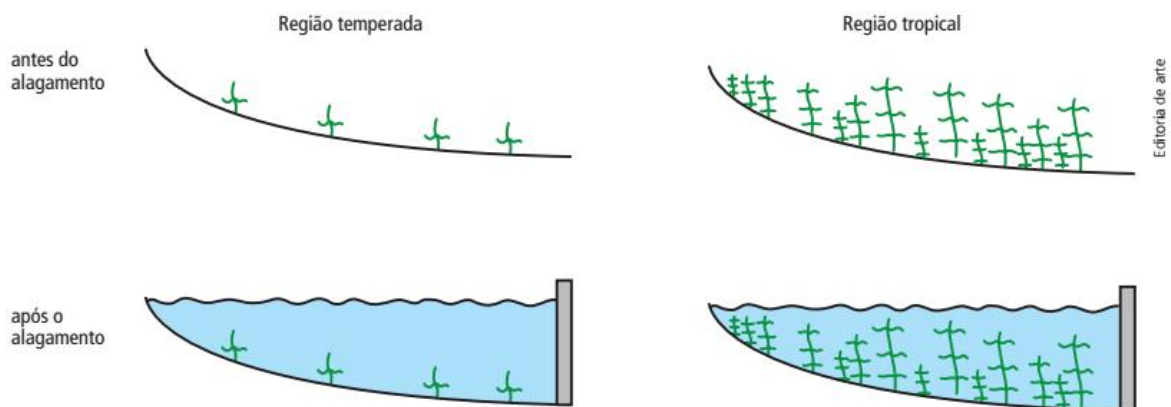


Efeitos do desflorestamento na formação de chuvas. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Depois da leitura dos textos, faça o que se pede:

Escreva no caderno

- (Unicamp-SP) A evapotranspiração constitui a fonte de umidade atmosférica a partir da movimentação de água através do ciclo hidrológico. Nas áreas continentais, os máximos de evaporação ocorrem nas regiões equatoriais. (Adaptado de: Kenitiro Suguio e João J. Bigarella, **Ambientes Fluviais**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1990, p. 5.)
 - Quais fatores determinam a maior evapotranspiração nas regiões equatoriais do globo?
 - Quais os processos que compõem a evapotranspiração?
- (UFRJ) A figura a seguir mostra a densidade da cobertura vegetal em duas áreas, antes e depois de seu alagamento para a construção de represas. Uma das áreas está localizada em região temperada e apresenta baixa densidade de cobertura vegetal, a outra está em uma região tropical com densa cobertura vegetal.



Comparando-se as alterações climáticas nas áreas dos alagamentos, observou-se que houve elevação das médias de umidade relativa do ar na região temperada e que, na região tropical, ao contrário, o clima ficou ligeiramente mais seco. Explique esse contraste com base nas informações apresentadas no texto e na figura.

Hormônios e movimentos

Respostas a estímulos ambientais



Delfim Martins/Pulsar

A elaboração de esculturas com plantas baseia-se na habilidade dos artistas e no conhecimento sobre processos metabólicos que controlam o crescimento das plantas. Na fotografia, praça da matriz da cidade de Victor Graeff, RS, 2011.



Escultura verde

Um jardim permite muitas travessuras aos arquitetos paisagistas. Uma delas, mais exótica, é o trabalho de esculpir diferentes formas usando grama, plantas, folhas e ervas. Essa arte, chamada de topiaria, apareceu recentemente em todo o seu esplendor na escultura de uma mulher nua exibida na mais importante exposição de jardinagem em Londres. Um sucesso — a feira e a mulher curvilínea, talvez uma brincadeira com a obra clássica do pintor espanhol Goya, **Maja desnuda** (mulher desnuda), só que pós-moderna. No Brasil, essa arte antiga está presente nos jardins e avança em praças, imóveis e parques públicos. [...]

Em Monte Sião, Minas Gerais, existe a tradição das topiarias, mas é na cidade de Batatais, no interior de São Paulo, próxima a Ribeirão Preto, que a arte de fazer esculturas com ciprestes e outros vegetais se desenvolveu com maior intensidade. [...] Outro local importante é a cidade gaúcha de Gramado, que exhibe a topiaria em meio ao charme de suas ruas floridas, o aconchego dos chalés e o requinte da gastronomia. [...]

As plantas apropriadas para topiaria necessitam de poda a cada três ou quatro meses. Exceto os arbustos floríferos, que devem ser podados três meses após a época de floração e depois num intervalo de dois meses, para que não ocorra interferência em seu processo natural. Exige também o uso moderado de adubo. As árvores frutíferas precisam de cuidados especiais. E, no inverno, mais atenção ainda: as plantas costumam poupar suas energias para aparecer vigorosas na primavera. O tempo de duração para esculpir uma obra numa planta depende do tamanho e qualidade da obra pretendida, além de fatores para o desenvolvimento, como clima, boa adubação e irrigação. A planta demora cerca de dois anos para tomar a forma definida e exige o uso adequado das tesouras [...].

A exposição em Londres é a prova de que a arte se renova com vigor. Mas é antiga. Na verdade, surgiu no Renascimento, em meados do século XV, quando despontou uma nova forma de pensamento no que diz respeito às artes, às ciências, à literatura e à filosofia. Conseqüentemente, houve o renascimento também dos jardins. Os países que mais expressaram esta renovação foram Itália, França e Inglaterra. Os jardins da época do Renascimento se inspiraram nos da Roma Antiga, que possuíam muitas estátuas e fontes monumentais. Esses jardins eram tidos como centros de retiro intelectual, onde sábios e artistas podiam trabalhar e discutir longe do calor e das moléstias do verão da cidade. A vegetação era considerada secundária e se caracterizava por receber cortes, adquirindo formas determinadas, conhecidas nos jardins romanos por topiarias. Em seguida esta mesma vegetação era distribuída pelos terraços e, no plano mais elevado do jardim, dominando a composição, se encontrava o palácio. Os vegetais mais utilizados na época foram o louro, o cipreste, o azinheiro e o pinheiro, entre outros vegetais característicos dos jardins italianos do Renascimento. O buxo era muito utilizado para as formas recortadas. Nestes trabalhos, a paisagem era desenhada com régua e compasso, caracterizando assim a simetria de linhas geométricas. A topiaria, enfim, possui raízes firmes.

CHAIM, C. Escultura verde. **IstoÉ**, São Paulo, 28 jun. 2006.

Disponível em: <http://www.istoe.com.br/reportagens/23464_escultura+verde>.

Acesso em: mar. 2016.

Ação dos fitormônios



Figura 1. O desenvolvimento de flores e frutos a partir de estruturas florais é um dos mais evidentes efeitos dos hormônios vegetais.

Perceber estímulos ambientais e responder adequadamente a eles são atributos fundamentais dos seres vivos. De acordo com a necessidade, um animal pode se locomover para escapar de predadores, procurar locais termicamente mais confortáveis, buscar alimentos ou ir ao encontro de parceiros sexuais. Embora com menos evidência, as plantas também respondem a estímulos ambientais. Elas podem, por exemplo, voltar-se para uma fonte de luz, enrolar-se em um suporte ou capturar insetos. Podem, ainda, reagir aos estímulos do ambiente, produzindo flores e frutos ou livrando-se de folhas senescentes (envelhecidas).

A germinação das sementes, o desenvolvimento e o crescimento das plantas são controlados por **hormônios vegetais** (ou **fitormônios**), que atuam no próprio local de produção ou são transportados a outras regiões, onde estimulam ou inibem respostas específicas. Um mesmo tecido ou órgão (como as folhas, por exemplo) pode produzir diversos fitormônios.

Hormônios (do grego *horman*, excitar) geralmente estimulam determinadas atividades, entretanto existem hormônios inibitórios. Por isso, é mais conveniente considerá-los reguladores químicos. Ativos em quantidades muito pequenas, desencadeiam respostas fisiológicas específicas: floração, crescimento, amadurecimento de frutos, queda de folhas, entre outras.

É comum que fitormônios diferentes desencadeiem as mesmas respostas, embora cada um deles apresente uma ou mais ações principais. Por exemplo:

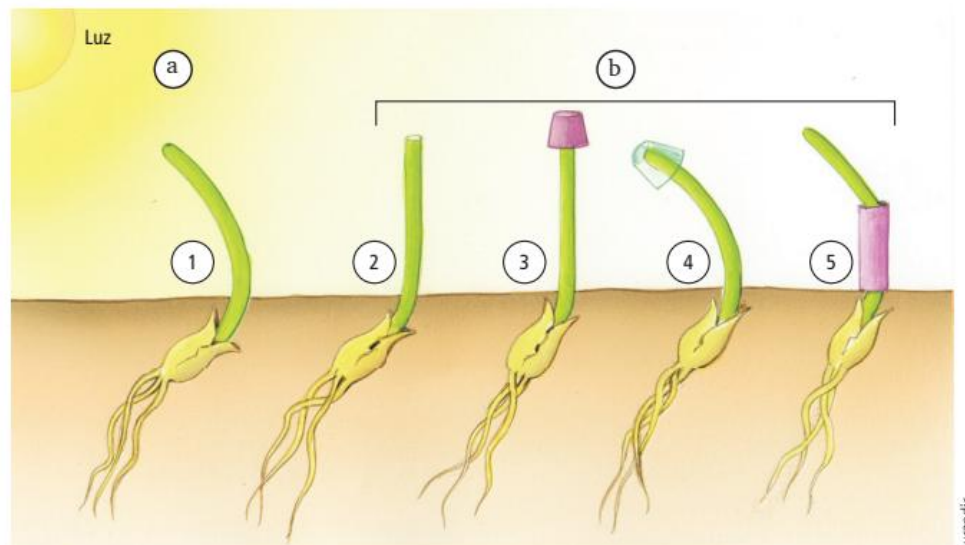
- As **auxinas** e as **giberelinas** promovem o alongamento celular.
- As **citocininas** estimulam a divisão celular.
- O **etileno** estimula o amadurecimento de frutos e a abscisão (queda) de folhas e frutos.
- O **ácido abscísico** determina a dormência de sementes e de gemas.

► Auxinas

Quando uma semente de milho ou de outra gramínea germina, inicialmente emerge dela uma haste verde tubular denominada **coleóptilo**, dentro da qual estão as folhas e o caule jovem.

Se o ápice do coleóptilo é removido, ele não cresce; se o coleóptilo recebe iluminação unilateral (isto é, de um só lado), seu ápice curva-se no sentido da luz. Caso o coleóptilo seja cortado e examinado ao microscópio, nota-se que a face não iluminada do ápice tem células mais alongadas, ou seja, que cresceram mais.

Para determinar a porção da planta sensível à luz, iluminam-se quatro grupos de coleóptilos, preparados de modos diferentes (**figura 2**).



- 1 – Coleóptilo descoberto e intacto.
- 2 – Coleóptilo descoberto e com o ápice removido.
- 3 – Coleóptilo intacto e com o ápice encoberto com capuz escuro e opaco e a base exposta à luz.
- 4 – Coleóptilo intacto e com o ápice encoberto com capuz transparente e a base exposta à luz.
- 5 – Coleóptilo intacto com o ápice descoberto e a base encoberta por material escuro e opaco.

Figura 2. Representação esquemática de experimento com coleóptilos de aveia. A curvatura, no sentido da luz, dos coleóptilos inteiros e descobertos (a), iluminados unilateralmente, deve-se ao maior crescimento das células da face não iluminada. Coleóptilos preparados de modos diferentes (b) recebem iluminação unilateral; os que têm o ápice íntegro e exposto se curvam, aproximando-se da luz. O fato de que somente os coleóptilos com ápice íntegro e exposto se curvam no sentido da luz leva à conclusão de que o ápice influencia a curvatura do coleóptilo. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Em 1926, o botânico holandês Frits August Went (1863-1935) realizou um importante experimento. Ele seccionou o ápice de coleóptilos de aveia, colocando-os em seguida sobre blocos de ágar, substância gelatinosa extraída de certas algas. Depois de algumas horas, apoiou os blocos de ágar sobre a extremidade livre dos coleóptilos decapitados, mas deslocados para um dos lados. Com o tempo, notou que eles se curvavam no sentido oposto àquele sobre o qual o bloco de ágar repousava (**figura 3**).

Went concluiu que algum composto químico produzido pelo ápice passava para o ágar e deste para o coleóptilo decapitado, promovendo a curvatura. Deu a esse composto o nome de **auxina**, posteriormente identificado como **ácido indolacético (AIA)**.

As auxinas promovem o crescimento porque determinam o **alongamento celular** e, menos frequentemente, estimulam a **divisão celular**.

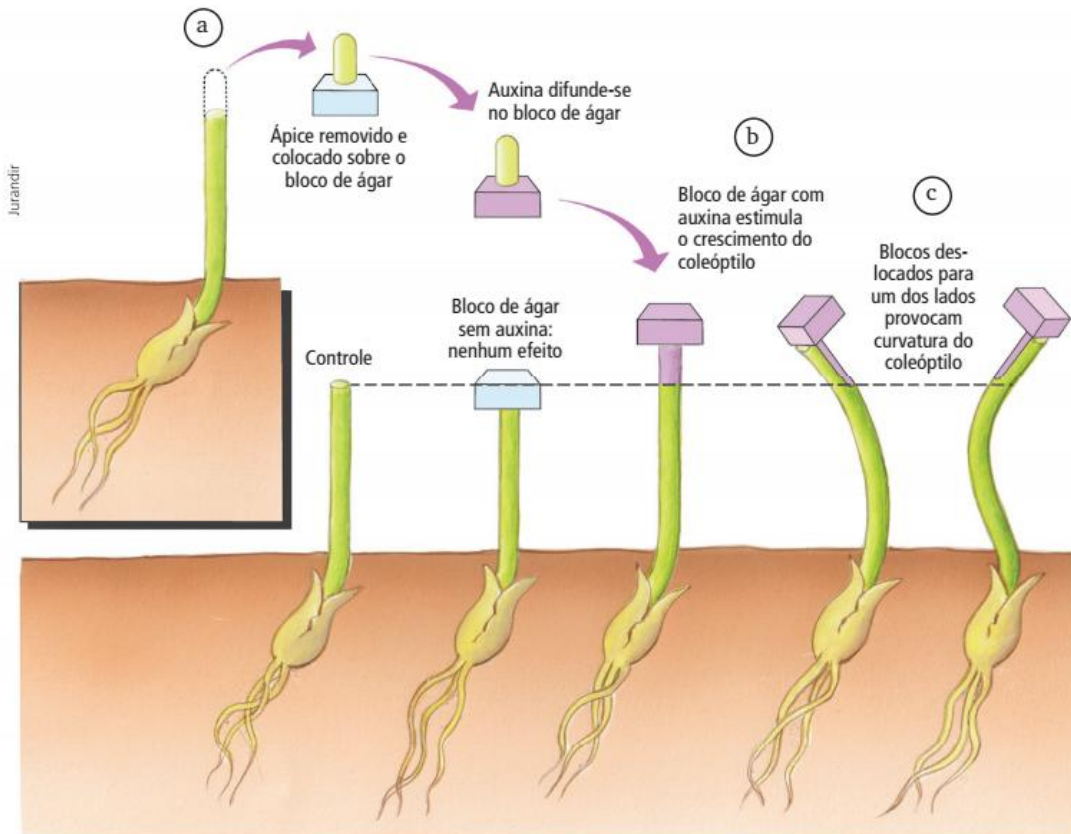


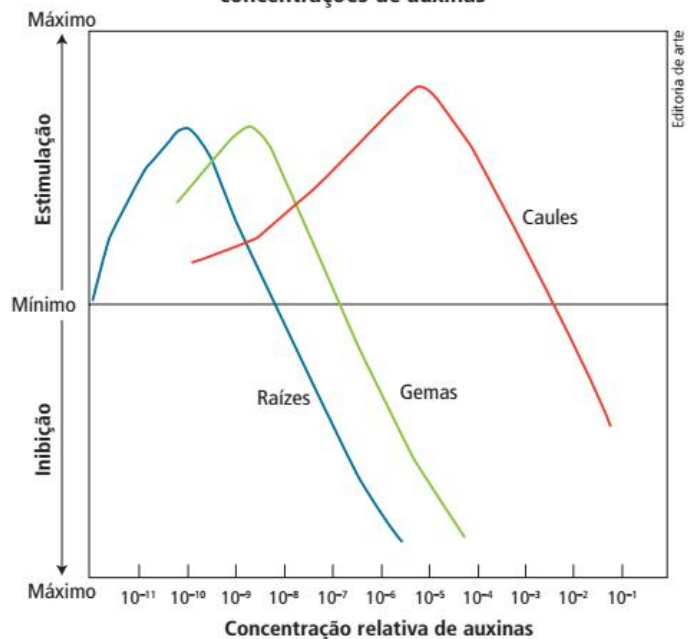
Figura 3. Experimento de Went: (a) o ápice do coleóptilo é removido e colocado sobre um bloco de ágar; (b) o ápice é retirado, e o bloco é colocado sobre outro coleóptilo decapitado; (c) o lado do coleóptilo sobre o qual está o ágar se curva. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Diferentes órgãos vegetais apresentam diferentes sensibilidades às auxinas (**figura 4**). As raízes têm crescimento estimulado por pequena concentração do hormônio; o caule é estimulado apenas por concentrações elevadas; as gemas laterais possuem sensibilidade intermediária entre a das raízes e a do caule. No entanto, todos esses órgãos sofrem inibição de crescimento quando as auxinas estão presentes em quantidade excessiva.

▶ A maior sensibilidade das raízes é uma característica adaptativa: como as auxinas são produzidas na parte aérea e o transporte é relativamente lento, é pequena a quantidade que chega até elas.

Figura 4. Concentrações mais elevadas de auxinas estimulam o caule, mas inibem gemas e raiz. A resposta diferencial ao hormônio explica a diferença de crescimento das diversas partes da planta.

Resposta de órgãos vegetais a diferentes concentrações de auxinas



Fonte: ROST, T. L. et al. *Plant Biology*. Belmont: Wadsworth, 1998.

Uma planta pode morrer caso receba auxinas em altíssimas concentrações. Esse efeito é empregado no combate a ervas daninhas eudicotiledôneas, utilizando-se como herbicida o 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxacético), uma auxina sintética, que mata essas plantas, mas não as monocotiledôneas, dotadas de enzimas que decompõem o 2,4-D.

Os efeitos da poda paisagística (ou topiaria) decorrem desse aspecto da distribuição de auxina na planta. Quando as gemas apicais são retiradas, a tendência é de que as gemas laterais promovam o desenvolvimento de ramos laterais, fazendo-os preencher os espaços entre os galhos e tomando a forma desejada.

Outro fenômeno relacionado com a diferença de sensibilidade das diversas partes das plantas às auxinas é a **dominância apical**, que consiste na inibição das gemas axilares (formadoras de ramos) pelo excesso de auxinas proveniente da gema apical. Como consequência da dominância apical, a planta manifesta ativo crescimento longitudinal, mas forma poucos ramos (**figura 5**).

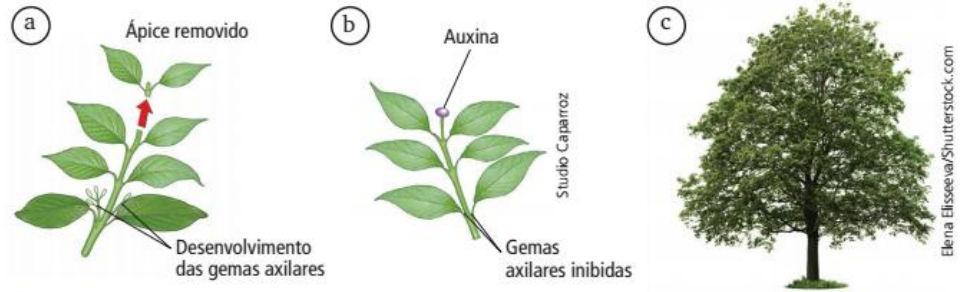


Figura 5. (a) A gema apical produz auxinas, que migram em direção à base da planta, inibindo as gemas axilares (ou laterais) mais próximas. Retirando-se a gema apical, cessa a inibição das gemas axilares, que se desenvolvem em ramos. (b) Quando se retira a gema apical (poda), mas se aplica auxina no ápice do caule, as gemas axilares continuam inibidas e não formam ramos. (c) Nas proximidades da base da planta, geralmente desenvolvem-se os ramos caulinares mais longos, dando às árvores o característico formato da letra "A". (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Auxinas são produzidas principalmente nas gemas apicais e em folhas jovens. Não são transportadas pelos vasos condutores, mas provavelmente através do parênquima. No caule, o transporte é **polarizado**, sempre ocorrendo do ápice para a base.

Nas flores das angiospermas, após a fecundação, sementes em desenvolvimento produzem auxinas, que estimulam a **frutificação** (crescimento do ovário, formando o fruto). Quando auxinas são aplicadas a flores antes da fecundação, os ovários crescem e originam frutos partenocárpicos, sem sementes (**figura 6**).



Figura 6. (a) O pseudofruto do morangueiro cresce normalmente quando se formam seus pequenos frutos na superfície do receptáculo. (b) Se a formação de frutos for impedida por remoção das flores, o pseudofruto (morango) não se desenvolve. (c) Aplicando-se auxinas sobre o receptáculo, o pseudofruto se desenvolve, mas não forma frutos. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

O crescimento das plantas em espessura é determinado pela produção de quantidade adicional de vasos condutores, em consequência do estímulo das auxinas sobre as células do câmbio vascular.

Uma prática comum em agricultura é a obtenção de mudas por meio de ramos ou folhas. Os tecidos da muda passam por **desdiferenciação**, formam raízes adventícias, desenvolvem-se e originam uma planta. Se forem aplicadas auxinas, formam-se mais raízes e a muda terá maior probabilidade de se desenvolver (**figura 7**).

Quando folhas e frutos envelhecem, podem cair do caule, fenômeno denominado **abscisão**, que decorre da queda da produção de auxinas (e também da ação do etileno, como veremos a seguir).



Figura 7. A aplicação de concentrações adequadas de auxinas em mudas estimula a formação de raízes. Muda de *Lonicerá fragrantissima* (a) sem auxina e (b) com aplicação de auxina em diferentes concentrações.

Giberelinas

Em 1898, o pesquisador japonês Shotaro Hori descreveu uma doença que afetava lavouras de arroz e era conhecida desde o início do século XIX pelos agricultores do Japão, que a chamavam *bakanae* (do japonês, “plantinha boba”).

As plantas afetadas apresentavam crescimento exagerado, tornavam-se esbranquiçadas, frágeis e quebradiças e não produziam grãos. Hori suspeitou que a doença fosse causada por um fungo.

Em 1926, analisando plantas doentes, o botânico japonês Eiichi Kurosawa constatou a presença de fungos do gênero *Gibberella*. Verificou, também, que a inoculação desses fungos em plantas saudáveis ou a aplicação de extratos de cultura dos fungos em plantas saudáveis também provocava o crescimento anormal. Desses extratos, isolou-se um hormônio, que foi denominado **giberelina**.

Posteriormente, foram isoladas outras giberelinas, sendo a mais abundante o **ácido giberélico**. Verificou-se que as próprias plantas, e não apenas esses fungos, produzem giberelinas.

As giberelinas são produzidas nos mesmos locais que as auxinas: foram detectadas em meristemas apicais, em folhas jovens e nos embriões em desenvolvimento. Transportadas pelos vasos condutores (xilema e floema), suas principais ações são:

- Estímulo ao **alongamento** celular.
- Estímulo à **floração**.
- Promoção do **desenvolvimento dos frutos** (inclusive a partenocarpia).
- Quebra da **dormência** de gemas e de sementes.

Citocininas

Em culturas de tecidos (**figura 8**), o fornecimento de nutrientes não é suficiente para promover divisões celulares e desenvolvimento. Porém, acrescentando-se às culturas determinados materiais (como extratos de leveduras ou água de coco), as células passam a se dividir, sugerindo a existência de compostos estimuladores de divisão celular nos materiais acrescentados. Alguns desses compostos foram isolados, identificados e denominados **citocininas** (de citocinese, evento final da divisão celular).

A produção de citocininas ocorre principalmente no meristema apical da raiz, e seu transporte é efetuado pelo xilema. Esses hormônios estimulam a **divisão celular**, o **crescimento foliar**, a **germinação**, a **floração** e a **frutificação**, além de retardarem a senescência (ou envelhecimento) foliar.

Etileno

Há séculos, os chineses aprenderam que os frutos amadureciam mais rapidamente quando colocados em câmaras onde se queimava incenso. Ainda hoje, sabe-se que o amadurecimento das bananas pode ser acelerado se elas permanecerem em câmaras onde se queima serragem.

Ao longo do tempo, outras observações foram feitas:

- Laranjas produzem um gás que estimula o amadurecimento de bananas.
- Maças produzem um composto volátil que inibe o desenvolvimento das gemas de batatas.
- Plantas próximas a postes de iluminação a gás apresentam acentuada queda de folhas.

Essas observações levaram os botânicos a suspeitar da existência de um composto gasoso, mais tarde identificado como **etileno**, liberado em determinadas combustões e também pelas plantas. Além da ação no **amadurecimento** de frutos (**figura 9**) e na **abscisão foliar**, o etileno está relacionado com a **floração** em algumas espécies.

Fotografias: Rita Barreto



Figura 9. O etileno acelera o amadurecimento de frutos. Ele é produzido por vários órgãos vegetais, mas as regiões feridas o liberam em maior quantidade; daí o costume de se riscar a casca de mamões ainda verdes (para estimular a liberação de etileno) e embalá-los com papel (para reter maior quantidade do etileno junto ao fruto).

A aplicação de ácido giberélico auxilia na conservação dos frutos, mantendo-os verdes por mais tempo, aumentando o teor dos açúcares e reduzindo a acidez. A técnica permite que os frutos sejam mantidos por mais tempo nas árvores, sem perder a qualidade e permitindo a colheita tardia. O uso do ácido giberélico reduz a necessidade da aplicação de inseticidas e permite planejar melhor a colheita, sem a necessidade de estocar grandes quantidades na entressafra.

Como retardam o envelhecimento foliar, as citocininas são empregadas para preservar as características de certas plantas de interesse comercial, como alface e brócolis, que permanecerão expostas para a venda.



Figura 8. Atualmente, com o uso de citocininas e outros fitormônios, plantas inteiras são obtidas rapidamente, a partir de uma única célula vegetal, preservando-se características genéticas desejáveis.

▶ Ácido abscísico

O ácido abscísico, um **inibidor do crescimento**, é produzido em folhas, no caule e na coifa da raiz, e transportado por vasos condutores (xilema e floema). É responsável pela **dormência** de gemas e sementes, que ficam impedidas de germinar até que o teor de ácido abscísico diminua.

Nas células-guarda dos estômatos, o ácido abscísico estimula a saída de íons potássio, reduzindo a pressão osmótica e o turgor das células e determinando o **fechamento estomático**. Essa é uma ação importante, sobretudo nas plantas de climas quentes e secos, manifestando-se sempre que o suprimento hídrico se torna reduzido.

A dormência das sementes é uma adaptação evolutiva importante, específica para cada variedade de planta, uma vez que elas só germinam em ambientes propícios. A dormência pode ser quebrada por ações relativamente simples, como a escarificação (mecânica ou pelo uso de substâncias químicas, como certos ácidos, para reduzir a espessura da casca da semente) ou a exposição a temperaturas extremas.

A notícia

Película protege e aumenta tempo de conservação de frutas, diz cientistas

A película é uma espécie de nanocápsula confeccionada com a ajuda de uma planta facilmente encontrada no Brasil

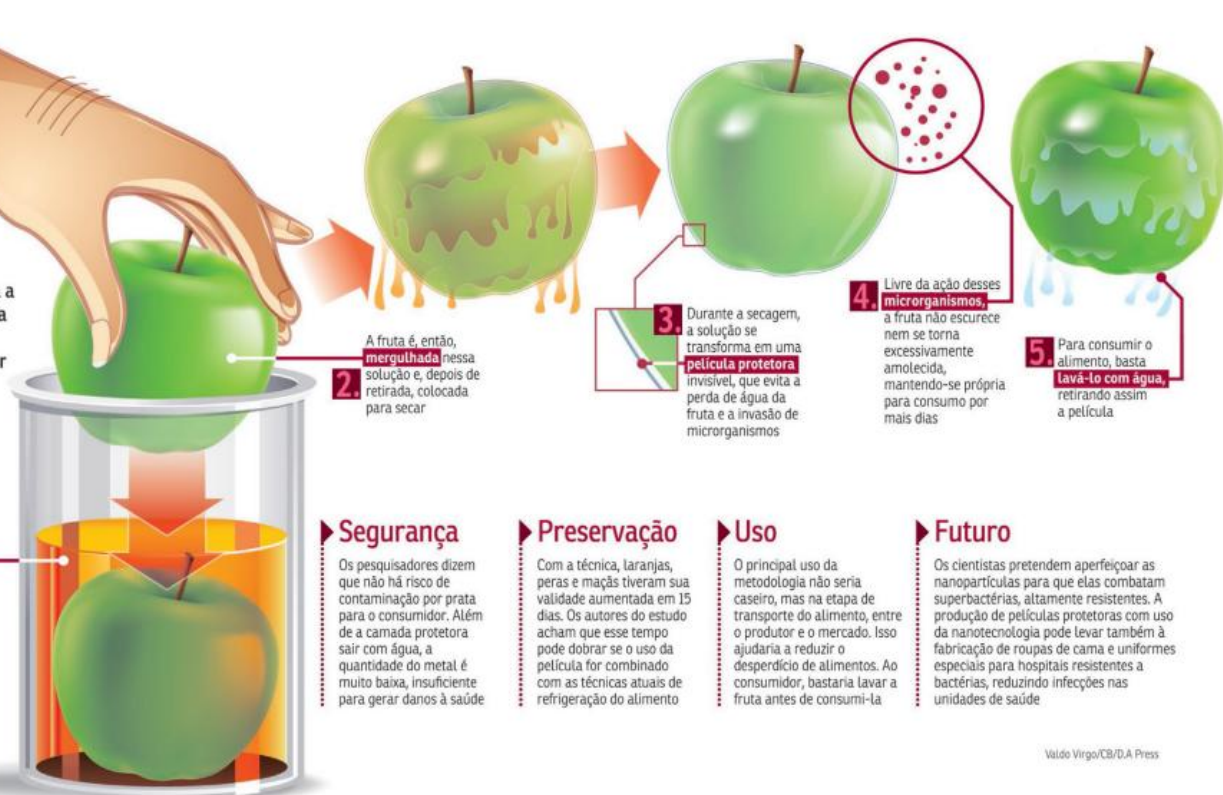
Arquivo CB/D.A. Press

PROTEÇÃO

Entenda como funciona a tecnologia desenvolvida por pesquisadores da Unicamp para preservar a qualidade das frutas

1 Os pesquisadores desenvolveram uma **solução** formada por carboidratos e nanopartículas de prata biofabricadas (geradas a partir da interação de um extrato da folha de manjeriço com íons de prata)

Fonte: Unicamp



2 A fruta é, então, **mergulhada** nessa solução e, depois de retirada, colocada para secar

3 Durante a secagem, a solução se transforma em uma **película protetora** invisível, que evita a perda de água da fruta e a invasão de microrganismos

4 Livre da ação desses **microrganismos**, a fruta não escurece nem se torna excessivamente amolecida, mantendo-se própria para consumo por mais dias

5 Para consumir o alimento, basta **lavá-lo com água**, retirando assim a película

Segurança

Os pesquisadores dizem que não há risco de contaminação por prata para o consumidor. Além de a camada protetora sair com água, a quantidade do metal é muito baixa, insuficiente para gerar danos à saúde

Preservação

Com a técnica, laranjas, peras e maçãs tiveram sua validade aumentada em 15 dias. Os autores do estudo acham que esse tempo pode dobrar se o uso da película for combinado com as técnicas atuais de refrigeração do alimento

Uso

O principal uso da metodologia não seria caseiro, mas na etapa de transporte do alimento, entre o produtor e o mercado. Isso ajudaria a reduzir o desperdício de alimentos. Ao consumidor, bastaria lavar a fruta antes de consumi-la

Futuro

Os cientistas pretendem aperfeiçoar as nanopartículas para que elas combatam superbactérias, altamente resistentes. A produção de películas protetoras com uso da nanotecnologia pode levar também à fabricação de roupas de cama e uniformes especiais para hospitais resistentes a bactérias, reduzindo infecções nas unidades de saúde

Valdo Virgo/CB/D.A. Press

Película protege e aumenta tempo de conservação de frutas, diz cientistas. **Correio Braziliense**, 24 set. 2013. Disponível em: <http://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/ciencia-e-saude/2013/09/24/interna_ciencia_saude,389773/película-protége-e-aumenta-tempo-de-conservação-de-frutas-diz-cientistas.shtml>. Acesso em: mar. 2016.

Atividades

Escreva no caderno

Após ler o infográfico, responda.

1. Assinale a alternativa correta:

- A película protetora penetra profundamente nas frutas, destruindo microrganismos prejudiciais.
- O efeito bactericida das nanopartículas não é prejudicial aos seres humanos.
- A simples lavagem das frutas tratadas com a película protetora é suficiente para que elas possam ser consumidas.
- Os sais de prata são bactericidas e fungicidas.

2. Caso a película de nanopartículas fosse impermeável ao etileno, o que deveria ocorrer com a velocidade de amadurecimento das frutas?

Fitormônios no ciclo de vida das plantas

Veja, na figura a seguir, as etapas da vida de uma planta e os principais fitormônios envolvidos.

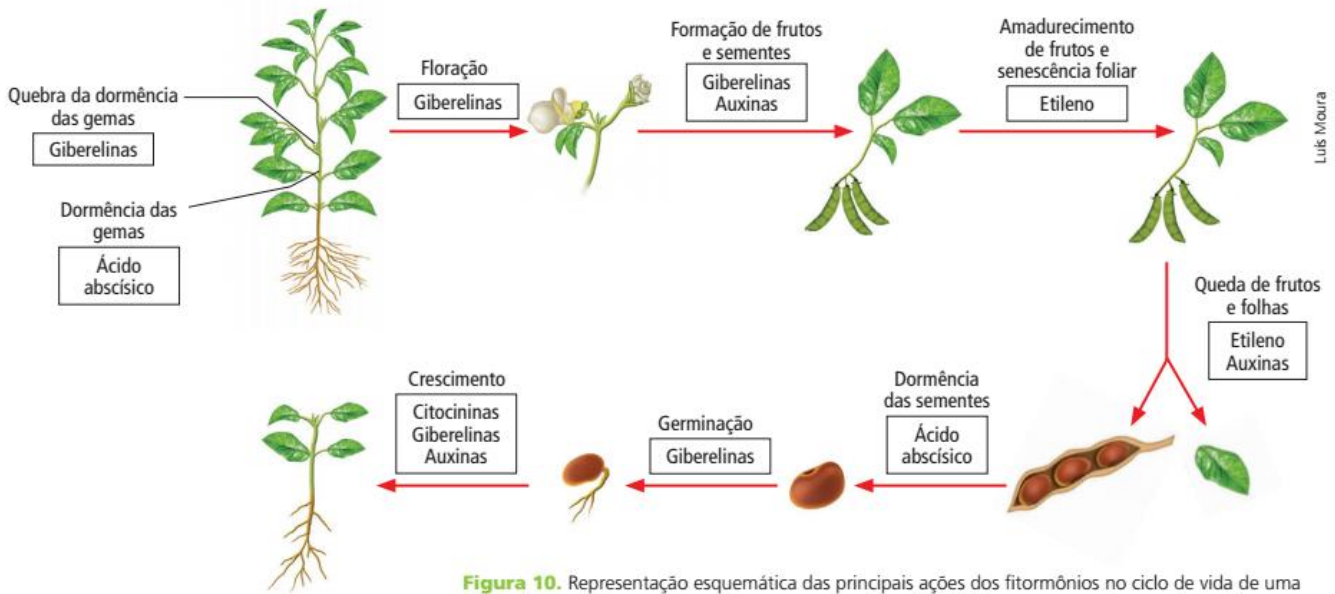


Figura 10. Representação esquemática das principais ações dos fitormônios no ciclo de vida de uma planta (no exemplo, uma leguminosa, como a soja e o feijão). (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Depois do trabalho com esse item, sugira aos alunos que retornem aos versos e os interpretem com base nos conhecimentos adquiridos.

Movimentos vegetais

[...] Mandei plantar

Folhas de sonho no jardim do solar
As folhas sabem procurar pelo sol
E as raízes procurar, procurar [...]

Panis et circenses. Caetano Veloso & Gilberto Gil, © GeGe Edições musicais. © Warner Chappel Edições Musicais

Os movimentos das plantas, sutis quando comparados aos dos animais, são respostas aos estímulos externos (gravidade, luz, temperatura e estímulos mecânicos), em geral associados com a **reprodução** e o **crescimento**.

Classificam-se em três categorias:

- **Tactismos:** movimentos com deslocamento.
- **Tropismos:** movimentos sem deslocamento e irreversíveis.
- **Nastismos:** movimentos sem deslocamento e reversíveis.

Tactismos

Tactismos são movimentos de **deslocamento**, exibidos por células (gametas), organoides celulares (cloroplastos), moléculas (AIA) e microrganismos (algas, bactérias), causados e orientados por estímulos externos, tais como luz e compostos químicos.

Se o deslocamento ocorrer no sentido de aproximação da fonte estimuladora, o tactismo é **positivo**; se o deslocamento acontecer afastando a estrutura do estímulo, é **negativo**.

Alguns exemplos de tactismos:

- O deslocamento dos cloroplastos das células das folhas de certas plantas, no sentido da face mais iluminada (fototactismo positivo).
- O movimento das moléculas de auxinas (AIA), no interior da planta, no sentido da face menos iluminada do caule (fototactismo negativo).
- O deslocamento dos anterozoides (gametas masculinos), em meio líquido, aproximando-se da oosfera (gameta feminino), que libera substâncias químicas atrativas (quimiotactismo).

Tropismos

O tropismo é definido como irreversível, mas, se a planta for mudada de lugar, ela pode se curvar para outro lado. Portanto, a irreversibilidade aplica-se enquanto forem mantidas as mesmas condições ambientais.

Tropismos são **movimentos irreversíveis** realizados pela planta durante seu crescimento, em resposta a estímulos externos, como gravidade, luz e estímulos mecânicos ou químicos. Assim como os tactismos, os tropismos também se classificam em positivos e negativos.

O crescimento orientado pela ação gravitacional chama-se **geotropismo** (ou gravitropismo). Os caules apresentam **geotropismo negativo**, crescendo no sentido oposto ao da força da gravidade (afastando-se do solo); já a raiz tem **geotropismo positivo**, desenvolvendo-se no sentido da força da gravidade (aproximando-se do solo) (**figura 11**).



Figura 11.

O caule apresenta geotropismo negativo e a raiz geotropismo positivo. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

As diferentes respostas do caule e da raiz devem-se à distribuição desigual de auxinas: se a planta é mantida em repouso, em posição horizontal, o lado inferior acumula maior quantidade de auxinas que o lado superior. Como o caule e a raiz têm sensibilidade variável às diferentes concentrações de auxinas, o caule curva-se para cima e a raiz, para baixo.

Luís Moura

Studio Caparoz

O crescimento orientado pela luz chama-se **fototropismo**. Os caules apresentam **fototropismo positivo**, inclinando-se no sentido da luz, ao passo que a raiz tem **fototropismo negativo** e se afasta dela (**figura 12**). A iluminação unilateral provoca o deslocamento das auxinas do lado iluminado para o lado não iluminado, resultando em distribuição desigual do hormônio.

No caule, como o aumento da concentração de auxinas estimula o crescimento, o lado não iluminado cresce mais, provocando a curvatura no sentido da luz. Na raiz, como o aumento da concentração de auxinas inibe o crescimento, o lado iluminado cresce mais, determinando o afastamento da raiz em relação à luz.

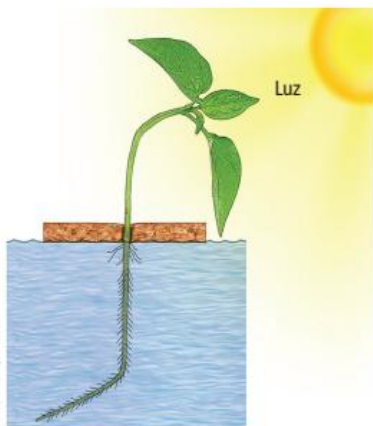


Figura 12. O caule apresenta fototropismo positivo; a raiz, fototropismo negativo, ambos mais evidentes nas primeiras etapas do desenvolvimento. A maior concentração de auxinas no lado não iluminado determina a curvatura do caule, no sentido da fonte de luz, e da raiz, no sentido oposto. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Outros exemplos de tropismo:

- O enrolamento de gavinhas de chuchu, videira e maracujá em torno de suportes de madeira ou de outro material (**tigmotropismo**) (**figura 13**).
- O crescimento do tubo polínico rumo ao saco embrionário nas flores de angiospermas, atraído quimicamente (**quimiotropismo**).



Figura 13. As gavinhas são ramos modificados que se enrolam em um suporte (na foto, gavinhas de videira enroladas em arame). O tigmotropismo é um crescimento orientado, resultante de estímulo mecânico (no caso, o contato com o suporte). O crescimento mais acentuado do lado oposto ao do estímulo determina o enrolamento no suporte. O mecanismo exato desse crescimento diferencial ainda não está completamente esclarecido.

Atividade prática

Fototropismo

Objetivo

- Observar a resposta de plântulas de feijão ao estímulo da luz solar.

Materiais

- grãos de feijão
- algodão
- caixas de sapato
- recipientes que servirão como vaso (potes de iogurte, garrafas PET cortadas ou outro recipiente reutilizado)
- tesoura
- água para regar as plantas



Procedimentos

1. Organize-se em grupos de três ou quatro alunos e providencie os materiais para a data estabelecida.
2. Em cada um dos recipientes que servirão como vaso, coloque uma camada de aproximadamente 2 cm de algodão umedecido em água e um grão de feijão no centro.
3. Confeccione, em três caixas de sapato, aberturas de aproximadamente 8 cm de diâmetro. O experimento será realizado com as caixas em posição vertical e as aberturas devem estar em posições diferentes em cada caixa.

Sugestões: uma das caixas com abertura na face superior, uma caixa com abertura na lateral superior da face direita, uma caixa com abertura no meio da lateral da face esquerda.

4. Quando os feijões começarem a germinar, coloque cada plântula individualmente dentro de uma caixa. Feche com a tampa e lacre as caixas, mantendo todas fechadas e próximas a uma janela com bastante iluminação. Para acompanhar o crescimento das plântulas de feijão, sem alterar os resultados, se a temperatura ambiente estiver muito quente e com pouca umidade, pode-se colocar água nas plantas pelas aberturas das caixas, mas sem abri-las.
5. Acompanhe o crescimento das plantas no prazo de uma semana a dez dias. Aproximadamente após uma semana pode-se esperar que a planta na caixa com abertura no meio da lateral de uma das faces já tenha crescido o suficiente para alcançar a abertura da caixa, no entanto, não interrompa o experimento e espere até que todas as plantas cresçam e atinjam as respectivas aberturas nas caixas em que se encontram. Após isso, observe as plantas.
6. Após a observação dos resultados, providencie a correta destinação dos materiais utilizados. Mantenha organizado e limpo o espaço em que trabalhou.

Resultados e discussão

Escreva
no caderno

Faça um desenho esquemático dos resultados obtidos em cada caixa. Discuta os resultados com seus colegas e explique o fenômeno observado.

Nastismos

Nastismos são movimentos **reversíveis** e **sem deslocamento**, que não se orientam em relação à fonte do estímulo. Verifica-se nastismo nas folhas de plantas carnívoras (**figura 14a**) e em folíolos de mimosa (dormideira ou sensitiva, espécie *Mimosa pudica*), que se movimentam quando estimulados mecanicamente pelo toque (**figuras 14b e c**).

Também são nastismos os movimentos de folhas (como as da maioria das leguminosas) e flores (como as de vitória-amazônica e as de onze-horas), que respondem a variações de luminosidade. As folhas assumem posição horizontal durante o dia e abaixam-se à noite; as flores abrem-se durante o dia e fecham-se à noite.



Figura 14. (a) Folhas modificadas de planta carnívora (*Dionaea muscipula*, 10 cm de diâmetro) capturando inseto. Folíolos de mimosa (*Mimosa pudica*, inflorescência, em rosa, com 1 cm de diâmetro) (b) antes e (c) depois de tocados. A resposta é sempre a mesma, independentemente do ponto onde as folhas são tocadas.

Fotoperiodismo e floração

Nas fanerógamas, todas as etapas da reprodução ocorrem nas flores, resultando na formação de sementes e frutos. Entre essas etapas, destaca-se a floração, que sofre influência do fotoperíodo. Algumas plantas, como o tomateiro, florescem em qualquer época do ano, desde que tenham atingido certo tamanho. Entretanto, há plantas que só florescem em determinada época, que varia de uma espécie para outra.

Até há algum tempo, acreditava-se que a indução da floração estivesse relacionada à exposição a determinado número de horas diárias de iluminação. Atualmente, porém, sabe-se que esse fenômeno depende do tempo de exposição a um período contínuo de escuridão.

A duração do período de obscuridade capaz de induzir a floração pode ser determinada experimentalmente. Para isso, diversas plantas de uma espécie devem ser submetidas a diferentes períodos alternados de iluminação e escuridão: um grupo permanece 24 horas no escuro; um segundo grupo recebe 1 hora diária de iluminação e 23 horas de escuridão; um terceiro, 2 horas de iluminação e 22 horas de escuridão; assim por diante, até que o último grupo de plantas seja iluminado 24 horas seguidas, todos os dias. Após um período de tempo, alguns grupos de plantas florescerão e outros não.

O fotoperíodo que marca a diferença entre a indução de floração e a não indução é denominado **fotoperíodo crítico**, o qual define uma classificação para as plantas (**figura 15**):

- **Plantas indiferentes** (ou **plantas de dia neutro**). Aquelas cuja floração independe do fotoperíodo. Exemplos: o tomateiro, o milho e o arroz.
- **Plantas de noite curta** (ou **plantas de dia longo**, PDL). Aquelas cuja floração é induzida por fotoperíodo igual ou superior ao fotoperíodo crítico. Exemplos: o trigo, o espinafre, o craveiro e o rabanete.
- **Plantas de noite longa** (ou **plantas de dia curto**, PDC). Aquelas cuja floração é induzida por fotoperíodo igual ou inferior ao fotoperíodo crítico. Exemplos: o morangueiro, o tabaco, a soja, a violeta, o feijoeiro e o cafeeiro.

Leguminosas dotadas de folhas que se elevam e se abaixam em ritmo circadiano possuem, na base do pecíolo, uma estrutura chamada pulvino, em que o teor de água e a turgescência aumentam durante o dia e diminuem à noite. Essa variação de turgescência, que também é determinada por oscilações na concentração de potássio, associa-se à abertura e ao fechamento de folhas de certas plantas carnívoras e aos movimentos dos folíolos da mimosa.

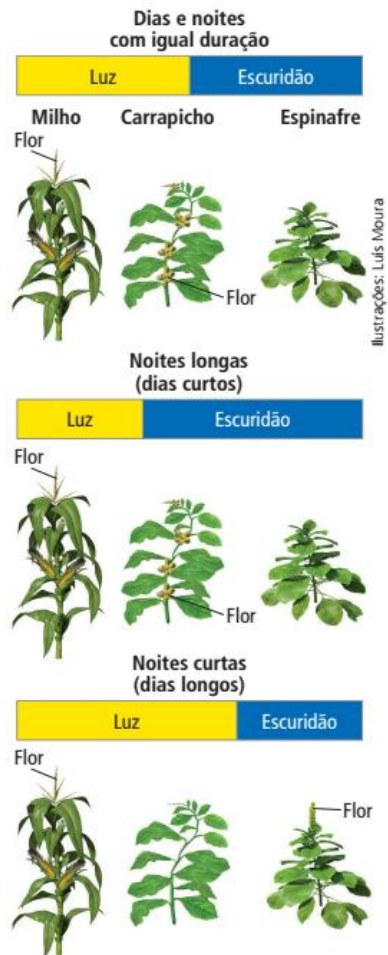
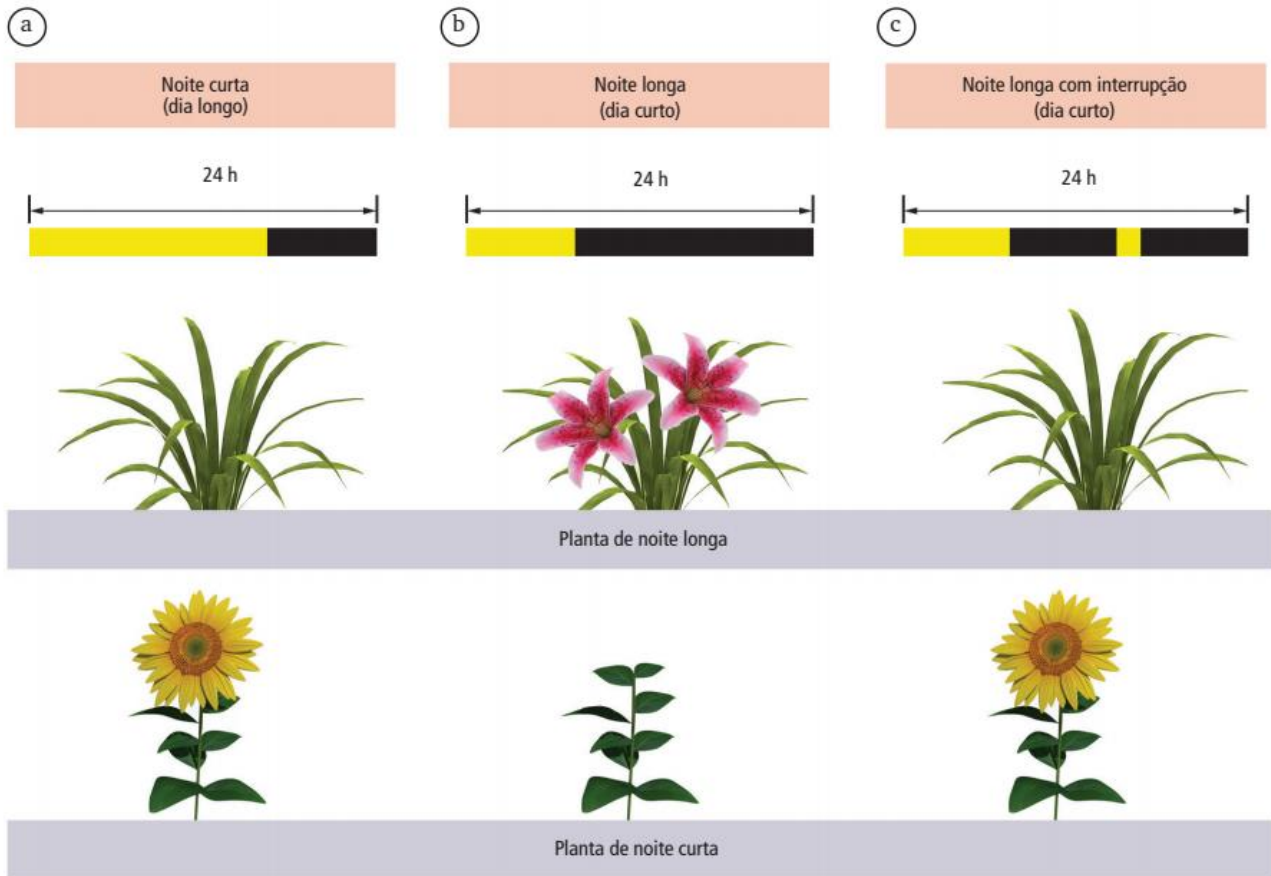


Figura 15. Efeitos do fotoperíodo na floração de milho (planta indiferente), carrapicho (planta de noite longa) e espinafre (planta de noite curta). (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

As expressões “plantas de dia longo” e “plantas de dia curto” são de uso consagrado; por isso, optamos por apresentá-las.

Se uma planta de noite longa tiver seus períodos de escuridão interrompidos por breves exposições à luz (disparos de *flashes*, por exemplo), ela não florescerá (figura 16).



Ilustrações: Luis Moura

Figura 16. (a) Exposta a fotoperíodos longos, como dias de verão, a planta de noite longa (ou dia curto) não floresce, e a de noite curta (ou dia longo), sim. (b) Sob fotoperíodos curtos, como dias de inverno, ocorre o inverso. (c) Se o período de escuridão for interrompido por curto período de iluminação, a planta de noite longa (que é de dia curto) não floresce, e a de noite curta (ou de dia longo) passa a florescer. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Atividade prática

Fotoperíodo e a produção de alimentos

Objetivo

- Pesquisar sobre a época de floração e a periodicidade de certas variedades de plantas de interesse comercial utilizadas na alimentação humana.

Procedimentos

Organizem-se em pequenos grupos (no máximo três alunos). Procurem identificar na sua cidade profissionais de empresas privadas ou órgãos públicos (Secretaria da Agricultura, Casa da Lavoura, Divisão Regional Agrícola, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), entre outros) que atuam na área de produção ou venda de alimentos vegetais. Agendem uma entrevista com um destes profissionais (agricultores, engenheiros agrônomos, técnicos agrícolas, comerciantes de produtos alimentícios etc.) e obtenham informações a respeito da periodicidade de certas variedades de plantas cultivadas, por exemplo:

- Qual é a época de produção das variedades mais utilizadas na alimentação brasileira?
- Que impacto essa periodicidade tem nos preços desses alimentos?
- Qual(is) a(s) variedade(s) produzida(s) em sua região? E a periodicidade dela(s)?

Resultados e discussão

Escreva no caderno

- De posse das informações obtidas na entrevista com o profissional da área, e sabendo que essas plantas e seus derivados constituem fontes de nutrientes (por exemplo, vitaminas e minerais), pesquisem e elaborem uma lista de possíveis substituições sazonais. Em outras palavras, nas épocas de escassez de determinados alimentos, quais poderiam ser colocados no lugar para fornecer um certo nutriente (como a vitamina C)?
- Apresentem e discutam seus resultados com os outros grupos.

1. (UEM-PR) As plantas crescem e desenvolvem-se como resultado da atividade contínua de meristemas, que adicionam células novas às partes mais velhas do corpo vegetal. A coordenação do crescimento requer um sistema de controle que leva à integração espacial ou temporal do crescimento e do desenvolvimento. Responda às questões a seguir a respeito do crescimento dos vegetais.

- a) Caracterize os tecidos meristemáticos dos vegetais quanto à estrutura.
- b) Explique a função dos fitormônios na promoção do crescimento dos vegetais.

2. (Vunesp-SP) Em ruas e avenidas arborizadas, as companhias distribuidoras de eletricidade realizam periodicamente cortes da parte superior das árvores que estão em contato com os fios elétricos de alta tensão. As podas são necessárias para se evitarem problemas que podem ocorrer em dias chuvosos e de fortes ventos.

- a) O que deverá acontecer com as árvores após o corte da região apical que estava atingindo os fios elétricos?
- b) Que mecanismo explica o resultado obtido com o corte da região apical?

3. (UFRJ) As flores não polinizadas que são pulverizadas com os hormônios auxinas e giberelinas podem produzir frutos sem sementes (partenocárpicos), por exemplo, as uvas sem sementes.

- a) Identifique a estrutura da flor sobre a qual esses hormônios atuam.
- b) Explique por que a pulverização com auxinas e giberelinas pode levar à formação de frutos sem sementes.

4. O etileno é um hormônio vegetal gasoso e incolor, produzido nas folhas, nos tecidos em fase de envelhecimento e nos frutos, onde determina o seu amadurecimento e a sua queda.

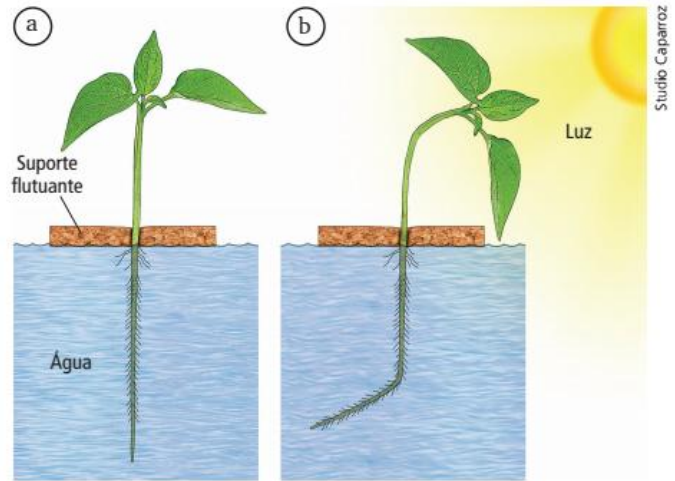
- a) Que relação pode ser feita entre a ação do etileno e o hábito, bastante comum, de embrulhar em jornal os frutos verdes, retirados precocemente, para que amadureçam mais rapidamente?
- b) Um comerciante de maçãs, após conservá-las por dez dias ainda verdes, em uma câmara frigorífica, deixou-as em ambiente natural e mandou que fossem queimadas com quilos de serragem, de tal forma que a fumaça entrasse em contato com os frutos. Por que esse procedimento acelera o amadurecimento dos frutos?

5. O crescimento orientado pela ação gravitacional chama-se geotropismo.



- a) Explique as diferenças observadas nas respostas do caule e da raiz quando uma planta é colocada em posição horizontal no solo, conforme a ilustração anterior.
- b) Qual o hormônio envolvido nessa resposta e sua ação?

6. Uma planta de mostarda foi colocada em um suporte flutuante, como mostra a figura (a). Depois de algumas horas recebendo iluminação somente de um lado, passou a apresentar o aspecto mostrado em (b).



Explique o que ocorreu com a planta.

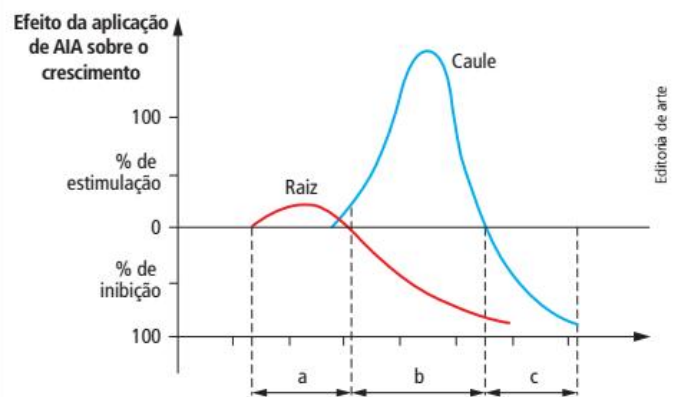
7. (UFPB) Nastismos são movimentos não orientados, reversíveis, causados por estímulos externos, independentes de sua direção, que ocorrem nos vegetais. Esses movimentos são determinados por dois tipos de mecanismos.

- a) Cite dois estímulos que causam esses movimentos.
- b) Explique, em detalhes, como ocorre o mecanismo da variação da turgescência das células.

8. Considere o experimento esquematizado a seguir, em que uma planta colocada em posição horizontal desenvolve movimentos geotrópicos positivo na raiz e negativo no caule.



Considere o gráfico que mostra os efeitos das diferentes concentrações do ácido indolacético (AIA) sobre o crescimento da raiz e do caule.



Fonte: SADAVA, D. et al. *Life: The Science of Biology*. Gordonsville: Sinauer Associates, 2008.

Estabeleça a associação correta entre as regiões I, II, III da planta com os intervalos a, b e c do gráfico.



Caminhão de carga e silos de armazenamento de milho e soja para exportação no município de Sorriso, MT, 2012.

A importância da infraestrutura¹

Os números relativos à participação do agronegócio na economia brasileira impressionam. O setor representa 34% de toda a riqueza produzida no país, ou seja, um terço do Produto Interno Bruto (PIB). Também responde, direta ou indiretamente, pela ocupação de um terço da população economicamente ativa e por mais de 43% da receita nacional com as exportações.

Neste contexto, destaca-se a participação do Centro-Oeste, particularmente no chamado complexo soja, uma extensa cadeia produtiva que envolve sementes, insumos (fertilizantes e defensivos agrícolas), máquinas agrícolas, plantio, cultivo, colheita, processamento, armazenamento, transporte e comercialização. As exportações do complexo soja tem rendido, anualmente, mais de US\$ 10 bilhões para o país; ou seja, apenas esta *commodity* representa perto de 5% das receitas com exportação.

Só no Mato Grosso, o maior produtor nacional, a área plantada corresponde a quase 8,8 milhões de hectares. Grande parte da soja do Centro-Oeste destina-se à exportação, e as principais vias de escoamento são as rodovias que se dirigem para as regiões Sul e Sudeste.

O predomínio desse modal de transporte tem altos preços, tanto econômicos quanto ambientais e sociais. O custo da tonelada transportada por quilômetro é muito maior do que o transporte pelos modais ferroviário ou hidroviário. Grande parte da malha rodoviária brasileira encontra-se em condições inadequadas para a demanda que suporta, o que eleva ainda mais os custos. Em média, o transporte rodoviário de uma tonelada de soja por quilômetro custa, no Brasil, mais do que o dobro dos custos na Argentina (US\$ 90 por tonelada, contra US\$ 40 por tonelada). Em relação aos custos do modal hidroviário, a disparidade é ainda maior. Nos EUA, o deslocamento da soja dos estados produtores ao porto custa US\$ 20 por tonelada.

Pior do que os custos são os frequentes desastres. O Brasil tem um acidente com caminhão a cada cinco minutos, o que representa 24% dos acidentes de trânsito. Neles morrem 12 mil pessoas por ano, sendo a maioria dos mortos da faixa de 18 a 25 anos. Em média, ocorrem 8 acidentes com caminhões a cada 10 mil viagens, índice que é 15 vezes superior à média norte-americana. Carga de trabalho excessiva, fadiga, veículos

¹ Dados do ano agrícola 2014/2015 (Fontes: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea — Esalq/USP); Centro Brasileiro de Estudos Latino-Americanos; Portal do Trânsito Brasileiro; Portal Vias Seguras).

sem manutenção adequada, bebidas e drogas potencializam os riscos e tornam vergonhosas as estatísticas.

Neste cenário, ganha importância a capacidade de armazenamento dos grãos produzidos, que permite ao produtor e às cooperativas estocarem a produção para aguardar o transporte ou reter o produto atendendo às oscilações do mercado e às variações do preço no exterior, mas garantindo a qualidade do material.

A estocagem de grãos nos silos não é um procedimento simples, e numerosos fatores precisam ser controlados. Deve-se tomar muito cuidado na estocagem e no transporte de grãos, evitando-se a umidade, que pode desencadear a germinação. A eliminação de

impurezas e o controle da temperatura e umidade, por exemplo, são cruciais para a conservação da soja. Caso os cuidados não sejam adequados, as perdas podem ser enormes, em decorrência da ação de roedores, insetos, ácaros, fungos e outros organismos.

Além disso, sementes estocadas de forma inadequada podem quebrar a dormência e apresentar taxa metabólica acima do desejado, consumindo reservas nutritivas e comprometendo a qualidade. Estudos referentes ao metabolismo e à germinação das sementes — bem como aos parâmetros ambientais que os determinam — são cruciais para que as estratégias de armazenamento sejam bem executadas, reduzindo as perdas e garantindo a geração de receita.

Depois da leitura do texto, faça o que se pede:

Escreva
no caderno

1. (Fafeod-MG) O baixo teor de determinado composto químico é o que permite às sementes se manterem estocadas durante tanto tempo e só germinarem quando colocadas em meios favoráveis. O composto em questão é:

- a) DNA.
- b) RNA.
- c) proteína.
- d) água.
- e) carboidrato.

2. Leia a notícia:

Produção de grãos de MT cresce 88% em dez anos; a de carnes, 71%

Mato Grosso, o líder nacional na produção de grãos e de carne bovina, terá um cenário bastante promissor para os próximos anos. É o que prevê estudo do Imea (Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária), em parceria com a UFMT (Universidade Federal de Mato Grosso).

No setor de grãos, a produção, que atingiu 47 milhões de toneladas em 2014, chegará a 88,5 milhões em 2025, com evolução de 88,5%.

[...]

Com tanto avanço na produção de grãos, o Estado terá um dos menores preços da ração. Isso impulsionará também o avanço da produção de carnes, segundo Otavio Celidonio, superintendente do Imea.

[...]

Celidonio diz que esses números devem alertar governo e produtores para os grandes desafios nas áreas de infraestrutura, logística e armazenagem. “Existe potencial de produção, mas tem de haver avanços nesses segmentos”, diz ele.

ZAFALON, M. Produção de grãos de MT cresce 88% em dez anos; a de carnes, 71%. Vaivém das Commodities. **Folha de S.Paulo**, 2 dez. 2015. Fornecido pela Folhapress. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/colunas/vaivem/2015/12/1713579-producao-de-graos-de-mt-cresce-88-em-dez-anos-a-de-carnes-71.shtml>>. Acesso em: mar. 2016.

De acordo com a notícia, julgue (V ou F) as afirmativas:

- V I. Apesar dos problemas enfrentados pela cadeia produtiva, o Mato Grosso é o líder nacional na produção de grãos e de carne bovina.
- V II. Infraestrutura, logística e armazenagem continuam sendo “gargalos” para o aumento da produção de grãos no estado.
- F III. No período, a produção de carnes no Mato Grosso aumentou proporcionalmente mais do que a de grãos.
- F IV. O aumento da produção de grãos deve aumentar os custos com ração para a criação de animais.

3. Um dos cuidados no armazenamento de sementes (como as de soja e as de milho) é evitar a germinação, que sofre influência de fatores ambientais, como a umidade, a temperatura e a luminosidade. Chama-se fotoblastismo a influência da iluminação sobre a germinação. As gramíneas, que se desenvolvem em campo aberto, em geral são fotoblásticas positivas, pois suas sementes germinam apenas na presença de muita luz; outras, como as espécies arbóreas de florestas densas, são fotoblásticas negativas, porque suas sementes só germinam no escuro. Já as sementes de soja têm comportamento fotoblástico neutro, isto é, sua germinação não é influenciada pela luminosidade.

Considere:

IL^G — Intensidade luminosa necessária para a germinação de sementes de uma gramínea.

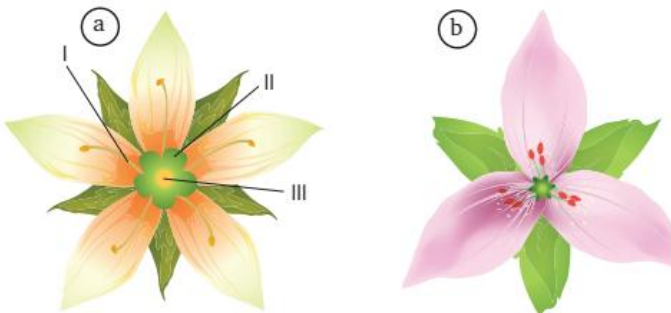
IL^F — Intensidade luminosa necessária para a germinação de sementes de uma espécie arbórea de floresta densa.

IL^S — Intensidade luminosa necessária para a germinação de sementes de soja.

Então:

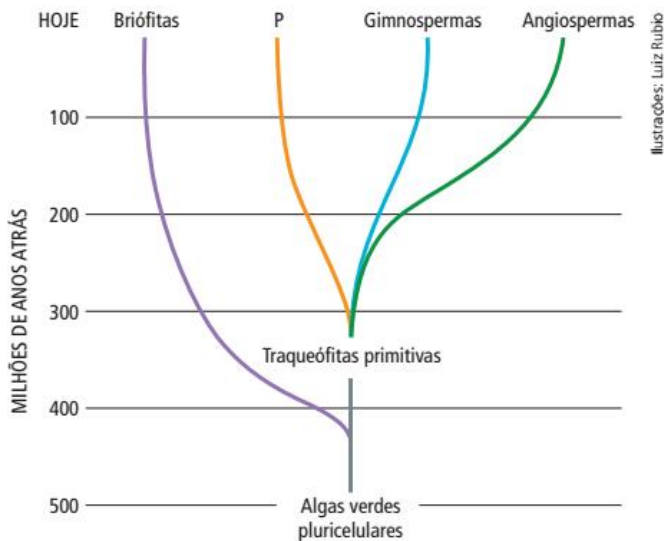
- a) $IL^F > IL^G$
- b) $IL^F > IL^S$
- c) $IL^G > IL^F$
- d) $IL^G > IL^S$
- e) $IL^G = IL^F$

- (UFPel-RS) Uma pessoa comprou em uma floricultura um vaso com samambaia, que posteriormente devolveu, alegando estar a planta com muitos pequenos pontos escuros na superfície inferior das folhas.
 - Qual é o argumento correto para convencê-la a ficar com a planta?
 - Por que a samambaia, por mais viçosa que esteja, não apresenta flores?
 - Quando o vegetal apresenta flores, a que grupo(s) ele pode pertencer?
- Observe os desenhos a seguir, que representam flores de duas plantas:



- A que tipos de plantas pertencem, respectivamente, as flores A e B? Justifique a sua resposta.
- Nomeie as estruturas I, II e III apontadas na flor A.
- Na flor B, aponte as seguintes estruturas: sépala, pétala, antera.

- Observe o diagrama a seguir:



Com base nos dados apresentados e em seus conhecimentos sobre a biologia das plantas terrestres, responda:

- Há pelo menos quantos milhões de anos surgiram os vasos condutores?
- Que grupo de plantas atuais está representado pela letra P?
- A separação dos ramos evolutivos que deram origem às atuais gimnospermas e angiospermas deu-se há aproximadamente 230 milhões de anos. Cite a principal característica evolutiva cujo aparecimento distinguiu esses dois grupos.

- (UFPel-RS) *Eugenia uniflora*, popularmente conhecida como pitangueira, é uma árvore com altura de seis a doze metros que ocorre de Minas Gerais até o Rio Grande do Sul. Sua madeira é empregada na confecção de cabos de ferramentas e instrumentos agrícolas. A planta é altamente cultivada em pomares domésticos para a produção de frutos, que podem ser consumidos ao natural e na forma de suco. Com relação à pitangueira (*Eugenia uniflora*), responda aos itens seguintes.

- Qual é o seu tipo de caule?
- De que parte da flor se origina o fruto da pitangueira *Eugenia uniflora*?
- Qual é o tecido predominante na madeira dessa árvore?
- A pitangueira é uma angiosperma. Cite duas funções dos frutos para esse grupo de vegetais.

- (UFRJ) As sementes de diversas espécies de plantas são revestidas por fibras de esclerênquima, um tipo de tecido vegetal rico em celulose e lignina. Explique como esse revestimento das sementes contribuiu para a dispersão dessas espécies de plantas.

- (UFES) O Brasil tem uma das maiores extensões de manguezais do mundo, que vão desde o Amapá até Santa Catarina. Ao contrário de outras florestas, os manguezais não apresentam grande biodiversidade. A vegetação é composta, geralmente, por somente três espécies de árvores: o mangue-vermelho *Rhizophora mangle*, o mangue-preto *Avicennia schaueriana* e o mangue-branco *Laguncularia racemosa*. Além dessas, encontram-se outras plantas, como a samambaia-do-mangue (*Acrosticum aureum*) e a gramínea *Spartina brasiliensis*.

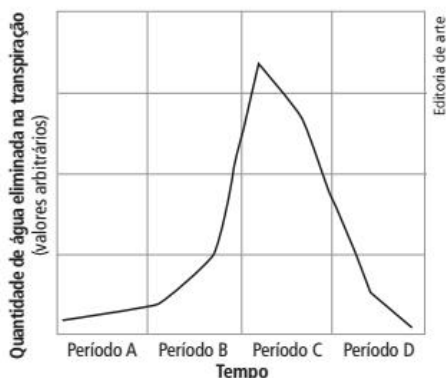
- O mangue-vermelho apresenta ramos laterais que se apoiam no solo e que eram chamados, até pouco tempo, de "raízes-escora". Descreva as principais estruturas da morfologia externa da raiz que nos permitem distinguir essa parte da planta.
- O mangue-preto e o mangue-branco caracterizam-se pela presença de pneumatóforos. Descreva o que são pneumatóforos e qual a sua função.
- Entre as plantas citadas no texto, liste as angiospermas, classificando-as em monocotiledôneas ou dicotiledôneas. Compare esses dois grupos, estabelecendo duas diferenças morfológicas entre eles.

- Um estudante retirou uma folha da planta que estava estudando, colocou-a em uma balança e pesou-a em intervalos regulares. Com as pesagens sucessivas, a folha revelou diferenças de massa (g), conforme a tabela.

Tempo (minutos)	Diferença de massa (g)
1	10
2	7
3	6
4	5
5	4
6	3
7	3
8	3
9	3
10	3

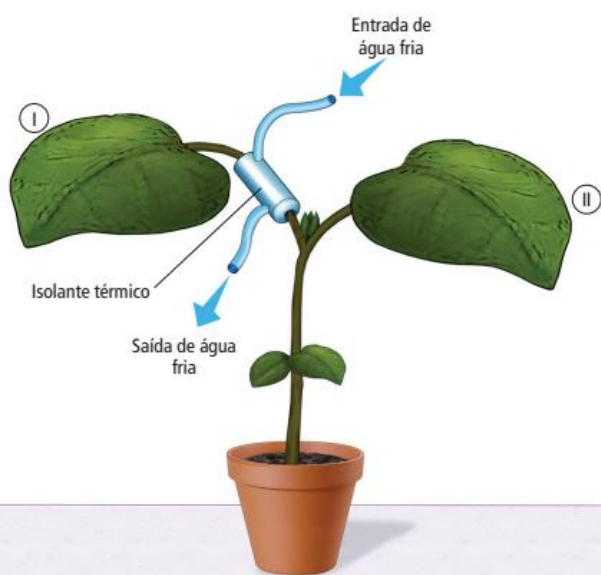
- a) Construa, no seu caderno, o gráfico que correlaciona a perda de massa e o tempo decorrido.
 b) É correto afirmar que a folha perde massa apenas nos primeiros 6 minutos?
 c) É correto afirmar que, a partir do 6º minuto, prevalece a perda hídrica através da cutícula? Justifique.

8. (Fuvest-SP) O gráfico a seguir indica a transpiração de uma árvore, num ambiente em que a temperatura permaneceu em torno dos 20 °C, num ciclo de 24 horas.



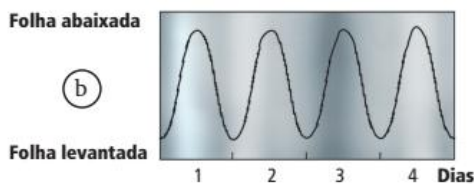
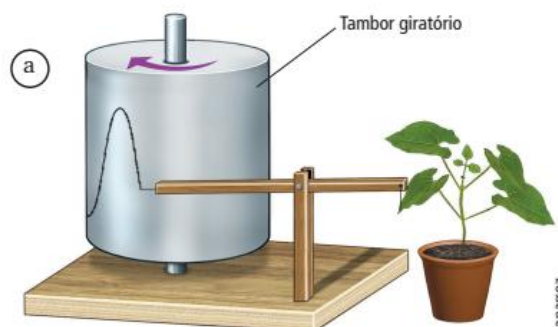
- a) Em que período (A, B, C ou D) a absorção de água pela planta é a menor?
 b) Em que período ocorre a abertura máxima dos estômatos?
 c) Como a concentração de gás carbônico afeta a abertura dos estômatos?
 d) Como a luminosidade afeta a abertura dos estômatos?

9. Diminuindo-se a temperatura do pecíolo, verifica-se que a velocidade que a seiva orgânica flui também diminui. A figura representa um experimento que permite demonstrar esse fato.



- a) O que se espera encontrar caso sejam comparadas as quantidades de amido nas folhas I e II? Justifique.
 b) Por que não se espera o mesmo efeito sobre o deslocamento da seiva inorgânica?

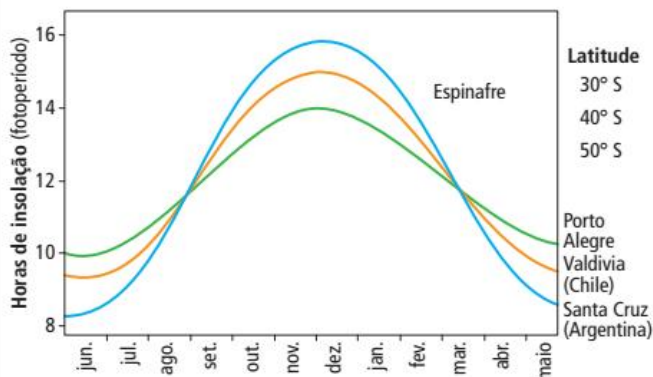
10. Um estudante notou que as folhas do feijoeiro se levantam durante o dia e abaixam-se à noite. Com o equipamento mostrado na figura, ele registrou o movimento das folhas.



(a) Por meio de uma linha, a folha do feijoeiro é conectada a uma alavanca em cuja extremidade se coloca uma caneta, que marca o papel que reveste um tambor giratório. (b) No papel, registram-se os movimentos realizados pela folha durante alguns dias.

- a) Elabore uma hipótese plausível, capaz de explicar o que se verifica com a folha do feijoeiro.
 b) Proponha uma criteriosa maneira de testar experimentalmente sua hipótese.

11. Observe no gráfico abaixo o fotoperíodo em três diferentes cidades em relação à época do ano.



Fonte dos dados: BERG, L. R. *Introductory Botany: plants, people and environment*. Orlando: Saunders College/Harcourt Brace College Publishers, 1997.

Considerando que o espinafre só floresce se permanecer sob iluminação pelo menos 14 horas por dia e que a duração do dia e da noite varia de acordo com a latitude e com a época do ano, responda:

- a) Em quais dessas cidades a época de florescimento do espinafre é mais longa e mais curta, respectivamente? Justifique a resposta.
 b) Em que mês do ano as plantas de espinafre florescem em qualquer uma das cidades consideradas? Por quê?

1. Leia os dados publicados na reportagem a seguir, que compara a biodiversidade brasileira com a biodiversidade mundial.

MEGADIVERSIDADE

O Brasil é o país com a maior biodiversidade do mundo, mas apenas cerca de 10% dela é conhecida pela ciência*

Brasil
 TOTAL ESTIMADO DE ESPÉCIES EXISTENTES
1.812.400
 ESPÉCIES CONHECIDAS
190.700
10,5%
 DO TOTAL ESTIMADO

Mundo
 TOTAL ESTIMADO DE ESPÉCIES EXISTENTES
13.638.000
 ESPÉCIES CONHECIDAS
1.766.000



GRUPO PRINCIPAL	BRASIL			MUNDO	
	TOTAL ESPERADO	ESPÉCIES CONHECIDAS	% DO TOTAL ESPERADO	TOTAL ESPERADO	ESPÉCIES CONHECIDAS
Vírus	52.900	400	0,75	400.000	4.000
Bactérias	132.200	850	0,65	1.000.000	4.000
Fungos	198.300	13.800	7,0	1.500.000	72.000
Protozoários	26.400	3.600	13,0	200.000	40.000
Algas	52.900	5.000	9,0	400.000	40.000
Plantas	51.500	46.300	90,0	320.000	270.000
Vermes nematódeos	52.900	2.100	4,0	400.000	25.000
Crustáceos	19.800	2.050	10,0	150.000	40.000
Aranhas e ácaros	99.200	6.050	6,0	750.000	75.000
Insetos	1.057.800	95.000	9,0	8.000.000	950.000
Moluscos	26.400	2.700	10,0	200.000	70.000
Vertebrados (cordados)**	9.000	7.200	80,0	68.000	61.000
Outros***	33.100	5.650	17,0	250.000	115.000

*Todos os números são médias da variação de totais estimados
 **Inclui mamíferos, aves, anfíbios, répteis e peixes
 ***Principalmente invertebrados marinhos e de água doce

Fonte: LEWINSOHN, T. Avaliação do estado do conhecimento da biodiversidade brasileira. O Estado de S. Paulo, São Paulo, 23 abr. 2006.

Arte/AE/Estadão Conteúdo

Com base nesses dados, julgue verdadeiras (V) ou falsas (F) as afirmativas a seguir:

- F I. Do total esperado de espécies de plantas, cerca de 85% ainda não foram descritas pelos cientistas.
- F II. Do total de espécies conhecidas, pouco mais de 15% se encontram no Brasil.
- V III. Estima-se em 8 milhões o número total de espécies de insetos.
- V IV. Já foram identificadas mais espécies de insetos do que a soma de todos os outros seres vivos.
- V V. No Brasil, já foram descritas mais espécies de fungos que de bactérias.

2. A tabela a seguir trata da intoxicação que pode ser provocada pelo contato de pessoas e animais com certas plantas.

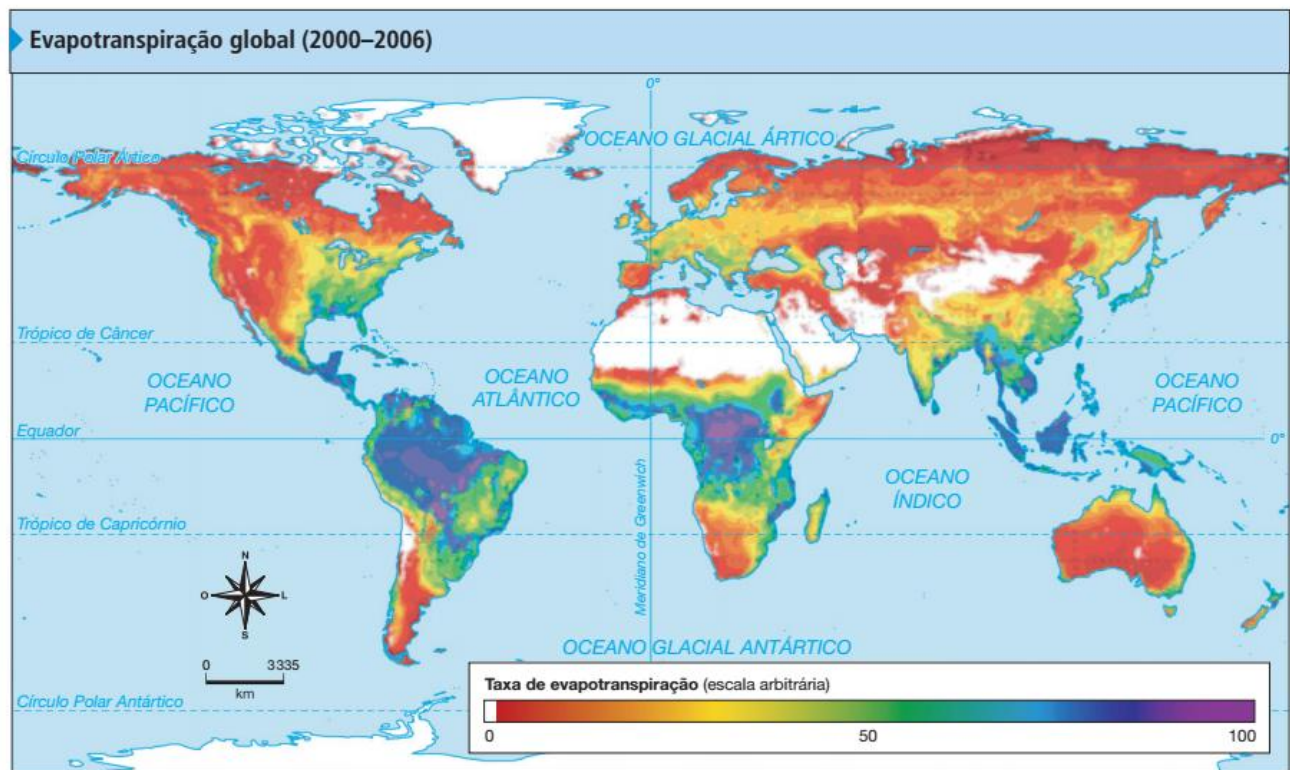
Comigo-ninguém-pode	Bico-de-papagaio	Coroa-de-cristo	Espirradeira
 <p><i>Dieffenbachia picta</i></p> <p>A ingestão e o contato podem causar sensação de queimação, edema (inchaço) de lábios, boca e língua, náuseas, vômitos, diarreia, salivação abundante, dificuldade de engolir e asfixia. O contato com os olhos pode provocar irritação e lesão da córnea.</p>	 <p><i>Euphorbia pulcherrima</i></p> <p>O látex causa lesão na pele e mucosas, edema de lábios, boca e língua, dor em queimação e coceira; o contato com os olhos provoca irritação, lacrimejamento, edema das pálpebras e dificuldade de visão. A ingestão pode causar náuseas, vômitos e diarreia.</p>	 <p><i>Euphorbia milii</i></p> <p>O látex causa lesão na pele e mucosas, edema de lábios, boca e língua, dor em queimação e coceira; o contato com os olhos provoca irritação, lacrimejamento, edema das pálpebras e dificuldade de visão. A ingestão pode causar náuseas, vômitos e diarreia.</p>	 <p><i>Nerium oleander</i></p> <p>A ingestão ou o contato com a seiva podem causar dor e queimação na boca, salivação, náuseas, vômitos intensos, cólicas abdominais, diarreia, tonturas e até distúrbios cardíacos que podem levar à morte.</p>

Fonte: Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas (Sinitox) – Fiocruz.

Julgue verdadeiras (V) ou falsas (F) as afirmativas a seguir:

- V I. A intoxicação por qualquer das plantas citadas pode causar náusea e vômitos.
- V II. Com relação ao risco de intoxicação por plantas, recomenda-se especial cautela para quem tem crianças em casa.
- V III. Todas as plantas citadas pertencem ao mesmo reino e duas pertencem ao mesmo gênero.
- F IV. A intoxicação por bico-de-papagaio acontece somente pela ingestão da seiva.
- V V. Os quadros provocados por espirradeira ou por comigo-ninguém-pode são, potencialmente, os mais graves.

3. O mapa a seguir mostra a evapotranspiração global em escala arbitrária.



Fonte: **Global Evapotranspiration Project**, Numerical Terradynamic Simulation Group, University of Montana. Disponível em: <www.ntsg.umd.edu/project/mod16>. Acesso em: maio 2016.

Dê como resposta a soma das afirmativas corretas:

- (01) As maiores taxas de evapotranspiração encontram-se em regiões equatoriais.
- (02) Encontram-se zonas de evapotranspiração elevada na África.
- (04) Grandes extensões da Argentina, dos Estados Unidos, do Canadá, da Península Escandinava e da Rússia exibem taxas equivalentes de evapotranspiração.
- (08) No mapa, as áreas correspondentes aos desertos do Saara, do Atacama, da Namíbia e de Gobi estão assinaladas em branco.
- (16) A América do Sul apresenta desde áreas com taxas de evapotranspiração muito baixas até áreas com taxas muito elevadas. **Soma = 31 (01 + 02 + 04 + 08 + 16)**


4. Leia a tirinha a seguir.





Peanuts, Charles Schulz.


Na planta com a qual o cachorrinho conversa, nota-se a presença de espinhos e de parênquima aquífero abundante. Essas adaptações fazem pensar que, no Arizona, o “primo” também ocupa qual tipo de ambiente?


Além dos limites destas páginas

 O Instituto Oswaldo Cruz (IOC/Fiocruz) tem uma página eletrônica dedicada ao estudo da dengue: **Dengue, vírus e vetor**. Lá você encontra uma série de informações sobre o vírus, o mosquito transmissor e as maneiras de prevenir e combater a doença. Visite a seção de vídeos, com entrevistas de pesquisadores do instituto, e também a de documentários e produtos educativos, na qual você encontrará rico material para pesquisa. Disponível em: <<http://tub.im/r32jr3>>. Acesso em: mar. 2016

 **Árvore da vida** é uma animação que mostra um cladograma dos principais grupos de seres vivos, indicando a era geológica de irradiação de cada um deles. Disponível em: <<http://tub.im/kins5f>>. Acesso em: mar. 2016

 O **Museu de Microbiologia** faz parte do complexo científico e cultural do Instituto Butantan, em São Paulo. Com uma proposta educacional diferenciada e inovadora, abriga uma exposição na qual equipamentos, painéis, modelos tridimensionais de bactérias, vírus e protozoários explicam as bases da microbiologia e revelam o que são os chamados “germes” ou micróbios; além disso, há computadores apresentando filmes, animações, atividades interativas, entre outros. Assim, os visitantes realizam uma viagem interativa no mundo invisível dos microrganismos. O museu visa estimular a curiosidade científica e propiciar a aproximação entre cultura científica e público em geral, por meio da produção de conhecimento, da pesquisa científica e da educação.


 **A história e suas epidemias — a convivência do homem com os microrganismos**, de Stefan Cunha Ujvari (São Paulo: Senac, 2003). A obra apresenta um resgate histórico da infundável luta dos seres humanos contra os microrganismos ao longo do tempo e relata os avanços científicos no combate a eles e o frequente surgimento de organismos com mutações e mais resistentes.


 O **Projeto Coral Vivo** trabalha com pesquisa e educação para a conservação e o uso sustentável dos ambientes recifais e das comunidades coralíneas brasi-


leiras, atuando de forma integrada, multidisciplinar e multi-institucional. Na página eletrônica estão disponíveis vídeos, animações, fotos e textos informativos sobre a biologia e a importância dos corais. Disponível em: <<http://tub.im/b42jt4>>. Acesso em: mar. 2016.

 **Problema vital – Jeca Tatu e outros textos**, de Monteiro Lobato (Editora Globo, 2010).


Coletânea de textos que apresentam como foco central os problemas envolvendo a saúde do brasileiro. Descreve as consequências da ancilostomíase, entre outras doenças facilmente erradicáveis com medidas profiláticas. De inquestionável importância para a educação sanitária na época em que foi elaborada, a obra apresenta relevância ainda hoje.

 **Campos silenciosos** é um interessante artigo da renomada revista científica *Scientific American Brasil* que retrata o efeito de diversos fatores sobre a vida de insetos e seu impacto sobre o ambiente e as atividades humanas. No portal dessa revista é possível acessar também outros textos sobre diferentes tipos de invertebrados. Disponível em: <<http://tub.im/6q6kn4>>. Acesso em: mar. 2016.


 O **Museu Biológico** e o **Serpentário** faz parte do complexo científico e cultural do Instituto Butantan em São Paulo. O museu é reconhecido internacionalmente por ser um dos únicos no mundo a apresentar uma exposição viva e permanente, composta por serpentes, aranhas, escorpiões e iguanas nativos e exóticos. Visa à difusão de conhecimentos zoológicos e à desmistificação das serpentes e de outros animais peçonhentos. O serpentário, além da função educativa, é o local onde são mantidos os animais para pesquisa e extração de venenos necessários à produção do soro. É possível conhecer outros aspectos desse museu na página eletrônica do Instituto Butantan. Disponível em: <<http://tub.im/b2kv6a>>. Acesso em: mar. 2016.

 Uma visita a um aquário ou a um zoológico é uma interessante oportunidade de conhecer mais de perto parte da diversidade de animais invertebrados,


incluindo poríferos, cnidários, moluscos, artrópodes e equinodermos (especialmente em aquários), e vertebrados. Na página eletrônica da **Sociedade de Zoológicos e Aquários do Brasil**, está disponível uma lista de aquários e zoológicos brasileiros, com os dados de contato e localização. Para obter informações sobre a instituição mais próxima de sua região ou a que mais lhe interessar, acesse o item “Sócios Institucionais”. Disponível em: <<http://tub.im/y9rxxk>>. Acesso em: mar. 2016.

 **Por que comemos o que comemos?**, de Fernando Zucolloto (Mauad, 2008).


Frequentemente uma pesquisa elege um novo produto alimentício como altamente benéfico para a saúde. Mas como acreditar na pesquisa, se se trata do mesmo produto que, dias antes, estava na lista dos mais prejudiciais ao organismo humano? Neste livro, o biólogo analisa o comportamento e os hábitos alimentares dos seres humanos, buscando compreender o motivo de nossa alimentação ser como é. A alimentação do ser humano é abordada por uma perspectiva socioevolutiva, estimulando a reflexão, principalmente para se repensar os hábitos alimentares do mundo globalizado e seus impactos na saúde humana.


 **Corpo humano – órgãos, sistemas e funcionamento**, de Rafael Zorzi (Senac Nacional, 2010).

O livro, ricamente ilustrado pela médica-cirurgiã e artista plástica Iriam Gomes Starling, apresenta os termos e conceitos básicos da anatomia superficial e profunda do corpo humano. Estrutura, organização e funcionamento de cada um dos sistemas do organismo humano são explicados.


 **Colesterol**, de Ambrosi Pierre (Larousse Brasil, 2006).

Apesar de muito conhecido por obstruir a circulação sanguínea e causar sérios problemas cardiovasculares, o colesterol é indispensável à vida. Este livro é um guia para auxiliar na compreensão das funções do colesterol no corpo, além de informar sobre as fontes de colesterol, como e por que é preciso evitar seu excesso no sangue, por que os riscos relacionados aumentam quando associados a sedentarismo, obesidade, tabagismo e alcoolismo.


 A página do projeto **EMBRIÃO do Laboratório de Tecnologia Educacional da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)** apresenta texto e animação em 3D sobre o arco reflexo no corpo humano. Disponível em: <<http://tub.im/x3979j>>. Acesso em: mar. 2016.


 **Sexo, Drogas, Rock’n’roll... e Chocolate – o cérebro e os prazeres da vida cotidiana**, Suzana Herculano Houzel (Vieira e Lent, 2012).

A obra é uma coletânea de ensaios sobre as bases neurológicas de alguns prazeres da vida cotidiana. Por meio de exemplos, como a satisfação provocada pela prática de exercício físico, o prazer de se ouvir uma boa música, ou ainda da excitação de um beijo, a autora explica o que é o sistema de recompensa do cérebro e como ele está ligado à motivação e ao prazer.


 **Sexo, prazeres e riscos**, de Antonio Carlos Egypto (Saraiva, 2005).

O livro é uma conversa simples, clara e direta com o leitor jovem sobre as questões da sexualidade humana, permeada por muita informação. Aborda, de maneira interdisciplinar, temas como a masturbação, a primeira vez, métodos anticoncepcionais, aids, abuso sexual, prostituição, tecnologia da reprodução humana, entre outros. É um livro envolvente, que mistura ilustrações científicas modernas, imagens contemporâneas e jornalísticas, letras de músicas, poemas e crônicas, além de uma lista de indicações de *sites* e filmes interessantes sobre os temas tratados.


 No endereço eletrônico com o tema **Anticoncepcionais: escolha o seu**, mantido pelo Governo do Estado do Paraná, disponibiliza imagens, definição, vantagens e desvantagens de 14 métodos contraceptivos. Disponível em: <<http://tub.im/xg7at4>>. Acesso em: mar. 2016.


 **Museu de Ciências da Vida**, inicialmente criado como Museu de Anatomia, é mantido pelo Programa de Extensão Universitária da Universidade Federal do

Espírito Santo (UFES), que promove a difusão e a popularização da ciência relativa ao corpo humano. Em 2012 foi inaugurado também um setor de Anatomia Comparada dos Vertebrados, além de atividades relacionadas à evolução.


 **Margaret Mee e a flor da lua**, de Malu de Martino (Brasil, 2012).


Um belíssimo documentário por meio do qual é possível aprender sobre a flora brasileira a partir da perspectiva de Margaret Mee, uma artista inglesa, especializada em ilustrações botânicas, que veio para o Brasil na década de 1950, realizou várias expedições à floresta amazônica e deixou um legado muito importante sobre as espécies de plantas brasileiras, especialmente daquela região.


 **Museu Paraense Emílio Goeldi** – O Museu da Amazônia, fundado em 1866, é uma instituição de pesquisa vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia do Brasil. Localizado na cidade de Belém (PA), região amazônica, tem suas atividades concentradas no estudo científico dos sistemas naturais e socioculturais da Amazônia, e na divulgação desse conhecimento. Composto por bases de pesquisa, museus e um Parque Zoobotânico, que abriga uma significativa mostra da fauna e flora amazônicas, além de atividades educativas. Na página eletrônica do museu é possível fazer um passeio virtual pelo Parque Zoobotânico, além de conhecer o histórico da instituição e desfrutar da galeria de fotos dos centros de pesquisa e da comunidade local. Disponível em: <<http://tub.im/hs6015>>. Acesso em: mar. 2016.

 **Jardinagem: aspectos básicos e aplicados**, de Rosiris B. Aguiar Silveira e Fábio Barros (Instituto de Botânica de São Paulo, 2008).


Esse manual apresenta informações básicas sobre jardinagem em um enfoque prático, incluindo termos técnicos e ferramentas utilizadas, morfologia, fisiologia e técnicas de propagação de plantas, solo, adubação e compostagem, pragas e doenças mais comuns, até implantação e manutenção de jardins, vasos e floreiras.

 O jogo **Partes de uma flor** ajuda a testar os conhecimentos sobre a reprodução de angiospermas por meio da morfologia da flor. Disponível em: <<http://tub.im/a8szdh>>. Acesso em: mar. 2016.


 **Orquídeas** é um material elaborado pela Secretaria do Verde e do Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de São Paulo (SP), trazendo variadas e interessantes informações a respeito dessas plantas, incluindo caracterização ecológica e botânica, técnicas de cultivo, principais ameaças, formas de propagação e muitas outras. Disponível em: <<http://tub.im/uidw2h>>. Acesso em: abr. 2016.

 **A vida secreta das plantas** (*The private life of plants*), de David Attenborough (Inglaterra, 1995).

O documentário, produzido pela rede britânica BBC, explora os diferentes aspectos da vida das plantas e sua busca pela sobrevivência, como crescimento, floração, interação com outras plantas e animais e adaptação às mais adversas condições. Por meio de belíssimas imagens captadas através de técnicas de fotografia rápida, é possível observar as plantas em ação.

 **Hoje eu quero voltar sozinho**, de Daniel Ribeiro (Brasil, 2014).

Leonardo, um adolescente cego, vê chegar o momento de explorar a autonomia e ampliar os próprios espaços. Para isso, quer deixar de lado a superproteção da mãe e partir para uma viagem de intercâmbio. Porém, precisa enfrentar duas novas forças: o ciúme de Giovana, sua melhor amiga, e a chegada de Gabriel, um novo colega de escola.

 **Os incompreendidos**, de François Truffaut (França, 1959).

Com evidente caráter autobiográfico e marcado por conflitos familiares. Um adolescente caminha pelas ruas de Paris dos anos 1950 vivendo toda sorte de aventuras que a cidade poderia oferecer. Daí o nome *Les 400 coups*, em francês, equivalente ao nosso “pintar o sete”. Rejeitado pela mãe e pelo padrasto, vendo que a escola também não é capaz de acolhê-lo, o garoto aproxima-se dos livros e do cinema.

Lista de siglas

SIGLA	INSTITUIÇÃO
Ceag/FGV-SP	Curso de Especialização em Administração para Graduados da FGV
Cefet-CE	Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará
Efoa-MG	Escola de Farmácia e Odontologia de Alfenas
Emescam-ES	Escola Superior de Ciências da Santa Casa de Misericórdia de Vitória
Enem/MEC	Exame Nacional do Ensino Médio
Fafeod-MG	Faculdade Federal de Odontologia de Diamantina
Fatec-SP	Faculdade de Tecnologia
FGV-SP	Fundação Getulio Vargas
FMJ-SP	Faculdade de Medicina de Jundiaí
Fuvest-SP	Fundação Universitária para o Vestibular
IFCE	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
PUC-RJ	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
Udesc-SC	Universidade do Estado de Santa Catarina
UEMA	Universidade Estadual do Maranhão
UEM-PR	Universidade Estadual de Maringá
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
UFAL	Universidade Federal de Alagoas
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UFC-CE	Universidade Federal do Ceará
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo
UFF-RJ	Universidade Federal Fluminense
UFG-GO	Universidade Federal de Goiás
UFJF-MG	Universidade Federal de Juiz de Fora
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
Ufop-MG	Universidade Federal de Ouro Preto
UFPA	Universidade Federal do Pará
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
UFPEl-RS	Universidade Federal de Pelotas
UFRGS-RS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRRJ	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UFSCar-SP	Universidade Federal de São Carlos
UFS-SE	Universidade Federal de Sergipe
UFTM-MG	Universidade Federal do Triângulo Mineiro
UFU-MG	Universidade Federal de Uberlândia
UFV-MG	Universidade Federal de Viçosa
UFVJM-MG	Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Unicamp-SP	Universidade Estadual de Campinas
Unifal-MG	Universidade Federal de Alfenas
Unifesp-SP	Universidade Federal de São Paulo
Unisinós-RS	Universidade do Vale do Rio dos Sinos
Vunesp-SP	Fundação para o Vestibular da Universidade Estadual Paulista

Referências bibliográficas

- ALTERS, S.; ALTERS, B. **Biology – Understanding Life**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2006.
- AUDESIRK, T.; AUDESIRK, G.; BYERS, B. E. **Biology: Life on Earth**. Menlo Park: Benjamin Cummings, 2014.
- BARRETT, K. E.; BARMAN, S. M.; BOITANO, S.; BROOKS, H. L. **Fisiologia médica de Ganong**. Porto Alegre: Artmed, 2014.
- BELK, C.; BORDEN, V. **Biology – Science for Life**. San Francisco: Benjamin Cummings, 2013.
- BRADLEY, G. K. **Cunningham Tratado de Fisiologia Veterinária**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.
- ENGER, E. D.; ROSS, F. C.; BAILEY, D. B. **Concepts in Biology**. New York: McGraw-Hill Higher Education, 2012.
- EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Raven – Biologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.
- FORZZA, R. C. (Org.) **Catálogo de fungos e plantas do Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010.
- HICKMAN JR, C. P.; ROBERTS, L. S.; KEEN, S. L.; EISENHOUR, D. J.; LARSON, A.; L'ANSON, H. **Princípios integrados de Zoologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.
- JOHNSON, G.; LOSOS, J. B. **The Living World**. New York: McGraw-Hill, 2010.
- JONES, M.; JONES, G. **Biology**. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.
- JONES, M.; FORBERY, R.; TAYLOR, D. **Biology – Advanced Sciences Series**. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.
- KROGH, D. **Biology – A Guide of the Natural World**. New York: Pearson, 2011.
- MADER, S.; WINDELSPECHT, M. **Biology**. New York: McGraw-Hill Higher Education, 2015.
- MOORE, K. L.; AGUR, A. M. R.; DALLEY, A. F. **Fundamentos de anatomia clínica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.
- NABORS, M. W. **Introdução à Botânica**. São Paulo: Roca, 2012.
- NEVES, D. P.; MELO, A. L.; LINARDI, P. M.; VITOR, R. W. A. **Parasitologia humana**. São Paulo: Atheneu, 2011.
- POSTLETHWAIT, J. H.; HOPSON, J. L. **Modern Biology**. Austin: Holt, Rinehart and Winston, 2006.
- PRESSON, J.; JENNER, J. **Biology – Dimensions of Life**. New York: McGraw-Hill Higher Education, 2008.
- PRUITT, N. L.; UNDERWOOD, L. S. **BioInquiry – Making Connections in Biology**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2006.
- RAVEN, P. H.; JOHNSON, G. B.; MASON, K. Q.; LOSOS, B.; SINGER, S. R. **Biology**. Boston: WCB/McGraw-Hill, 2014.
- REECE, J. B.; TAYLOR, M. R.; SIMON, E. J. **Campbell Biology – Concepts & Connections**. New York: Pearson, 2015.
- SADAVA, D.; ORIAN, G. H.; HELLER, C. H.; PURVES, W. K. **Life – The Science of Biology**. Sunderland: Sinauer Associates/W.H. Freeman and Company, 2014.
- SIMON, E. J.; REECE, J.; DICKEY, J. L. **Campbell Essential Biology**. Boston: Pearson, 2013.
- SOLOMON, E. P.; BERG, L. R.; MARTIN, D. W. **Biology**. Belmont: Brooks/Cole, Cengage Learning, 2011.
- STARR, C.; EVERS, C.; STARR, L. **Biology – The Unity and Diversity of Life**. Belmont: Brooks/Cole, Cengage Learning, 2016.
- STARR, C.; EVERS, C.; STARR, L. **Biology Today and Tomorrow**. Belmont: Brooks/Cole, Cengage Learning, 2016.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2013.
- TOBIN, A. J.; DUSHECK, J. **Asking about Life**. New York: Saunder College /Harcourt Brace College Publishers, 2005.
- VERONESI, R.; FOCACCIA, R. **Tratado de infectologia**. São Paulo: Atheneu, 2015.