C E E J A

EJA
EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS

MUNDO DO TRABALHO

BIOLOGIA

CADERNO DO ESTUDANTE

ENSINO MÉDIO

VOLUME 2

Nos Cadernos do Programa Educação de Jovens e Adultos (EJA) – Mundo do Trabalho/CEEJA são indicados *sites* para o aprofundamento de conhecimentos, como fonte de consulta dos conteúdos apresentados e como referências bibliográficas. Todos esses endereços eletrônicos foram verificados. No entanto, como a internet é um meio dinâmico e sujeito a mudanças, a Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação não garante que os *sites* indicados permaneçam acessíveis ou inalterados após a data de consulta impressa neste material.

A Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação autoriza a reprodução do conteúdo do material de sua titularidade pelas demais secretarias do País, desde que mantida a integridade da obra e dos créditos, ressaltando que direitos autorais protegidos* deverão ser diretamente negociados com seus próprios titulares, sob pena de infração aos artigos da Lei nº 9.610/98.

* Constituem "direitos autorais protegidos" todas e quaisquer obras de terceiros reproduzidas neste material que não estejam em domínio público nos termos do artigo 41 da Lei de Direitos Autorais.

Biologia : caderno do estudante. São Paulo: Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação (SDECTI) : Secretaria da Educação (SEE), 2015.
il. - - (Educação de Jovens e Adultos (EJA) : Mundo do Trabalho modalidade semipresencial, v. 2)

Conteúdo: v. 2. 2ª série do Ensino Médio.
ISBN: 978-85-8312-107-7 (Impresso)
978-85-8312-085-8 (Digital)

1. Biologia – Estudo e ensino. 2. Educação de Jovens e Adultos (EJA) – Ensino Médio. 3. Modalidade Semipresencial. I. Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação. II. Secretaria da Educação. III. Título.

CDD: 372.5

FICHA CATALOGRÁFICA
Tatiane Silva Massucato Arias – CRB-8 / 7262

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Geraldo Alckmin
Governador

Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação

Márcio Luiz França Gomes
Secretário

Cláudio Valverde
Secretário-Adjunto

Maurício Juvenal
Chefe de Gabinete

Marco Antonio da Silva
Coordenador de Ensino Técnico, Tecnológico e Profissionalizante

Secretaria da Educação

Herman Voorwald
Secretário

Cleide Bauab Eid Bochixio
Secretária-Adjunta

Fernando Padula Novaes
Chefe de Gabinete

Ghisleine Trigo Silveira
Coordenadora de Gestão da Educação Básica

Mertila Larcher de Moraes
Diretora do Centro de Educação de Jovens e Adultos

Adriana Aparecida de Oliveira, Adriana dos Santos Cunha, Durcilene Maria de Araujo Rodrigues, Gisele Fernandes Silveira Farisco, Luiz Carlos Tozetto, Raul Ravanelli Neto, Sabrina Moreira Rocha, Virginia Nunes de Oliveira Mendes
Técnicos do Centro de Educação de Jovens e Adultos

Concepção do Programa e elaboração de conteúdos

Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação

Coordenação Geral do Projeto
Ernesto Mascellani Neto

Equipe Técnica
Cibele Rodrigues Silva, João Mota Jr. e Raphael Lebsa do Prado

Fundação do Desenvolvimento Administrativo – Fundap

Wanderley Messias da Costa
Diretor Executivo

Márgara Raquel Cunha
Diretora Técnica de Formação Profissional

Coordenação Executiva do Projeto
José Lucas Cordeiro

Coordenação Técnica
Impressos: **Dilma Fabri Marão Pichoneri**
Vídeos: **Cristiane Ballerini**

Equipe Técnica e Pedagógica
Ana Paula Alves de Lavos, Carlos Ricardo Bifi, Elen Cristina S. K. Vaz Döppenschmitt, Emily Hozokawa Dias, Fabiana de Cássia Rodrigues, Fernando Manzieri Heder, Herbert Rodrigues, Jonathan Nascimento, Laís Schalch, Liliane Bordignon de Souza, Maria Helena de Castro Lima, Paula Marcia Ciacco da Silva Dias, Rodnei Pereira, Selma Borghi Venco e Walkiria Rigolon

Autores
Arte: Roseli Ventrella e Terezinha Guerra; *Biologia*: José Manoel Martins, Marcos Egelstein, Maria Graciete Carramate Lopes e Vinicius Signorelli; *Filosofia*: Juliana Litvin de Almeida e Tiago Abreu Nogueira; *Física*: Gustavo Isaac Killner; *Geografia*: Roberto Giansanti e Silas Martins Junqueira; *História*: Denise Mendes e Márcia Juliana Santos; *Inglês*: Eduardo Portela; *Língua Portuguesa*: Kátia Lomba Brakling; *Matemática*: Antonio José Lopes; *Química*: Olímpio Salgado; *Sociologia*: Dilma Fabri Marão Pichoneri e Selma Borghi Venco

Gestão do processo de produção editorial

Fundação Carlos Alberto Vanzolini

Mauro de Mesquita Spínola
Presidente da Diretoria Executiva

José Joaquim do Amaral Ferreira
Vice-Presidente da Diretoria Executiva

Gestão de Tecnologias em Educação

Direção da Área
Guilherme Ary Plonski

Coordenação Executiva do Projeto
Angela Sprenger e Beatriz Scavazza

Gestão do Portal
Luis Marcio Barbosa, Luiz Carlos Gonçalves, Sonia Akimoto e Wilder Rogério de Oliveira

Gestão de Comunicação
Ane do Valle

Gestão Editorial
Denise Blanes

Equipe de Produção
Editorial: Carolina Grego Donadio e Paulo Mendes
Equipe Editorial: Adriana Ayami Takimoto, Airton Dantas de Araújo, Alícia Toffani, Amarilis L. Maciel, Ana Paula S. Bezerra, Andressa Serena de Oliveira, Bárbara Odria Vieira, Carolina H. Mestriner, Caroline Domingos de Souza, Cíntia Leitão, Cláudia Letícia Vendrame Santos, David dos Santos Silva, Eloiza Mendes Lopes, Érika Domingues do Nascimento, Fernanda Brito Bincoletto, Flávia Beraldo Ferrare, Jean Kleber Silva, Leonardo Gonçalves, Lorena Vita Ferreira, Lucas Puntel Carrasco, Luiza Thebas, Mainã Greeb Vicente, Marcus Ecclissi, Maria Inez de Souza, Mariana Padoan, Natália Kessuani Bego Maurício, Olivia Frade Zambone, Paula Felix Palma, Pedro Carvalho, Polyanna Costa, Priscila Risso, Raquel Benchimol Rosenthal, Tatiana F. Souza, Tatiana Pavanelli Valsi, Thaís Nori Cornetta, Thamires Carolline Balog de Mattos e Vanessa Bianco Felix de Oliveira

Direitos autorais e iconografia: Ana Beatriz Freire, Aparecido Francisco, Fernanda Catalão, José Carlos Augusto, Larissa Polix Barbosa, Maria Magalhães de Alencastro, Mayara Ribeiro de Souza, Priscila Garofalo, Rita De Luca, Roberto Polacov, Sandro Carrasco e Stella Mesquita

Apoio à produção: Aparecida Ferraz da Silva, Fernanda Queiroz, Luiz Roberto Vital Pinto, Maria Regina Xavier de Brito, Natália S. Moreira e Valéria Aranha

Projeto gráfico-editorial e diagramação: R2 Editorial, Michelangelo Russo e Casa de Ideias

CTP, Impressão e Acabamento
Imprensa Oficial do Estado de São Paulo

Caro(a) estudante

É com grande satisfação que a Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, em parceria com a Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação, apresenta os Cadernos do Estudante do Programa Educação de Jovens e Adultos (EJA) – Mundo do Trabalho para os Centros Estaduais de Educação de Jovens e Adultos (CEEJAs). A proposta é oferecer um material pedagógico de fácil compreensão, que favoreça seu retorno aos estudos.

Sabemos quanto é difícil para quem trabalha ou procura um emprego se dedicar aos estudos, principalmente quando se parou de estudar há algum tempo.

O Programa nasceu da constatação de que os estudantes jovens e adultos têm experiências pessoais que devem ser consideradas no processo de aprendizagem. Trata-se de um conjunto de experiências, conhecimentos e convicções que se formou ao longo da vida. Dessa forma, procuramos respeitar a trajetória daqueles que apostaram na educação como o caminho para a conquista de um futuro melhor.

Nos Cadernos e vídeos que fazem parte do seu material de estudo, você perceberá a nossa preocupação em estabelecer um diálogo com o mundo do trabalho e respeitar as especificidades da modalidade de ensino semipresencial praticada nos CEEJAs.

Esperamos que você conclua o Ensino Médio e, posteriormente, continue estudando e buscando conhecimentos importantes para seu desenvolvimento e sua participação na sociedade. Afinal, o conhecimento é o bem mais valioso que adquirimos na vida e o único que se acumula por toda a nossa existência.

Bons estudos!

Secretaria da Educação

Secretaria de Desenvolvimento
Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação

APRESENTAÇÃO

Estudar na idade adulta sempre demanda maior esforço, dado o acúmulo de responsabilidades (trabalho, família, atividades domésticas etc.), e a necessidade de estar diariamente em uma escola é, muitas vezes, um obstáculo para a retomada dos estudos, sobretudo devido à dificuldade de se conciliar estudo e trabalho. Nesse contexto, os Centros Estaduais de Educação de Jovens e Adultos (CEEJAs) têm se constituído em uma alternativa para garantir o direito à educação aos que não conseguem frequentar regularmente a escola, tendo, assim, a opção de realizar um curso com presença flexível.

Para apoiar estudantes como você ao longo de seu percurso escolar, o Programa Educação de Jovens e Adultos (EJA) – Mundo do Trabalho produziu materiais especificamente para os CEEJAs. Eles foram elaborados para atender a uma justa e antiga reivindicação de estudantes, professores e sociedade em geral: poder contar com materiais de apoio específicos para os estudos desse segmento.

Esses materiais são seus e, assim, você poderá estudar nos momentos mais adequados – conforme os horários que dispõe –, compartilhá-los com sua família, amigos etc. e guardá-los, para sempre estarem à mão no caso de futuras consultas.

Os Cadernos do Estudante apresentam textos que abordam e discutem os conteúdos propostos para cada disciplina e também atividades cujas respostas você poderá registrar no próprio material. Nesses Cadernos, você ainda terá espaço para registrar suas dúvidas, para que possa discuti-las com o professor sempre que for ao CEEJA.

Os vídeos que acompanham os Cadernos do Estudante, por sua vez, explicam, exemplificam e ampliam alguns dos assuntos tratados nos Cadernos, oferecendo informações que vão ajudá-lo a compreender melhor os conteúdos. São, portanto, um importante recurso com o qual você poderá contar em seus estudos.

Além desses materiais, o Programa EJA – Mundo do Trabalho tem um *site* exclusivo, que você poderá visitar sempre que desejar: <http://www.ejamundodotrabalho.sp.gov.br>. Nele, além de informações sobre o Programa, você acessa os Cadernos do Estudante e os vídeos de todas as disciplinas, ao clicar na aba **Conteúdo CEEJA**. Já na aba **Conteúdo EJA**, poderá acessar os Cadernos e vídeos de Trabalho, que abordam temas bastante significativos para jovens e adultos como você.

Os materiais foram produzidos com a intenção de estabelecer um diálogo com você, visando facilitar seus momentos de estudo e de aprendizagem. Espera-se que, com esse estudo, você esteja pronto para realizar as provas no CEEJA e se sinta cada vez mais motivado a prosseguir sua trajetória escolar.

SUMÁRIO

TENHO DÚVIDAS

JÁ ESTUDEI

Unidade 1 – A biodiversidade e os desafios da classificação biológica.....9

Tema 1 – As bases da classificação biológica.....9
Tema 2 – A classificação em cinco reinos.....22

Unidade 2 – As plantas e os animais.....39

Tema 1 – O reino Plantae.....39
Tema 2 – O reino Animalia.....53

Unidade 3 – Origem e evolução da vida.....67

Tema 1 – Origem da vida.....67
Tema 2 – Evolução das espécies.....83

Unidade 4 – Origem das espécies e evolução humana.....94

Tema 1 – A origem das espécies.....94
Tema 2 – Evolução no dia a dia.....104
Tema 3 – Evolução biológica e cultural humana.....108

Caro(a) estudante,

Bem-vindo ao Volume 2 de Biologia. Nele serão abordados conhecimentos que procuram explicar a origem e a evolução da enorme diversidade de espécies biológicas que habitam a biosfera terrestre. Os assuntos aqui propostos incluem também aspectos da história da ciência: você vai perceber como as ideias sobre origem, evolução e classificação dos seres vivos foram se modificando ao longo do tempo.

Na Unidade 1, você saberá como alguns biólogos criaram o sistema de classificação dos seres vivos conhecido atualmente. Nesses estudos, verá que as pesquisas sobre a origem e o desenvolvimento da vida em nosso planeta provocaram mudanças nos critérios que classificam os seres vivos e, portanto, nos próprios sistemas de classificação. Após essa reflexão, você vai compreender melhor o sistema mais usado atualmente, o de classificação em cinco reinos – Monera, Protista, Fungi, Plantae e Animalia –, analisando os três primeiros deles.

Na Unidade 2, você vai estudar os reinos Plantae e Animalia, ampliando seus conhecimentos sobre a diversidade de plantas e de animais que vivem em todo o planeta. Verá que existem plantas tão pequenas e simples como os musgos, que podem crescer até mesmo sobre rochas à beira de riachos, e árvores tão grandes como o pinheiro-do-paraná, que cresce nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. Em relação ao reino animal, você saberá um pouco mais sobre a diversidade de animais que existem no planeta. Além disso, aprofundará os estudos sobre o organismo humano, por meio de comparações com outros animais mamíferos e vertebrados.

Na Unidade 3, você vai encontrar algumas explicações científicas para a origem e a evolução da vida em nosso planeta, conhecendo o que se pensa sobre como se formaram as primeiras moléculas orgânicas e os primeiros organismos celulares e sobre como os seres vivos se modificam ao longo do tempo, levando em conta o conceito de seleção natural. Além disso, terá a oportunidade de entrar em contato com algumas das ideias de pesquisadores como Francesco Redi, Louis Pasteur, Jean-Baptiste Lamarck e Charles Darwin. O estudo da Unidade contribuirá, dessa forma, para a visão de que a ciência está em constante transformação.

Por fim, na Unidade 4, você vai aprofundar seus conhecimentos sobre a evolução biológica, analisando os processos que levam à especiação, isto é, à origem de novas espécies de seres vivos. Esse estudo da evolução incluirá também a espécie humana. Outro ponto importante dessa última Unidade é conhecer como o próprio ser humano atua, por meio de seleção artificial, na evolução de outras espécies de seres vivos, obtendo vantagens, mas também algumas desvantagens.

Bons estudos!

A BIODIVERSIDADE E OS DESAFIOS DA CLASSIFICAÇÃO BIOLÓGICA

TEMAS

1. As bases da classificação biológica
2. A classificação em cinco reinos

Introdução

Pense na imensa variedade de seres vivos que habitam a biosfera terrestre, desde as profundezas dos oceanos até as montanhas mais altas, considerando todos os seres que habitam as superfícies dos continentes e das ilhas em todo o planeta. Você já imaginou como é possível agrupar seres tão diferentes e organizar um sistema de classificação que ajude diferentes tipos de pessoas, incluindo os cientistas, a compreender melhor o que é a vida e como preservá-la?

Esta Unidade apresentará os desafios da classificação biológica e as diversas reflexões e descobertas que as pesquisas científicas nessa área revelam para que se conheça cada vez melhor a grande biodiversidade que existe em nosso planeta.

As bases da classificação biológica — TEMA 1

Neste tema, você verá que a enorme diversidade de seres vivos existentes representa um grande desafio para os cientistas que trabalham com o propósito de criar sistemas de classificação biológica. Acompanhará a criação de alguns desses sistemas ao longo da história e refletirá sobre conceitos que surgiram nesse processo, como é o caso do conceito de espécie biológica, um bom exemplo de como o conhecimento científico está em permanente evolução.

O QUE VOCÊ JÁ SABE?

Imagine que você está fazendo compras em um supermercado, começa a olhar as prateleiras e gôndolas e não acha nada do que procura, porque tudo parece estar fora do lugar. Aflito, você pede ajuda a um funcionário, e ele lhe explica que a loja classifica os produtos por ordem alfabética. Então, você entende por que o sabonete, o sal e o sapato estão um ao lado do outro!

É claro que um supermercado como esse não existe, mas o caso é interessante para compreender que um sistema de classificação, ao organizar aquilo que se está classificando, tem de ser prático. No caso do supermercado, ele tem de facilitar a vida de quem vai fazer compras.



© Delfim Martins/Pulsar Imagens

Prateleiras de um supermercado, cujos produtos estão organizados por um critério de classificação.

- Quando você faz compras em um supermercado, como faz para achar o produto de que necessita?
- Em sua opinião, qual é o critério de classificação dos produtos em um supermercado?

Sistemas de classificação e classificação biológica

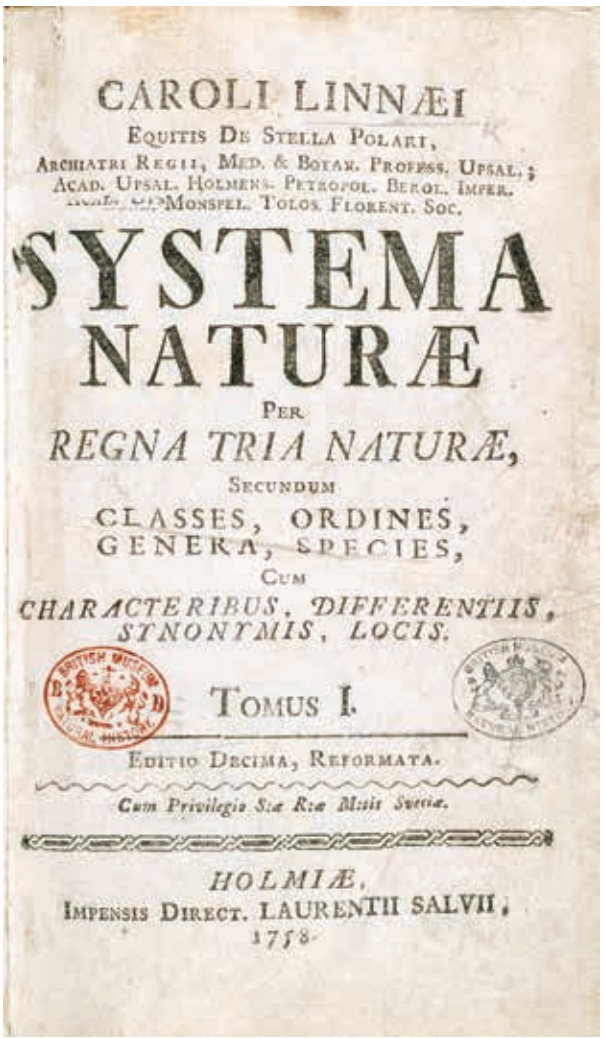
Sempre que há um conjunto muito grande de objetos, máquinas, utensílios ou mesmo seres vivos, é preciso que exista uma forma de organizar todos os itens desse conjunto. Isso é importante tanto para encontrar facilmente cada um deles como para compreender a variedade e os tipos de itens presentes nesse conjunto. No caso dos supermercados, os itens são organizados por categorias de acordo com sua utilidade: produtos de limpeza, produtos de higiene pessoal, alimentos em conserva, alimentos refrigerados, alimentos frescos, doces, utensílios domésticos etc.

A imensa variedade de seres vivos do planeta sempre intrigou os seres humanos, que desde tempos muito antigos procuram organizar esses seres em sistemas de classificação. Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.), filósofo da Grécia Antiga, propôs vários sistemas de classificação de seres vivos. Ele agrupava as plantas em três grupos, utilizando o tamanho como critério de classificação: ervas, arbustos e árvores. Também dividia os animais em aquáticos, aéreos e terrestres, utilizando o ambiente como critério de classificação.

Esse tipo de classificação mostrou-se inadequado. No caso dos animais, por exemplo, agrupá-los em aéreos (todos os que voam) cria um grupo que contém seres tão diferentes como um gavião e uma mosca doméstica. É quase tão estranho quanto misturar sal e sapato em um supermercado!

Entre os séculos XVI e XVII, vários sistemas de classificação biológica foram criados. E foi no século XVIII que surgiu na Europa um sistema que, em grande parte, é usado até hoje. O criador desse sistema foi o médico e naturalista sueco Carl von Linné (1707-1778), conhecido como Lineu, a forma de seu nome em português.

Em 1735, Lineu publicou a 1ª edição de sua obra *Sistema natural* (*Systema naturae*), na qual dividiu todos os seres em três reinos: mineral, vegetal e animal. Segundo ele, as classificações devem se basear em características estruturais e anatômicas, como a forma e a divisão do corpo, a distribuição dos membros e a posição dos órgãos internos. No caso das plantas, por exemplo, Lineu analisou a anatomia geral dos corpos e também o formato das flores e frutos para estabelecer um critério de classificação desses seres vivos.


CAROLI LINNÆI
EQUITIS DE STELLA POLARI,
ARCHIATRI REGII, MED. & BOTAN. PROFESS. UPSAL.;
ACAD. UPSAL. HOLMENS. PETROPOL. BEROL. IMPER.
MONSPEL. TOLOS. FLORENT. SOC.
SYSTEMA
NATURÆ
PER
REGNA TRIA NATURÆ,
SECUNDUM
CLASSES, ORDINES,
GENERA, SPECIES,
CUM
CHARACTERIBUS, DIFFERENTIIS,
SYNONYMIS, LOCIS.
TOMUS I.
EDITIO DECIMA, REFORMATA.
Cum Privilegio Sæ Reæ Mtis Suecia.
HOLMIÆ,
IMPENSIS DIRECT. LAURENTII SALVII,
1758.

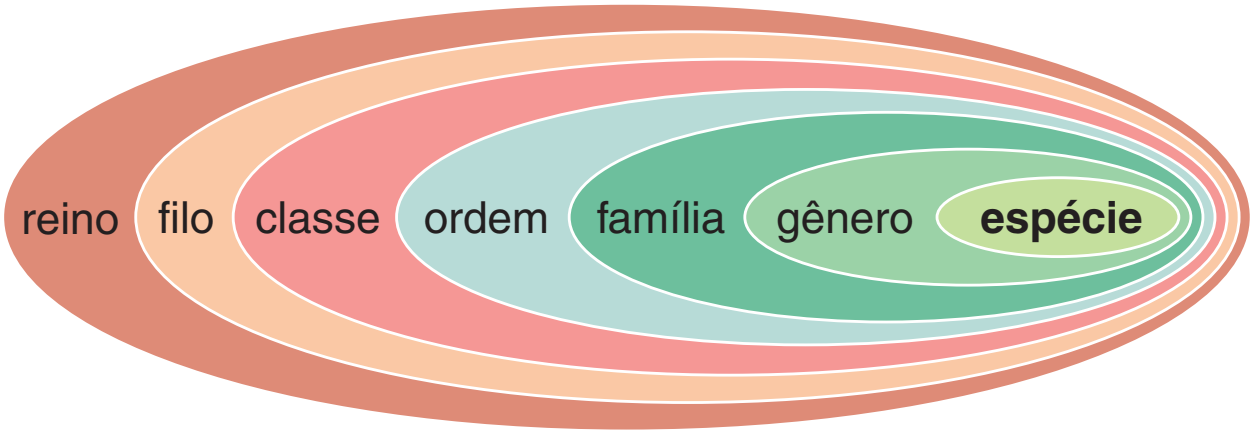
© Natural History Museum, London/SPL/Latinstock

Folha de rosto de uma das edições do livro de Lineu.

Taxonomia

Taxonomia é o nome dado aos estudos sobre a classificação dos seres vivos. A unidade de classificação biológica é denominada categoria taxonômica. No sistema organizado por Lineu, a categoria taxonômica básica é a **espécie**. Assim, os cães, os seres humanos e os coqueiros são exemplos de três espécies biológicas diferentes.

A partir dessa categoria taxonômica básica, a espécie biológica, Lineu agrupou espécies semelhantes em um novo grupo chamado de **gênero**. Seguindo esse princípio de criar categorias taxonômicas cada vez mais abrangentes, gêneros semelhantes são agrupados em **famílias**; famílias semelhantes são agrupadas em **ordens**; ordens semelhantes são agrupadas em **classes**; classes semelhantes são agrupadas em **filos**; e os filos são agrupados em **reinos**.



© Daniel Beneventi

As categorias taxonômicas do sistema de classificação biológica são agrupamentos cada vez mais abrangentes.

Nomenclatura binomial

Lineu permaneceu vários anos aperfeiçoando seu sistema de classificação e na 10ª e última edição de seu livro, em 1758, propôs uma forma para escrever o nome científico de qualquer ser vivo.

O nome de todo ser vivo é composto de duas palavras escritas em latim, considerada a língua culta na época em que Lineu desenvolveu seus trabalhos. A primeira palavra é o gênero, ou o nome genérico da espécie, que, acompanhada da segunda palavra, indica a espécie, ou nome específico. Por exemplo, o nome científico da espécie à qual pertencem os gatos é *Felis catus*. O nome genérico é sempre iniciado com letra maiúscula e o nome específico, com letra minúscula. Além disso, o nome científico deve ser escrito em *itálico*, ou <u>sublinhado</u>, para ficar destacado no texto.



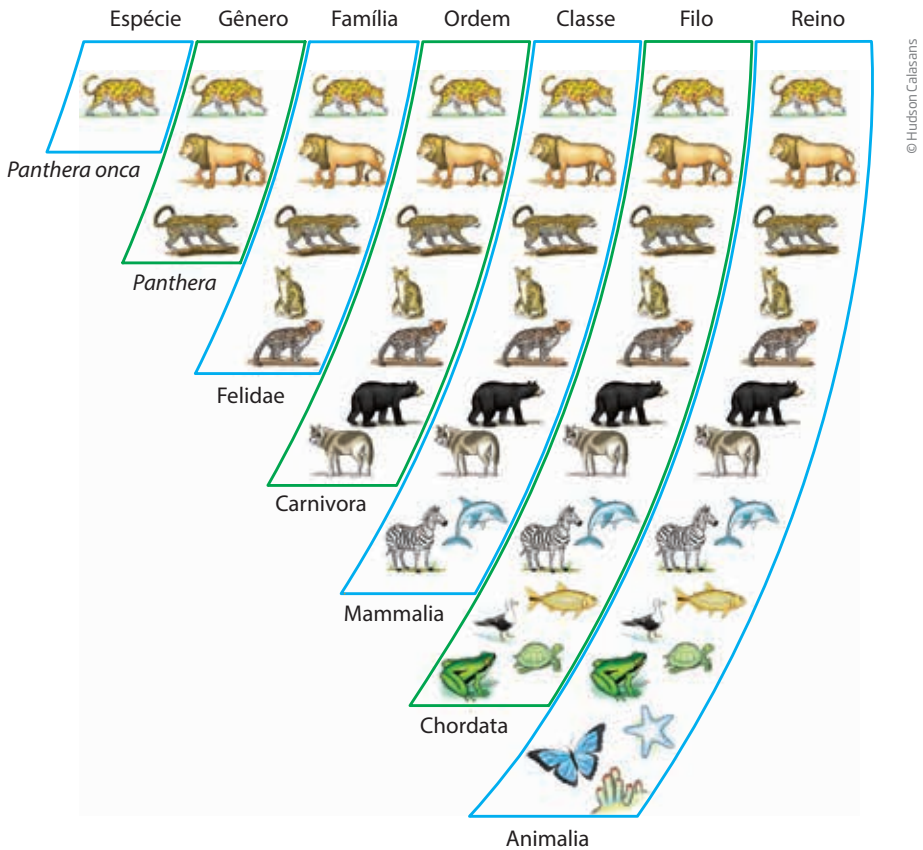
© Fabio Colombini

A onça-pintada, nome científico *Panthera onca*, é encontrada em quase todas as regiões do Brasil (com exceção dos Pampas, na região Sul) e é um animal em risco de extinção, principalmente em consequência da destruição de seu hábitat e de sua caça.

Como é formada por duas palavras, essa maneira de compor o nome científico ficou conhecida como nomenclatura binomial e é utilizada em todo o mundo, independentemente da língua adotada em cada país. Isso facilita muito a comunicação entre os cientistas.

Veja a classificação biológica da onça-pintada, feita com base nas categorias taxonômicas estabelecidas por Lineu há mais de 250 anos e ainda usadas pelos biólogos:

- Espécie: *Panthera onca*.
- Gênero: *Panthera*. Além da onça-pintada, pertencem a esse gênero: leão, tigre, leopardo etc.
- Família: Felidae (felinos). Além dos animais do gênero *Panthera*, pertencem a essa família: gatos domésticos, gatos selvagens, jaguatiricas, onças-pardas, guepardos, linces etc.
- Ordem: Carnivora (carnívoros). Além dos animais da família Felidae, pertencem a essa ordem: ursos, lobos, cães, raposas, coiotes etc.
- Classe: Mammalia (mamíferos). Além dos animais da ordem Carnivora, pertencem a essa classe: carneiros, cavalos, gorilas, seres humanos etc.
- Filo: Chordata. Além dos animais da classe Mammalia, pertencem a esse filo: peixes, anfíbios, répteis e aves.
- Reino: Animalia. Além dos animais do filo Chordata, pertencem a esse reino: águas-vivas, lombrigas, minhocas, insetos, aranhas, caranguejos, estrelas-do-mar etc.



Classificação biológica da espécie *Panthera onca*.

ATIVIDADE 1 Nomenclatura binomial

A alternativa que contém o nome científico da espécie humana escrito corretamente é:

a) Homo Sapiens

b) homo sapiens

c) *Homo sapiens*

d) Homo Sapiens

ATIVIDADE 2 Espécies, gêneros e nomes científicos

O quadro a seguir apresenta o nome popular, o nome científico e a região em que vivem sete animais da família dos felinos (família Felidae).

	Nome popular	Região que habita	Nome científico
1	Cugar	América do Norte	*Puma concolor*
2	Gato-do-mato	Américas do Sul e Central	*Leopardus tigrinus*
3	Jaguatirica	Américas do Sul, Central e do Norte	*Leopardus pardalis*
4	Leão	Savanas africanas	*Panthera leo*
5	Onça-parda	Américas do Sul, Central e do Norte	*Puma concolor*
6	Onça-pintada	Américas do Sul e Central	*Panthera onca*
7	Tigre-de-bengala	Índia	*Panthera tigris*

Observando com atenção o nome científico desses animais, responda:

1 Quantas espécies de felinos estão representadas no quadro? Por que esse número não é igual ao número de animais, sete?

2 Quantos gêneros estão representados no quadro? Quais são eles? Como você chegou a essa conclusão?

O conceito biológico de espécie

Como você viu, a categoria taxonômica básica do sistema de classificação biológica é a espécie. Mas o que é uma espécie biológica?

Nos anos 1940, alguns biólogos propuseram uma definição de espécie que ficou conhecida como **conceito biológico de espécie**. Um de seus formuladores, o biólogo alemão Ernst Mayr (1904-2005), descreveu:

> Espécie é um grupo de populações cujos indivíduos, em condições naturais, são capazes de se cruzar e produzir descendentes férteis, estando reprodutivamente isolados de outras espécies.
>
> MAYR, Ernst apud AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto R. *Fundamentos da Biologia Moderna*. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2006. p. 695.

Essa definição procura ser mais precisa do que aquela desenvolvida por Lineu no século XVIII. De acordo com ela, são da mesma espécie os indivíduos que conseguem se cruzar e produzir descendentes férteis. Por exemplo, o cavalo (*Equus caballus*) e o jumento (*Equus asinus*) são animais muito parecidos. Eles pertencem ao mesmo gênero, *Equus*, porém são de espécies diferentes. Quando ocorre o cruzamento de um jumento com uma égua ou de uma jumenta com um cavalo, nasce um mulo, também chamado de mula ou burro (*Equus africanus asinus*). Esse animal é um **híbrido estéril**.

Híbrido estéril

Animal que resultou do cruzamento de duas espécies diferentes (híbrido) e que não é fértil, ou seja, não tem a capacidade de se reproduzir.



© João Prudente/Pulsar Imagens



© Fabio Colombini



© Cesar Diniz/Pulsar Imagens

O burro (A) é um híbrido estéril. Ele é o resultado do cruzamento de duas espécies biológicas diferentes: a égua (B) e o jumento (C).

O conceito biológico de espécie está baseado na ideia de isolamento reprodutivo, ou seja, duas espécies diferentes que convivem em ambiente natural não se cruzam porque estão isoladas reprodutivamente, por motivos físicos (um é muito maior do que o outro, ou muito diferente), comportamentais ou genéticos. Existe também o isolamento geográfico: às vezes, duas espécies diferentes não se cruzam

em condições naturais porque não vivem perto uma da outra. Porém, mesmo sendo espécies diferentes, se elas forem colocadas juntas podem se cruzar e dar origem a descendentes. Nesse caso, biologicamente, considera-se que essas duas espécies são diferentes e estão isoladas geograficamente uma da outra.

Em um zoológico, por exemplo, é possível cruzar um tigre (*Panthera tigris*) com uma leoa (*Panthera leo*) e produzir um híbrido chamado de *tigon*, mistura dos nomes *tiger* e *lion*, "tigre" e "leão" em inglês. No entanto, o cruzamento entre tigres e leões não ocorre na natureza, porque os tigres habitam florestas na Índia e na China, e os leões vivem nas savanas africanas.

Apesar dos esforços de vários cientistas, o conceito de espécie ainda causa muitas discussões. No caso do conceito biológico de espécie aqui apresentado, uma de suas maiores limitações é o fato de que só é válido para as espécies com **reprodução sexuada**. Em casos como o das bactérias, que apresentam **reprodução assexuada**, esse conceito não se aplica e as espécies precisam ser determinadas por outros critérios de comparação.

Glossário

Reprodução sexuada

Aquela na qual um novo indivíduo é produzido pela fusão de duas células (um gameta masculino e um feminino).

Reprodução assexuada

Aquela na qual um único indivíduo gera descendentes geneticamente idênticos a ele.

ATIVIDADE 3 Conceito de espécie biológica

Os canários-do-reino (*Serinus canaria*) têm sua origem em espécies que vieram das Ilhas Canárias, que fazem parte de um arquipélago no Atlântico Norte, próximo à costa do norte da África. Em cativeiro, os canários podem cruzar com uma espécie de pássaro vindo do norte da América do Sul, o pintassilgo-da-venezuela (*Carduelis cucullata*). Os filhotes são os canários-vermelhos, muito apreciados pelos criadores. Tendo como referência o conceito biológico de espécie definido pelo biólogo Ernst Mayr, apresentado anteriormente, e levando em conta que os canários têm origem nas Ilhas Canárias e que os pintassilgos vivem no norte da América do Sul, do outro lado do Oceano Atlântico, explique por que, apesar de gerarem descendentes, os canários-do-reino e os pintassilgos-da-venezuela são considerados duas espécies distintas.

PENSE SOBRE...

Você já pensou quantas espécies de seres vivos diferentes habitam nosso planeta? Será que a enorme variedade de seres vivos é importante para que a vida se perpetue?

Em uma grande loja, a fácil localização dos produtos pelos consumidores é um fator importante para que as vendas ocorram. Essa fácil localização depende de um bom sistema de classificação dos produtos nas prateleiras. De forma parecida, na Biologia o sistema de classificação dos seres vivos é importante para a compreensão da própria história da vida na Terra e de como estes diferentes seres se distribuem em todas as regiões do planeta. Você já pensou sobre isso?

Imagine agora o trabalho de três biólogos descrevendo o modo de vida de aves. Um cientista estadunidense publica um artigo sobre a alimentação do *roseate spoonbill*. Outro, um brasileiro, escreve sobre a reprodução do colhereiro. E um biólogo mexicano discorre sobre o *espátula rosada*. Ao analisar os trabalhos uns dos outros, todos chegam à conclusão de que escreveram sobre a mesma ave: *Platalea ajaja*.

Os nomes científicos dos seres vivos também funcionam como um "bom sistema de localização", tal como o dos supermercados.



© Sharp/Photoresearchers/Latinstock

Platalea ajaja, conhecido no Brasil como colhereiro, por causa do formato do seu bico.

A evolução e a classificação biológica moderna

O sistema de classificação biológica passou por grandes transformações em consequência das ideias evolucionistas, que têm como primeiros autores os biólogos britânicos Alfred Russel Wallace (1823-1913) e Charles Darwin (1809-1882). Darwin, em seu livro *A origem das espécies*, publicado pela primeira vez em 1859, apresentou um modelo científico por meio do qual é possível explicar como as inúmeras espécies de seres vivos puderam surgir na Terra, a partir de um primeiro ser vivo que, hoje se sabe, começou a se diversificar cerca de 3,5 bilhões de anos atrás.

Com base na ideia de que toda espécie de ser vivo tem origem em uma espécie anterior que se modificou, os sistemas de classificação biológica passaram a considerar que indivíduos que pertencem a um mesmo gênero devem ser parentes mais

próximos do que aqueles que pertencem a gêneros diferentes. Da mesma forma, se dois indivíduos pertencem a uma mesma família, por exemplo, a dos felinos (família Felidae), eles devem ser parentes mais próximos entre si do que em relação aos ursos, que pertencem à família Ursidae.

Atualmente, os estudos sobre os sistemas de classificação biológica levam em conta diversos critérios comparativos para estabelecer o grau de parentesco entre as diferentes espécies. Parte-se sempre da ideia de que, se duas espécies biológicas são muito parecidas e pertencem a um mesmo gênero, então elas também podem ser muito próximas evolutivamente, ou seja, devem ter surgido na mesma época.

Essa área de trabalho é conhecida pelos cientistas como **sistemática** e inclui os estudos de Taxonomia, de Paleontologia (estudo dos fósseis), de Genética, de Bioquímica e de todos os dados que possam contribuir para confirmar as relações de parentesco entre as espécies estudadas, a fim de fazer a melhor classificação biológica possível.

Sem dúvida, a sistemática é uma área de estudos que confirma o fato de que a ciência está sempre em transformação e de que o conhecimento científico avança com o surgimento de novas descobertas, possibilitando que novas ideias substituam aquelas que se mostraram pouco eficientes ou inadequadas para explicar os fenômenos.

ATIVIDADE 4 Classificação e parentesco evolutivo

O quadro a seguir mostra o nome popular, o nome científico e a família de seis espécies de plantas.

Nome popular	Nome científico	Família
Feijão-comum	*Phaseolus vulgaris*	Fabaceae
Feijão-verde	*Phaseolus lunatus*	Fabaceae
Feijão-de-corda	*Vigna unguiculata*	Fabaceae
Trigo	*Triticum aestivum*	Poaceae
Arroz	*Orysa sativa*	Poaceae
Pau-brasil	*Caesalpinia echinata*	Fabaceae

Com base nas informações presentes no quadro, responda às questões utilizando o nome popular.

1 Qual é a planta mais parecida com o feijão-comum? Por quê?

2 Qual é a planta mais semelhante ao feijão-verde: o arroz ou o pau-brasil? Como você chegou a essa conclusão?

3 Por que é possível afirmar que o arroz é mais semelhante em relação ao trigo do que ao feijão-comum?

4 Por que se pode dizer que o feijão-comum é evolutivamente mais próximo do feijão-verde do que do feijão-de-corda?

DESAFIO

No ano de 1500, os portugueses já se referiam ao Brasil como a "Terra dos Papagaios", incluindo nessa designação os papagaios, araras e periquitos. Estas aves pertencem a uma mesma família da ordem Psittaciformes. Dentre elas, pode-se citar:

Araras	Papagaios	Periquitos
Arara-vermelha *Ara chloroptera*	Papagaio-verdadeiro *Amazona aestiva*	Periquito-de-cabeça-azul *Aratinga acuticaudata*
Arara-canga *Ara macau*	Papagaio-da-cara-roxa *Amazona brasilienis*	Periquito-rei *Aratinga aurea*
Arara-canindé *Ara ararauna*	Papagaio-chauá *Amazona rhodocorytha*	Periquito-da-caatinga *Aratinga cactorum*

O grupo de aves relacionadas compreende

a) 3 espécies e 3 gêneros.
b) 9 espécies e 3 gêneros.
c) 3 espécies de uma única família.
d) 9 espécies de um mesmo gênero.
e) 3 espécies de uma única ordem.

Unesp 2003. Disponível em: <http://download.uol.com.br/vestibular/provas/2003/unesp2_con_ger.pdf>. Acesso em: 10 set. 2014.

HORA DA CHECAGEM

Atividade 1 - Nomenclatura binomial

Alternativa correta: **c**. De acordo com as regras de escrita dos nomes científicos, a palavra que indica o gênero é iniciada com maiúscula, e a palavra que indica a espécie, com minúscula. Além disso, o nome científico é grafado em itálico.

Atividade 2 - Espécies, gêneros e nomes científicos

1 O critério para saber a quantidade de espécies é contar quantos nomes científicos diferentes há no quadro. Portanto, são seis espécies diferentes. Isso ocorre porque o cugar e a onça-parda, apesar de terem nomes populares diferentes, são a mesma espécie de animal.

2 Estão representados no quadro três gêneros: *Leopardus*, *Panthera* e *Puma*. A conclusão é possível com base na análise dos nomes científicos, que sempre apontam o gênero do animal no primeiro nome.

Atividade 3 - Conceito de espécie biológica

Canários-do-reino e pintassilgos-da-venezuela são considerados duas espécies distintas porque, segundo o conceito biológico de espécie, o cruzamento deve ocorrer em condições naturais para que os animais sejam considerados da mesma espécie. Cruzamentos entre um canário-do-reino e um pintassilgo-da-venezuela não ocorrem na natureza, já que os canários habitam as Ilhas Canárias, e os pintassilgos vivem no norte da América do Sul.

Atividade 4 - Classificação e parentesco evolutivo

1 O feijão-verde é a planta mais parecida com o feijão-comum, pois os dois pertencem ao mesmo gênero, *Phaseolus*.

2 O pau-brasil é a planta mais semelhante ao feijão-verde, porque ambos pertencem à mesma família, Fabaceae; já o arroz é da família Poaceae.

3 Porque o arroz e o trigo pertencem à mesma família, Poaceae, e o feijão-comum é da família Fabaceae.

4 Porque o feijão-comum e o feijão-verde pertencem ao mesmo gênero, *Phaseolus*, e o feijão-de-corda pertence a outro gênero, *Vigna*.

Desafio

Alternativa correta: **b**. No quadro há nove espécies diferentes, como se pode ver pelos nomes científicos, e apenas três gêneros: *Ara*, *Amazona* e *Aratinga*.



Registro de dúvidas e comentários

Neste tema, você conhecerá uma das formas possíveis de classificar a imensa diversidade de seres vivos existentes, a classificação em cinco reinos, a qual já vem sendo questionada por causa de novas descobertas sobre os seres vivos nas últimas décadas. Verá, também, um tipo de ser vivo que não está incluído em nenhum reino, o vírus. E, muito importante, avançará em seus estudos sobre a diversidade biológica, conhecendo cada vez mais os seres vivos com os quais você compartilha o planeta.

O QUE VOCÊ JÁ SABE?

Existe uma enorme quantidade de seres vivos compartilhando a biosfera terrestre com os seres humanos. Observe as imagens.


© Fábio Colombini

Coqueiro-anão. Altura: 3 m.


© Dr. Richard Kessel & Dr. Gene Shih, Visuals Unlimited/SPL/Latinstock

Paramécio. Comprimento: 0,3 mm.


© Alexander Semenov/SPL/Latinstock

Água-viva. Diâmetro: entre 20 cm e 30 cm.


© Palê Zuppani/Pulsar Imagens

Tamanduá-bandeira. Comprimento: 2 m.


© Tim Zurowski/All Canada Photos/Corbis/Latinstock

Gafanhoto. Comprimento: cerca de 5 cm.


© Cristiano Burmester/SambaPhoto

Estrela-do-mar. Diâmetro: cerca de 20 cm.


© epicstockmedia/123RF

Tartaruga marinha. Comprimento: cerca de 2 m.

Representações fora de escala.

• Dos seres vivos mostrados nas fotografias, quais você já viu, mesmo que pela TV ou em uma revista?

• Você sabe o nome científico de algum deles?

A classificação biológica e os cinco reinos

Com base nos trabalhos de Lineu, as classificações biológicas passaram a dividir todos os seres vivos em dois grupos, o reino vegetal (Plantae) e o reino animal (Animalia). E, conforme os novos conhecimentos científicos eram produzidos, as limitações dessa forma de classificação em dois reinos foram aparecendo.

A descoberta dos microrganismos, possibilitada pelo uso dos microscópios no século XVII, revelou uma grande diversidade de novas espécies de seres vivos cuja classificação no sistema de dois reinos era muito difícil. Um exemplo desses microrganismos difíceis de classificar como vegetal ou animal é a euglena, que, hoje se sabe, realiza fotossíntese, uma característica que era considerada exclusiva das plantas, e consegue se movimentar, uma característica que era considerada exclusiva dos animais.

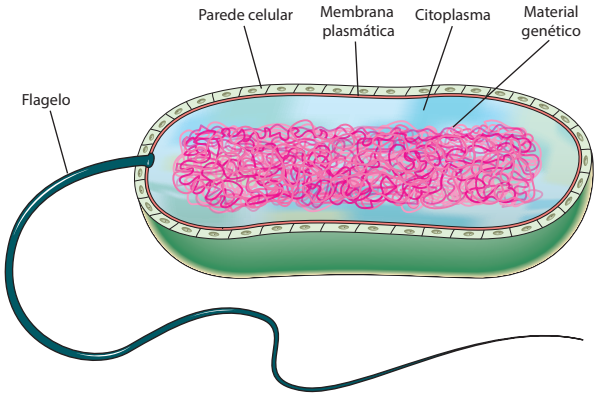


© Alex Rakosy, Custom Medical Stock Photo/SPL/Latinstock

A euglena (*Euglena* sp.) é um protozoário que faz fotossíntese e que consegue se movimentar por meio das vibrações de seu flagelo (na extremidade esquerda). Comprimento real: 0,7 mm.

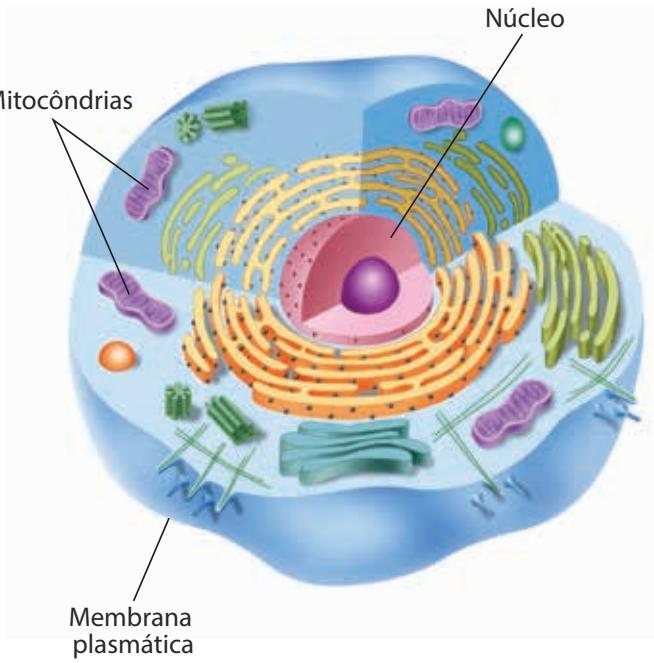
Outra contribuição importante permitida pelos microscópios foi a compreensão de que todos os seres vivos são formados por uma estrutura básica, a **célula**. A célula está envolvida completamente pela membrana plasmática e é preenchida por um material denominado citoplasma, no qual se encontram partes da própria célula, inclusive seu material genético (DNA). Existem **seres unicelulares**, formados por uma única célula, como as bactérias e as euglenas; e **seres multicelulares**, formados por muitas células, como todas as plantas e os animais, entre eles os seres humanos.

Com o aperfeiçoamento dos microscópios, foi possível ver que algumas células possuem um núcleo, no qual fica o material genético, separado do citoplasma. Outras, mais simples, não possuem núcleo e o seu material genético fica mergulhado no citoplasma. Células sem núcleo organizado são denominadas **procarióticas**, e células com núcleo, **eucarióticas** – nomes relacionados ao envoltório do núcleo celular, chamado de carioteca (do grego *karyon*, "núcleo").



© Hudson Calasans

Representação de uma célula procariótica.



© Hudson Calasans

Representação de uma célula eucariótica. Note que essa célula contém partes membranosas, além do núcleo, como as mitocôndrias (pequenos órgãos que produzem a energia necessária à célula).

VÍRUS

Os vírus, que causam doenças como a gripe e o sarampo, são seres mais simples que uma célula e, por isso, são chamados de **acelulares** (não possuem estrutura celular). Sua estrutura básica é uma cápsula de proteínas dentro da qual se encontra o material genético, DNA ou RNA.

Como os vírus não possuem estrutura celular e precisam parasitar outras células para realizar sua reprodução e propagação, eles não são classificados em nenhum dos cinco reinos, ou seja, não são considerados seres vivos nesse sistema de classificação.

E, embora não haja consenso entre os cientistas sobre isso, também é preciso problematizar sob outro ponto de vista, uma vez que há diferentes formas de vírus com organização e material genético muito distintos (DNA dupla fita, DNA simples fita, RNA simples fita, RNA dupla fita), o que dificultaria propor uma classificação única, nos moldes dos reinos até então conhecidos. Você conhecerá mais sobre os vírus neste tema.

Com os novos avanços na fabricação dos microscópios, no século XIX, vários "pequenos animais" foram descobertos e os biólogos passaram a chamá-los de **protozoários** (de *protos*, que significa "primeiros" em grego, e *zoários*, que se refere a "animais"). Esse grupo reunia todos os seres vivos unicelulares **heterotróficos** (que ingerem alimento).

Em 1866, o zoólogo alemão Ernst Haeckel (1834-1919) criou um reino no qual reuniu todos os protozoários, que chamou de Protista. A partir daí, os protozoários deixaram de ser considerados "pequenos animais", pois já não pertenciam ao reino dos animais.

Nesse sistema de classificação, todos os seres vivos unicelulares eram considerados protistas, inclusive as bactérias. No entanto, quando os microscópios possibilitaram distinguir células procarióticas e eucarióticas, foi constatado que as bactérias são formadas por células procarióticas, diferentemente dos protozoários, que são compostos de células eucarióticas. Assim, em 1956, surgiu o reino Monera, no qual foram colocados os seres vivos unicelulares com células procarióticas, como as bactérias. Em 1969, foi criado, por fim, o reino Fungi, para abrigar os fungos, que antes eram parte do reino Protista.

Na década de 1980, as biólogas estadunidenses Lynn Margulis (1938-2011) e Karlene Schwartz (1936-) reorganizaram alguns aspectos da classificação dos protistas, propondo um novo reino, o Protoctista, que, além de todos os protozoários (seres unicelulares heterotróficos com células eucarióticas), inclui também as algas unicelulares e multicelulares; estas são consideradas plantas na classificação em cinco reinos. A ideia dessas biólogas foi aceita, porém o nome do reino continuou a ser Protista.

Este Caderno adota o sistema de classificação em cinco reinos: Monera, Protista, Fungi, Plantae e Animalia, como são seus nomes científicos.

ATIVIDADE 1 Os cinco reinos

Sobre a classificação dos seres vivos, é correto afirmar:

a) O reino Monera é representado por seres multicelulares.

b) O reino Protista é representado por microrganismos com células procarióticas.

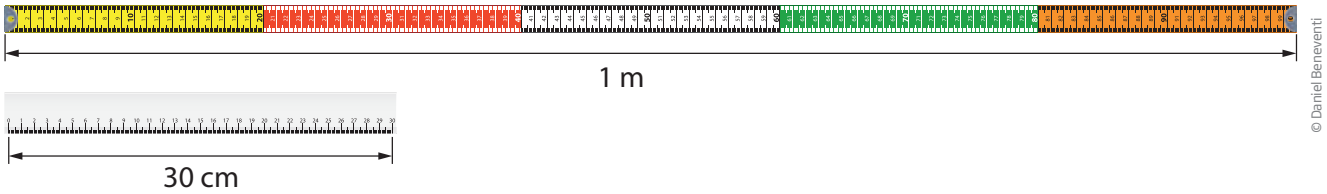
c) O reino Monera é representado por seres com células procarióticas.

d) O reino Protista é representado somente por seres heterotróficos.

ORIENTAÇÃO DE ESTUDO

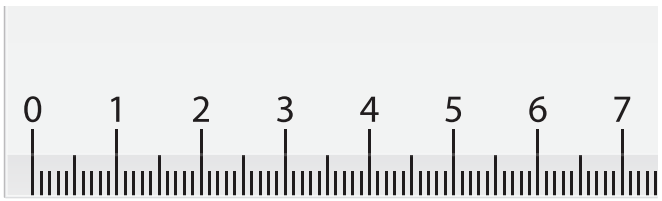
Você vai agora refletir um pouco sobre o tamanho dos seres microscópicos. Eles são tão pequenos que para medi-los são utilizados instrumentos e unidades de medida que talvez você não conheça: milímetro, micrômetro e nanômetro. Para

entendê-los, seria bom ter em mãos uma régua comum, feita de plástico transparente com divisão em milímetros, e uma fita métrica de costura ou um metro dobrável. Veja as imagens.



© Daniel Beneventi

Régua transparente de 30 cm abaixo de uma fita métrica com 1 m de comprimento esticada.



© Daniel Beneventi

Régua com a divisão em milímetros, vista de perto.



© Carlos Velayos/123RF

Metro de madeira dobrável.

Coloque a régua abaixo da fita métrica (ou do metro dobrável), como mostra a primeira imagem, para comparar os dois. Observe que 1 milímetro, menor distância marcada na régua, corresponde a 1 milésimo de 1 metro, ou seja, para formar 1 metro são necessários 1.000 milímetros.

Para refletir sobre o tamanho dos microrganismos, pense no seguinte:

- O paramécio, apresentado no início deste tema, tem pouco menos de meio milímetro de comprimento, ou seja, 0,5 mm. Olhando para as divisões em milímetros da régua, dá para imaginar que esse protozoário poderia até ser visto como um pequeno ponto.

- As leveduras, que serão estudadas no texto sobre fungos, têm o comprimento de 7,5 milésimos de milímetro, ou 0,0075 mm. Isso corresponde a 7,5 milionésimos de metro, que se pode escrever 7,5 µm (sete vírgula cinco micrômetros).

- A bactéria flagelada *Proteus mirabilis*, que você vai ver no texto *Reino Monera*, tem cerca de 1,5 µm de comprimento (1,5 milionésimo de metro ou 1,5 milésimo de milímetro). Esse é um tamanho muito pequeno e, para ter ideia do que isso significa, você pode imaginar o seguinte: se uma bactéria tem 1,0 µm de comprimento; então, para formar uma fileira de apenas 1 mm de comprimento, seria necessário enfileirar mil bactérias uma atrás da outra.

• Os menores seres vivos que existem são os vírus. Alguns deles têm apenas 20 milionésimos de milímetro de comprimento. Isso significa que, para formar uma fileira de 1 mm com esses seres, seria necessário enfileirar nada menos do que 500 mil deles!

Os reinos Monera, Protista e Fungi

Você vai conhecer agora os reinos Monera, Protista e Fungi. Os reinos Plantae e Animalia serão estudados com mais detalhes na próxima Unidade.

Reino Monera

Esse reino contém todos os organismos unicelulares com células procarióticas e é dividido em dois sub-reinos: o das **bactérias** e o das **arqueas**.

Quando o reino Monera foi criado, em 1956, todos os seres a ele pertencentes eram chamados de bactérias. No entanto, com o avanço das análises da constituição química dos seres desse reino, ficou claro que havia dois grupos diferentes: o das bactérias e o das arqueas. Você vai conhecer um pouco sobre cada um desses grupos agora.

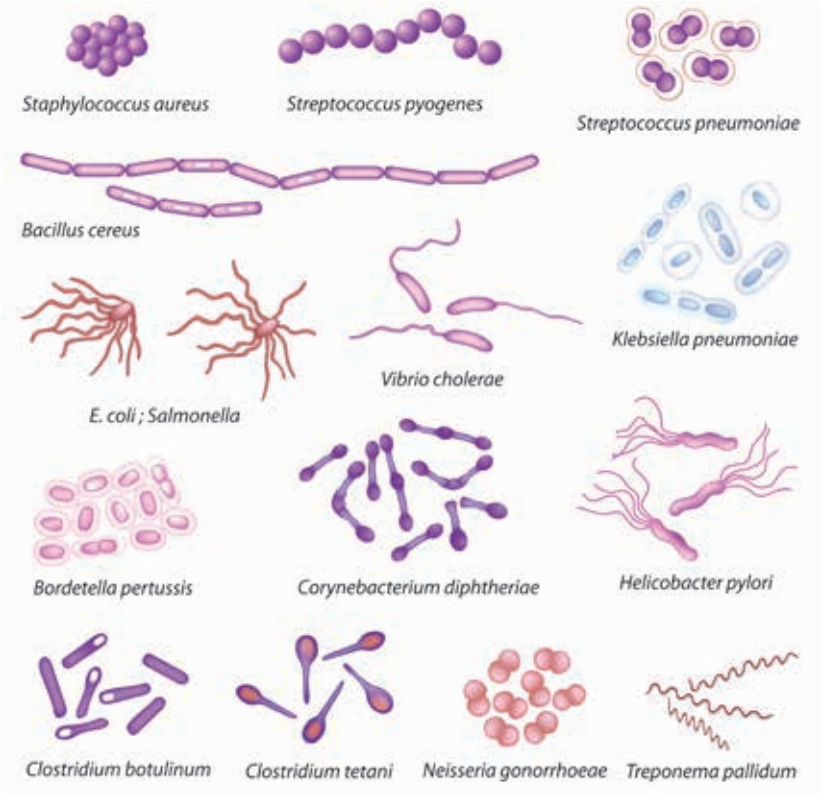
Bactérias

As bactérias não são visíveis a olho nu, por isso a descoberta desses seres está relacionada à criação dos primeiros microscópios. Embora o primeiro microscópio tenha sido criado no fim do século XVI, somente em meados do século XVII as bactérias foram observadas pela primeira vez pelos construtores desses microscópios.

Por muito tempo, os cientistas estudaram as bactérias e outros microrganismos por curiosidade, até que, na segunda metade do século XIX, o médico alemão Robert Koch (1843-1910) descobriu que uma doença do gado era causada por bactérias. Na mesma época, na França, o pesquisador francês Louis Pasteur (1822-1895) demonstrou que uma doença que atacava larvas de bicho-da-seda também era causada por um microrganismo. Com base nessas observações, muitos estudiosos passaram a achar que todas as bactérias transmitiam doenças. No entanto, pesquisas posteriores mostraram que, embora esses seres vivos sejam os mais abundantes da biosfera terrestre, apenas uma minoria é causadora de doenças.

Várias espécies de bactérias vivem no tubo digestório do ser humano, algumas das quais ajudam a produzir vitaminas. Nas fezes humanas, sem levar em conta a água, mais da metade da matéria fecal é constituída por bactérias ou restos de bactérias.

Em relação ao tamanho, as bactérias são seres vivos muito pequenos, com o comprimento, em média, de 1 milésimo de milímetro, ou 1 milionésimo de metro, que corresponde a 1 micrômetro, ou 1 µm (µ é a letra grega "mi", que representa 1 milionésimo, ou seja, µm é a unidade de medida metro dividida por 1 milhão).



© Can Stock Photo

Diferentes formatos de bactérias e formas de associação em colônias.

Outra característica das células bacterianas é que elas podem ter diferentes formatos e se juntar constituindo colônias. As bactérias com formato esférico são chamadas de cocos. Dois cocos compõem um diplococo; oito cocos formam um cubo denominado sarcina; cocos alinhados são chamados de estreptococos; e assim por diante. As bactérias com formato de bastonete são nomeadas de bacilos; as com formato de vírgula, de vibrião; e as com formato espiralado, de espirilo. Veja alguns desses formatos e colônias na ilustração acima.

A maioria das bactérias, além da membrana celular, apresenta uma parede externa que as protege de agressões do ambiente.

Existem também bactérias que possuem flagelos, isto é, estruturas que lembram pelos e que possibilitam o movimento da bactéria, impulsionando-a e promovendo seu deslocamento.

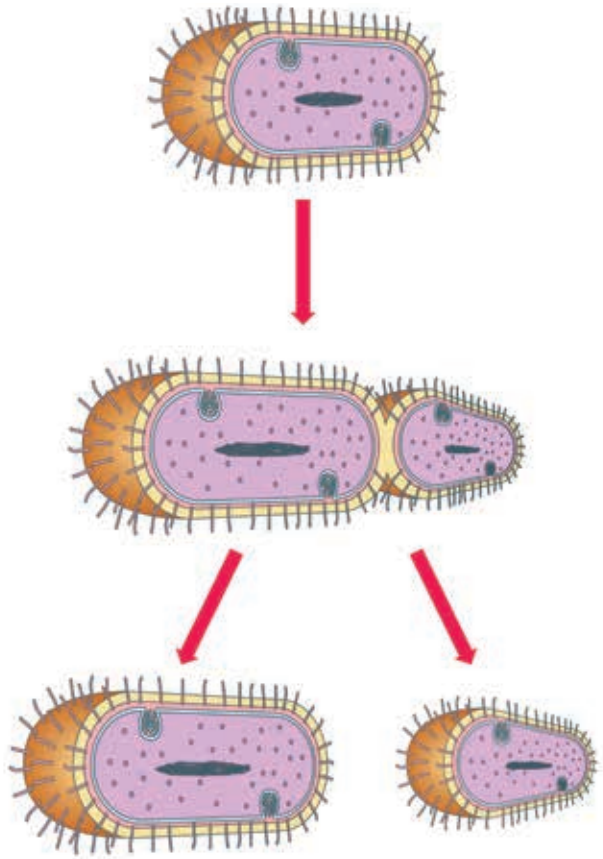

© Eye of Science/SPL/Latinstock

Fotografia em microscópio eletrônico da bactéria flagelada *Proteus mirabilis*. Diâmetro real: 0,6 micrômetro.

Reprodução das bactérias

As bactérias geralmente se reproduzem de forma assexuada. Cada uma delas pode se dividir em duas por um processo chamado de divisão binária. As duas bactérias descendentes são idênticas à primeira e podem se dividir também pelo mesmo processo, que dura aproximadamente 20 minutos.

Antes de se dividir, o **cromossomo** da bactéria se duplica, formando dois cromossomos idênticos ao primeiro. A partir dessa duplicação, os dois cromossomos idênticos se afastam um do outro e, em seguida, a membrana de cada célula nova se completa, provocando a separação das duas bactérias-filhas.



© Peter Gardiner/SPL/Latinstock

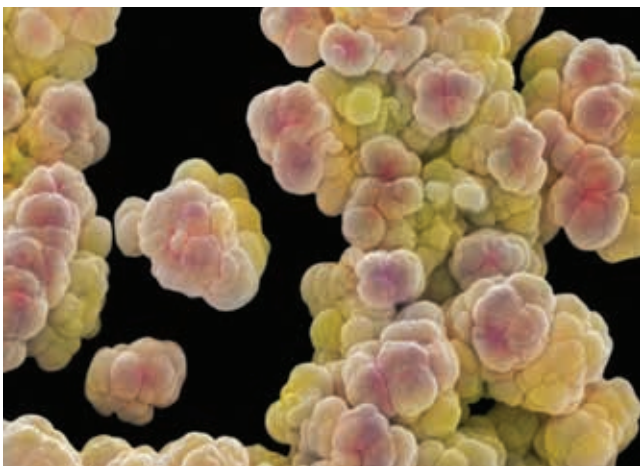
Por divisão binária uma bactéria se reproduz, dando origem a duas novas.

Cromossomo

Molécula de DNA, em forma de fios, na qual se encontram as informações necessárias ao controle do funcionamento da célula, inclusive sua reprodução. No cromossomo estão localizados os genes de todo ser vivo. Um gene é um segmento da molécula de DNA que possui uma informação genética.

Arqueas

As arqueas (do grego *archaio*, que significa "antigo") são seres unicelulares com células procarióticas que podem ter forma espiralada, esférica, achatada ou irregular. Elas habitam ambientes como lagos de água muito salgada, fontes de águas termais (quentes) com temperaturas que podem chegar a 80 °C, lagos com água muito ácida e fendas profundas do oceano, onde vaza material quente vindo do interior da Terra.



© Power and Syred/SPL/Latinstock

Colônia de arqueas (*Methanosarcina* sp.) vista ao microscópio eletrônico de varredura. São encontradas em locais com pouco ou nenhum oxigênio, como depósitos de lixo, sedimentos e no intestino de alguns mamíferos e insetos. Cada indivíduo mede menos de 5 micrômetros, ou seja, 5 milionésimos de metro, ou 5 milésimos de milímetro.

Esses locais, por suas condições, costumam ser chamados de ambientes extremos. Muitos cientistas acreditam que as arqueas vivem neles porque surgiram na Terra cerca de 3,5 bilhões de anos atrás, quando as condições ambientais em todo o planeta eram semelhantes às desses lugares.

As arqueas são parecidas com as bactérias em seus aspectos gerais. No entanto, sua parede celular é feita de substâncias diferentes da parede celular das bactérias, e esses microrganismos são muito diferentes geneticamente. Alguns biólogos afirmam que as bactérias são tão distintas das arqueas quanto os seres humanos são das plantas.

DOMÍNIOS: NOVAS CATEGORIAS TAXONÔMICAS

Os estudos dos seres vivos com células procarióticas e daqueles com células eucarióticas têm mostrado que essa divisão é muito antiga e refere-se a seres muito diferentes entre si. Por isso, em 1990, foi proposta uma nova categoria taxonômica superior a reino, o domínio. Em razão dessa proposta, passaram a existir três domínios: Archaea, Bacteria e Eukarya. Veja no quadro a correspondência entre a classificação em cinco reinos e os três novos domínios.

<table>
<tr><th colspan="5">Classificação dos seres vivos</th></tr>
<tr><td colspan="5">Três domínios</td></tr>
<tr><td>Bacteria</td><td>Archaea</td><td colspan="3">Eukarya</td></tr>
<tr><td colspan="5">Cinco reinos</td></tr>
<tr><td colspan="2">Monera</td><td>Protista</td><td>Fungi</td><td>Plantae</td><td>Animalia</td></tr>
</table>

ATIVIDADE 2 Classificação biológica, reinos e domínios

Considerando o que você aprendeu até aqui sobre reinos e domínios, analise cada afirmação a seguir e indique se é verdadeira (V) ou falsa (F).

a) Todos os seres vivos do reino Monera são bactérias. ☐

b) O reino Monera contém todos os seres vivos com células procarióticas. ☐

c) Domínios são categorias taxonômicas superiores a reinos. ☐

d) Os reinos Protista, Fungi, Plantae e Animalia pertencem ao domínio Eukarya. ☐

e) O reino Monera pertence ao domínio Archaea. ☐

f) O reino Monera reúne seres dos domínios Bacteria e Archaea. ☐

Reino Protista

Esse é um reino cuja classificação biológica é muito questionada entre os cientistas. Alguns não admitem mais sua validade, porque o reino abrange seres vivos de origens muito distintas. Esses cientistas utilizam a palavra *protista* como um conjunto de seres vivos, mas não consideram protista uma categoria taxonômica válida.

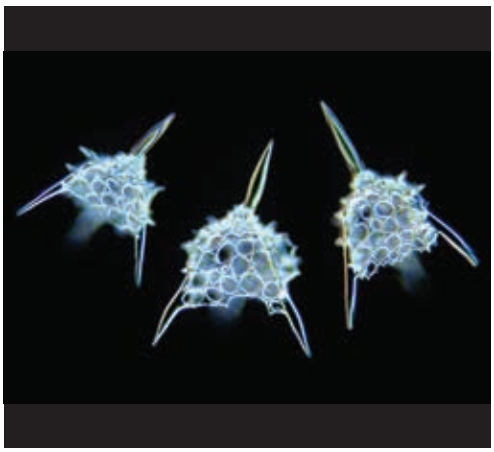
Na classificação em cinco reinos adotada aqui, o reino Protista reúne os **protozoários** e as **algas**, todos seres vivos com células eucarióticas.

Protozoários são seres unicelulares heterotróficos, ou seja, ingerem alimento para obter nutrientes orgânicos. Vivem em água doce, água salgada, regiões lodosas e em terra úmida, como as amebas, por exemplo.



© Steve Gschmeissner/SPL/Latinstock

Fotografia em microscópio eletrônico de varredura de um protozoário do gênero *Euglypha*.



© Wim van Egmond/Visuals Unlimited, Inc./SPL/Latinstock

Fotografia em microscópio óptico de radiolários do gênero *Dictyophimus,* protozoários que apresentam um pequeno esqueleto de sílica, substância que também forma os grãos de areia.

Já as algas são seres unicelulares ou multicelulares autotróficos, pois obtêm nutrientes orgânicos por meio da fotossíntese. Vivem em água salgada, em água doce ou em superfícies úmidas.



© Frank Fox/SPL/Latinstock

Alga marinha unicelular.



© Vera Kuttelvaserova Stuchelova/123RF

Alga marinha multicelular.

Reino Fungi

Fungos

Há vários tipos de fungos. Seus principais representantes são os cogumelos, as orelhas-de-pau, os bolores e as leveduras ou os fermentos. Todos são seres heterotróficos com células eucarióticas. Existem algumas espécies de fungos unicelulares, mas a maioria é multicelular.


© Fabio Colombini

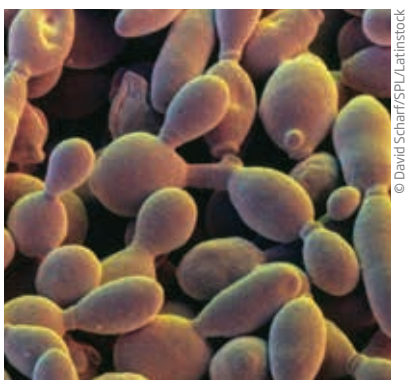
Cogumelo comestível conhecido como *champignon*. Diâmetro: entre 1 cm e 4 cm.


© Fabio Colombini

Orelha-de-pau. Diâmetro: entre 1 cm e 5 cm.


© Fabio Colombini

Processo de decomposição de laranjas, provocado por bolores.


© David Scharf/SPL/Latinstock

Fermento biológico utilizado na fabricação de alimentos e na produção de bebidas alcoólicas. Fotografia em microscópio eletrônico de varredura.

Os fungos têm uma importância ecológica muito grande, relacionada com o fato de que a maioria deles se alimenta de cadáveres e outros restos de seres vivos, principalmente animais e plantas. Outros fungos, como os bolores, provocam o apodrecimento e a decomposição de frutas, pães e outros tipos de alimentos.

É por meio de sua alimentação que os fungos, assim como as bactérias heterotróficas, decompõem a matéria orgânica nos ecossistemas, possibilitando a reciclagem dos átomos de variados elementos químicos que entram na composição do corpo de plantas e animais.

VOCÊ SABIA?

Muitos alimentos que você consome diariamente são produzidos com o auxílio da atividade de bactérias e fungos. Iogurtes, coalhadas e queijos, por exemplo, são produzidos com a utilização de bactérias.

A levedura *Saccharomyces cerevisiae* é um dos fungos mais usados pelos seres humanos, sobretudo para fazer pão. Esse ser vivo microscópico, também chamado de fermento biológico, se alimenta de açúcares obtidos da farinha de trigo e produz álcool e gás carbônico, em um processo conhecido como fermentação alcoólica. É o gás carbônico produzido pela levedura que faz a massa do pão crescer e ficar macia depois de assada.

No caso de vinhos, leveduras desse mesmo gênero, *Saccharomyces*, transformam açúcares das uvas em álcool e gás carbônico.

Na fabricação da cerveja, essas leveduras transformam açúcares provenientes de cereais, como cevada, arroz, centeio ou trigo, em álcool e gás carbônico, o gás que produz a espuma da cerveja. Por isso, esse fungo é conhecido também como levedura de cerveja.

Liquens

Liquens são associações entre fungos e algas que crescem sobre troncos de árvores, rochas ou mesmo cimento. Nessa associação, chamada de mutualismo, a alga (autotrófica) realiza fotossíntese e fornece substâncias orgânicas para o fungo (heterotrófico) se alimentar. O fungo, por sua vez, além de fornecer abrigo, mantém o ambiente úmido e com alguns minerais importantes para a alga.

Existem também liquens formados pela associação de fungos com cianobactérias (bactérias que realizam fotossíntese), que substituem as algas no fornecimento de nutrientes orgânicos para os fungos.



© Fabio Colombini

Liquens sobre tronco de árvore.

ORIENTAÇÃO DE ESTUDO

Se você tiver dúvidas no momento de fazer a próxima atividade, releia os textos anteriores e procure a informação pedida em cada item da atividade. É uma ótima forma de estudar.

Não se preocupe em saber as classificações de memória. Retome os textos sempre que achar necessário.

ATIVIDADE 3 Reinos Monera, Protista e Fungi

Complete cada frase relacionando o ser vivo com o reino ao qual ele pertence: Monera, Protista ou Fungi.

a) Amebas são protozoários e pertencem ao reino _____.

b) Orelhas-de-pau e cogumelos pertencem ao reino _____.

c) Algas unicelulares de água doce pertencem ao reino _____.

d) Bactérias pertencem ao reino _____.

e) Cogumelos utilizados na culinária pertencem ao reino _____.

f) Arqueas pertencem ao reino _____.

Vírus, um ser vivo diferente

Os vírus são seres vivos que não possuem organização celular. A estrutura básica de um vírus é uma cápsula de proteínas dentro da qual se encontra seu material genético (DNA ou RNA). Os vírus são menores que a menor bactéria e podem ter tamanho entre 20 e 300 milionésimos de milímetro. Por serem tão pequenos, só é possível observá-los por meio de microscópio eletrônico.

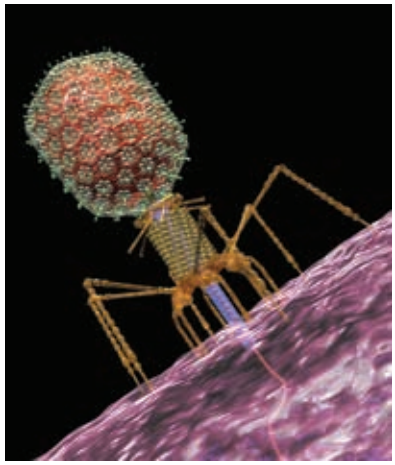
Os vírus só estão em atividade quando invadem as células de um ser vivo, onde passam a se multiplicar, utilizando as substâncias presentes no citoplasma da célula hospedeira. Por esse motivo, são considerados parasitas intracelulares obrigatórios. Levando em conta esse fato e também que eles são acelulares, muitos cientistas não os consideram um ser vivo.

VOCÊ SABIA?

O microscópio eletrônico diferencia-se do microscópio óptico por utilizar um feixe de elétrons para formação das imagens em vez de feixes de luz. Com isso, tem uma capacidade de aumento muito superior ao microscópio óptico. Pode-se aumentar a imagem em até 500 mil vezes. O primeiro microscópio eletrônico foi construído pelo físico alemão Ernst Ruska (1906-1988), em 1931. Atualmente, os microscópios eletrônicos podem ser de varredura, cujas imagens aparecem de forma tridimensional; ou de transmissão, chamado assim porque quando os feixes de luz atravessam a estrutura do material analisado, ele produz uma imagem que é ampliada e é focada em um dispositivo de imagem fluorescente ou filme fotográfico.

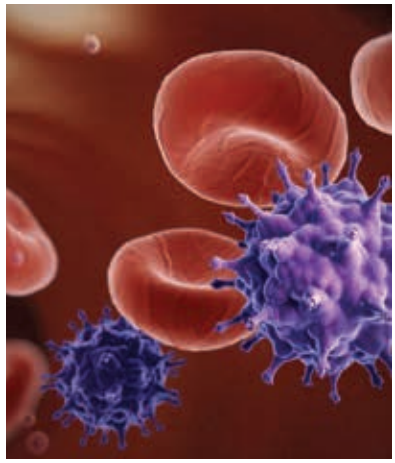
Fonte: LEIPERT, Stephanie. 1931: físico alemão cria microscópio eletrônico. *Deutsche Welle*, Calendário Histórico. Disponível em: <http://www.dw.de/1931-físico-alemão-cria-microscópio-eletrônico/a-1136122>. Acesso em: 10 set. 2014

Vírus podem atacar as células de qualquer ser vivo – uma bactéria, um protozoário, uma planta ou um animal –, frequentemente causando doenças. Cada espécie de vírus parasita células específicas de outros seres vivos. Na célula invadida, novos vírus se formam. Eles saem da célula, em geral matando-a, e infectam outras.



© Russell Kightley/SPL/Latinstock

Representação de vírus que infecta bactérias (bacteriófago).



© Science Photo Library - SCIEPRO/Brand X Pictures/Getty Images

Representação do vírus HIV (roxo), que transmite a aids, na corrente sanguínea.

ATIVIDADE 4 Função ecológica de fungos e bactérias

Algumas espécies de bactérias e fungos realizam uma ação importante sobre a matéria orgânica que constitui os corpos de plantas e animais que fazem parte de um ecossistema. Essa ação é:

a) realizar fotossíntese.

b) decompor cadáveres e restos de seres vivos.

c) provocar a fermentação da matéria orgânica.

d) absorver toda a água presente no ambiente.

PARA SABER MAIS

Doenças causadas por microrganismos

Várias doenças humanas são provocadas pela presença de vírus, bactérias, fungos ou protozoários no organismo. Veja os exemplos de algumas delas:

- **Doenças causadas por vírus:** gripe, sarampo, catapora, dengue, raiva, hepatite, febre amarela, herpes e aids.

• **Doenças causadas por bactérias:** cólera, pneumonia bacteriana, meningite, tétano, hanseníase (lepra), gangrena, cárie dentária, gonorreia, cancro mole e sífilis (as últimas três são doenças sexualmente transmissíveis – DSTs).

• **Doenças causadas por fungos:** micoses, que ocorrem na pele e podem provocar a formação de lesões, e infecções pulmonares, quando os fungos chegam aos pulmões.

• **Doenças causadas por protozoários**: doença de Chagas, malária, giardíase, amebíase, leishmaniose, alguns tipos de pneumonia e toxoplasmose.



© Carolina Biological/Visuals Unlimited/Corbis/Latinstock

Fotografia em microscópio óptico de dois protozoários *Trypanosoma cruzi* (indicados pela seta), que causam a doença de Chagas. Eles podem ser vistos entre os glóbulos vermelhos (hemácias) do sangue.

DESAFIO

1 Analise as afirmações relacionadas a seres dos Reinos Monera, Protista e Fungi.

I. A associação das bactérias do gênero *Rhizobium* com as leguminosas dá origem a uma simbiose de alto valor econômico e ecológico.

II. *Penicillium notatum* é um representante do reino Fungi, do qual Alexander Fleming extraiu um importante antibiótico, conhecido por penicilina.

III. As micorrizas constituem um grupo de bactérias que realizam a fixação do nitrogênio da atmosfera.

IV. O reino Fungi apresenta espécies comestíveis e espécies tóxicas para o homem.

V. As bactérias são seres procariontes, portanto classificadas no reino Monera.

Estão corretas:

a) ☐ apenas I, II e III
b) ☐ apenas I, II, IV e V
c) ☐ apenas I, II, III e V
d) ☐ todas
e) ☐ apenas II e IV

Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR), 2004. Disponível em: <http://www.cneconline.com.br/exames-educacionais/vestibular/provas/pr/puc-pr/2004/fase-unica/puc-pr-2004-0-0a-prova-2.pdf>. Acesso em: 1 out. 2014.

2 Um pesquisador estudou uma célula ao microscópio eletrônico, verificando a ausência de núcleo e de compartimentos membranosos. Com base nessas observações, ele concluiu que a célula pertence a

a) uma bactéria.
b) uma planta.
c) um animal.
d) um fungo.
e) um vírus.

Fuvest 2001. Disponível em: <http://www.fuvest.br/vest2001/provas/p1f2001t.pdf>. Acesso em: 23 set. 2014.

HORA DA CHECAGEM

Atividade 1 - Os cinco reinos

Alternativa correta: **c**. O reino Monera contém seres unicelulares com células procarióticas; por isso, a alternativa *a* é incorreta. Já o reino Protista contém seres com células eucarióticas e inclui tanto os autotróficos como os heterotróficos; por isso, as alternativas *b* e *d* são incorretas.

Atividade 2 - Classificação biológica, reinos e domínios

As afirmações **b**, **c**, **d** e **f** são verdadeiras.

A afirmação *a* é falsa porque o reino Monera inclui também as arqueas.

A afirmação *e* é falsa porque o reino Monera inclui seres dos domínios Bacteria e Archaea.

Atividade 3 - Reinos Monera, Protista e Fungi

a) Amebas são protozoários e pertencem ao reino Protista.

b) Orelhas-de-pau e cogumelos pertencem ao reino Fungi.

c) Algas unicelulares de água doce pertencem ao reino Protista.

d) Bactérias pertencem ao reino Monera.

e) Cogumelos utilizados na culinária pertencem ao reino Fungi.

f) Arqueas pertencem ao reino Monera.

Atividade 4 - Função ecológica de fungos e bactérias

Alternativa correta: **b**. Fungos e bactérias são seres vivos decompositores.

Desafio

1 Alternativa correta: **b**. A afirmação III está incorreta, pois as micorrizas são associações existentes entre certas bactérias e as raízes de plantas (como as leguminosas) e são capazes de fixar o gás nitrogênio dentro das células e não na atmosfera, como está sendo afirmado.

2 Alternativa correta: **a**. O único ser vivo dessa lista com estrutura celular e que não apresenta núcleo é a bactéria. Plantas, animais e fungos são formados por células que possuem núcleo, e os vírus não possuem estrutura celular.



Registro de dúvidas e comentários

AS PLANTAS E OS ANIMAIS

TEMAS

1. O reino Plantae
2. O reino Animalia

Introdução

Você vai, agora, completar o estudo dos cinco reinos iniciado na Unidade anterior. Plantas e animais convivem nos mais variados tipos de ambientes e se destacam pela grande diversidade biológica que apresentam. Nesta Unidade, você vai se aprofundar no conhecimento sobre a diversidade dos reinos Plantae e Animalia, além de refletir sobre a grande interdependência entre esses seres vivos.

O reino Plantae TEMA 1

Neste tema, você conhecerá diversos grupos de plantas e avançará em sua compreensão sobre esse reino que reúne seres tão distintos como o musgo que cobre uma pedra úmida na beira de um córrego ou um grande eucalipto, que pode alcançar a altura de 50 m. Verá que os vários tipos de plantas possuem formas diferentes de se reproduzir e que a maioria delas é produtora de sementes e frutos, utilizados, em grande parte, na alimentação dos seres humanos e de muitos outros animais.

O QUE VOCÊ JÁ SABE?

As plantas estão presentes na vida dos seres humanos de várias maneiras.

- Pense nos alimentos que você mais tem consumido ultimamente e faça uma lista. Quantos deles são plantas ou partes de plantas? Há outros alimentos, feitos de plantas, que você conhece, mas não consome?

- Agora, pense em sua respiração. O que ela tem a ver com as plantas?

Anote as suas conclusões. Assim, você poderá revê-las depois de estudar este tema.

A diversidade e a classificação das plantas

Observe a fotografia ao lado, tirada no interior da Mata Atlântica. Essa é uma boa forma de perceber a diversidade de espécies de plantas que existe no ecossistema brasileiro.



© Fabio Colombini

Mata Atlântica, Parque Estadual da Serra do Mar, Cunha (SP).

No entanto, nosso planeta nem sempre foi assim. Imagine que, usando as informações obtidas dos registros fósseis, você chegue à Terra de 500 milhões de anos atrás. Nela, há vida nos ambientes aquáticos, porém os continentes e as ilhas são desertos, ou seja, não há seres vivos ocupando ambientes secos em terra firme.

Os cientistas acreditam que as primeiras plantas terrestres tenham surgido de algas que começaram a viver em terra firme em ambientes muito úmidos. Dessas primeiras espécies, as plantas foram se tornando cada vez mais independentes do meio aquático para viver e se reproduzir e, assim, puderam ocupar praticamente todos os continentes terrestres e ilhas.

A evolução das plantas em terra firme criou o ambiente propício para que surgissem os primeiros animais não aquáticos. Atualmente, todos os animais dependem, direta ou indiretamente, das plantas para sobreviver.

As plantas são seres vivos **autotróficos**, que realizam **fotossíntese**, são multicelulares e possuem células eucarióticas. As células das plantas possuem uma parede celular que envolve a membrana, protegendo a célula. Essa parede celular é feita de celulose, substância produzida pela planta a partir dos açúcares sintetizados na fotossíntese, e é uma característica importante das células vegetais.

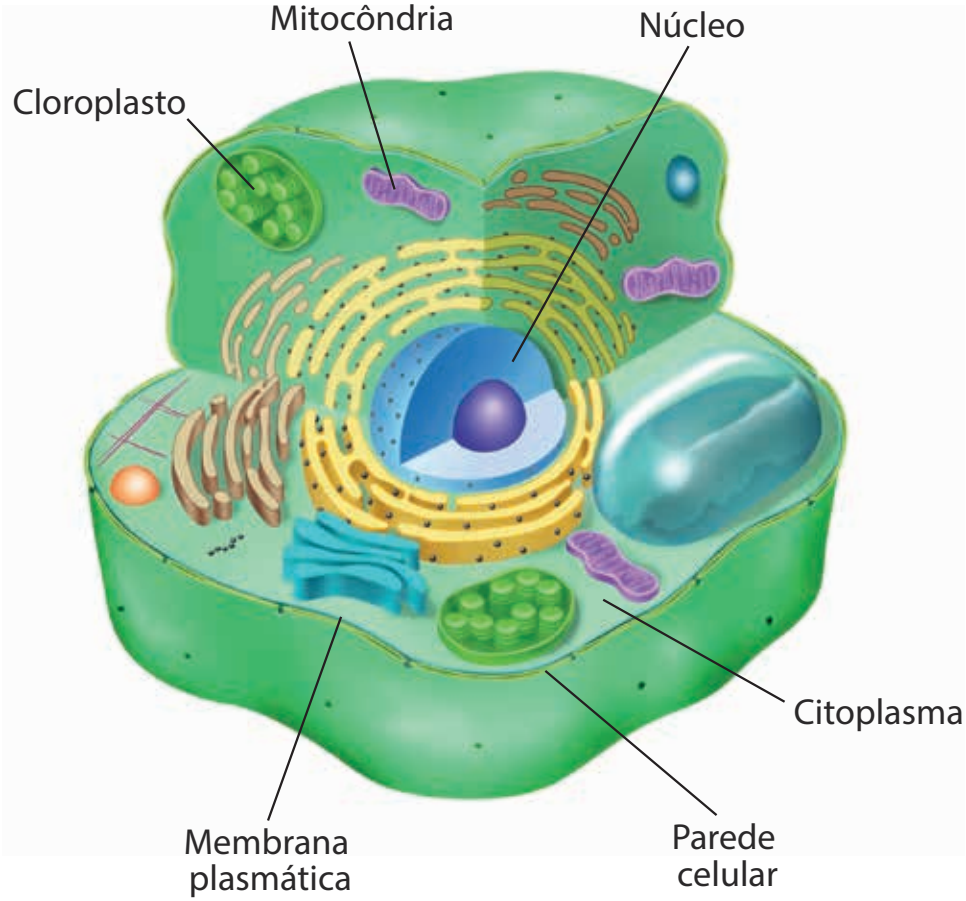
Glossário

Autotrófico

Que produz o próprio alimento.

Fotossíntese

Processo por meio do qual grande parte dos seres autotróficos produz seu alimento, a partir de gás carbônico, água e energia luminosa.



© Hudson Calasans

Célula vegetal em corte. A parede celular reveste externamente todas as células das plantas.

Do ponto de vista ambiental, as plantas têm papel muito importante para a disponibilidade do gás oxigênio que existe no ar e que é fundamental para a respiração. Esse gás é produzido pela planta, por meio da fotossíntese, e é liberado para a atmosfera ou para a água, no caso de algumas plantas aquáticas.

As fotografias a seguir mostram alguns exemplos da diversidade de plantas. Nelas estão representados todos os grupos que você vai estudar em seguida.



© Suchart Somboontakoeng/123RF

Muro coberto por musgos.



© Fabio Colombini

Samambaia, Rio Quente (GO).


© Gabor Nemes/Kino

Licopódio, Serra dos Cristais (SP).


© Rogério Reis/Pulsar Imagens

Pinheiros, Mostardas (RS).


© Fabio Colombini

Pinheiros-do-paraná ou araucárias, Parque Nacional de São Joaquim (SC).


© Gerson Gerloff/Pulsar Imagens

Capim-dos-pampas, Júlio de Castilhos (RS).


© Fabio Colombini

Cacto de nome popular xique-xique, Paulo Afonso (BA).


© Kamontat Meunklad/123RF

Abacateiro.

A classificação das plantas

Existem plantas muito diferentes entre si, considerando-se desde o tamanho e os locais em que são encontradas até as formas de se reproduzir e de conduzir a água em seu interior. A área da Biologia que estuda todos esses tipos de plantas é a Botânica. Você verá, agora, como os botânicos (estudiosos das plantas) organizam a classificação das plantas.

A primeira diferenciação que se costuma fazer entre as plantas é separar aquelas que têm tubos para o transporte de água em seu interior e aquelas que não os têm. Em Botânica, utiliza-se o termo *vaso* para se referir aos tubos que conduzem líquidos no interior das plantas. Aquelas que não têm vasos condutores de líquidos são chamadas de **avasculares** (do grego *a*, que indica negação, e do latim *vasculum*, pequeno tubo). As plantas **vasculares** são aquelas que contêm vasos condutores de líquidos. Apesar de não serem consideradas categorias taxonômicas pelos botânicos, essa divisão continua a ser utilizada, pois facilita o estudo das plantas.

Plantas avasculares

Existem três grupos de plantas avasculares, conhecidas como **briófitas** (do grego *brion*, que significa "musgo"): os musgos, as hepáticas e os antóceros. Essas plantas são sempre pequenas, em geral não passam de 5 cm. Isso porque a água precisa fluir através de suas células para atingi-las completamente, já que são plantas sem vasos para o transporte de água. Elas não têm caule, tronco nem raízes. Fixam-se no solo, em rochas ou sobre troncos por meio de grupos de pelos parecidos com pequenas raízes, chamados de rizoides, que não absorvem água e servem apenas para fixação.


© Fabio Colombini

As hepáticas são um exemplo de plantas avasculares.

Plantas avasculares vivem em ambientes muito úmidos, como beiras de córregos e pedras próximas a quedas-d'água, já que dependem de respingos de água para se reproduzir. Em seu ciclo de vida, para que a fecundação ocorra, é preciso que uma gota de água carregue a célula sexual masculina até um local bem próximo no qual ela possa encontrar uma célula sexual feminina, dando origem a uma nova planta.

Plantas vasculares

As plantas vasculares têm um conjunto de vasos que transporta água com sais minerais dissolvidos das raízes em direção às folhas. Também possuem outro conjunto de vasos que transporta a água com os açúcares produzidos na fotossíntese e outras substâncias orgânicas das folhas para as demais partes da planta. A água com sais minerais, que é absorvida pelas raízes das plantas, chama-se seiva bruta, e a água com açúcares e substâncias orgânicas que sai das folhas, seiva elaborada.

Essas plantas costumam apresentar três partes:

- **raízes**: são geralmente subterrâneas e têm a função de fixar a planta no solo e absorver água com sais minerais dissolvidos (seiva bruta).

- **caule**: sustenta as folhas e contém os vasos que conduzem a seiva bruta das raízes para as folhas e a seiva elaborada das folhas para as raízes.

- **folhas**: ficam sempre dispostas de forma a receber luz, a fonte de energia para a realização da fotossíntese.

Há dois grupos de plantas vasculares: o grupo daquelas que produzem sementes e o daquelas que não as produzem. Entre as plantas que produzem sementes, existem as que produzem sementes nuas (não contidas em frutos), como os pinheiros; e aquelas que produzem sementes que se encontram em frutos, como o abacateiro e o xique-xique. Você vai estudar a seguir os grupos de plantas vasculares:

- plantas que não produzem sementes, chamadas de **pteridófitas** (do grego *pteris*, que significa "feto de vegetal");

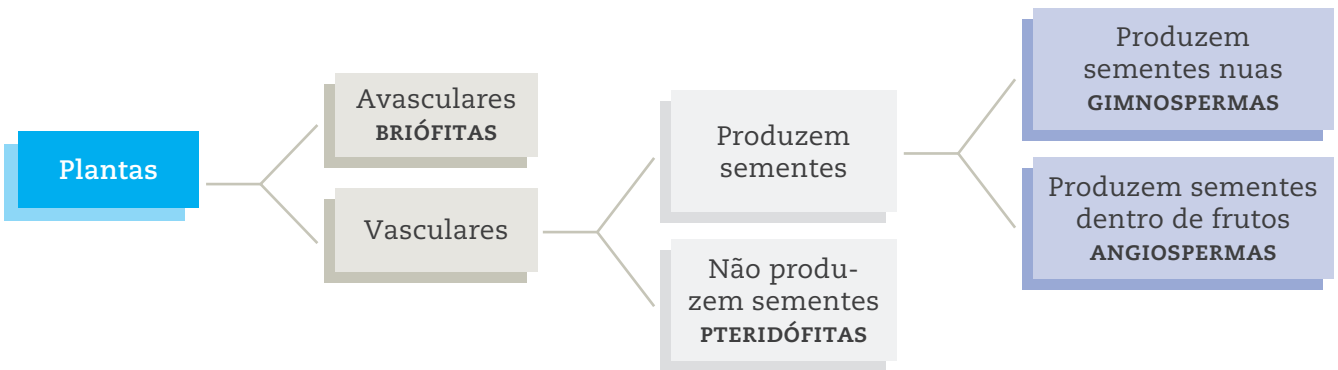
- plantas que produzem sementes, que se subdividem em:

  – plantas que produzem sementes nuas (não contidas em frutos), chamadas de **gimnospermas** (do grego *gumnós*, que significa "nu", e *sperma*, "semente");

  – plantas que produzem sementes e frutos, chamadas de **angiospermas** (do grego *aggeîon*, que significa "vaso", e *sperma*, "semente").

ORIENTAÇÃO DE ESTUDO

Quando você estuda, muitas vezes lê um texto que contém diversas informações. Construir um esquema é uma forma de organizar os principais dados, facilitando sua visualização e compreensão. Veja o exemplo a seguir:



Pteridófitas

Pteridófitas são plantas vasculares que não produzem sementes, como as samambaias, as avencas e o licopódio. Essas plantas, como as briófitas, também dependem da água para que aconteça a fecundação, ou seja, a fusão da célula sexual masculina com a célula sexual feminina. Isso ocorre porque a célula sexual masculina precisa de uma fina lâmina de água para se deslocar até o local onde se encontra a célula sexual feminina.



© Fabio Colombini

A avenca é uma pteridófita, planta vascular que possui uma forma de reprodução em que não há produção de sementes.

Gimnospermas

Gimnospermas são plantas vasculares que produzem sementes nuas, como os pinheiros, que existem em países de clima frio e lembram árvores de Natal.

Outro exemplo é o pinheiro-do-paraná ou araucária (*Araucaria angustifolia*), árvore típica das regiões Sul e Sudeste do Brasil. Uma árvore adulta dessa espécie pode atingir 50 m e ter um tronco do diâmetro de 2,5 m. Por possuir madeira de boa qualidade, o pinheiro-do-paraná é protegido por leis desde o tempo do Império (século XVIII), mas isso não foi suficiente para preservar sua população, a ponto de, atualmente, botânicos e ambientalistas estarem preocupados com sua possível extinção. Muitos pinheiros-do-paraná estavam presentes em partes da Mata Atlântica, que já está devastada nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. Outra característica dessa árvore é possuir uma semente muito nutritiva, conhecida como pinhão.



© Edu Lyra/Pulsar Imagens

Pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*).

As plantas gimnospermas apresentam uma característica nova em relação às briófitas e pteridófitas, o que as tornou independentes da água em estado líquido para a reprodução. Como você estudou, nas briófitas e pteridófitas, a célula sexual masculina depende de água para alcançar a célula sexual feminina; já as gimnospermas têm órgãos reprodutores próprios.



© Fabio Colombini

Pinhões são as sementes do pinheiro-do-paraná, que são muito nutritivas e usadas em muitas receitas da culinária do Sul e do Sudeste do Brasil.

Os órgãos reprodutores das gimnospermas são chamados de estróbilos. No estróbilo masculino, formam-se os grãos de pólen, onde se produzem as células reprodutoras (ou células sexuais) masculinas, ou gametas masculinos. No estróbilo feminino, encontram-se as células reprodutoras femininas, ou gametas femininos.



© Fabio Colombini

Estróbilos femininos de pinheiro-do-paraná.

Para que a fecundação aconteça, é preciso que os grãos de pólen atinjam o estróbilo feminino. Esse processo de transporte dos grãos de pólen, conhecido como polinização, pode ocorrer, por exemplo, pelo vento, pela água ou por alguns tipos de insetos e aves, que, ao se alimentarem, tocam os grãos de pólen, que ficam grudados em seu corpo, e os levam para outras plantas. Uma vez no estróbilo feminino, o grão de pólen se desenvolve e encontra o óvulo feminino, ocorrendo a fecundação e a formação das sementes. A pinha é o estróbilo feminino do pinheiro-do-paraná; nela estão os pinhões, que são as sementes.



© Fabio Colombini

Sementes nuas do pinheiro-do-paraná, que formam um conjunto chamado de pinha.

ATIVIDADE 1 Estrutura das plantas

Plantas são seres vivos:

a) unicelulares com células procarióticas.

b) multicelulares com células procarióticas.

c) unicelulares com células eucarióticas.

d) multicelulares com células eucarióticas.

ATIVIDADE 2 Pteridófitas e gimnospermas

Uma das características que as plantas pteridófitas têm em comum com as gimnospermas é:

a) não possuir vasos para conduzir a seiva.

b) possuir vasos para conduzir a seiva.

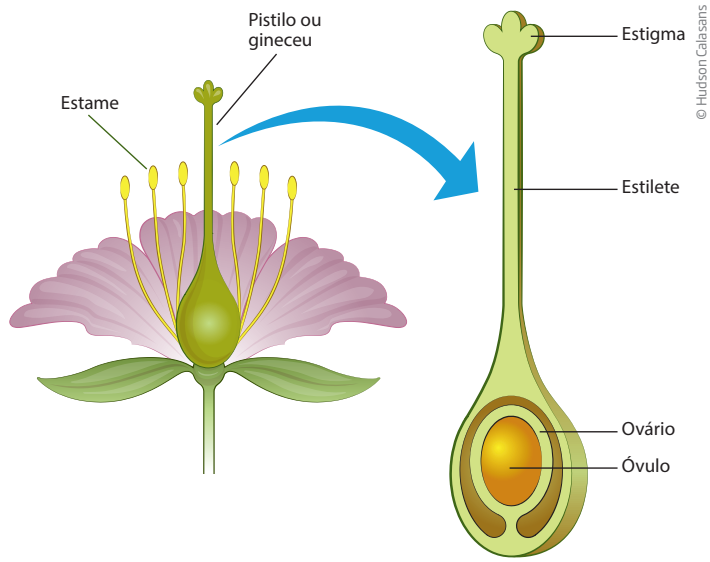
c) produzir sementes.

d) produzir frutos.

Angiospermas

A grande maioria das plantas pertence ao grupo das angiospermas, plantas vasculares que produzem frutos com sementes e que têm nas flores seus órgãos reprodutivos.

As flores contêm partes masculinas, que produzem os grãos de pólen, os estames, e partes femininas, que produzem óvulos, os pistilos. Em algumas plantas, pode haver flores somente masculinas e flores somente femininas; existem também aquelas que combinam as partes masculinas e femininas na mesma flor.



A parte superior do pistilo é chamada de estigma; o estilete é um tubo que vai até o ovário, na base do pistilo.

Para ocorrer a fecundação e iniciar a formação de uma nova planta, antes é preciso que um grão de pólen chegue ao pistilo por meio do processo de polinização, já explicado. Muitas plantas dependem do vento para que os grãos de pólen se desprendam do estame e sejam transportados para um pistilo. Existem também aquelas cujas flores são visitadas por insetos, pássaros e outros animais, que podem ser os agentes da polinização. Por exemplo, uma abelha, ao visitar uma flor, toca o estame com grãos de pólen, que grudam em seu corpo. Quando essa abelha visita outra flor, algum grão de pólen preso a seu corpo pode se prender ao pistilo, e a polinização ocorre.

O grão de pólen fica no estigma do pistilo. Nesse local, ele germina, formando um tubo chamado de tubo polínico, que cresce no estilete até chegar ao ovário, onde está o óvulo, e a fecundação acontece.

Após a fecundação, o zigoto, formado pela união dos gametas masculino e feminino, transforma-se em semente, na qual se encontram o embrião da nova planta e também reservas nutritivas para seus primeiros dias de vida. Conforme a semente se desenvolve, o ovário se transforma em fruto, que, em geral, envolve a semente, como nos casos do abacate e do feijão.


© Fabio Colombini


© Fabio Colombini

Nas angiospermas, as sementes estão protegidas pelos frutos, como no caso do abacate e da vagem do feijoeiro.

O quadro a seguir traz um resumo sobre os diferentes grupos de plantas que você estudou, com o número estimado de espécies no mundo.

Classificação das plantas				
	Contém vasos condutores?	Produzem sementes?	Produzem frutos?	Número estimado de espécies no mundo
Musgos e hepáticas (plantas avasculares)	Não	Não	Não	14.000
Samambaias, licopódio e avencas (pteridófitas)	Sim	Não	Não	10.500
Pinheiros e ciprestes (gimnospermas)	Sim	Sim	Não	800
Árvores frutíferas (angiospermas)	Sim	Sim	Sim	250.000

PENSE SOBRE...

As orquídeas têm fascinado o ser humano por mais de 2.500 anos. No passado, foram utilizadas em poções curativas e afrodisíacas e para decoração. Atualmente, estão associadas basicamente à ornamentação e há grande valorização na produção de flores para corte, principalmente híbridos dos gêneros *Phalaenopsis*, *Cattleya*, *Dendrobium*, *Paphiopedilum* e *Cymbidium*.

As flores ou as folhas das orquídeas servem de alimentação para diversos animais, como insetos e mamíferos. Além disso, apesar de serem pequenas, as orquídeas participam dos ciclos do carbono, do nitrogênio etc.

Você já parou para pensar que é possível apreciar uma orquídea por sua beleza e também por sua importância no ecossistema em que vive?



© Studio Porto Sabbia/123RF

Flor da orquídea.



© Gerson Gerloff/Pulsar Imagens

Abelha polinizando orquídea na natureza.

ATIVIDADE 3 Conhecendo diferentes tipos de plantas

Um estudante analisou quatro plantas: abacateiro, pinheiro-do-paraná, samambaia e musgo. Em seguida, fez quatro afirmações sobre elas. Qual delas é falsa?

a) Apenas duas dessas plantas produzem pólen.

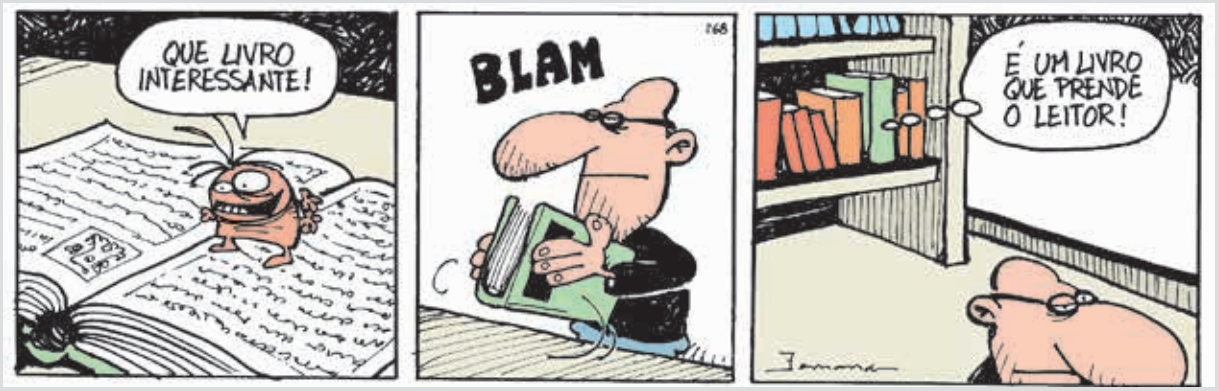
b) Apenas uma dessas plantas não apresenta raiz, caule e folhas separadas.

c) Todas essas plantas apresentam tubos para conduzir a seiva.

d) Apenas uma dessas plantas apresenta fruto.

DESAFIO

1



Fonte: http://www2.uol.com.br/niquel/bau.shtml. Acessado em 25/08/2009.

Os animais que consomem as folhas de um livro alimentam-se da celulose contida no papel. Em uma planta, a celulose é encontrada

a) armazenada no vacúolo presente no citoplasma.

b) em todos os órgãos, como componente da parede celular.

c) apenas nas folhas, associada ao parênquima.

d) apenas nos órgãos de reserva, como caule e raiz.

e) apenas nos tecidos condutores do xilema e do floema.

Fuvest 2010. Disponível em: <http://www.fuvest.br/vest2010/1fase/p1f2010v.pdf>. Acesso em: 10 set. 2014. Imagem: © Fernando Gonsales.

2 Na evolução dos vegetais, o grão de pólen surgiu em plantas que correspondem, atualmente, ao grupo dos pinheiros. Isso significa que o grão de pólen surgiu antes

a) dos frutos e depois das flores.

b) das flores e depois dos frutos.

c) das sementes e depois das flores.

d) das sementes e antes dos frutos.

e) das flores e antes dos frutos.

Fuvest 2011. Disponível em: <http://www.fuvest.br/vest2011/1fase/fuv2011v.pdf>. Acesso em: 10 set. 2014.

3

MANDIOCA – mais um presente da Amazônia

Aipim, *castelinha*, *macaxeira*, *maniva*, *maniveira*. As designações da *Manihot utilissima* podem variar de região, no Brasil, mas uma delas deve ser levada em conta em todo o território nacional: *pão-de-pobre* – e por motivos óbvios.

Rica em fécula, a mandioca – uma planta rústica e nativa da Amazônia disseminada no mundo inteiro, especialmente pelos colonizadores portugueses – é a base de sustento de muitos brasileiros e o único alimento disponível para mais de 600 milhões de pessoas em vários pontos do planeta, e em particular em algumas regiões da África.

O melhor do Globo Rural. Fev. 2005 (fragmento).

De acordo com o texto, há no Brasil uma variedade de nomes para a *Manihot utilissima*, nome científico da mandioca. Esse fenômeno revela que

a) existem variedades regionais para nomear uma mesma espécie de planta.
b) mandioca é nome específico para a espécie existente na região amazônica.
c) "pão-de-pobre" é designação específica para a planta da região amazônica.
d) os nomes designam espécies diferentes da planta, conforme a região.
e) a planta é nomeada conforme as particularidades que apresenta.

Enem 2011. Prova amarela. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2011/05_AMARELO_GAB.pdf>. Acesso em: 10 set. 2014.

HORA DA CHECAGEM

Atividade 1 - Estrutura das plantas

Alternativa correta: **d**. Plantas são seres vivos formados por muitas células (multicelulares), que possuem um núcleo separado do citoplasma por uma membrana, as células eucarióticas.

Atividade 2 - Pteridófitas e gimnospermas

Alternativa correta: **b**. Plantas que não possuem vasos são as briófitas; por essa razão, a alternativa *a* é incorreta. Sementes e frutos são produzidos somente por plantas angiospermas; por isso, as alternativas *c* e *d* são incorretas.

Atividade 3 - Conhecendo diferentes tipos de plantas

Afirmação falsa: **c**. Os musgos não apresentam tubos para conduzir seiva.

Afirmação *a* é verdadeira: abacateiro e pinheiro produzem pólen.

Afirmação *b* é verdadeira: apenas o musgo não apresenta raiz, caule e folhas separadas.

Afirmação *d* é verdadeira: somente o abacateiro apresenta fruto.

Desafio

1 Alternativa correta: **b**. A celulose é o material que compõe a parede de todas as células de uma planta.

2 Alternativa correta: **e**. Os pinheiros são gimnospermas que não produzem flores ou frutos. Por isso, eles surgiram antes das flores e dos frutos.

3 Alternativa correta: **a**. Se o nome científico é sempre o mesmo, a espécie de planta é sempre a mesma, o que muda é o nome que essa planta tem em cada região.



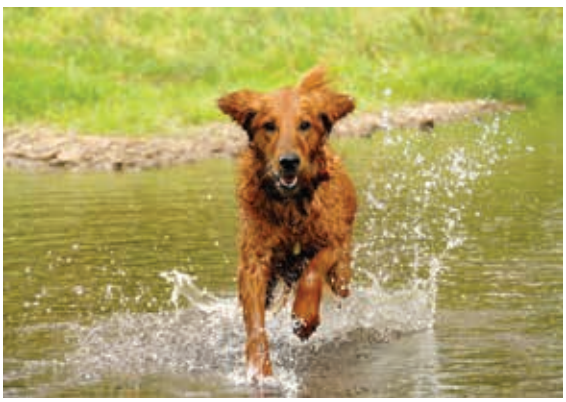
Registro de dúvidas e comentários

Neste tema, você avançará em seus conhecimentos sobre os seres vivos, ao estudar o reino Animalia. Vai identificar alguns grupos de animais invertebrados e depois estudar os vertebrados, entre eles os seres humanos. Verá que alguns invertebrados são capazes de parasitar o organismo humano, causando doenças.

Como os seres humanos também são vertebrados, o estudo desses animais abordará suas características sempre mostrando como elas estão presentes no corpo humano. Nesse percurso, você compreenderá melhor como as características do organismo humano presentes também nos outros vertebrados foram se desenvolvendo ao longo do processo evolutivo.

O QUE VOCÊ JÁ SABE?

Observe as quatro fotografias a seguir.



© Julija Sapic/123RF

Cachorro.



© Fabio Colombini

Caracol.



© Edson Grandisoli/Pulsar Imagens

Mosquito transmissor da dengue.



© Joe Belanger/123RF

Anêmona-do-mar.

Representações fora de escala.

- Quais desses seres vivos você já conhecia?
- Quais deles pertencem ao reino dos animais?

Os animais e sua classificação

Cerca de 2 milhões de espécies biológicas diferentes, de todos os reinos, já foram catalogadas. Alguns cientistas, porém, acreditam que há muitos outros milhões de espécies. O estudo publicado em 2011, pela revista *PLOS Biology*, estima a existência de 8,7 milhões de espécies convivendo no planeta atualmente. Desse número, em torno de 1,3 milhão pertence ao reino Animalia.

Os animais podem ser muito pequenos, como alguns vermes que vivem na terra úmida e que são quase invisíveis, ou muito grandes, como um elefante africano. Existem animais que vivem em lugares quentes, como em alguns desertos, e aqueles que habitam lugares gelados, como nas regiões polares. A grande diversidade biológica dos animais está relacionada com o fato de que esses seres vivos se adaptaram a todos os ambientes da Terra: na água, na terra firme e no ar.

Invertebrados e vertebrados

Os animais são organismos **multicelulares** (que têm muitas células com funções distintas), com células **eucarióticas** (que possuem núcleo definido por uma membrana) e **heterotróficos** (que não produzem o próprio alimento). Uma característica comum a quase todos eles é a boca, utilizada para a ingestão de alimentos. No entanto, existem animais muito simples, por exemplo, as esponjas, que não possuem boca. Neles, pequenas partículas de alimento são absorvidas diretamente pelas células.

Os animais costumam ser divididos em dois grupos: vertebrados e invertebrados. Essa classificação não é considerada válida pelos sistemas de classificação biológica atuais. No entanto, por ser muito conhecida popularmente, continua sendo usada. Vertebrados são os animais que possuem vértebras, não presentes nos invertebrados. Os seres humanos possuem vértebras na coluna vertebral e, portanto, fazem parte desse grupo.

Na classificação biológica utilizada por muitos estudiosos, o reino Animalia está dividido em 35 filos, e todos os animais vertebrados e também alguns invertebrados estão em um único filo, o Chordata. Os outros 34 filos reúnem animais invertebrados, que representam 95% da diversidade animal.

ORIENTAÇÃO DE ESTUDO

Uma boa forma de estudar é fazer anotações, ou seja, escrever algumas notas enquanto se lê um texto. Uma dica é que você anote palavras-chave ou frases curtas que expressem a ideia principal de cada parágrafo. Dessa maneira, você desenvolverá o hábito de fazer anotações enquanto estuda, um procedimento que lhe será de grande ajuda.

Faça anotações sobre os textos *Os animais e sua classificação* e *Invertebrados e vertebrados*. Antes, porém, leia-os novamente e grife as informações que o ajudem a entender como os animais são classificados e divididos.

Para cada parágrafo, faça anotações que expressem a ideia principal do trecho lido, escrevendo do seu jeito, com suas palavras. Por exemplo, ao lado do primeiro parágrafo do texto *Os animais e sua classificação*, você poderia anotar: *Cerca de 2 milhões de espécies biológicas catalogadas; em torno de 1,3 milhão pertence ao reino Animalia*.

Siga fazendo anotações ao lado de cada parágrafo. Se surgir alguma dúvida durante a leitura, anote-a e leve-a para o plantão de dúvidas do CEEJA.

Bom estudo!

ATIVIDADE 1 Características gerais dos seres vivos

Um organismo que é unicelular, heterotrófico e com células eucarióticas pode ser um(a):

a) bactéria.

b) animal.

c) planta.

d) fungo.

A diversidade entre os invertebrados

Apenas para ter uma ideia de como são os invertebrados, você vai conhecer alguns que pertencem aos oito filos mais estudados. As fotografias a seguir mostram exemplos de animais que pertencem a esses filos.



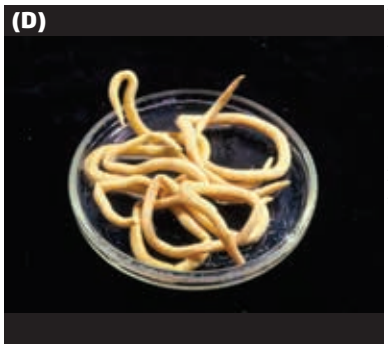
© Fabio Colombini



© Fabio Colombini



© London Scientific Films/Oxford Scientific/Getty Images



© Sinclair Stammers/SPL/Latinstock



© Fabio Colombini



© Fabio Colombini



© Fabio Colombini



© André Seale/Pulsar Imagens

(A) As esponjas (filo Porifera) vivem na água e são os animais mais simples que se conhece. (B) A água-viva é um cnidário (filo Cnidaria) que vive em águas marinhas. (C) O esquistossomo é um verme achatado (filo Platyhelminthes). A fotografia mostra o macho e a fêmea (que tem o corpo mais fino e mede cerca de 15 mm de comprimento). (D) A lombriga é um verme cilíndrico do filo Nematoda. (E) A ostra é um molusco (filo Mollusca), como é também o caramujo. (F) A minhoca é um anelídeo (filo Annelida). (G) O besouro, além de ser um inseto como o mosquito, é um artrópode (filo Arthropoda), que reúne todos os invertebrados com patas articuladas. (H) A estrela-do-mar é um equinodermo (filo Echinodermata), um animal marinho. Representações fora de escala.

É importante lembrar que esses são exemplos de um representante de cada filo de animal invertebrado. Esses filos contêm vários representantes, e as diferenças entre eles podem ser grandes. É o caso dos artrópodes, que, além dos insetos, como o besouro, a mosca e a borboleta, reúnem animais com patas articuladas, como a aranha, o caranguejo, o camarão, a lagosta, o escorpião, o carrapato, entre muitos outros. Os insetos pertencem à classe Insecta, que constitui o grupo de seres vivos mais numeroso que se conhece, com mais de 900 mil espécies catalogadas.

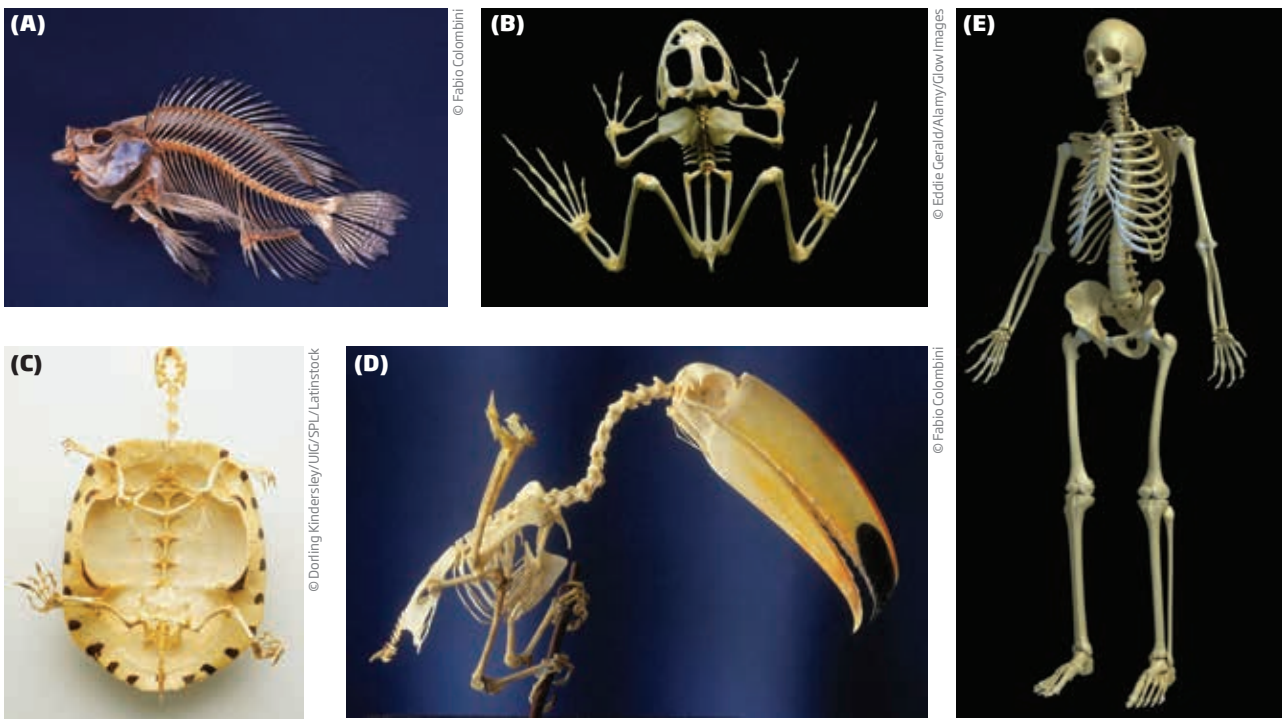
Os vertebrados

Os animais vertebrados são aqueles que possuem coluna vertebral e pertencem ao filo Chordata. Embora alguns cordados não apresentem vértebras, mais de 95% dos animais desse filo são vertebrados.

Entre os vertebrados existem os **peixes** (ex. cavalo-marinho, tubarão, raia, robalo, pirarucu), os **anfíbios** (ex. sapo, rã, salamandra), os **répteis** (ex. lagarto, tartaruga, jabuti, jacaré, serpente), as **aves** (ex. galinha, seriema, gavião, beija-flor, pinguim) e os **mamíferos** (ex. tatu, carneiro, búfalo, macaco, boto, baleia, ser humano).

Os vertebrados e o corpo humano

Você vai estudar agora as principais características dos animais vertebrados, tendo como principal exemplo o corpo humano. O primeiro aspecto a ser destacado entre os vertebrados é o esqueleto. Trata-se de um endoesqueleto (do grego *éndon*, que significa "dentro"), que fica por dentro do animal, diferentemente do esqueleto de parte dos invertebrados como os artrópodes, o qual envolve externamente todo o corpo e, por isso, é chamado de exoesqueleto (do grego *ékso*, que significa "fora"). Um caranguejo, por exemplo, tem um esqueleto externo bem evidente. No caso dos vertebrados, o esqueleto, além de ser interno, contém um conjunto de vértebras que forma a coluna vertebral.



Diferentes esqueletos de vertebrados. (A) Peixe (tilápia). (B) Sapo. (C) Jabuti. (D) Tucanuçu. (E) Ser humano.

Representações fora de escala.

O esqueleto interno dos vertebrados está diretamente relacionado com um conjunto de músculos, o que dá a esses animais grande capacidade de movimento.

ATIVIDADE 2 Vértebras e coluna vertebral

Observe as cinco imagens de esqueletos mostradas anteriormente e procure localizar a coluna vertebral de cada um, circulando-a. Em alguns casos, por causa da posição na fotografia, só é possível ver um pequeno pedaço da coluna, com algumas vértebras.

Como os vertebrados obtêm energia

Os animais são seres vivos heterotróficos e obtêm energia por meio da ingestão de alimentos, com exceção das esponjas, que não têm boca e se alimentam de partículas orgânicas em suspensão na água.

No caso dos vertebrados, os alimentos são ingeridos pela boca e digeridos ao longo do tubo digestório, que termina no ânus, por onde são eliminados os materiais não absorvidos pelo organismo (fezes). Os resultados da digestão são os nutrientes que podem ser absorvidos nos intestinos, passando para a corrente sanguínea. Dessa maneira, o sistema digestório se relaciona com o sistema circulatório.

Os vertebrados possuem um sistema circulatório fechado, isto é, um conjunto de vasos sanguíneos que transportam o sangue do coração para todas as partes do organismo, as artérias, e vasos que transportam o sangue de todas as partes de volta para o coração, as veias.

Toda a energia de que um vertebrado precisa para o funcionamento de seu organismo é obtida dentro de cada célula que forma seu corpo. Geralmente, essa energia é gerada por meio de uma série de reações químicas, chamada de respiração celular. Esse processo ocorre entre substâncias orgânicas vindas dos alimentos e o gás oxigênio, e ambos são transportados para cada célula do corpo pelo sistema circulatório. Por isso, no corpo humano, as artérias vão se ramificando e ficando cada vez mais finas, até se tornarem vasos capilares (da grossura de fios de cabelo), para que cheguem bem próximas a cada uma das células que compõem o organismo.

Além de energia, outros produtos da respiração celular são a água e o gás carbônico. Esse gás passa do interior da célula para o sangue e é levado para os pulmões, onde será eliminado do organismo. No corpo humano, é nos pulmões que o sangue obtém gás oxigênio e elimina gás carbônico para o ar.

Os vertebrados de terra firme e que respiram ar possuem pulmões; isso inclui os répteis e as aves. Todos os mamíferos possuem pulmões, inclusive os que vivem na água, como a baleia, o golfinho, o boto e o peixe-boi. Já os peixes respiram por meio de brânquias, que ficam logo atrás da cabeça e são órgãos especializados em trocas gasosas no ambiente aquático. Os anfíbios, como os sapos e as rãs, são vertebrados que nascem respirando por brânquias e são chamados de girinos. Depois, amadurecem e se transformam em sapos e rãs adultos, que respiram tanto pelo pulmão como pela pele (respiração cutânea).

No interior das células, as inúmeras transformações químicas que ocorrem o tempo todo, para gerar energia e produzir proteínas, por exemplo, têm como subproduto algumas substâncias que, por serem tóxicas, precisam ser eliminadas do organismo. Esse processo de eliminação chama-se excreção, e os rins são os órgãos que realizam a tarefa de tirar do sangue as substâncias que precisam ser excretadas, denominadas excretas. No corpo humano, as excretas são eliminadas pelo suor, mas também pela urina, pelo sistema excretor, do qual faz parte a bexiga. E veja que é o sistema circulatório novamente que transporta as substâncias até os rins para serem excretadas. Os rins funcionam como um tipo de filtro.

ATIVIDADE 3 Características dos vertebrados

Complete corretamente as frases utilizando em cada uma delas uma das seguintes expressões: brânquias e pulmões; os rins; as células; artérias, veias e coração.

a) Os principais órgãos do sistema excretor são _____.

b) Os órgãos que constituem o sistema circulatório são _____.

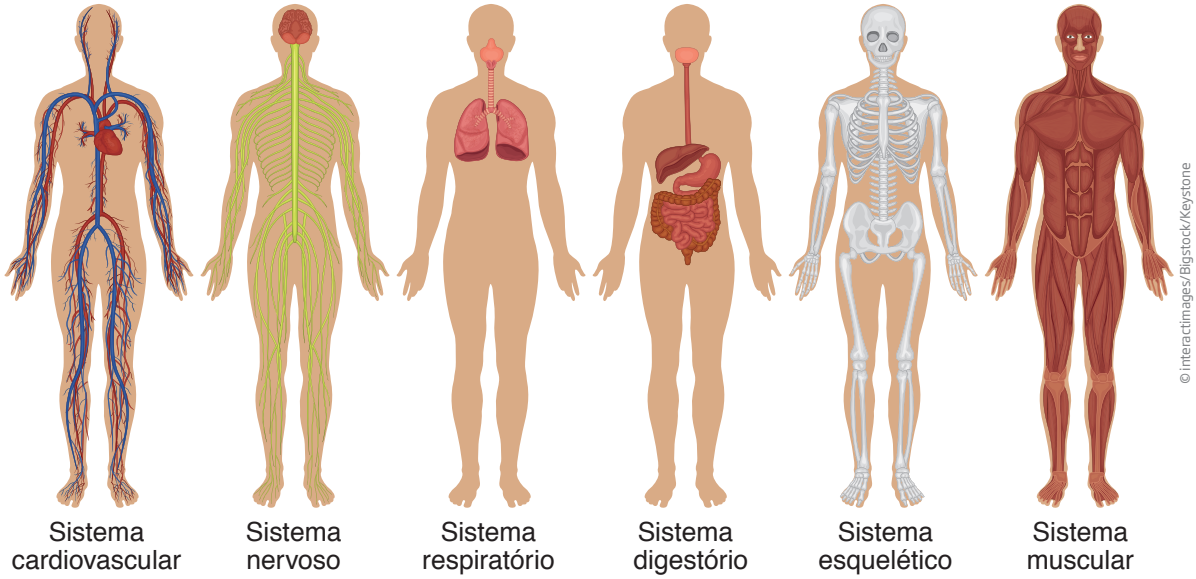
c) Os órgãos em que ocorrem as trocas gasosas são _____.

d) As unidades nas quais ocorre a produção de energia são _____.

Integração e controle no organismo dos vertebrados

O organismo humano, como o de todos os vertebrados, é composto de diversos sistemas e órgãos. Veja a ilustração a seguir.

Alguns sistemas do corpo humano



Sistemas do corpo humano em perspectiva comparada.

Esses sistemas e órgãos devem funcionar de maneira coordenada. Para isso, existem dois outros sistemas que têm a função de comunicação, integração e coordenação entre órgãos e células de todo o organismo: o sistema nervoso e o sistema endócrino, que não está na ilustração.

Os nervos são a via mais rápida de comunicação entre as partes do corpo, especialmente a comunicação com o cérebro, principal órgão do sistema nervoso. Todos os movimentos dos músculos são controlados pelo cérebro, que se comunica com eles pelos nervos.

O sistema nervoso está relacionado, também, com o funcionamento de células e órgãos que são especializados em perceber o ambiente e que constituem o sistema sensorial, que também não está destacado na ilustração. As orelhas são órgãos especializados em perceber sons e manter o equilíbrio do corpo; os olhos são órgãos especializados em perceber a luz; no nariz há células especializadas em perceber odores; na língua existem células especializadas em perceber sabores; e na pele, em todo o corpo, há células especializadas em perceber pressão ao toque. São os órgãos dos sentidos: audição, visão, olfato, paladar e tato. Nos olhos, por exemplo, a luz entra no olho e é captada pela retina, que possui células que transformam os impulsos luminosos em impulsos nervosos. O nervo óptico leva esses impulsos até o cérebro, formando as imagens.

O outro sistema que promove integração entre órgãos e células do organismo é o sistema endócrino. Esse sistema funciona por meio de mensageiros químicos que se deslocam pelo corpo no sangue, os hormônios. Os hormônios são substâncias

produzidas por determinadas células, e estas os liberam no sangue para que alterem o funcionamento de outras células. Glândulas endócrinas são conjuntos de células especializadas em produzir e liberar determinado hormônio no sangue. Por exemplo, nas mulheres, o ciclo menstrual é controlado por hormônios produzidos pela glândula hipófise e por outros produzidos nos ovários. Nos homens, hormônios produzidos nos testículos e na hipófise estimulam o desenvolvimento sexual, o início da produção de esperma e a manifestação de características sexuais secundárias, como pelos, voz e forma do corpo. Existem hormônios que regulam o crescimento, outros que regulam parte do funcionamento do fígado etc.

Reprodução dos vertebrados

Em todos os vertebrados, há hormônios que estão diretamente relacionados aos processos reprodutivos. São eles que provocam o amadurecimento dos órgãos genitais masculinos e femininos, para que a reprodução possa ocorrer.

A **fecundação**, união do gameta masculino com o feminino, ocorre de maneiras diferentes nos diversos vertebrados. Ela pode ser **interna**, quando o macho coloca os espermatozoides (gametas masculinos) no interior do corpo da fêmea para que eles alcancem o óvulo (gameta feminino) e a fecundação ocorra, ou **externa**, que só acontece em ambiente aquático, entre muitas espécies de peixes ósseos, como a tilápia, e entre os anfíbios. Nessas espécies, a fêmea coloca os óvulos em alguma superfície e o macho libera espermatozoides junto a eles para que a fecundação ocorra.

Nos peixes cartilaginosos, como os tubarões, nos répteis, nas aves e nos mamíferos, inclusive seres humanos, a fecundação é interna. Depois da fecundação, pode se formar um ovo que é colocado no ambiente. Esse é o caso das galinhas, que, como todas as aves, são consideradas **ovíparas**, pois botam ovos.

Os tubarões e outros peixes, assim como muitas espécies de serpentes, ficam com seus ovos dentro do corpo, que só são liberados no momento em que os filhotes nascem. Esses vertebrados são chamados de **ovovivíparos**.

Nos casos dos ovíparos e dos ovovivíparos, as reservas alimentares para que o embrião se desenvolva estão no interior do próprio ovo. Nos seres humanos, e em quase todos os mamíferos, que são considerados **vivíparos**, o embrião se fixa às paredes internas do útero da mãe e nasce depois de passar pelo desenvolvimento embrionário. Durante esse tempo, ele recebe alimento e gás oxigênio do organismo materno, através do cordão umbilical. Esse cordão também serve para trazer para o corpo da mãe as excretas produzidas pelo embrião.

PENSE SOBRE...

Você já viu um lírio-do-mar? E corais? E uma esponja? Já pensou no fato de que esses seres vivos são animais?


© Richard Whitcombe/123RF


© Alexander Ogurtsov/123RF

À esquerda, esponjas; à direita, lírio-do-mar.

Se você pedir a alguém que defina o que é um animal, é provável que essa pessoa mencione a alimentação e a locomoção como características. Mas será que isso vale para os animais das fotografias?

Tanto a esponja como o lírio-do-mar se alimentam. A esponja promove o movimento da água por meio do batimento de estruturas celulares microscópicas (flagelos) e retira os alimentos diretamente da água. O lírio-do-mar usa seus "braços" para capturar alimentos. De certa maneira, ambos apresentam movimento. Além dessas características, você acha que existem outras que também precisam ser analisadas antes de se afirmar com certeza a qual grupo o ser vivo pertence?

A dificuldade de identificar alguns seres vivos como animais se relaciona com o fato de a classificação desses seres estar associada a outras características que não são simples de observar, por exemplo, as associadas ao desenvolvimento embrionário.

ATIVIDADE 4 Corpo humano

Analise as frases a seguir.

I. No corpo humano, as trocas gasosas da respiração são realizadas nos pulmões.
II. Os rins são órgãos do sistema digestório.
III. Artérias e veias são componentes do sistema circulatório.
IV. Os embriões humanos dependem do organismo materno para se desenvolver.
V. Os nervos são os principais produtores de hormônio do organismo.

A alternativa que contém somente frases verdadeiras é:

a) I, II, III.
b) II, III, IV.
c) I, II, V.
d) I, III, V.
e) I, III, IV.

ATIVIDADE 5 Classificação: das bactérias aos animais

O quadro a seguir mostra uma síntese das principais características dos seres vivos pertencentes aos cinco reinos. Complete-o tomando como modelo as informações já apresentadas.

CLASSIFICAÇÃO DOS SERES VIVOS EM CINCO REINOS

Reinos	Inclui	Características			
		Número de células	Tipo de célula	Obtenção de energia	Exemplos
Monera	Bactérias e arqueas			Autotrófica e heterotrófica	Vibrião colérico e lactobacilos
Protista	Protozoários	Unicelulares	Eucariótica		Ameba, plasmódio, algas verdes, algas vermelhas
	Algas	Unicelulares e multicelulares			
Fungi	Fungos			Heterotrófica	Cogumelos, bolor, leveduras
Plantae	Plantas				Musgos, taquara, eucalipto, castanheira
Animalia	Animais				Água-viva, caracol, mosquito, zebra, macaco

DESAFIO

O quadro abaixo lista características que diferenciam os reinos dos fungos, das plantas e dos animais, quanto ao tipo e ao número de células e quanto à forma de nutrição de seus integrantes.

Característica	I	II	III
Tipo de célula	Exclusivamente procarióticos	Maioria eucarióticos	Exclusivamente eucarióticos
Número de células	Exclusivamente unicelulares	Unicelulares ou pluricelulares	Exclusivamente pluricelulares
Forma de nutrição	Exclusivamente heterotróficos	Autotróficos ou heterotróficos	Exclusivamente autotróficos

Com relação a essas características, os seres vivos que compõem o reino dos fungos estão indicados em:

	Tipo de célula	Número de células	Forma de nutrição
a)	I	III	II
b)	II	III	I
c)	III	II	I
d)	III	I	II
e)	II	II	III

Fuvest 2011. Disponível em: <http://www.fuvest.br/vest2011/1fase/fuv2011v.pdf>. Acesso em: 10 set. 2014.

HORA DA CHECAGEM

Orientação de estudo

Exemplo de anotação no texto *Os animais e sua classificação*:

Segundo parágrafo: *A diversidade biológica dos animais se deve à variedade de ambientes em que se adaptam (água, terra, ar)*.

Exemplos de anotação no texto *Invertebrados e vertebrados*:

Primeiro parágrafo: *Animais – organismos multicelulares, com células eucarióticas e heterotróficos (não produzem o próprio alimento)*.

Segundo parágrafo: *Os animais se dividem em vertebrados (com vértebras) e invertebrados (sem vértebras)*.

Terceiro parágrafo: *Reino Animalia – 35 filos; vertebrados e alguns invertebrados: filo Chordata*.

Atividade 1 - Características gerais dos seres vivos

Alternativa correta: **d**. Bactéria tem células procarióticas. Animal e planta são multicelulares.

Atividade 2 - Vértebras e coluna vertebral

A resposta para essa questão você encontrará em suas observações verificando as imagens anteriores à atividade, identificando a coluna vertebral.

Atividade 3 - Características dos vertebrados

a) Os principais órgãos do sistema excretor são os rins.

b) Os órgãos que constituem o sistema circulatório são artérias, veias e coração.

c) Os órgãos em que ocorrem as trocas gasosas são brânquias e pulmões.

d) As unidades nas quais ocorre a produção de energia são as células.

Atividade 4 - Corpo humano

Alternativa correta: **e**.

A frase II (Os rins são órgãos do sistema digestório) é falsa, pois os rins fazem parte do sistema excretor. A frase V (Os nervos são os principais produtores de hormônio do organismo) é falsa, pois os produtores de hormônios são as glândulas endócrinas. As frases I, III e IV são verdadeiras.

Atividade 5 - Classificação: das bactérias aos animais

<table>
<tr><th colspan="6">CLASSIFICAÇÃO DOS SERES VIVOS EM CINCO REINOS</th></tr>
<tr><th rowspan="2">Reinos</th><th rowspan="2">Inclui</th><th colspan="4">Características</th></tr>
<tr><th>Número de células</th><th>Tipo de célula</th><th>Obtenção de energia</th><th>Exemplos</th></tr>
<tr><td>Monera</td><td>Bactérias e arqueas</td><td>Unicelulares</td><td>Procariótica</td><td>Autotrófica e heterotrófica</td><td>Vibrião colérico e lactobacilos</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Protista</td><td>Protozoários</td><td>Unicelulares</td><td rowspan="2">Eucariótica</td><td>Heterotrófica</td><td rowspan="2">Ameba, plasmódio, algas verdes, algas vermelhas</td></tr>
<tr><td>Algas</td><td>Unicelulares e multicelulares</td><td>Autotrófica</td></tr>
<tr><td>Fungi</td><td>Fungos</td><td>Unicelulares e multicelulares</td><td>Eucariótica</td><td>Heterotrófica</td><td>Cogumelos, bolor, leveduras</td></tr>
<tr><td>Plantae</td><td>Plantas</td><td>Multicelulares</td><td>Eucariótica</td><td>Autotrófica</td><td>Musgos, taquara, eucalipto, castanheira</td></tr>
<tr><td>Animalia</td><td>Animais</td><td>Multicelulares</td><td>Eucariótica</td><td>Heterotrófica</td><td>Água-viva, caracol, mosquito, zebra, macaco</td></tr>
</table>

Desafio

Alternativa correta: **c**. Fungos têm exclusivamente células eucarióticas (característica III), são unicelulares ou pluricelulares (II) e exclusivamente heterotróficos (I).

Portanto, características III, II e I.



Registro de dúvidas e comentários

ORIGEM E EVOLUÇÃO DA VIDA

TEMAS

1. Origem da vida
2. Evolução das espécies

Introdução

Esta Unidade trata de questionamentos sobre os quais, há muito tempo, a humanidade vem refletindo: Como se originou a vida em nosso planeta? O que é um ser vivo? A vida tal como se conhece hoje sempre existiu?

Diferentes civilizações e culturas vêm tentando dar respostas para essas perguntas. Talvez você conheça alguma(s) delas – um mito ou uma explicação religiosa para a origem dos seres vivos e do ser humano, em particular. Talvez já tenha lido ou ouvido algo sobre as explicações da ciência para a origem da vida. Afinal, a comunidade científica também tem procurado formular hipóteses, por meio de observações ou de experimentações, que contribuam com evidências para, se não confirmar, ao menos argumentar em favor de suas teorias sobre a origem e evolução da vida em nosso planeta.

Nesta Unidade, você vai aprofundar seus conhecimentos sobre as explicações científicas acerca desses fenômenos.

Origem da vida TEMA 1

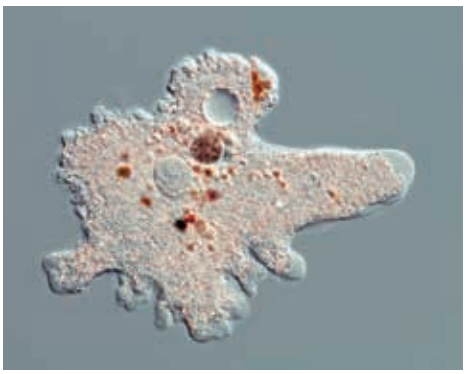
Neste tema, você vai conhecer diferentes hipóteses sobre a origem da vida na Terra. Terá a oportunidade de verificar como experimentos e novas descobertas têm contribuído para a modificação, ao longo do tempo, do conhecimento humano sobre esse assunto.

O QUE VOCÊ JÁ SABE?

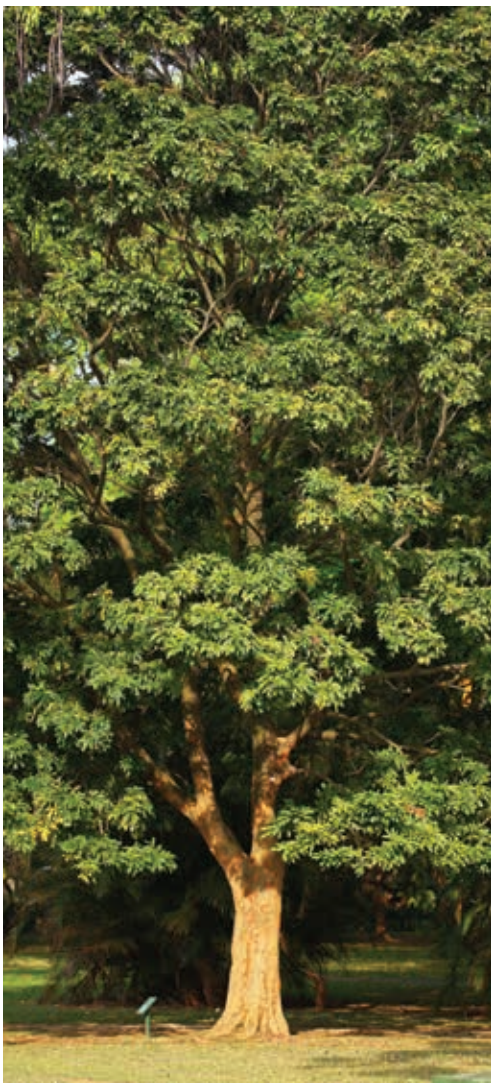
Observe as imagens a seguir nas quais estão representados organismos vivos.


© ZSSD/Minden Picture/Latinstock

Chimpanzé-pigmeu ou bonobo.


© Gerd Guenther/SPL/Latinstock

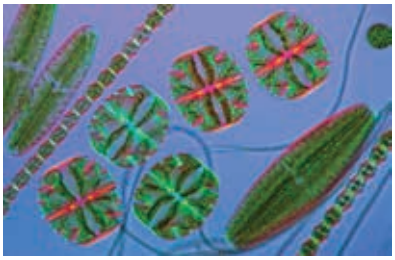
Ameba de vida livre.


© Fábio Colombini

Pau-brasil.


© Steve Gschmeissner/SPL/Latinstock

Bactérias.


© Marek Mis/SPL/Latinstock

Algas verdes unicelulares.


© Ron Offermans/Buiten-beeld/Minden Pictures/Latinstock

Esponja do mar.


© Jan Hanus/123RF

Musgo.

- Quais são as características comuns a todos eles, apesar de sua aparência tão diversa?
- Na natureza, o que diferencia os seres vivos daqueles elementos que não são considerados seres vivos?
- Esses e outros seres vivos sempre existiram na Terra?
- Quais explicações sobre a origem da vida na Terra você conhece?

Registre sua resposta.

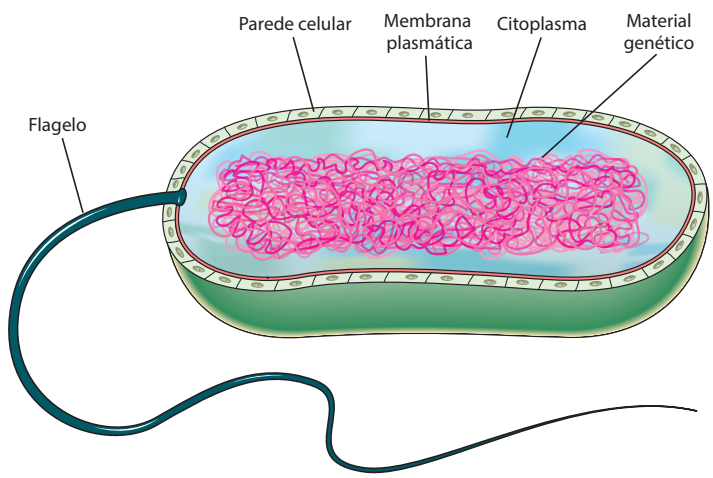
O que é exclusivo dos seres vivos

Para entender as ideias sobre a origem dos seres vivos, é bastante útil compreender quais são suas características exclusivas, isto é, o que possuem em comum e o que os diferencia dos elementos não vivos do ambiente.

A análise das características exclusivas dos seres vivos permitiu à ciência levantar hipóteses sobre a origem da vida na Terra, ou seja, como surgiram os primeiros seres vivos nas condições do planeta primitivo. A lista dessas características é extensa, por isso você vai estudar três delas que são comuns a todos os seres vivos. São elas:

- a necessidade de alimento (geração de energia);
- a capacidade de reprodução;
- o fato de serem formados por células (uma ou mais) que são constituídas basicamente por moléculas orgânicas (veja o texto *Compostos orgânicos e inorgânicos*), como carboidratos, lipídios, proteínas e ácidos nucleicos.

Uma das imagens apresentadas anteriormente mostra bactérias. Na atualidade, as bactérias são os organismos vivos de estrutura celular mais simples que se conhecem. Como você já sabe, bactérias são organismos unicelulares com células procarióticas, ou seja, o material genético (DNA, um tipo de ácido nucleico) encontra-se no citoplasma sem ser delimitado por um envoltório nuclear. O material genético é responsável pelo controle das funções da célula e tem capacidade de duplicar-se; portanto, relaciona-se com a reprodução da célula. Ele também é responsável pela determinação das características dos indivíduos de uma dada espécie.



© Hudson Calasans
Esquema da estrutura básica de uma bactéria.

Acredita-se que a estrutura dos primeiros seres vivos tenha sido bastante semelhante à de uma arquea atual: membrana plasmática (composta de proteínas e lipídios), citoplasma (no qual se encontram água, aminoácidos e sais minerais, entre outras substâncias) e o material genético (constituído por um ácido nucleico).

COMPOSTOS ORGÂNICOS E INORGÂNICOS

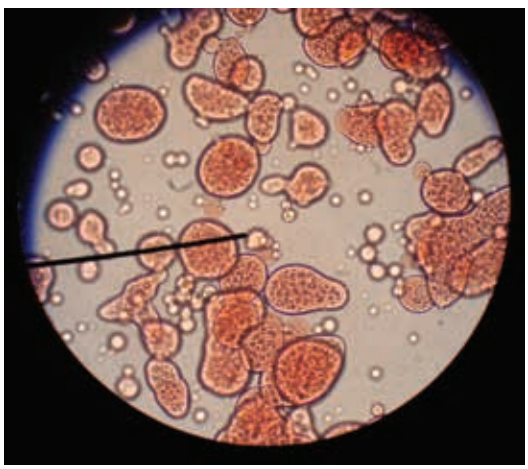
Todos os elementos vivos e não vivos de nosso planeta são constituídos por átomos de elementos químicos que se unem formando moléculas.

Nos materiais que compõem os seres vivos, no entanto, certos elementos químicos estão presentes em maior proporção do que na matéria inanimada. Esses elementos químicos – carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O), nitrogênio (N), fósforo (P) e enxofre (S) – unem-se em diferentes combinações para formar as moléculas que constituem os seres vivos: proteínas, carboidratos, lipídios e ácidos nucleicos. Tais moléculas, que são próprias dos seres vivos e contêm o elemento carbono, são chamadas de moléculas orgânicas ou compostos orgânicos.

Os compostos mais relacionados com a matéria não viva são chamados de inorgânicos. Na matéria não viva, os elementos mais abundantes são o oxigênio (O), o silício (Si) e o alumínio (Al), formando compostos menos complexos do que os orgânicos. Note, porém, que compostos inorgânicos como a água e os sais minerais também são constituintes importantes dos seres vivos.

As moléculas orgânicas já existiam no ambiente? Se não existiam, como se formaram? E como as substâncias orgânicas (lipídios, proteínas, ácidos nucleicos) se organizaram para formar a membrana e o material genético?

As teorias sobre a origem da vida mais aceitas na atualidade consideram a hipótese de que não havia moléculas orgânicas no início da formação de nosso planeta e que as primeiras dessas moléculas surgiram de compostos inorgânicos que existiam na atmosfera primitiva da Terra. Essa hipótese, conhecida como **hipótese da origem por evolução química**, foi proposta, no século XIX, pelo biólogo inglês Thomas Huxley (1825-1895) e retomada, na década de 1920, por dois cientistas que trabalharam independentemente, o bioquímico russo Aleksander Oparin (1894-1980) e o biólogo inglês John Haldane (1892-1964). Ela afirma que as condições da atmosfera levaram à formação das primeiras moléculas orgânicas a partir de compostos inorgânicos. As moléculas orgânicas, assim formadas, foram arrastadas pela água das chuvas para os mares quentes e rasos dessa época, onde teriam se agregado, formando **coacervados**.

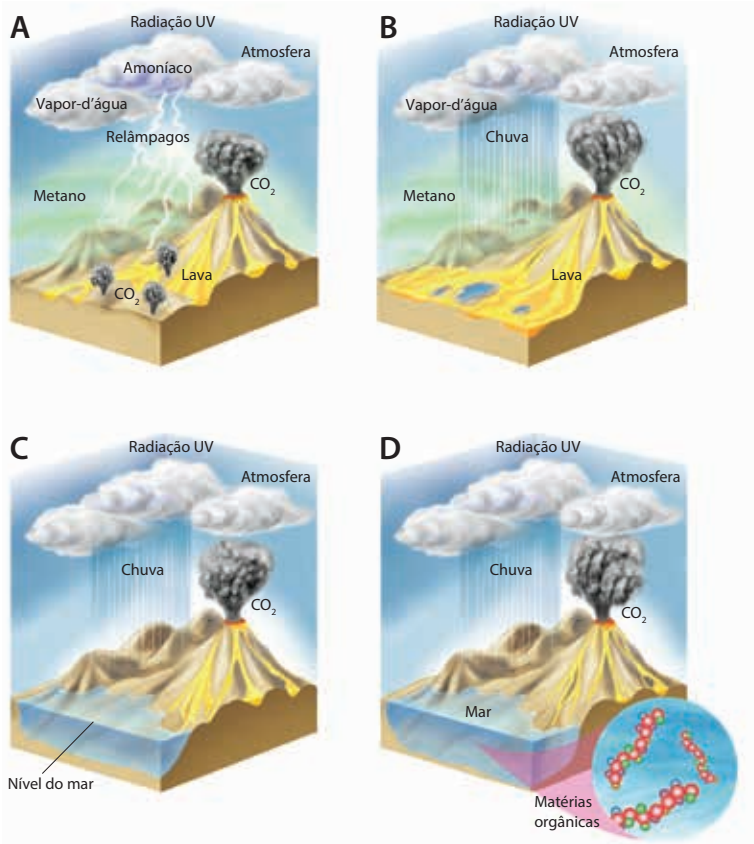


© Khayman

Coacervados vistos ao microscópio óptico.

Coacervado

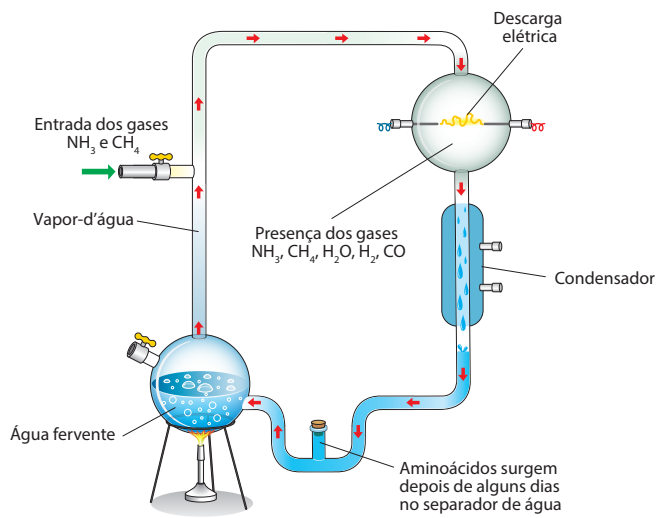
Aglomerado de moléculas de proteína que formam um glóbulo envolto por uma película de água.



© Hudson Calasans

Representação da teoria de Oparin e Haldane. As condições da Terra primitiva – erupções vulcânicas, descargas elétricas e intensa radiação ultravioleta – teriam propiciado a formação das primeiras moléculas orgânicas na atmosfera. Essas moléculas eram arrastadas pela chuva para os mares em formação, dando origem aos coacervados.

Experimentos realizados em 1953 pelo químico estadunidense Stanley Miller (1930-2007) deram força à hipótese da origem por evolução química. Ele construiu um simulador das supostas condições da Terra primitiva (presença dos gases metano, hidrogênio, amônia e carbônico e de vapor-d'água, além de muitas descargas elétricas, já que os raios eram frequentes na época) e, com ele, conseguiu sintetizar **aminoácidos** a partir de compostos inorgânicos.



© Hudson Calasans

Representação do aparelho construído por Stanley Miller para simular as condições da Terra primitiva.

Aminoácido

Substância considerada a unidade mínima na construção das proteínas.

Supõe-se que, da mesma forma que esses aglomerados de proteínas se formaram, também se formaram aglomerados de outros tipos de moléculas orgânicas. Assim, sistemas constituídos por uma membrana de lipídios e proteínas envolvendo moléculas de ácido nucleico seriam os ancestrais das primeiras células. Note que, contendo ácido nucleico, esses sistemas teriam capacidade de reprodução, já que alguns ácidos nucleicos se replicam, característica essencial dos seres vivos. Você verá mais sobre isso no Volume 3.

Até o momento, você viu que a hipótese da origem da vida por evolução química supõe que, nas condições da atmosfera primitiva, puderam se formar as primeiras moléculas orgânicas dotadas da capacidade de reprodução. Agora você vai analisar a questão da necessidade de alimento e de como se deu sua obtenção.

Você já sabe que os seres vivos atuais podem ser divididos em dois grupos: os autotróficos, capazes de sintetizar o próprio alimento a partir de compostos inorgânicos do ambiente; e os heterotróficos, que, incapazes de fazer essa síntese, necessitam buscar alimento consumindo outros seres vivos. A maioria dos organismos autotróficos existentes realiza a fotossíntese como forma de produção de alimento. Como teriam sido os primeiros organismos vivos: autotróficos ou heterotróficos? Para essa pergunta, há duas hipóteses:

- **hipótese heterotrófica**: afirma que os primeiros seres vivos seriam organismos heterotróficos que usavam moléculas orgânicas acumuladas nos mares e lagos primitivos como fonte de energia. Para degradar essas moléculas e obter energia, eles deveriam realizar processos simples como a **fermentação**. Esses primeiros seres heterotróficos teriam originado **linhagens** de seres autotróficos.

Glossário

Fermentação

Processo de degradação de moléculas orgânicas em compostos mais simples, na ausência de oxigênio, e com liberação de energia. É o processo pelo qual, atualmente, algumas bactérias e fungos obtêm energia.

Linhagem

Conjunto dos descendentes de uma mesma origem genealógica.

- **hipótese autotrófica**: considera que a quantidade de matéria orgânica presente no ambiente seria insuficiente para sustentar a vida até o surgimento dos organismos autotróficos e que, portanto, estes teriam de ter surgido primeiro. Acredita-se que os primeiros seres autotróficos não aproveitavam a luz do Sol para obter energia, e sim a energia liberada de reações químicas entre compostos de enxofre e ferro, supostamente abundantes nas rochas da Terra primitiva. Assim, esses seres

vivos seriam **quimiossintetizantes** e, segundo essa hipótese, teriam dado origem aos fotossintetizantes. A descoberta, em 1977, das fontes termais submarinas tem contribuído para validar essa hipótese. Nesses locais, situados nas fendas do assoalho submarino, vivem arqueas quimiossintetizantes que são as produtoras de uma rica teia alimentar.

Quimiossintetizante

Bactéria que realiza a quimiossíntese, processo que, em vez de luz solar, usa a energia liberada em uma reação química – nesse caso, entre compostos de enxofre e ferro.

PARA SABER MAIS

Evolução da atmosfera

Assim como os seres vivos, a Terra também sofreu e sofre modificações desde sua origem, que, de acordo com algumas evidências, teria ocorrido há cerca de 4,6 bilhões de anos. Ela foi formada a partir da aglomeração de poeira, rochas e gases que giravam ao redor do Sol, que também estava em formação.

Nosso planeta passou por períodos de tão intensa atividade vulcânica que sua superfície esteve, por muito tempo, coberta por lava. Além disso, meteoritos chocavam-se constantemente com a superfície terrestre, e a radiação ultravioleta tinha passagem livre, já que não havia um filtro para ela. Nessas condições, é de supor que também a atmosfera sofreu muitas modificações.

A atmosfera primitiva seria constituída por metano (CH_4), amônia (NH_3) e hidrogênio (H_2). O metano e a amônia, no entanto, permaneciam pouco tempo na atmosfera, pois, pela ação dos raios ultravioleta, formavam gás carbônico (CO_2) e nitrogênio (N_2). A concentração de gás oxigênio, nessa época, era baixíssima e só começaria a aumentar com o surgimento dos seres vivos fotossintetizantes, o que se deu há 2 bilhões de anos.

Observe, na tabela, a comparação entre as porcentagens de alguns dos componentes da atmosfera antes do surgimento da vida e na atualidade.

Componente	Antes do surgimento da vida	Hoje
Gás carbônico	98%	0,035%
Gás nitrogênio	1,9%	79%
Gás oxigênio	Traços	21%

FICA A DICA!

Vale a pena assistir ao vídeo do episódio 10 da série *Poeira das estrelas*, exibida no programa *Fantástico*, da Rede Globo, de 2006. Ele traz uma discussão sobre o que é vida, além de uma entrevista com o cientista Stanley Miller e uma visita a seu laboratório, onde se pode ver o aparato utilizado em seu célebre experimento, como ele chegou a sua formulação e a que conclusões chegou. O vídeo também apresenta o conceito de panspermia, isto é, a teoria de que a vida teria surgido fora da Terra e chegado aqui em asteroides, onde encontrou condições de se propagar. Por fim, mostra a hipótese de que a vida tenha surgido em nosso planeta em pequenas poças, em rochas ou barro.

As ideias sobre a origem da vida também evoluíram

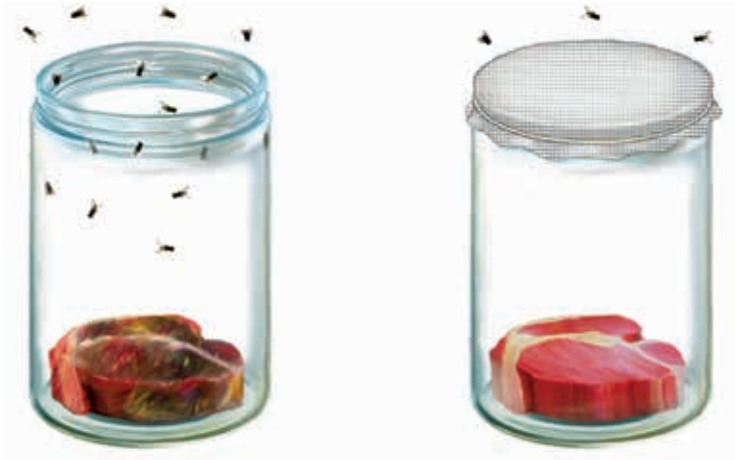
A hipótese da origem por evolução química, discutida até agora, é a mais aceita atualmente pela comunidade científica. Entretanto, é importante salientar que ela é fruto de várias descobertas feitas ao longo do tempo, o que significa que as hipóteses atuais substituíram outras do passado e poderão, no futuro, ser substituídas novamente, caso haja novas descobertas e evidências.

Do ponto de vista histórico, as ideias mais antigas sobre a origem da vida consideram que os seres vivos foram criados por uma divindade, um princípio que é denominado **criacionismo**. O criacionismo relaciona-se com a suposição de que os seres vivos não sofreram mudanças, permanecendo os mesmos desde sua criação, o que é chamado de fixismo. Na verdade, essas ideias têm valor para muitas pessoas ainda hoje, pois estão associadas à religiosidade.

Outra hipótese, em que muitos cientistas acreditavam, até meados do século XIX, é a da **geração espontânea** ou **abiogênese**. Segundo essa ideia, os seres vivos seriam gerados espontaneamente a partir de matéria não viva, por exemplo, vermes que se desenvolveriam a partir de cadáveres. Essa ideia era muito aceita, pois desde a Antiguidade acreditava-se que da matéria inanimada poderia surgir vida por um misterioso "princípio vital". A falta de uma cultura de realização de experimentos com rigor científico, entre os estudiosos da época, pode explicar por que a ideia da abiogênese perdurou por tanto tempo. Contudo, com o uso cada vez maior de experimentações, ela começou a ser contestada por partidários da **biogênese**, hipótese que defende que seres vivos se originam apenas de outros seres vivos preexistentes.

ATIVIDADE 1 O experimento de Redi e a biogênese

No século XVII, o cientista italiano Francesco Redi (1626--1697) procurou comprovar a hipótese da biogênese com um experimento que consistia em colocar pedaços de carne crua em frascos. Ele mantinha alguns desses frascos abertos e outros cobertos por gaze, impedindo que moscas tivessem contato com a carne.



© Hudson Calasans

Representação do experimento realizado por Francesco Redi para comprovar a biogênese.

1 Observando o experimento montado por Redi, qual era a hipótese dele para o aparecimento de larvas na carne?

2 Por que Redi manteve alguns frascos tampados e outros abertos?

3 Após algum tempo, nos frascos abertos surgiam larvas na carne, o que não acontecia nos frascos cobertos. Francesco Redi confirmou sua hipótese ou não? Justifique.

4 De que forma esse trabalho contribuiu para a ideia da biogênese?

A confirmação da biogênese

A descoberta dos organismos microscópicos trouxe de volta a ideia da abiogênese para explicar a origem desses seres, pois como ainda não se conheciam os mecanismos de reprodução desses seres vivos, era possível supor que eles surgiriam de matéria inanimada. Para provar que a biogênese valia também para os microrganismos, os cientistas precisavam adotar um procedimento semelhante àquele usado por Redi. Isso quer dizer que eles tinham de obter um **meio de cultura** sem microrganismos, isolá-lo do contato com o ambiente externo e verificar se o meio de cultura daria origem a microrganismos. Caso isso não acontecesse, significaria que microrganismos também não podem surgir de matéria inanimada, mas apenas de outros microrganismos preexistentes.

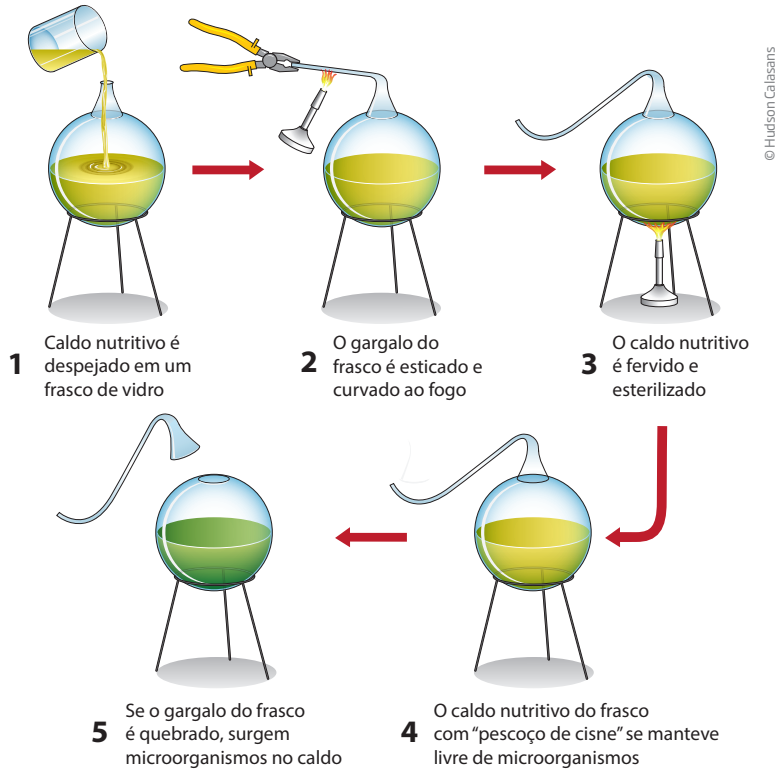
Meio de cultura

Preparação que contém nutrientes que possibilitam o desenvolvimento de microrganismos em laboratórios, para fins de pesquisa.

No entanto, essa era uma tarefa mais complicada, já que esses seres não são visíveis a olho nu e estão por toda parte, aumentando muito a possibilidade de contaminação dos meios de cultura.

Apenas por volta de 1860, o cientista francês Louis Pasteur provou que a biogênese é válida também para os microrganismos. Pasteur esterilizou um meio de cultura (caldo nutritivo), fervendo-o em frascos previamente preparados: seu gargalo tinha sido aquecido, esticado e curvado. Esses frascos, que ficaram conhecidos como frascos pescoço de cisne, permitiam que o caldo nutritivo não fosse contaminado por microrganismos existentes no ar, pois estes ficavam retidos na curva do gargalo.

Ao verificar que, mesmo depois de muito tempo, não surgiam microrganismos no caldo nutritivo dos frascos esterilizados e intactos, Pasteur comprovou que o caldo não poderia gerar microrganismos. De outro lado, ao abrir os frascos e permitir o contato dos microrganismos presentes no ar com o caldo nutritivo, o cientista constatou que eles se reproduziam, concluindo que os microrganismos só podem originar-se de microrganismos preexistentes.



Representação do experimento realizado por Pasteur com frascos "pescoço de cisne", comprovando que a biogênese é válida também para os microrganismos.

Panspermia

Por fim, é possível citar uma última hipótese para explicar a origem da vida na Terra, a **panspermia**, segundo a qual as moléculas orgânicas ou mesmo seres vivos teriam sido trazidos do espaço pelos corpos celestes que atingiam nosso planeta. A panspermia foi proposta entre o fim do século XIX e o início do XX, mas voltou a ser considerada recentemente, com a descoberta de moléculas orgânicas em cometas.

PENSE SOBRE...

Muitas propagandas de produtos prometem a eliminação dos microrganismos que estão em contato com o corpo das pessoas, com os objetos que elas usam e com o ambiente, evidenciando uma preocupação (às vezes até exagerada) com a higienização.

Como a confirmação da biogênese se relaciona com essa preocupação?

Que importância a biogênese tem para quem trabalha ou frequenta hospitais ou laboratórios de análises clínicas?

ORIENTAÇÃO DE ESTUDO

Provavelmente, ao ler um jornal, uma revista, um livro, uma notícia na internet ou mesmo ao assistir a um programa de televisão, você encontra alguns **gráficos**. Os gráficos ajudam a apresentar as informações de outra maneira, diferente da forma escrita e da oral, facilitando a visualização e a interpretação de informações que envolvem dados numéricos.

Os gráficos sempre têm um **título**, em geral curto. Alguns podem conter **subtítulo** também, que aparece logo abaixo do título, apresentando o tema do gráfico.

Outro elemento importante que precisa aparecer em todo gráfico é a fonte. Na fonte encontra-se quem produziu o gráfico (pode ser um instituto, um órgão, um autor de livro didático etc.). Assim o leitor pode saber se as informações contidas no gráfico são seguras, ou seja, se pode confiar nelas ou não.

Portanto, sempre que você for ler e interpretar um gráfico, fique atento a esses elementos: título, subtítulo e fonte. Existem vários tipos de gráficos. O gráfico apresentado na atividade a seguir, por exemplo, é um gráfico de linhas.

ATIVIDADE 2 A evolução da atmosfera e os seres vivos

Atualmente a porcentagem de gás oxigênio (O_2) encontrado na atmosfera é de aproximadamente 21%. Entretanto, nem sempre foi assim, pois, no início da história de nosso planeta, esse gás era praticamente ausente da atmosfera.

Nessas condições, os primeiros organismos vivos eram **anaeróbios**, provavelmente bem parecidos com as poucas espécies de bactérias anaeróbias que existem hoje, para as quais o gás oxigênio é tóxico. A presença de O_2 na atmosfera foi importante para o surgimento e a disseminação dos seres vivos **aeróbios**.

Glossário

Anaeróbio

Ser vivo que pode viver na ausência de gás oxigênio.

Aeróbio

Ser vivo que necessita de gás oxigênio para a realização da respiração celular.

O gráfico a seguir representa a evolução da porcentagem de O_2 na atmosfera da Terra. Depois de observar o título e a fonte, analise-o com atenção e, com base no texto da atividade, responda às questões propostas.

Evolução da porcentagem de O_2 na atmosfera da Terra



© Sidnei Moura

Fonte: NATIONAL Academy of Sciences. *Teaching about evolution and the Nature of Science*. Washington: National Academy Press, 1998, p. 4. Disponível em: <http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=5787&page=4>. Acesso em: 28 jan. 2015.

1 O que aconteceu com a porcentagem do gás oxigênio na atmosfera terrestre?

2 Como é possível relacionar o surgimento dos seres vivos fotossintetizantes com a evolução da porcentagem de O_2?

3 Em que período da história da Terra teriam surgido os seres vivos que dependiam do O_2 para realizar a respiração? Justifique sua resposta.

4 O que deve ter ocorrido com os seres vivos anaeróbios com o aumento da porcentagem de O_2 na atmosfera?

5 Quando e como se estabeleceu o equilíbrio na porcentagem de O_2, que se mantém até a atualidade?

ATIVIDADE 3 Camada de ozônio

Leia atentamente o texto e responda às questões.

O aumento na concentração de O_2 foi importante também para o surgimento da camada de ozônio (O_3). Na estratosfera, camada da atmosfera que vai dos 12 km aos 40 km de altitude, o ozônio se forma a partir da reação entre moléculas de O_2 e, como você sabe, a camada de ozônio impede a passagem de boa parte da radiação ultravioleta (UV) emitida pelo Sol. Grandes concentrações de O_2, portanto, têm muita importância para a proteção dos seres vivos contra os efeitos nocivos da radiação UV. Antes disso, a vida estava restrita aos locais mais protegidos na água, em profundidades não atingidas por essa radiação.

1 Relacione o surgimento da camada de ozônio com a possibilidade de ocupação dos ambientes terrestres pelos seres vivos.

2 Muito recentemente, o ser humano vem contribuindo para a modificação da atmosfera terrestre, incluindo a camada de ozônio. Pesquisando em Unidades já estudadas ou outras fontes, como livros didáticos de Biologia ou paradidáticos relacionados com Ecologia, busque informações sobre as alterações na camada de ozônio e seus possíveis efeitos. Indique de que forma o ser humano tem contribuído para essas alterações.

DESAFIO

Em certos locais, larvas de moscas, criadas em arroz cozido, são utilizadas como isca para pesca. Alguns criadores, no entanto, acreditam que essas larvas surgem espontaneamente do arroz cozido, tal como preconizado pela teoria da geração espontânea.

Essa teoria começou a ser refutada pelos cientistas ainda no século XVII, a partir dos estudos de Redi e Pasteur, que mostraram experimentalmente que

a) seres vivos podem ser criados em laboratório.
b) a vida se originou no planeta a partir de microrganismos.
c) o ser vivo é oriundo da reprodução de outro ser vivo preexistente.
d) seres vermiformes e microrganismos são evolutivamente aparentados.
e) vermes e microrganismos são gerados pela matéria existente nos cadáveres e nos caldos nutritivos, respectivamente.

Enem 2012. Prova Azul. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2012/caderno_enem2012_sab_azul.pdf>. Acesso em: 10 set. 2014.

HORA DA CHECAGEM

Atividade 1 - O experimento de Redi e a biogênese

1 A hipótese de Redi era a de que as larvas surgiam das moscas que depositavam seus ovos na carne. Ele não concordava com a ideia de que era a carne que originava as larvas.

2 Redi manteve alguns frascos tampados para evitar o contato das moscas com a carne. Os outros ficaram abertos para que elas pudessem depositar seus ovos.

3 Redi confirmou sua hipótese, pois só nos frascos onde as moscas puderam entrar em contato com a carne e depositar seus ovos houve o surgimento de larvas. Nos frascos tampados, não foram formadas larvas.

4 Com esse experimento, Redi obteve resultados que indicaram que um ser vivo se origina de outro ser vivo preexistente, o que é proposto pela biogênese.

Atividade 2 - A evolução da atmosfera e os seres vivos

1 A porcentagem de gás oxigênio na atmosfera terrestre permaneceu muito baixa até cerca de 1,5 bilhão de anos atrás. Depois disso, começou a aumentar até atingir a porcentagem atual, que permanece constante.

2 Os seres vivos fotossintetizantes liberam para a atmosfera O_2, que é um dos produtos da fotossíntese. Com o surgimento desses seres vivos, portanto, a porcentagem desse gás na atmosfera passou a aumentar.

3 Entre 4,6 e 2 bilhões de anos atrás não era possível haver organismos dependentes do O_2, uma vez que a quantidade desse gás era baixíssima. Quando a porcentagem de O_2 aumentou na atmosfera, o surgimento desses seres vivos foi possível.

4 Pode-se dizer que, com o aumento da porcentagem de O_2 na atmosfera, esta tornou-se tóxica para os organismos anaeróbios.

HORA DA CHECAGEM

5 O equilíbrio na porcentagem de O_2 se estabeleceu há aproximadamente 1 bilhão de anos e é mantido graças à relação entre fotossíntese e respiração dos seres vivos.

Atividade 3 - Camada de ozônio

1 Com a formação da camada de ozônio, o ambiente terrestre passou a ter uma proteção contra radiação UV, e os organismos vivos puderam ocupar esse ambiente.

2 O ser humano tem contribuído para a modificação da camada de ozônio com a produção de clorofluorcarbonetos (conhecidos como gases CFC), que reagem com o ozônio. Isso tem provocado a destruição da camada de ozônio, aumentando a ação da radiação UV sobre o planeta.

Desafio

Alternativa correta: **c**. Os experimentos de Redi e de Pasteur refutaram a ideia de que os seres vivos podiam ser gerados de matéria inanimada (abiogênese) e conseguiram evidências para a biogênese, que defende que um ser vivo só pode originar-se de outro preexistente.

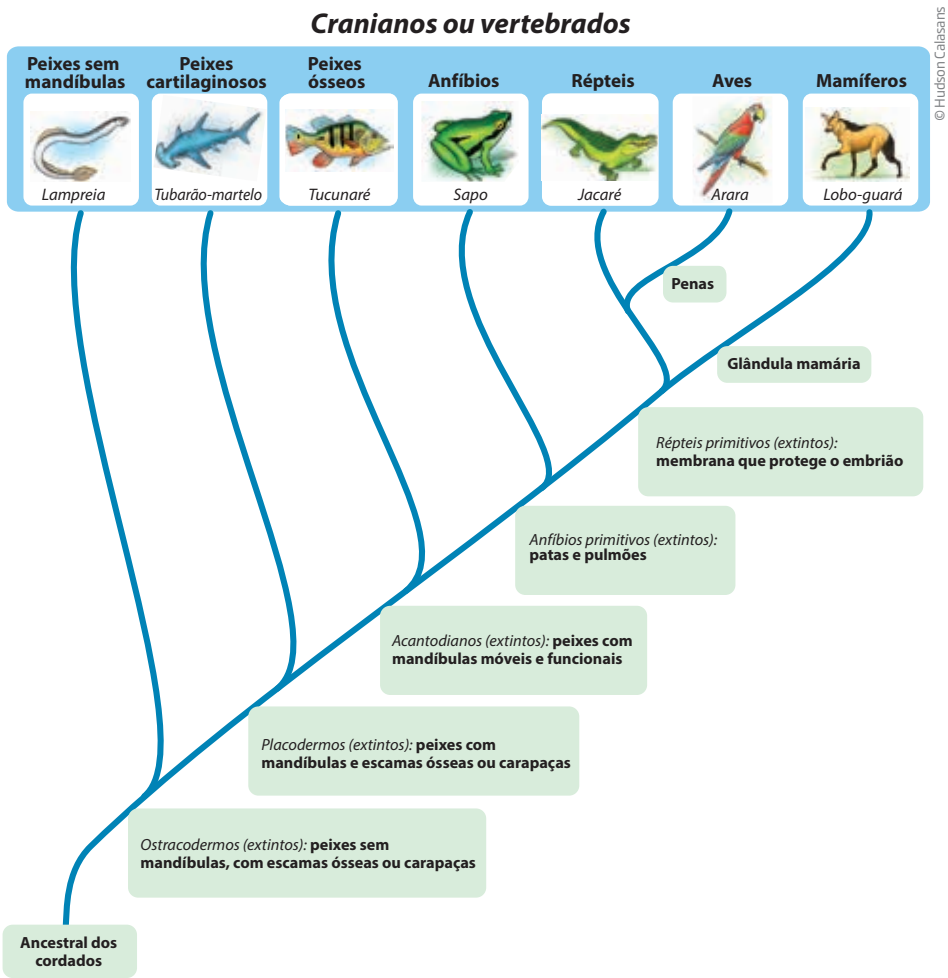


Registro de dúvidas e comentários

Neste tema, você vai conhecer e comparar duas das principais teorias sobre a evolução dos seres vivos: a de Lamarck (século XVIII) e a de Darwin (século XIX). Também poderá perceber por que a teoria de Lamarck, aceita entre os cientistas que apoiavam a transformação dos seres vivos, foi deixando de ser aceita em prol da teoria da evolução por seleção natural de Darwin e, posteriormente, da teoria sintética da evolução, atualmente a mais aceita na comunidade científica.

O QUE VOCÊ JÁ SABE?

Observe a imagem a seguir. O que ela sugere a você?



Representação da evolução dos animais vertebrados.

- O que é evolução para você?
- Você conhece alguma explicação para a evolução dos seres vivos?
- O que significa o termo *ancestral* que aparece nessa imagem?
- O que você acha que significam os pontos de bifurcação nas linhas dessa imagem?

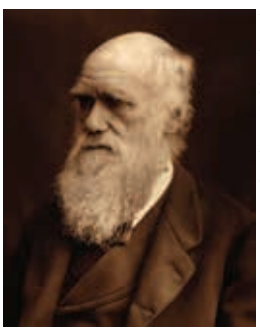
A evolução das espécies

As hipóteses sobre a origem da vida mais aceitas na atualidade consideram que os primeiros seres vivos teriam uma estrutura muito simples, semelhante à das bactérias atuais, como discutido anteriormente. Ao observar a enorme diversidade de seres conhecidos hoje, entretanto, é possível pensar que, ao longo do tempo, foram ocorrendo modificações nos seres vivos, até gerar novas espécies. Essa é a ideia por trás do conceito de evolução das espécies.

Lamarck e Darwin

A ideia de que os seres vivos se modificam ao longo do tempo e de que as espécies atuais são descendentes de espécies ancestrais que deixaram de existir vem sendo discutida desde o século XVIII e, nessas discussões, dois naturalistas se destacaram: o francês Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829) e o britânico Charles Darwin.


© Tallandier/Rue des Archives/Latinstock
Jean-Baptiste Lamarck.


© adoc-photos/Corbis/Latinstock
Charles Darwin.

Para Lamarck, os seres vivos se originariam, por geração espontânea, da matéria não viva e se transformariam ao longo do tempo, aumentando sua complexidade. Esse seria um poder inerente à vida que faria com que os órgãos se desenvolvessem e se aperfeiçoassem. Portanto, estruturas e órgãos do corpo dos seres vivos poderiam se desenvolver ou se atrofiar de acordo com a maior ou a menor necessidade de uso dessas estruturas ou órgãos. Esse processo é conhecido hoje como **lei do uso e desuso**. Dessa forma, Lamarck explicava, por exemplo, a ausência de pernas nas serpentes atuais como decorrente da adaptação de ancestrais à vida rastejante. A falta de necessidade de uso das pernas teria levado à atrofia gradual até o desaparecimento desses órgãos.

Note que, para Lamarck, os indivíduos que tivessem órgãos atrofiados ou desenvolvidos poderiam transmitir essa característica a seus descendentes, de maneira que ocorreria uma transformação gradual na própria espécie. Esse mecanismo ficou conhecido como **lei dos caracteres adquiridos**.

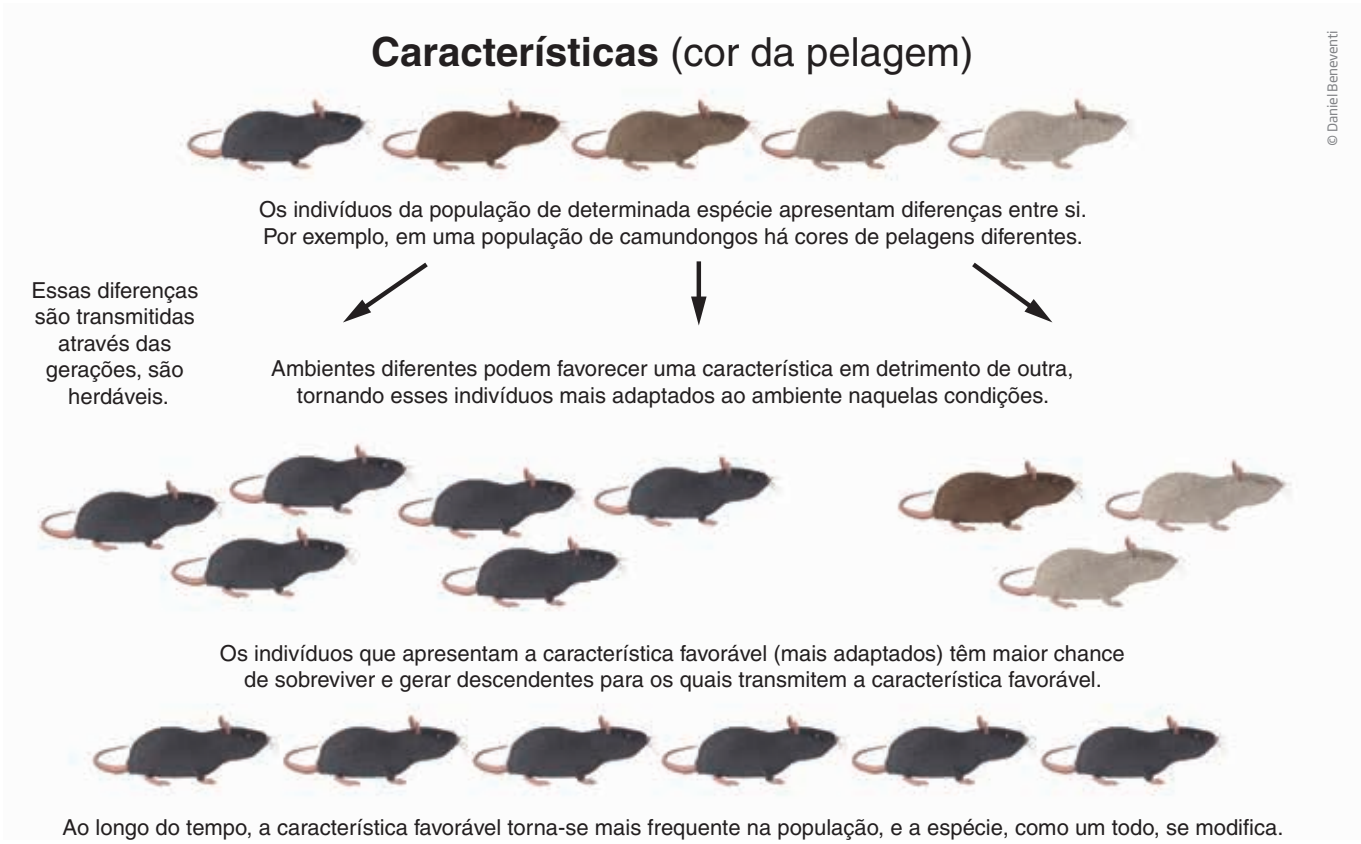
Qualquer pessoa que pratica exercícios físicos (ou conhece alguém que pratica) sabe que essa prática leva ao desenvolvimento da musculatura. No entanto, filhos de atletas ou de fisiculturistas não recebem essa herança de seus pais e não nascem com seus músculos mais desenvolvidos do que os de outras crianças. Esse

ponto representou uma fragilidade na teoria de Lamarck, que não chegou a abalar a hipótese mais aceita na época, a do criacionismo.

De outro lado, Lamarck teve o mérito de chamar a atenção para o fato de que as mudanças que ocorrem nos seres vivos são fruto de interações entre eles e o ambiente, de modo que, ao longo do tempo, esse seres possam se adaptar às variações das condições ambientais.

Também para Charles Darwin, que conheceu e foi influenciado pelas ideias de Lamarck, a adaptação era uma ideia central para compreender a origem e a evolução das espécies. Entretanto, sua teoria explicou de forma diferente o processo pelo qual as espécies se adaptavam às condições ambientais.

Em sua obra *A origem das espécies*, Darwin lançou a ideia de **seleção natural**, um mecanismo pelo qual os seres vivos evoluem e dão origem a novas espécies. De maneira resumida, as ideias de Darwin são as seguintes:



© Daniel Beneventi

Note que, para Lamarck, uma nova característica surgiria conforme a necessidade imposta pelo ambiente, ao passo que para Darwin alguns indivíduos já apresentariam essa característica e ela seria favorecida, ou não, pelas condições do ambiente.

PARA SABER MAIS

Um pouco da história do trabalho de Darwin

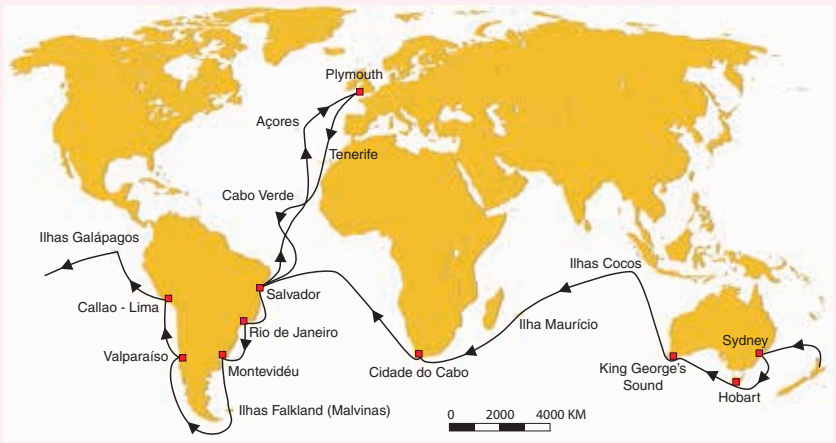
De 1831 a 1836, Charles Darwin esteve a bordo do navio H. M. S. Beagle, como naturalista, em uma viagem ao redor do mundo (veja o mapa a seguir). Durante a viagem, ele fazia muitas anotações e coletava fósseis e diferentes espécies de animais e plantas, que enviava a especialistas para identificação. Darwin passou por muitos lugares, incluindo a América do Sul (com várias paradas no Brasil), a Austrália e diversos arquipélagos tropicais. Dentre esses locais, se destaca o arquipélago de Galápagos, no Equador, onde teve contato com **espécies endêmicas** de cada uma das ilhas que compõem o arquipélago.

Por muito tempo, Darwin foi, portanto, acumulando informações que pudessem sustentar suas hipóteses sobre a evolução dos seres vivos, demorando muitos anos para publicar suas conclusões. Ele estava ciente de que suas ideias teriam um impacto muito grande entre os cientistas da época.

Espécie endêmica

Espécie cuja sobrevivência está restrita a determinada área. Por exemplo, as espécies endêmicas da Mata Atlântica não são encontradas em outras áreas, em condições naturais.

Em 1858, Alfred Wallace (1823-1913), outro naturalista inglês, enviou a Darwin uma carta em que expunha conclusões muito parecidas às de Darwin, com base em estudos que realizou na Amazônia e nas Índias Orientais. Darwin fez um resumo de suas ideias para publicação em conjunto com o trabalho de Wallace.



© Algos

Trajetória do Beagle durante a viagem da qual Darwin participou. [Viagem de circunavegação do US Beagle (1831-1836)]



© Stuart Westmorland/Science Faction/Corbis/Latinstock

Iguana marinha.


© Nick Bell/123RF

Tartaruga gigante.


© Gerry Ellis/Minden Pictures/Latinstock

Cacto arborescente.

Finalmente, em 1859, Darwin publicou seu trabalho completo na obra que ficou conhecida como *A origem das espécies*, mas cujo nome completo é *Sobre a origem das espécies por meio da seleção natural ou a preservação de raças favorecidas na luta pela vida*.

O material coletado e as anotações feitas durante a viagem a bordo do Beagle tiveram papel fundamental no trabalho de Darwin, mas seu pensamento foi também influenciado por outros cientistas. Entre eles, pode-se destacar o geólogo inglês Charles Lyell (1797-1875), que propôs que as forças naturais do vento, da água e de deslocamentos causavam as principais modificações na crosta terrestre. Isso levava, pela primeira vez, a supor que a Terra poderia até mesmo ter milhões de anos e abria o caminho para os evolucionistas.

Outra influência importante foi a do reverendo inglês Thomas Malthus (1766-1834), que propunha que as populações humanas e suas necessidades sempre seriam maiores do que a produção de alimentos e de outros bens que lhes são necessários. Darwin considerou que isso também pudesse acontecer na natureza, como você vai ver.

Além disso, Darwin estava atento às modificações que ocorriam em plantas cultivadas e em animais domesticados. Sendo ele mesmo criador de pombos, fez diversos cruzamentos para selecionar características e obter diferentes **raças** dessa ave. Também realizou alguns experimentos com cracas (um tipo de crustáceo) com o objetivo de testar adaptações desses animais a diferentes condições ambientais.

Raça

De forma geral, refere-se a diferentes populações de uma mesma espécie de ser vivo. Alguns biólogos consideram *raça* sinônimo de *subespécie*.

Para serem consideradas de raças diferentes, duas populações devem ter uma diferenciação genética significativa. Do ponto de vista biológico, as diferenças entre os diversos grupos humanos, por exemplo, não são significativas e, portanto, não se pode falar em raças humanas, e sim em etnias.

ASSISTA!

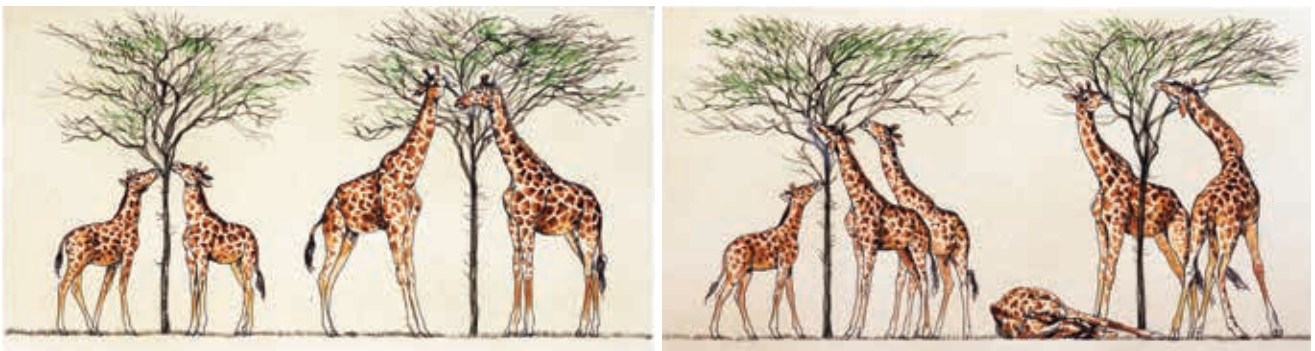
Ciências – Ensino Fundamental Anos Finais – Volume 3

Darwin no Brasil

O vídeo apresenta os caminhos do naturalista Charles Darwin durante uma viagem ao Brasil, no início de sua carreira, aos 23 anos. Usando relatos de Darwin documentados em um diário, o vídeo revela o encantamento do naturalista diante das belezas e da diversidade que encontrou em terras e mares brasileiros.

Comparando as ideias de Lamarck e Darwin

Um dos exemplos de comparação entre as ideias de Lamarck e Darwin diz respeito ao desenvolvimento do pescoço das girafas. A imagem a seguir mostra a diferença entre as explicações que esses dois naturalistas teriam dado sobre essa questão. Observe-a com atenção.



© DEA Picture Library/Getty Images

À esquerda, explicação para o alongamento do pescoço das girafas, segundo a teoria de Lamarck; à direita, explicação para o mesmo fato, segundo Darwin.

Lamarck explicaria que os ancestrais das girafas teriam pescoço curto e se alimentariam de vegetação rasteira. A diminuição dessa vegetação levaria os indivíduos a buscar alimento nas árvores mais altas e, por isso, a esticar o pescoço, desenvolvendo, consequentemente, essa musculatura. Esse maior desenvolvimento seria transmitido aos descendentes e, após algum tempo, a população de girafas teria apenas indivíduos de pescoço longo.

E como Darwin explicaria esse mesmo fato? Para esse naturalista, em determinada população, haveria indivíduos de pescoço curto e outros de pescoço longo. Uma modificação no ambiente que resultasse na eliminação da vegetação rasteira seria desfavorável aos indivíduos de pescoço curto, já que eles dificilmente alcançariam a folhagem das copas das árvores. Com isso, morreriam antes de poder reproduzir-se. Já os indivíduos de pescoço longo teriam vantagem, sobreviveriam mais tempo e poderiam reproduzir-se, transmitindo a característica a seus descendentes.

ASSISTA!

Ciências – Ensino Fundamental Anos Finais – Volume 3

Darwinismo

O vídeo sintetiza os principais pontos da teoria de Charles Darwin e pode ajudá-lo a compreender por que os estudos desse cientista revolucionaram o pensamento científico do século XIX.

ORIENTAÇÃO DE ESTUDO

Ao ler para estudar, você pode utilizar diferentes procedimentos de estudo como grifos, anotações, resumos, esquemas, fichamentos. No caso de textos como os que você acabou de ler sobre Lamarck e Darwin, uma boa forma de estudar é organizar um esquema. O esquema ajuda a visualizar a articulação das ideias principais contidas em um texto, contribuindo para sua compreensão.

Complete o esquema a seguir com base no que leu sobre Lamarck e Darwin. Assim, você terá um esquema, que o ajudará a comparar as ideias defendidas por esses dois naturalistas. Para facilitar o preenchimento do esquema, você pode reler o texto e grifar os trechos que apresentam as ideias de cada um deles.



© Daniel Beneventi

ATIVIDADE 1 Outro exemplo para comparar as teorias de Darwin e Lamarck

Procure explicar a ausência de patas nas serpentes, a partir de um ancestral com patas, segundo:

1 a teoria de Lamarck.

2 a teoria de Darwin.

Além de Darwin

Antes de publicar *A origem das espécies*, Darwin coletou muitas informações por meio de observações e experimentos, pois tinha interesse em mostrar um bom número de evidências que conferissem credibilidade a sua teoria, uma vez que sabia que se tratava de um assunto extremamente polêmico, que lhe renderia muitas críticas.

No entanto, ele reconhecia também as limitações de sua teoria. Por exemplo, Darwin não conseguiu explicar a origem das diferenças entre indivíduos de uma população nem mesmo os mecanismos de transmissão dessas variações de uma geração a outra. Nessa época, o trabalho do monge agostiniano austríaco Gregor Mendel (1822-1884), que seria considerado o pai da **Genética**, já havia sido publicado (1866), mas passou despercebido por Darwin. O próprio Darwin tinha a publicação de Mendel, mas aparentemente não a leu.

Genética

Ciência que estuda a constituição dos genes presentes em um ser vivo e a forma de ação desses genes na determinação e transmissão de suas características.

Só muitos anos mais tarde, a partir de 1900, com a redescoberta do trabalho de Mendel, é que os mecanismos de transmissão das características hereditárias começaram a ser desvendados e, com a contribuição de diversos cientistas, chegou-se ao que hoje é conhecido como **neodarwinismo** ou **teoria sintética da evolução**.

O neodarwinismo utiliza-se das descobertas sobre os **genes** e sobre o **DNA** para explicar a teoria da evolução justamente naquilo que Darwin não pôde explicar. Descobriu-se que os genes são os responsáveis pela transmissão das características hereditárias, e que as diferenças que se verificam nos indivíduos de uma mesma espécie são decorrentes de alterações nesses genes – conhecidas por mutações. Quando as mutações ocorrem em genes presentes nas células reprodutoras (no caso da reprodução sexuada), elas são transmitidas de uma geração a outra.

Glossário

Gene

Sequência de DNA responsável pela determinação de uma ou mais características de um ser vivo e pela transmissão dessas características.

DNA

Sigla, em inglês, de ácido desoxirribonucleico, substância da qual são compostos os genes.

Os mecanismos que levam a essas alterações serão aprofundados na próxima Unidade, mas já é importante saber que a base da evolução dos seres vivos é a **variabilidade genética**.

DESAFIO

Alguns anfíbios e répteis são adaptados à vida subterrânea. Nessa situação, apresentam algumas características corporais, como, por exemplo, ausência de patas, corpo anelado, que facilita o deslocamento no subsolo e, em alguns casos, ausência de olhos.

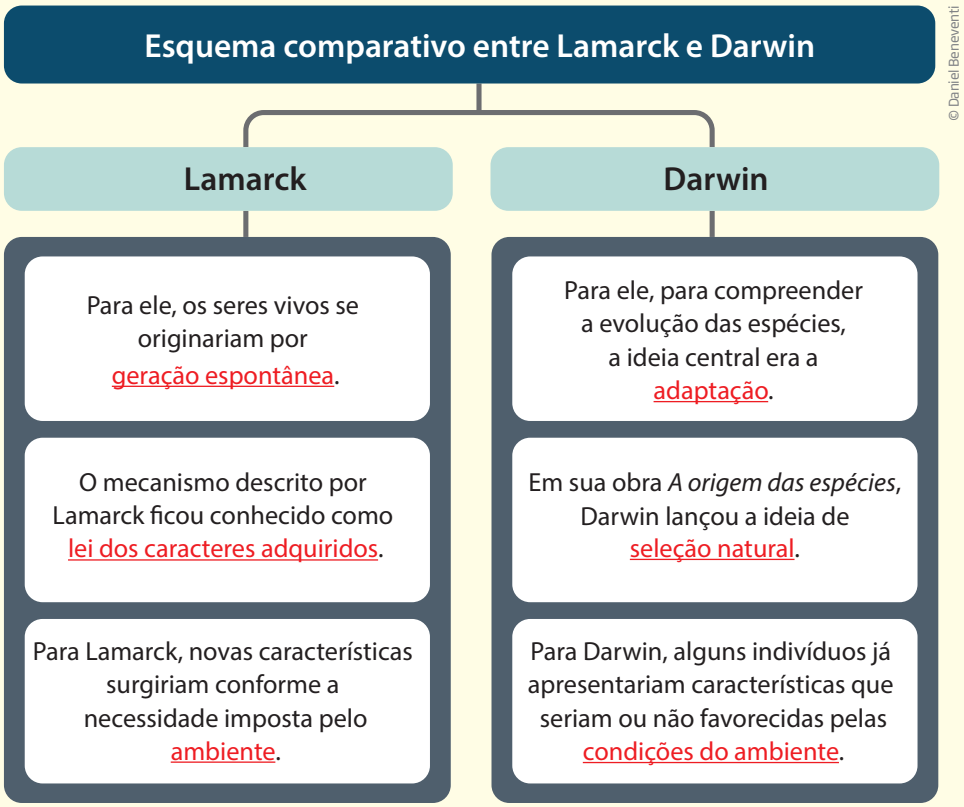
Suponha que um biólogo tentasse explicar a origem das adaptações mencionadas no texto utilizando conceitos da teoria evolutiva de Lamarck. Ao adotar esse ponto de vista, ele diria que:

a) as características citadas no texto foram originadas pela seleção natural.
b) a ausência de olhos teria sido causada pela falta de uso dos mesmos, segundo a lei do uso e desuso.
c) o corpo anelado é uma característica fortemente adaptativa, mas seria transmitida apenas à primeira geração de descendentes.
d) as patas teriam sido perdidas pela falta de uso e, em seguida, essa característica foi incorporada ao patrimônio genético e então transmitida aos descendentes.
e) as características citadas no texto foram adquiridas por meio de mutações e depois, ao longo do tempo, foram selecionadas por serem mais adaptadas ao ambiente em que os organismos se encontram.

Enem 2010. Prova Azul. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2010/AZUL_Sabado_GAB.pdf>. Acesso em: 10 set. 2014.

HORA DA CHECAGEM

Orientação de estudo



© Daniel Beneventi

Atividade 1 - Outro exemplo para comparar as teorias de Darwin e Lamarck

1 Lamarck explicaria a ausência de patas nas serpentes pelo fato de que seus ancestrais deixaram de usá-las. Com isso, esses órgãos se atrofiaram e essa característica foi transmitida a seus descendentes. O ambiente levou à modificação na estrutura do corpo dos ancestrais das serpentes.

2 Segundo a teoria de Darwin, na mesma população, além dos indivíduos com patas, havia os sem patas e até indivíduos com padrões intermediários. Em algum momento, a ausência de patas passou a favorecer a sobrevivência desses indivíduos, que, portanto, puderam ter mais tempo para se reproduzir e gerar mais descendentes com essa característica. O ambiente selecionou uma característica que já existia em alguns indivíduos de determinada população.

Desafio

Alternativa correta: **b**. A lei do uso e desuso é uma das duas leis estabelecidas por Lamarck para explicar as variações que ocorrem nas espécies ao longo do tempo. O fato de não ser necessário usar os olhos levaria à atrofia desses órgãos até a ausência total.

Registro de dúvidas e comentários

ORIGEM DAS ESPÉCIES E EVOLUÇÃO HUMANA

TEMAS

1. A origem das espécies
2. Evolução no dia a dia
3. Evolução biológica e cultural humana

Introdução

Na Unidade 3, você estudou as diferentes ideias sobre a origem da vida e a evolução dos seres vivos. Considerando que a grande diversidade de seres vivos existentes atualmente evoluiu a partir de uma única forma de vida (provavelmente de organismos unicelulares procarióticos), pode-se perguntar: Como surgem novas espécies?

A compreensão de como se originam novas espécies é um dos assuntos tratados nesta Unidade. Nela, você também vai ver alguns exemplos de como a evolução das espécies afeta a vida do ser humano, positiva ou negativamente, e conhecer a origem e a evolução de uma espécie em particular – a espécie humana –, tanto do ponto de vista biológico como cultural.

TEMA 1 A origem das espécies

Neste tema, você estudará como surgem novas espécies de seres vivos, segundo a teoria da evolução biológica. Para isso, retomará os conceitos de espécie biológica, abordado na Unidade 1, e de seleção natural, visto na Unidade 3. Você também vai conhecer o modo de representação do parentesco entre as espécies – as árvores filogenéticas.

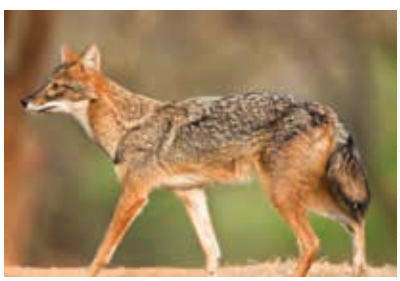
O QUE VOCÊ JÁ SABE?

Observe as imagens de animais a seguir e as respectivas legendas, que apresentam seus nomes popular e científico.



© Thorsten Milse/Robert Harding/Latinstock

Lobo-cinzento (*Canis lupus*).



© Robert Pickett/Visuals Unlimited/Corbis/Latinstock

Chacal-dourado (*Canis aureus*).



© Martin Ruegner/Radius Images/Latinstock

Coiote (*Canis latrans*).

- Esses três animais pertencem a espécies diferentes. Como é possível saber isso?
- Em sua opinião, há parentesco evolutivo entre eles? Por quê?
- Como você acha que essas três espécies podem ter se originado?

Classificação dos seres vivos e evolução

Ao responder às questões anteriores, você deve ter lembrado o que aprendeu na Unidade 1 sobre a classificação dos seres vivos. Atualmente, classificar significa "olhar" para o parentesco entre as diferentes espécies de seres vivos.

E como é possível "olhar" para esse parentesco? Além das características físicas aparentes, descobertas recentes sobre o material genético e sobre como são determinadas e transmitidas as características dos seres vivos têm sido muito importantes para dirigir esse olhar. Esse novo olhar faz, por vezes, que especialistas revejam as classificações existentes.

Nos estudos de classificação e evolução dos seres vivos, a noção de espécie biológica tem muita importância e ainda é objeto de discussão entre os cientistas.

Segundo a definição proposta por Ernst Mayr, **espécie** é o conjunto dos membros de uma população naturalmente capazes de se cruzar (ou com potencial para se cruzar) e gerar descendentes férteis.

Essa definição também considera que há **isolamento reprodutivo** entre os indivíduos de espécies diferentes. O que isso quer dizer? Isolamento reprodutivo significa que existem mecanismos que impedem o cruzamento entre seres de espécies diferentes ou o desenvolvimento de descendentes desse cruzamento (veja a seguir no *Para saber mais*).

Apesar de suas limitações (por exemplo, os organismos que se reproduzem principalmente de forma assexuada não são considerados), essa definição tem grande valor no estudo da evolução, pois ajuda a compreender, em linhas gerais, como se dá a origem de novas espécies, também chamada de **especiação**.

PARA SABER MAIS

Mecanismos de isolamento reprodutivo

A incapacidade de reprodução e geração de descendentes férteis entre duas espécies diferentes pode ocorrer por um ou mais fatores aos quais se dá o nome de mecanismos de isolamento reprodutivo.

Alguns desses mecanismos estão relacionados com a impossibilidade de haver fecundação. Isso pode ocorrer por diversas razões: as duas espécies se reproduzem em épocas diferentes; há diferenças entre os órgãos reprodutores que impedem a cópula; ou, ainda, os gametas masculinos de uma espécie não sobrevivem no corpo da fêmea de outra espécie.

Outros mecanismos que podem impedir a fecundação têm a ver com o comportamento de atração de parceiros para reprodução. Sinais emitidos pelos machos de uma espécie (canto de pássaros, coaxar de sapos, sinais luminosos de vaga-lumes, por exemplo) não são reconhecidos pelas fêmeas de outras espécies.

Em alguns casos, no entanto, a fecundação pode ocorrer, mas o zigoto (célula-ovo) formado é inviável e morre, ou seja, o desenvolvimento embrionário não se completa.

Por fim, quando a fecundação entre indivíduos de espécies diferentes ocorre e o desenvolvimento embrionário se completa, os híbridos assim formados podem ser estéreis ou ter menor eficiência reprodutiva. É bastante conhecido o caso da mula ou do burro, híbrido não fértil do cruzamento entre jumento e égua ou entre jumenta e cavalo, como você viu na Unidade 1.

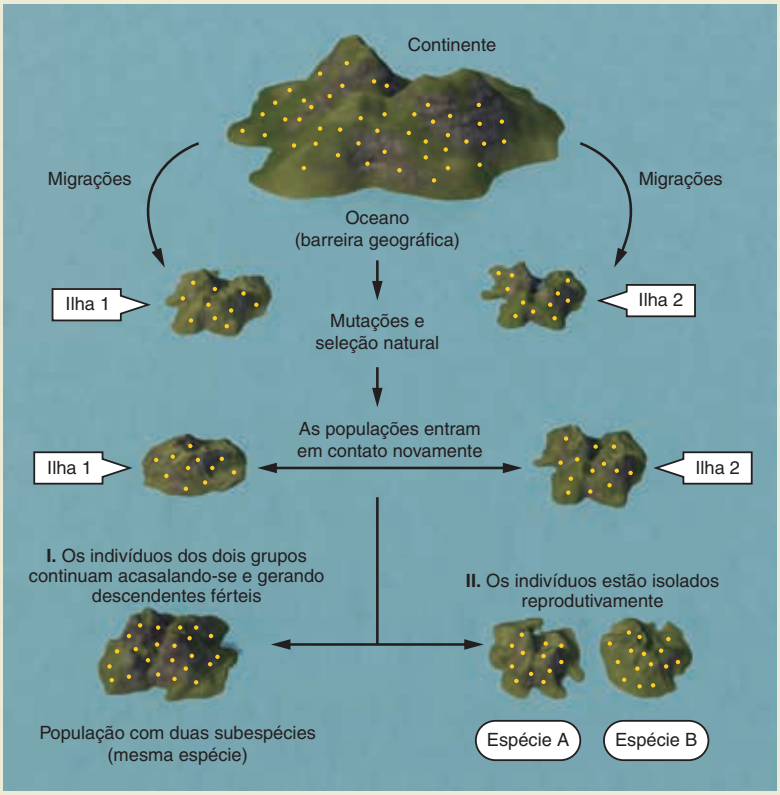
Como surgem as espécies?

Como você já viu, os indivíduos de uma população apresentam diferenças em suas características. As características com vantagem adaptativa são selecionadas pelo ambiente e transmitidas a descendentes, de maneira que passam a ser mais frequentes na população. Ao longo do tempo, portanto, os indivíduos dessa população vão se modificando.

Essas modificações em uma população podem se acumular de tal forma que seus indivíduos serão bastante diferentes daqueles da população original. Quando as modificações acumuladas em uma população são tão grandes em relação àquela que lhes deu origem, de forma que os indivíduos das duas populações não podem mais se intercruzar, formam-se duas novas espécies.

O fato de não poder mais haver cruzamento entre indivíduos das duas espécies – o isolamento reprodutivo – é a marca da especiação.

Esses eventos podem ocorrer, por exemplo, quando duas populações são separadas por uma barreira geográfica, como um rio, uma montanha ou um oceano. Observe a ilustração ao lado.



Representação da formação de subespécies ou de novas espécies por meio da migração de populações para diferentes ilhas.

Após certo tempo, caso as duas populações entrem em contato, há duas possibilidades:

I. os indivíduos das duas populações se acasalam e geram descendentes férteis (subespécies); ou

II. o intercruzamento não é mais possível (duas espécies diferentes).

Mas por que as diferenças nas características acumulam-se dessa forma?

Lembre-se de que, segundo a teoria de Darwin, é o ambiente que seleciona as características mais adaptativas dos indivíduos de uma população.

E o que ocorre se determinada população se separar em dois grupos, e cada grupo ocupar um ambiente com condições diferentes, como aconteceu em um dos casos da ilustração?

Ocupando ambientes diferentes e estando sujeitos a condições diferentes, esses dois grupos terão características diferentes selecionadas. Em cada ambiente e para cada população, ao longo do tempo, acumulam-se diferentes modificações, produzindo, talvez, isolamento reprodutivo. Esse isolamento, por sua vez, caracteriza a especiação.

ASSISTA!

Biologia – Volume 2

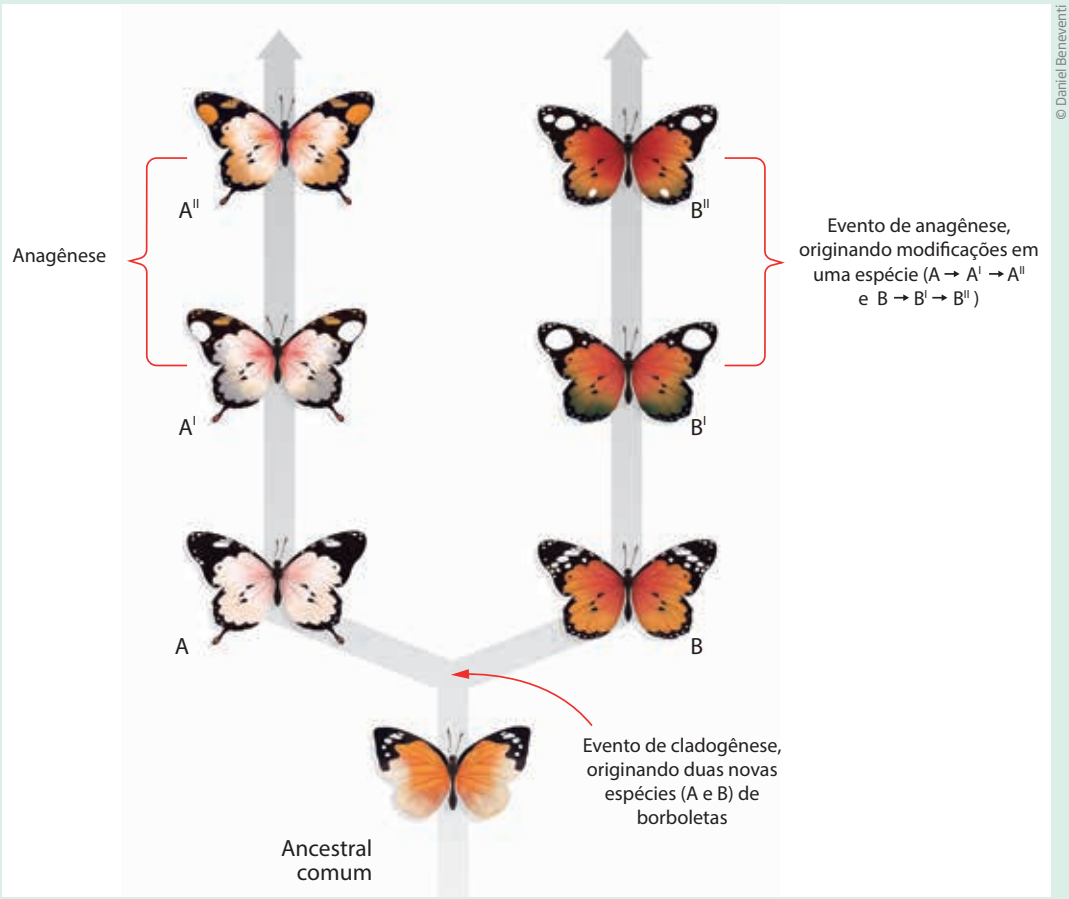
Especiação

O vídeo mostra o exemplo brasileiro da jararaca ilhoa, espécie endêmica da Ilha de Queimada Grande, abordando conceitos importantes como anagênese, barreira geográfica e adaptação. Não deixe de ver este vídeo e anotar suas dúvidas para depois conversar com seu professor.

ANAGÊNESE E CLADOGÊNESE

Há dois processos que geram a diversificação de espécies:

- **anagênese:** conjunto de transformações graduais na população de determinada espécie, o que a torna mais adaptada a seu ambiente.
- **cladogênese:** nesse processo, duas populações, originadas de uma população ancestral comum, se modificam originando espécies diferentes.



© Daniel Beneventi

Anagênese e cladogênese agem conjuntamente no processo de evolução e origem de novas espécies.

ATIVIDADE 1 Um exemplo brasileiro de especiação

No Brasil, na região da Caatinga, existem muitas espécies de lagartos, serpentes e anfíbios que são endêmicas, ou seja, são encontradas apenas nessa região. É muito interessante notar também que algumas dessas espécies vivem apenas na margem direita do Rio São Francisco, e outras, apenas na margem esquerda. Esse é o caso dos animais apresentados nas fotografias a seguir: o lagarto da espécie *Eurolophosaurus divaricatus* vive apenas na margem esquerda do rio, e o da espécie *Eurolophosaurus amathites*, apenas na margem direita.



© Renata Brandt

Lagarto da espécie *Eurolophosaurus divaricatus*.



© Agus Camacho

Lagarto da espécie *Eurolophosaurus amathites*.

O Rio São Francisco nasce na Serra da Canastra, no Estado de Minas Gerais, e passa pela Bahia e por Pernambuco até desaguar no mar, na divisa entre Sergipe e Alagoas. No entanto, segundo alguns dados, até o último período glacial, há cerca de 12 mil anos, o rio desaguava em um lago interior, não chegando até o mar. Depois disso, o rio teria rompido a barreira do lago e se estendido até o mar, alongando seu trajeto e separando o território.

Com base nessas informações e na ideia de especiação por meio de isolamento geográfico, elabore uma hipótese para o surgimento dessas duas espécies de lagartos.



© Globo comunicação e participações S. A.

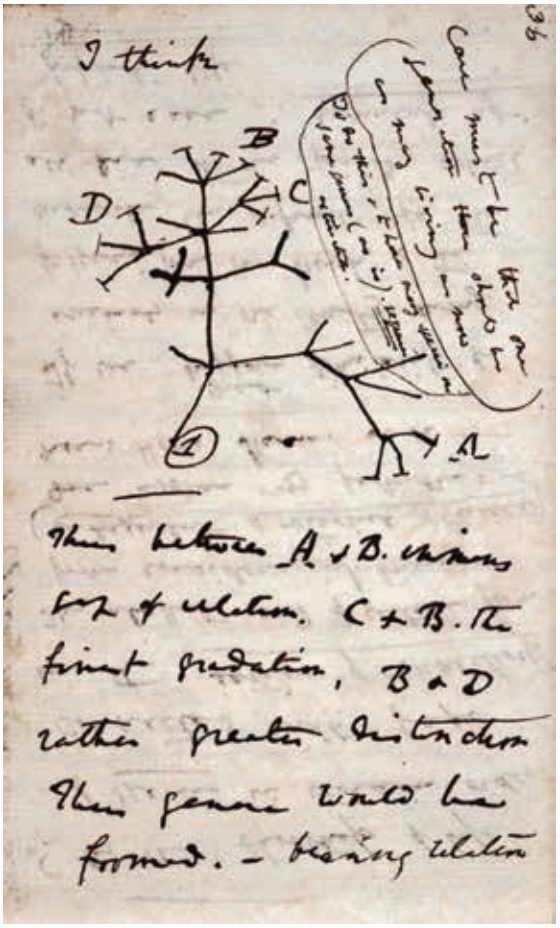
ALEIXO, Caroline; PORTILHO, Carolina. Diretor de parque diz que principal nascente do Rio São Francisco secou. *G1*, 23 set. 2014. Disponível em: <http://g1.globo.com/mg/centro-oeste/noticia/2014/09/diretor-de-parque-diz-que-principal-nascente-do-rio-sao-francisco-secou.html>. Acesso em: 28 nov. 2014.

Árvores filogenéticas ou filogenias

Para entender a história evolutiva dos seres vivos, os cientistas fundamentam-se em certas evidências, como os registros fósseis ou os estudos de comparação anatômica ou composição química dos seres vivos. As informações obtidas com base nessas evidências permitem estabelecer relações de parentesco evolutivo entre seres vivos, reconhecendo ancestrais comuns a determinadas espécies ou a determinados grupos. A árvore filogenética, também chamada de **filogenia**, é a forma de representar essa história evolutiva.

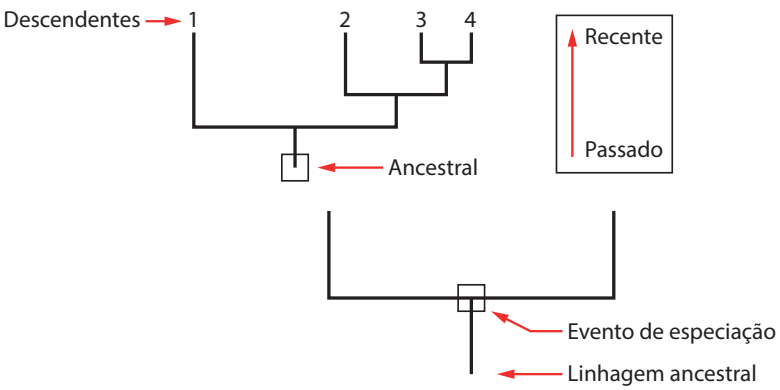
Em uma árvore filogenética, a raiz corresponde ao ancestral comum a diferentes espécies, as quais se encontram representadas pelos ramos da árvore. Os nós, pontos onde surge uma bifurcação, representam o evento de especiação (origem da nova espécie).

O agrupamento de um ancestral comum e de seus descendentes é denominado **clado**. A representação de uma árvore filogenética é chamada também de **cladograma**.



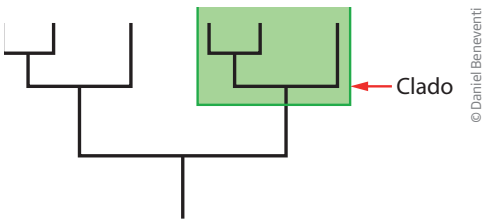
Cambridge University Library

Esboço feito por Darwin em seu primeiro *Caderno de anotações sobre a transmutação das espécies,* de 1837. Nele é possível ver que o cientista já havia usado a ideia de árvore filogenética para representar suas hipóteses sobre a origem das espécies.



© Daniel Beneventi

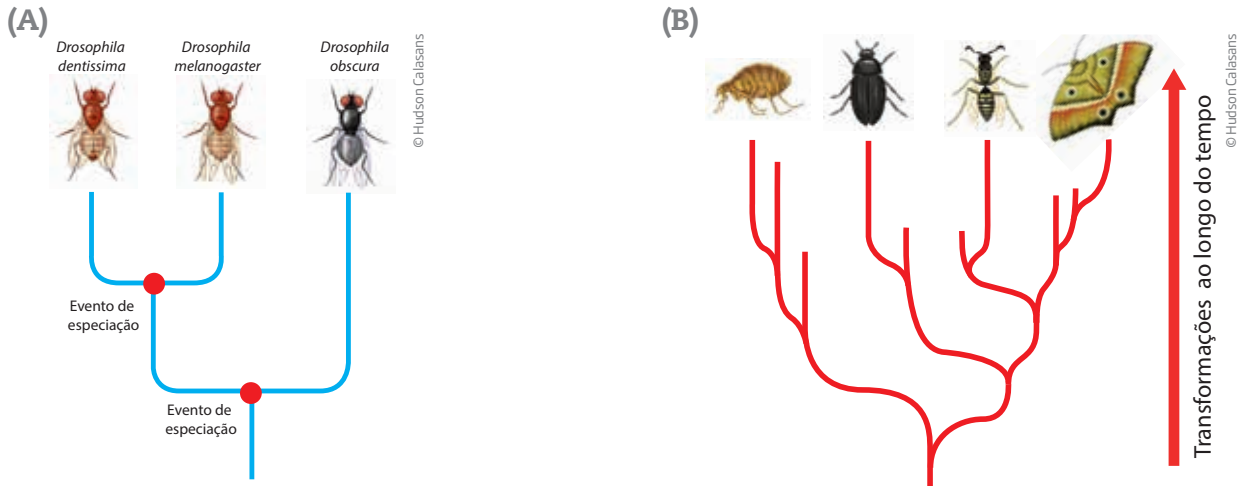
Árvore filogenética: forma de representação da história evolutiva dos seres vivos e dos eventos de especiação.



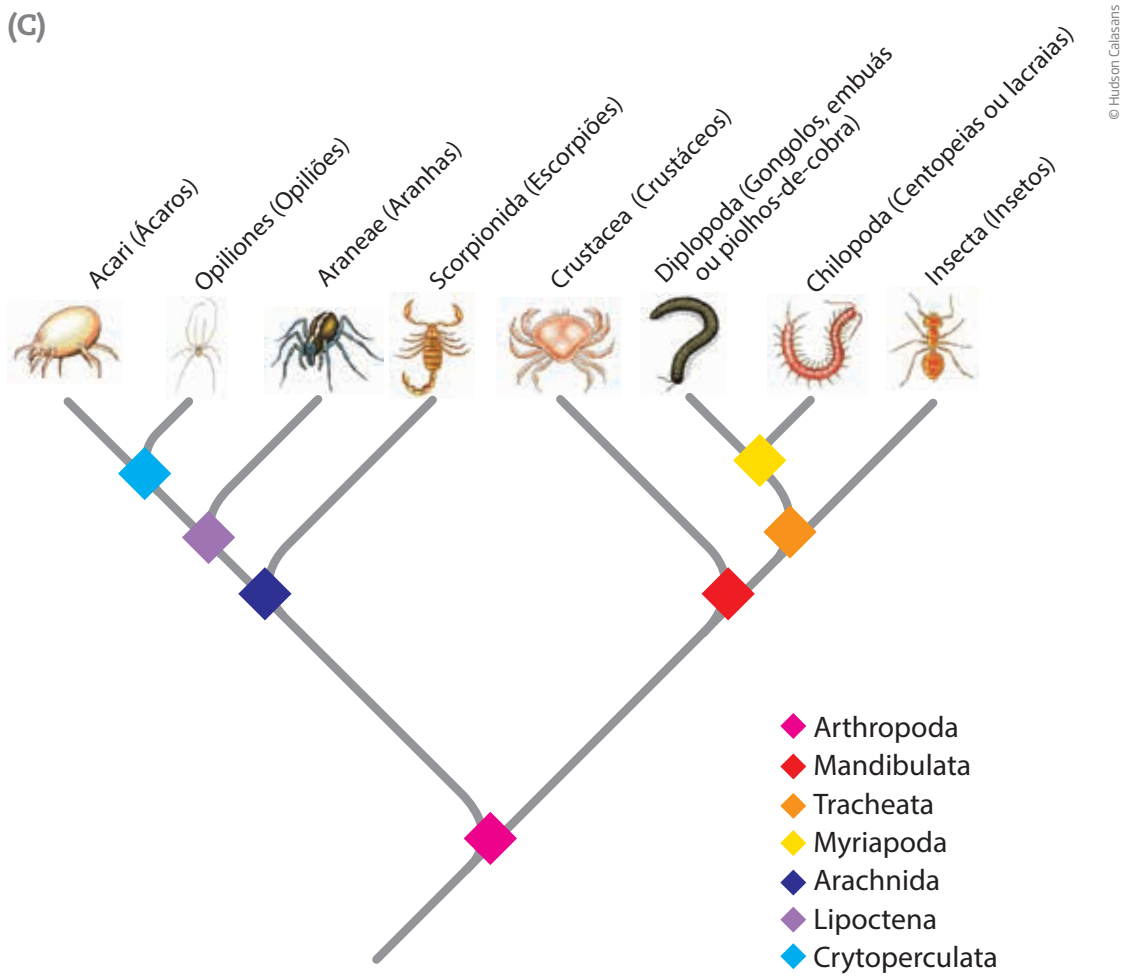
© Daniel Beneventi

Representação de um clado em uma árvore filogenética.

Além de mostrar a origem das espécies, uma árvore filogenética pode também representar a evolução de grupos maiores.

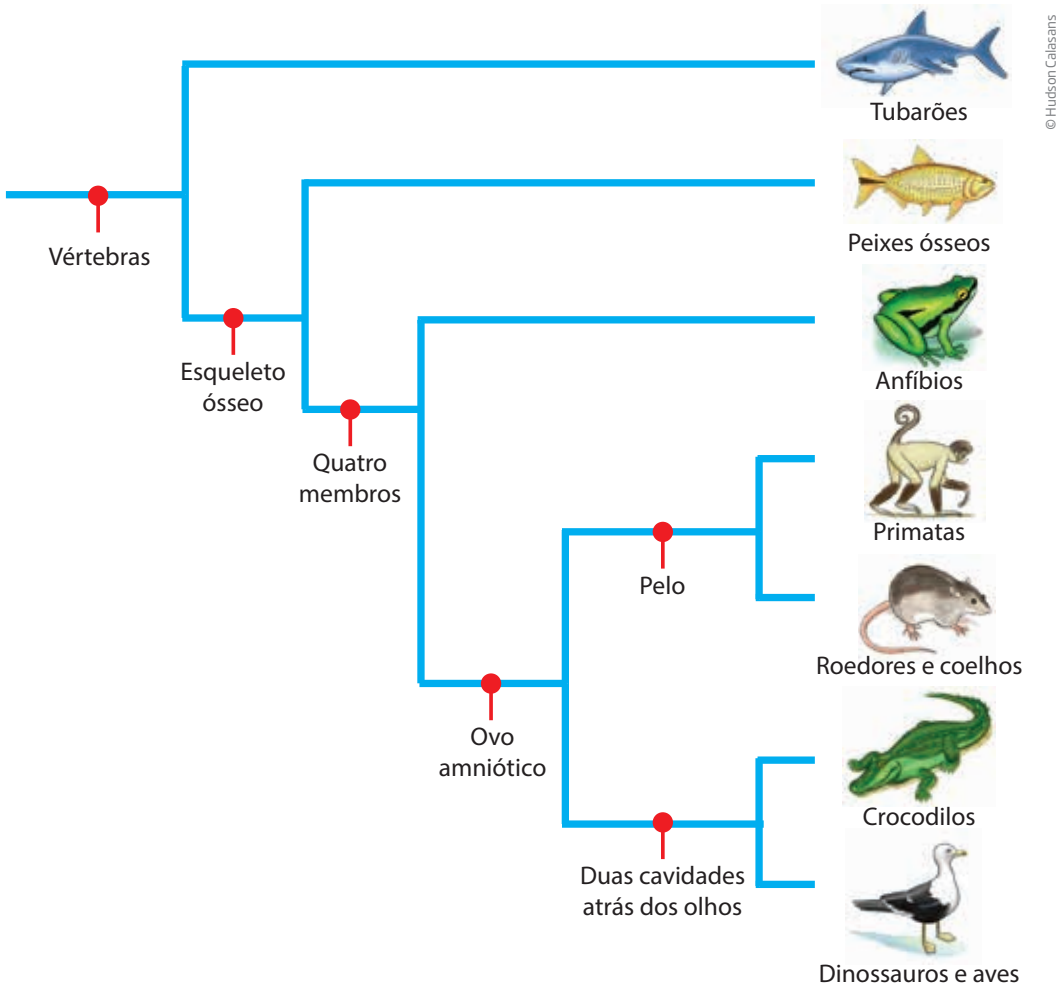


(A) Filogenia de eventos de especiação em moscas do gênero *Drosophila* (insetos da ordem Diptera).
(B) Filogenia de diferentes ordens da classe dos insetos. Os ramos sem representantes indicam as extinções.



(C) Filogenia de diferentes classes do filo dos artrópodes.

É comum também indicar, em uma filogenia, as características comuns a determinado clado. Essas características representam novidades evolutivas, ou seja, são características que não existiam em grupos anteriores e que são marcantes na diferenciação dos novos grupos.

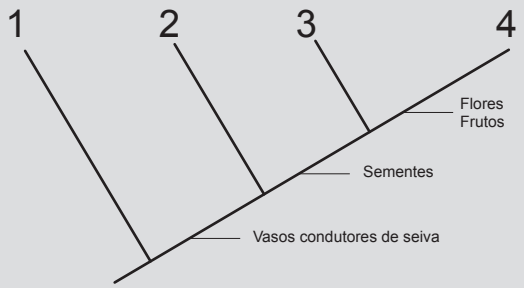


Filogenia resumida dos animais vertebrados. Estão assinaladas as novidades evolutivas que representam características comuns aos diferentes clados da filogenia.

DESAFIO

Cladogramas são diagramas que indicam uma história comum entre espécies ou grupos de seres vivos. Os números 3 e 4 no cladograma apresentado abaixo correspondem, respectivamente, aos seguintes grupos vegetais:

a) angiospermas e gimnospermas.
b) pteridófitas e gimnospermas.
c) pteridófitas e briófitas.
d) gimnospermas e angiospermas.



Unicamp 2014. Disponível em: <http://www.comvest.unicamp.br/vest2014/F1/f12014QX.pdf>. Acesso em: 10 set. 2014.

HORA DA CHECAGEM

Atividade 1 - Um exemplo brasileiro de especiação

A população do ancestral das duas espécies de lagartos ocupava determinado território durante o período em que o Rio São Francisco desaguava no lago interior. Com a extensão do rio até o mar, esse território foi dividido e, provavelmente, a população desse ancestral foi separada em dois grupos isolados geograficamente. Os dois grupos evoluíram independentemente, com modificações diferentes, de acordo com a seleção natural. Em certo momento, as populações descendentes de cada grupo entraram em isolamento reprodutivo, originando espécies diferentes.

Desafio

Alternativa correta: **d**. A formação de sementes ocorreu nas plantas dos grupos das gimnospermas e das angiospermas e, no cladograma, aparece como a novidade evolutiva que marcou a diferenciação entre essas plantas e as de números 1 e 2. A presença de flores e frutos diferencia as gimnospermas das angiospermas.



Registro de dúvidas e comentários

Neste tema, você vai conhecer exemplos da influência da evolução de outros seres vivos na vida humana, percebendo vantagens e desvantagens dessa influência. Também estudará como o próprio ser humano orienta a evolução de animais e plantas, usando práticas de melhoramento que são chamadas de seleção artificial.

O QUE VOCÊ JÁ SABE?

Leia a notícia a seguir.

http://saude.estadao.com.br/noticias/geral,anvisa-ja-prepara-novo-controle-de-antibioticos,389255

O ESTADO DE S. PAULO | SAÚDE

18/06/2009 08:38

Anvisa já prepara novo controle de antibióticos

Medicamentos serão controlados com registro de dados da receita e retenção da prescrição

Da Agência Estado

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) já iniciou os trabalhos para incluir os antibióticos no sistema de medicamentos de uso controlado. A informação foi divulgada pela agência, ontem, em São Paulo. "A intenção é que realmente (os antibióticos) passem a ser controlados", afirmou Márcia Gonçalves de Oliveira, coordenadora do sistema, que participou de reunião sobre o uso racional das drogas com diferentes entidades do setor de saúde.

De acordo com o diretor-presidente da Anvisa, Dirceu Raposo de Mello, os antibióticos passarão a ser controlados, com registro de dados da receita e retenção da prescrição ou de uma cópia, como já ocorre, por exemplo, com psicotrópicos. Segundo Mello, a mudança ocorrerá até o fim do ano e auxiliará no combate à resistência bacteriana às drogas, relacionada ao mau uso do medicamento. Calcula-se que, em até 40% dos casos, bactérias causadoras de infecções urinárias já sejam resistentes a um dos tipos de antibióticos.

[...]

O Estado de S. Paulo, 18 jun. 2009, 08h38. Disponível em: <http://saude.estadao.com.br/noticias/geral,anvisa-ja-prepara-novo-controle-de-antibioticos,389255>. Acesso em: 10 set. 2014.

Essa medida, anunciada em 2009, está em vigor desde 2010. É possível que você já tenha passado pela experiência de ter uma receita de antibiótico retida pela farmácia.

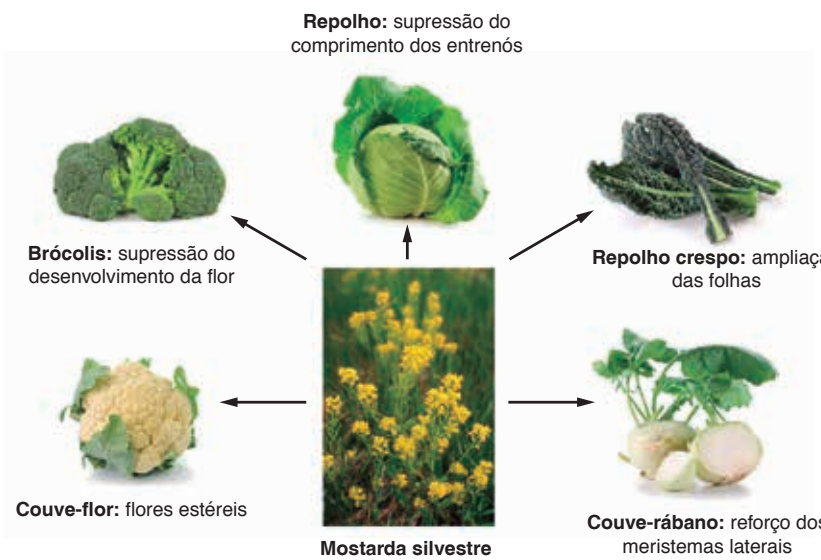
• Em sua opinião, por que existe essa preocupação em relação ao controle de um medicamento que antes podia ser comprado sem receita médica?

• O que você imagina ser "resistência bacteriana às drogas"? Quais suas implicações para a saúde?

• Em sua opinião, isso tem a ver com evolução? Por quê?

Seleção artificial

Há milhares de anos, o ser humano tem domesticado animais, plantas e outros seres vivos para seu uso. Ao domesticá-los, também se promove o desenvolvimento de diferentes variedades ou raças, uma vez que se selecionam os cruzamentos que serão realizados, escolhendo os indivíduos que possuem características que interessam, de maneira que a prole mantenha essas características e elas se tornem frequentes na população de seres vivos domesticados.



Montagem de Daniel Beneventi sobre as imagens © James Steinberg/Photoresearchers/Latinstock; © montcello/123RF; © cokemomo/123RF; © Valentyn Volkov Volkov/123RF; © Sommai Larkjit/123RF e © Elzbieta Popczyk/123RF

Fonte: UNDERSTANDING Evolution. *Artificial Selection*. Disponível em: <http://evolution.berkeley.edu/evolibrary/article/evo_30>. Acesso em: 28 jan. 2014

Vegetais cultivados a partir da mostarda silvestre. Em cada variedade, foram selecionadas diferentes características da planta.

Essa prática é conhecida como **seleção artificial** e, com ela, é possível, por exemplo, obter animais que produzam mais leite, carne ou lã, ou, ainda, plantas que tenham mais sementes. Outros exemplos de seleção artificial incluem a obtenção de alimentos de sabor mais agradável ao paladar humano ou com maior concentração de determinado nutriente, além de selecionar as melhores características físicas de cães e cavalos para competições.

Se a seleção artificial traz vantagens econômicas, também é certo que há desvantagens. Ao selecionar apenas os cruzamentos que interessam ao ser humano, a variabilidade genética entre os indivíduos nas populações de organismos domesticados diminui. Lembre-se de que é justamente a variabilidade genética que possibilita a adaptação dos seres vivos ao ambiente e sua evolução. Ao realizar a seleção artificial, o ser humano pode, por exemplo, favorecer organismos pouco resistentes a certas doenças.

Os antibióticos são um exemplo de como a seleção artificial pode voltar-se contra o ser humano. Esses medicamentos são substâncias químicas que eliminam bactérias sensíveis a elas. Algumas dessas bactérias são causadoras de diversas infecções, entre elas inflamações de garganta e orelhas. Quando uma pessoa faz uso de um antibiótico, está modificando o ambiente onde vivem essas populações de bactérias que deseja eliminar, pois introduz nesse ambiente (o corpo) uma substância que não existia. Ao modificá-lo, no entanto, são selecionados indivíduos que apresentam mutações e que, por isso, se tornam resistentes à substância. Indivíduos resistentes sobrevivem e transmitem suas mutações aos descendentes. Promove-se, portanto, o crescimento de populações resistentes às drogas utilizadas, que, consequentemente, perdem sua eficácia.

ATIVIDADE 1 Selecionando pragas

Os pesticidas são substâncias utilizadas para a eliminação de pragas (insetos, fungos, ervas daninhas etc.) que seriam prejudiciais à prática da agricultura, diminuindo a produção da lavoura. Entretanto, nota-se que essas substâncias têm perdido sua eficácia, pois muitas das pragas não são afetadas por elas.

Explique o que pode ter acontecido para que os pesticidas tenham perdido sua eficácia no controle das pragas.

PENSE SOBRE...

Diversas raças de cachorros são fruto de seleção artificial realizada pelo ser humano ao escolher, para cruzarem entre si, indivíduos com determinadas características.

Você, certamente, conhece algumas dessas raças e sabe que elas apresentam grande variação entre si. Em sua opinião, o que acontecerá se o ser humano parar de praticar seleção artificial e essas diferentes raças de cães puderem cruzar-se livremente?

HORA DA CHECAGEM

Atividade 1 - Selecionando pragas

Nos ambientes em que se usam determinados pesticidas, alguns indivíduos podem ser portadores de mutações que garantem resistência a esse veneno. Tais indivíduos sobrevivem e transmitem essa característica a seus descendentes. Depois de algum tempo, muitos indivíduos terão resistência ao pesticida, fazendo com que ele perca sua eficácia.

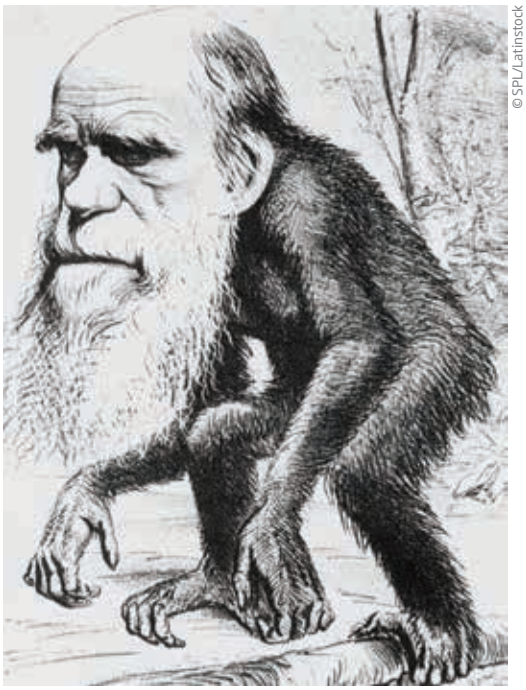
Registro de dúvidas e comentários

Neste tema, você vai conhecer um pouco da história evolutiva da ordem dos primatas, com os quais o ser humano tem parentesco evolutivo, analisando como a seleção natural agiu na diversificação das espécies dessa ordem, ao longo do tempo. Você também vai estudar a evolução humana, conhecendo as modificações físicas, comportamentais e culturais pelas quais passaram os ancestrais de nossa espécie.

O QUE VOCÊ JÁ SABE?

Observe a caricatura de Charles Darwin ao lado, feita por ocasião da publicação de uma de suas obras, *A descendência do homem*.

- Na caricatura, Darwin foi retratado como um macaco. Em sua opinião, qual a relação dessa caricatura com as ideias do cientista a respeito da evolução das espécies, em particular da espécie humana?
- Caricaturas podem demonstrar uma crítica em relação a alguém. Você acha que as ideias de Darwin foram criticadas? Por quê? Por quem?
- O que você sabe sobre a evolução humana?



© SPL/Latinstock

Caricatura de Charles Darwin feita em 1871 para a revista *The Hornet*.

Desdobramentos da teoria de Darwin

Darwin foi mal compreendido na época da publicação de suas ideias sobre a evolução humana, o que gerou uma interpretação equivocada de que o ser humano seria descendente direto de macacos, como o gorila ou o chimpanzé.

Depois de aprender sobre a origem das espécies, é fácil compreender que Darwin pretendia mostrar que os seres humanos, gorilas e chimpanzés teriam um ancestral comum. Embora não dispusesse dos registros fósseis que existem hoje, ele chegou à conclusão de que esse ancestral comum teria vivido na África (continente onde vivem chimpanzés e gorilas atuais), prevendo que vestígios de ancestrais humanos seriam encontrados nesse continente.

O que dizem as pesquisas atuais? A previsão de Darwin se confirmou? Para saber a resposta dessas perguntas, você vai conhecer um pouco mais sobre a evolução humana.

Antes, no entanto, é importante saber que, mesmo contando com muito mais evidências do que Darwin, o estudo da evolução humana ainda é foco de grande discussão entre os cientistas. A cada nova descoberta que se realiza, hipóteses são confirmadas ou reformuladas. Vale ressaltar que a discordância e/ou a mudança de hipóteses e a reformulação de teorias fazem parte do trabalho e do princípio da ciência, que não possui verdades absolutas.

Segundo a classificação atual, a espécie humana (*Homo sapiens*) pertence à classe dos mamíferos e à ordem primata, que está subdividida em três subordens: Prossimii (prossímios, como o lêmure e o lóri), Tarsiiformes (tarsiformes, como o társio) e Anthropoidea (antropoides, como os símios ou macacos). Essa última subordem, à qual pertence o ser humano, encontra-se subdividida em vários grupos, abrigando os macacos do Novo Mundo (sagui, macaco-prego etc.), os macacos do Velho Mundo (babuíno, mandril etc.) e os antropoides (macacos sem cauda, como o gibão, o gorila, o chimpanzé, o bonobo, o orangotango, além do ser humano). Com exceção do gibão, todos os demais antropoides compartilham com o ser humano uma mesma família, a Hominidae (hominídeos).

Observe, no quadro a seguir, a classificação da espécie humana entre os primatas. Se achar necessário, relembre o que foi estudado sobre categorias taxonômicas, consultando o Tema 1 da Unidade 1.

<table>
<tr><th colspan="4">Classificação simplificada da espécie humana entre os primatas</th></tr>
<tr><td rowspan="5">Classe dos mamíferos</td><td rowspan="5">Ordem dos primatas</td><td>Subordem Prossimii</td><td>Lêmure, lóri, gálago e indri, entre outros</td></tr>
<tr><td>Subordem Tarsiiformes</td><td>Társio</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Subordem Anthropoidea</td><td>Macacos do Novo Mundo (sagui e macaco-prego, entre outros)</td></tr>
<tr><td>Macacos do Velho Mundo (babuíno, mandril e colobo, entre outros)</td></tr>
<tr><td>Antropoides:
• Família Hylobatidae (gibão)
• Família Hominidae (orangotango, gorila, chimpanzé, bonobo e ser humano)</td></tr>
</table>



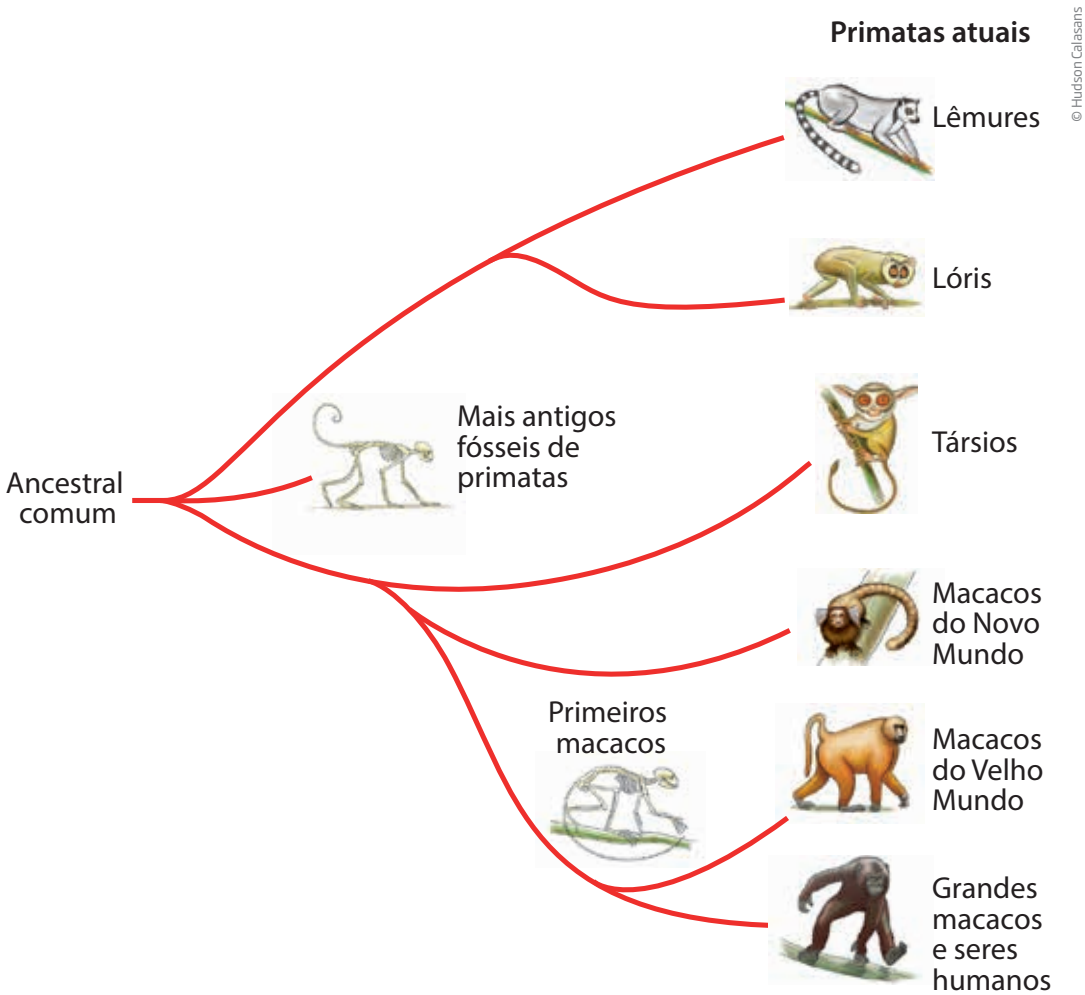
(A) Lêmures. (B) Társio. (C) Sagui. (D) Babuínos. (E) Gorila. (F) Orangotango. (G) Chimpanzés. (H) Bonobo. Representações fora de escala.

Como você viu anteriormente, a classificação atual dos seres vivos reflete o parentesco evolutivo entre eles. Isso significa que o ser humano compartilha um ancestral comum com todos os demais primatas atuais ou extintos. Você vai, agora, conhecer mais sobre a história da evolução humana.

A evolução dos primatas

As evidências científicas, que se têm até o momento, mostram que os primeiros primatas surgiram há cerca de 70 milhões de anos (fim do período Cretáceo ou Cretácico) e se adaptaram à vida nas florestas, que, nessa época, estavam em expansão. Nesse ambiente, possuíam modo de vida arborícola, ou seja, ocupavam principalmente a copa das árvores, onde encontravam alimento (insetos, frutos e folhas) e proteção contra os principais predadores, que viviam no solo.

A expansão dos primatas levou ao aparecimento de ancestrais dos prossímios, dos tarsídeos (ou tarsiformes) e dos símios ou macacos, entre 58 milhões e 37 milhões de anos atrás. Finalmente, entre 23 milhões e 14 milhões de anos, teriam surgido os ancestrais dos antropoides.

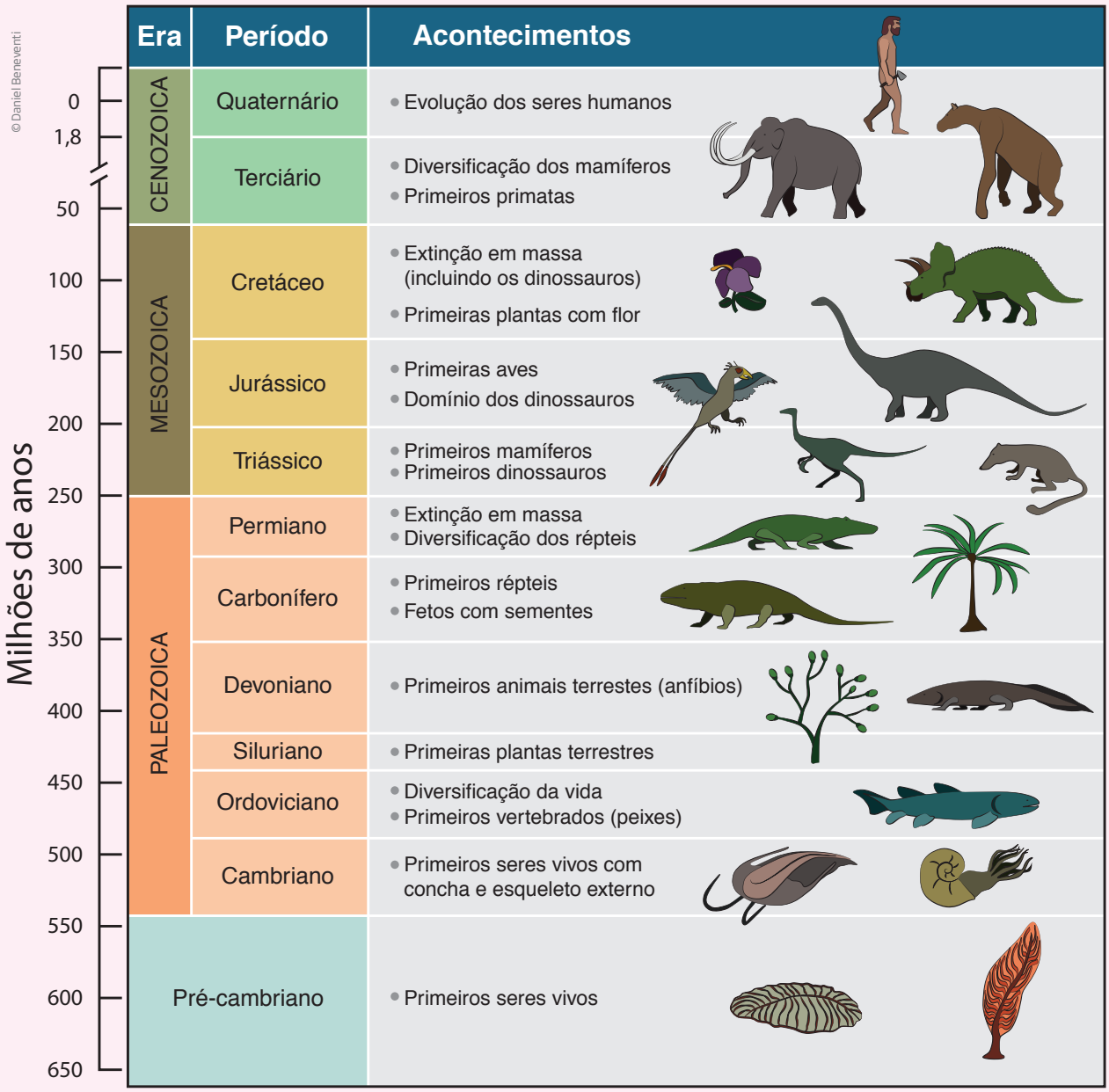


PARA SABER MAIS

Escala geológica do tempo

A escala do tempo que se usa para estudar a evolução da Terra e dos seres vivos não é a mesma que se utiliza no dia a dia, em que os compromissos são marcados em meses, semanas, dias, horas e até minutos. Essa escala do tempo é inapropriada se for considerado que a Terra possui em torno de 4,6 bilhões de anos e que, nela, a vida existe há cerca de 3,8 bilhões de anos. Por isso, os cientistas usam a chamada escala geológica do tempo, dividida por milhões ou milhares de anos, como mostra o quadro a seguir.

Observe que a duração dessas divisões não é a mesma; há algumas bem mais longas que outras. Por exemplo, a era Paleozoica durou cerca de 297 milhões de anos, a Mesozoica durou 183 milhões de anos, e a Cenozoica (a era em que vivemos) já dura 65 milhões de anos.



ASSISTA!

Biologia – Volume 2

Evidências da evolução

O vídeo complementa as informações sobre evolução, uma vez que aborda evidências que o próprio Darwin estudou e utilizou para sustentar a sua teoria. Por meio da fala de especialistas, você pode compreender de que forma o estudo dos fósseis e dos órgãos homólogos e vestigiais contribui para sustentar as ideias sobre a evolução das espécies e o parentesco entre elas.

ATIVIDADE 1 Adaptações ao modo de vida arborícola

O modo de vida arborícola parece ter selecionado algumas características adaptativas que se tornaram uma tendência na história evolutiva dos primatas. A seguir, estão relacionadas algumas dessas características, que também estão ilustradas. Pense sobre essas características e escreva como cada uma delas facilita a vida nas árvores e, portanto, permitiu a adaptação dos primatas a esse modo de vida.

1 Primeiro dedo (polegar) das mãos oponível, isto é, oposto aos demais dedos.

2 Movimento dos ombros e dos braços com ampla rotação.

3 Localização dos olhos na parte frontal da cabeça (visão binocular ou estereoscópica), que permite enxergar em profundidade.



© Dilife/Corbis/Latinstock



© Luciano Candisani/Minden Pictures/Latinstock



© blickwinkel/Alamy/Glow Images

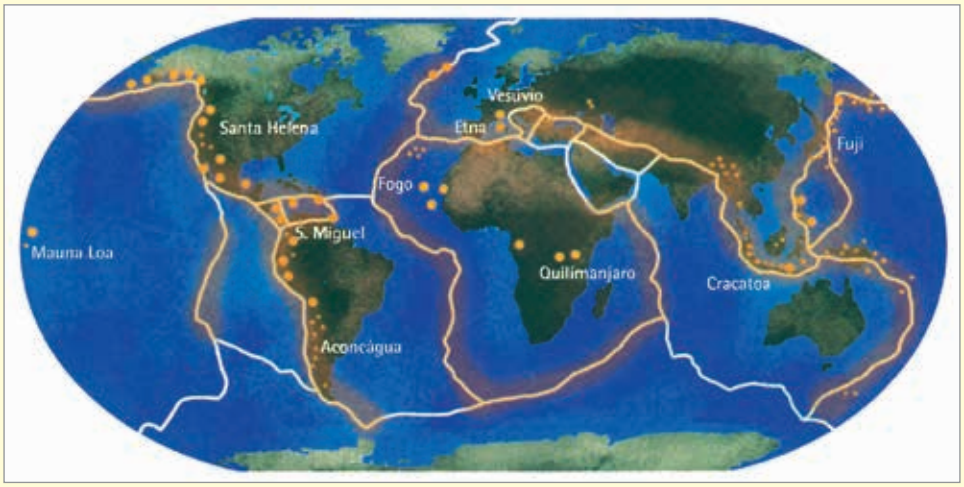
(A) Mão de chimpanzé mostrando polegar oponível, característica de todos os primatas.
(B) Anatomia de ombros e braços em primatas permite amplo movimento de rotação. Muriqui-do-norte.
(C) Posição frontal dos olhos permite a visão binocular ou estereoscópica, em que se tem a noção de profundidade. Mico-leão-dourado.

O surgimento dos hominídeos

Como você viu, o local de surgimento dos ancestrais dos antropoides parece ter sido as florestas, mais especificamente as florestas tropicais africanas. Sabe-se, por meio de estudos geológicos, que há aproximadamente 8 milhões de anos ocorreram movimentos das **placas tectônicas** que levaram à formação de uma cadeia de montanhas, modificando o clima no lado leste da África, que ficou mais quente e seco.

PLACAS TECTÔNICAS

Grandes blocos rochosos que dividem a litosfera (camada externa da Terra). No manto, o movimento do magma impulsiona as placas tectônicas, fazendo que elas se afastem, se choquem ou deslizem lateralmente. Esses movimentos são responsáveis por vários fenômenos, como formação de cadeias de montanhas, terremotos, vulcanismo e deriva continental.



© IBGE

IBGE. *Atlas geográfico escolar*. 6. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012, p. 13. Mapa original.

As linhas indicadas no mapa-múndi representam os limites das placas tectônicas. Também podem ser identificados os vulcões ativos na Terra (indicados por pontos amarelos) e as áreas de atividade sísmica mais intensa (retratadas por faixas amarelas).

A cadeia de montanhas formada nessa movimentação representou uma barreira geográfica que delimitou dois ambientes de clima e vegetação diferentes. Segundo a hipótese mais aceita pelos cientistas, foram essas mudanças de vegetação e clima que permitiram o aparecimento dos primeiros hominídeos. Enquanto no lado oeste do continente africano continuaram a existir florestas exuberantes, o lado leste, sob a influência do clima mais quente e seco, passou a ser ocupado por savanas arbóreas. O processo de expansão das savanas ocorreu entre 4 milhões e 2,5 milhões de anos atrás.

As savanas arbóreas são um tipo de vegetação em que as árvores se encontram distantes entre si (diferentemente de uma floresta) e há vegetação rasteira, constituída por gramíneas. Foi nesse ambiente das savanas que surgiram os primeiros primatas hominídeos, segundo essa hipótese.



© Tim Makins/Lonely Planet Images/Getty Images



© Len Rue, Jr./Photo Researchers, Inc./Latinstock

Floresta (à esquerda) e savana na África atual (à direita). Note a diferença de vegetação, mais densa e fechada na floresta e mais aberta na savana.

ATIVIDADE 2 Ambiente e evolução dos primatas

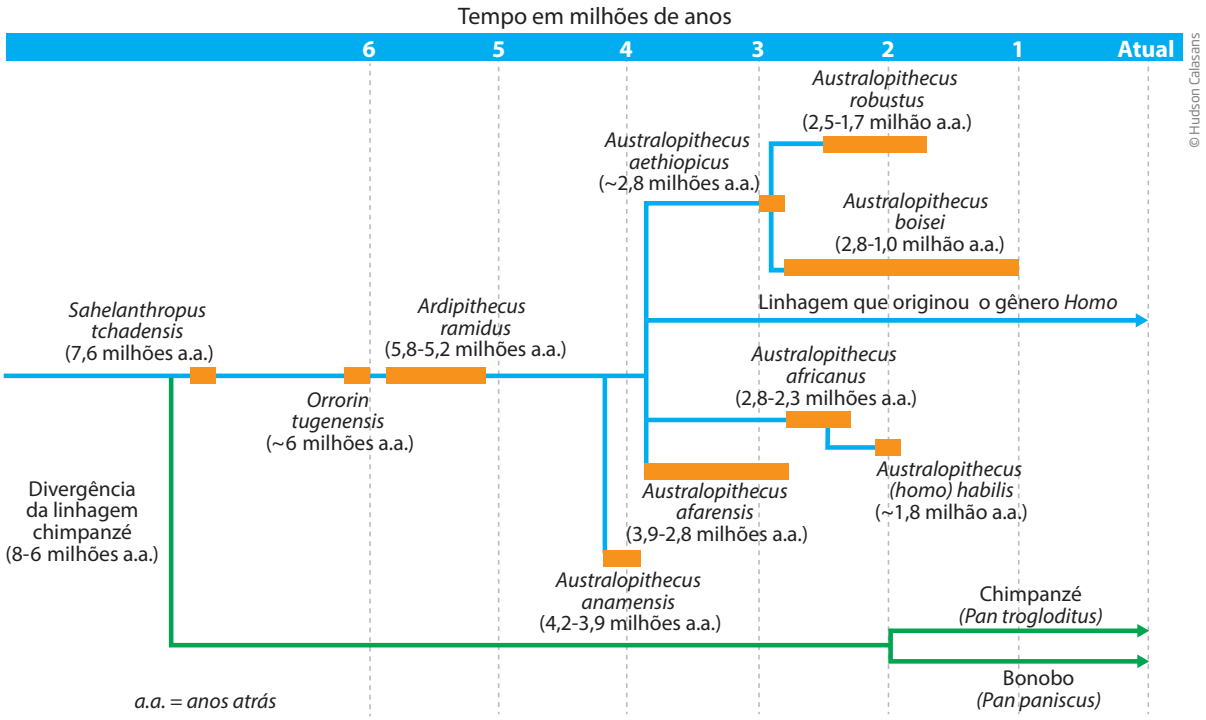
1 Registros fósseis mostram que os ancestrais de gorilas e chimpanzés se desenvolveram no lado oeste da África, enquanto os ancestrais dos seres humanos surgiram no lado leste. Como você acabou de estudar, essas duas regiões passaram a apresentar vegetação e clima diferentes quando separadas por uma cadeia de montanhas.

Retome o que foi visto sobre especiação e barreira geográfica no Tema 1 desta Unidade, e procure explicar essa diferente distribuição dos ancestrais de gorilas, chimpanzés e seres humanos.

2 Sabe-se que as florestas possuem vegetação densa, com árvores próximas entre si; já as savanas são um tipo de vegetação mais aberta, onde há mais plantas rasteiras e árvores mais espalhadas. Levante hipóteses sobre os problemas enfrentados pelos primeiros hominídeos que se desenvolveram nas savanas.

A evolução dos hominídeos

Até recentemente, os registros fósseis apontavam os australopitecos (gênero *Australopithecus*) como os hominídeos mais antigos, tendo surgido há cerca de 4 milhões de anos. Outras descobertas, porém, mostram espécies mais antigas na linhagem que deu origem ao ser humano: *Ardipithecus ramidus* (entre 5,8 milhões e 5,2 milhões de anos), *Orrorin tugenensis* (aproximadamente 6 milhões de anos) e *Sahelanthropus tchadensis* (entre 7 milhões e 6 milhões de anos, conforme o quadro a seguir).



Representação de uma possível filogenia relacionando os gêneros *Australopithecus* e *Homo,* bem como os gêneros ancestrais dos australopitecos. *Sahelanthropus* sp. tem sido apontado como o ponto do qual divergiram as linhagens que originaram seres humanos e chimpanzés.

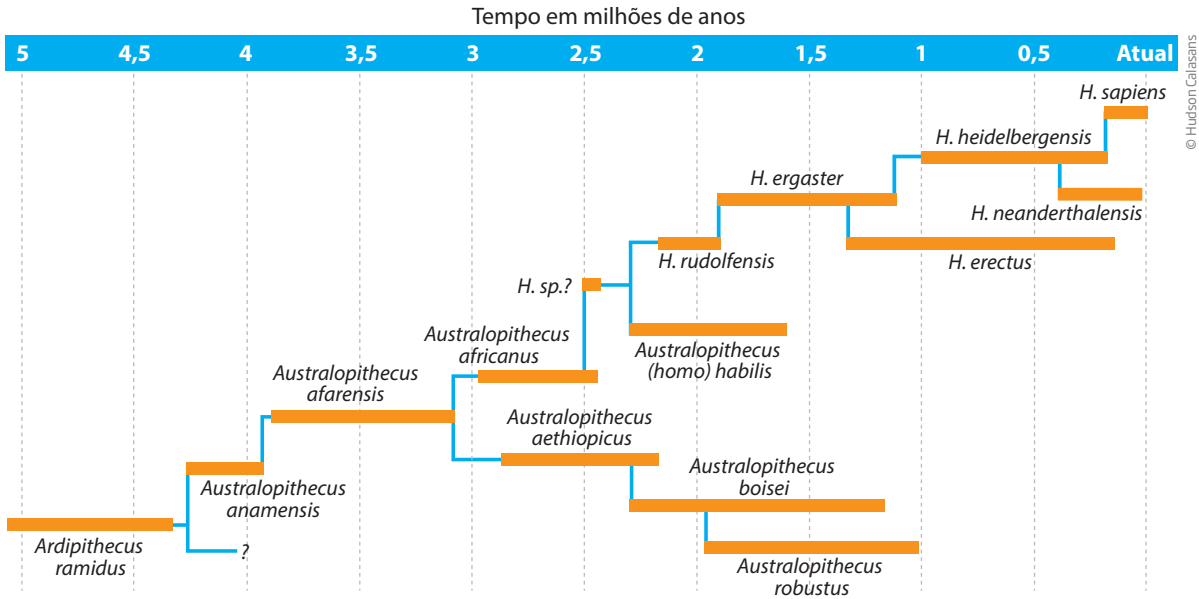
No entanto, é sobre os australopitecos que existem mais informações. Sabe-se, por exemplo, que esse foi um grupo bastante diversificado e que várias de suas espécies coexistiram (viveram na mesma época) e, provavelmente, competiram entre si pelos recursos do ambiente. Acredita-se também que muitas dessas espécies eram bípedes, caminhando eretas ou semieretas. Todas ainda dependiam das árvores para proteger-se e alimentar-se, mas devem ter complementado sua alimentação com a carniça de carcaças abandonadas por predadores, como leões ou leopardos.

O clima na África, entretanto, continuou sofrendo alterações, tornando-se ainda mais seco (no Hemisfério Norte, iniciava-se o período glacial), e, no lugar das savanas arbóreas, instalaram-se savanas arbustivas, vegetação ainda mais aberta, o que levou à diminuição da quantidade de abrigos possíveis para os australopitecos. Esse fato fez que eles ficassem mais expostos a predadores, levando à extinção a maioria das espécies de australopitecos. Entre 2,4 milhões e 2 milhões de anos atrás, das espécies que sobreviveram, supõe-se que alguma tenha dado origem ao gênero *Homo* (certos pesquisadores apontam para *Australopithecus garhi* como possível ancestral de nosso gênero).

O gênero *Homo* contou com diversas espécies que coexistiram entre si e também com alguns australopitecos, em certos momentos de sua história evolutiva (observe

o quadro a seguir): *Homo habilis* (atualmente considerado *Australopithecus habilis*), *Homo rudolfensis*, *Homo erectus*, *Homo ergaster*, *Homo neanderthalensis* (ou *Homo sapiens neanderthalensis*, como alguns pesquisadores sugerem) e, por fim, *Homo sapiens* são algumas dessas espécies.

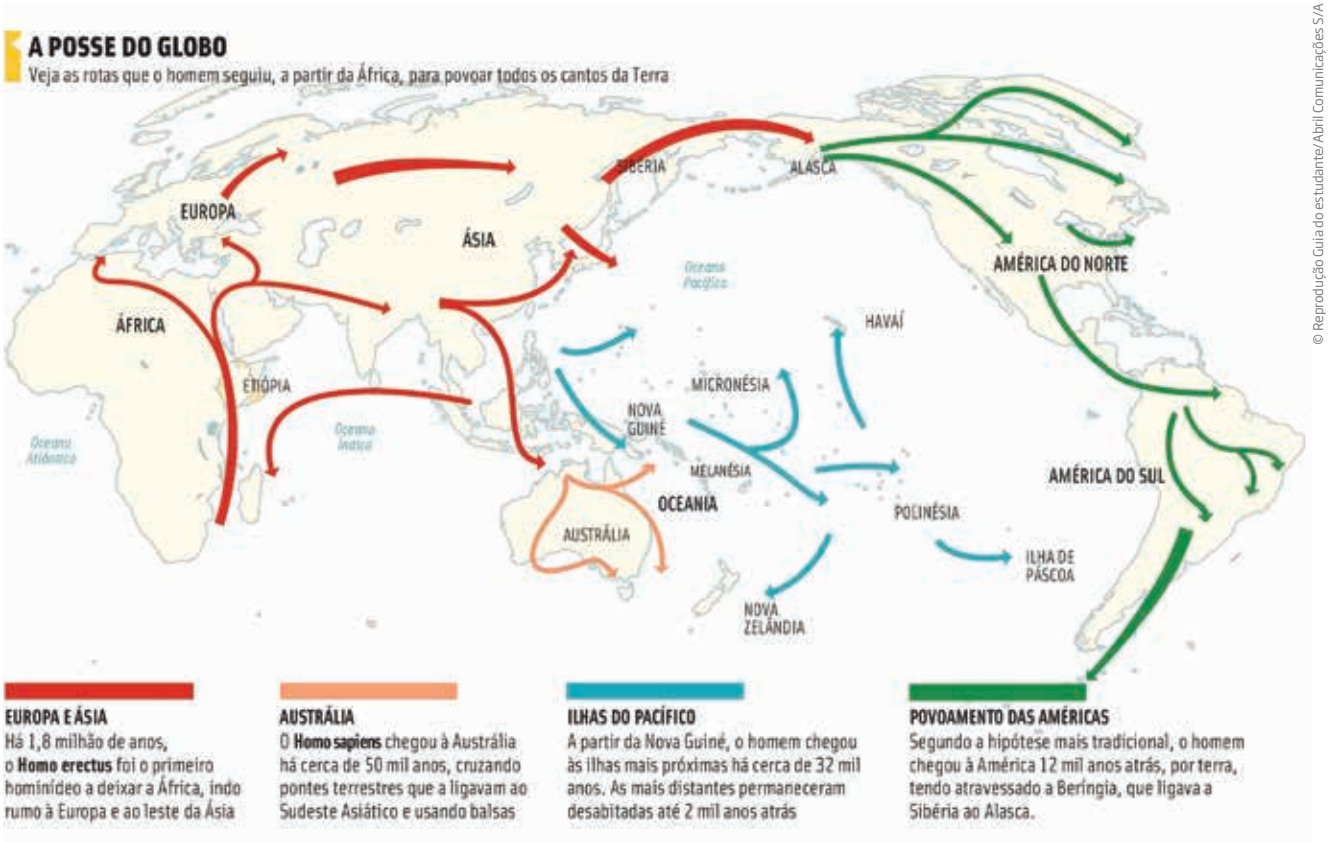
As tendências na evolução do gênero *Homo* foram o aperfeiçoamento do modo de andar bípede (bipedalismo) e a postura ereta, bem como o crescimento do volume craniano, que se relaciona com o aumento do cérebro e da inteligência. A postura ereta deu liberdade às mãos e, com isso, essas espécies, gradualmente, puderam se aperfeiçoar na fabricação e no uso de ferramentas. Além disso, outras características importantes permitiram sua sobrevivência e dispersão pelo ambiente, como o uso e o controle do fogo, o aproveitamento de peles de animais como vestimentas e, sobretudo, a capacidade de comunicação, base da vida social.



Representação da evolução humana considerando os gêneros *Australopithecus* e *Homo*. Note que várias espécies dos dois gêneros coexistiram em alguns períodos.

A evolução cultural

Acredita-se que o *Homo sapiens* tenha surgido entre 200 mil e 150 mil anos atrás, na África, de linhagens de *Homo ergaster* (entre 1,8 milhão e 1 milhão de anos). Essa espécie, diferentemente de todas as demais do mesmo gênero que se extinguiram, sobreviveu e espalhou-se da África para a Ásia e Europa, depois para a Austrália e, entre 14 mil e 11 mil anos atrás, para o continente americano. O grande desenvolvimento do cérebro, tendência evolutiva dos hominídeos, está relacionado com habilidades comportamentais que permitiram a sobrevivência e a dispersão dos seres humanos.



© Reprodução Guia do estudante/Abril Comunicações S/A

Guia do Estudante. História, p. 19. Mapa original.

Hipóteses mais aceitas sobre as rotas de dispersão do *Homo sapiens*.

Entre essas habilidades é possível citar o desenvolvimento da linguagem. Esse fato, por sua vez, foi relevante para o desenvolvimento da cultura, entendida aqui como o processo de transmissão de conhecimentos e tradições de uma geração a outra.

Outro comportamento importante para a evolução cultural é o período de cuidado com a prole, que, nas sociedades humanas, é particularmente longo se comparado a outros primatas. A invenção da escrita por meio de desenhos, como os hieróglifos egípcios, por volta de 3.500 a.C. garantiu outro passo importante na transmissão cultural.

A espécie humana não depende apenas da seleção natural para se adaptar ao ambiente, apesar de estar se transformando o tempo todo, como qualquer ser vivo. Estamos expostos a diversas modificações ambientais para as quais os indivíduos de nossa espécie conseguem se adaptar, uma vez que modificamos o ambiente de acordo com as necessidades, em razão da nossa grande capacidade de criação tecnológica. Sobretudo a partir da Revolução Industrial, essas modificações, em especial causadas pelos seres humanos, têm se intensificado de tal forma que muitas outras espécies não têm tido condições de se adaptar a elas.

FICA A DICA!

Se tiver oportunidade, assista ao filme *A guerra do fogo* (direção: Jean-Jacques Annaud, 1981), que mostra a existência de diferentes grupos de hominídeos e trata da evolução cultural do ser humano.

Talvez os próximos passos dessa evolução cultural estejam ligados ao desafio de manter a espécie humana preservando as demais, sem esgotar os recursos de nosso planeta.

DESAFIO

Há três milhões de anos, os ancestrais dos seres humanos ainda passavam grande parte de suas vidas nas árvores. Mas, de acordo com um novo estudo, é possível que naquela época eles já caminhassem como bípedes. Há mais de 30 anos foi descoberto em Laetoli, na Tanzânia, um rastro de pegadas fósseis depositadas há 3,6 milhões de anos e preservadas em cinzas vulcânicas. A importância dessas pegadas para o estudo da evolução humana tem sido intensamente debatida desde então. As pegadas, que mostravam clara evidência de bipedalismo – a habilidade para caminhar na posição vertical –, haviam sido produzidas, provavelmente, por indivíduos da única espécie bípede que vivia naquela área na época: os *Australopithecus afarensis*. Essa espécie inclui Lucy, um dos fósseis de hominídeos mais antigos encontrados até hoje e cujo esqueleto é o mais completo já conhecido.

Agência FAPESP, 22/3/2010. http://www.agencia.fapesp.br/boletim/22032010. Acesso em: 01/07/2010. Adaptado.

De acordo com o texto,

a) As pegadas fósseis encontradas na Tanzânia eram de indivíduos da espécie *Homo sapiens*.
b) O homem evoluiu a partir de macacos que viviam em árvores.
c) Os *Australopithecus afarensis* caminhavam na posição vertical.
d) Lucy é o mais antigo fóssil da espécie *Homo sapiens* já encontrado.
e) Lucy e os da sua espécie não tinham habilidade para caminhar na posição vertical.

Pasusp 2010. Disponível em: <http://www.fuvest.br/vest2011/provas/pasusp_2010.pdf>. Acesso em: 10 set. 2014.

HORA DA CHECAGEM

Atividade 1 - Adaptações ao modo de vida arborícola

1 O polegar oponível permite agarrar objetos com força e precisão. No caso da vida arborícola, permite agarrar os galhos, dando mais segurança aos movimentos.

2 O amplo movimento dos braços também é importante para a locomoção de um galho para outro ou de uma árvore para outra.

3 A visão binocular se relaciona com a segurança na locomoção, pois é importante calcular a distância entre um galho e outro, evitando erros e, consequentemente, quedas.

Atividade 2 - Ambiente e evolução dos primatas

1 A formação da cadeia de montanhas no continente africano, há cerca de 8 milhões de anos, dividiu populações que viviam nas terras planas. Os dois lados do continente ficaram com condições ambientais diferentes (clima e vegetação) e as populações divididas passaram por seleção natural, de modo que diferentes características foram selecionadas e deram origem a espécies diferentes, mas com ancestrais comuns. A cadeia de montanhas foi uma barreira geográfica que propiciou a especiação.

HORA DA CHECAGEM

2 Um dos problemas enfrentados pelos primeiros hominídeos deve ter sido a locomoção. Com as árvores mais distantes, eles não podiam mais se locomover saltando de galho em galho e tiveram de tentar caminhar no solo. Consequentemente, surgiu outro problema: o da proteção. No solo e na vegetação mais aberta, eles ficaram mais expostos a predadores e, por isso, buscaram abrigo e proteção nas cavernas, vivendo em novos hábitats. Também ocorreram mudanças na alimentação, pois, em um ambiente mais seco, a quantidade de alimentos diminuiu e foi necessária a diversificação dos tipos de alimentos.

Desafio

Alternativa correta: **c**. O texto trata de ancestrais de *Homo sapiens* e não de indivíduos dessa espécie (alternativa *a*). O ser humano não evoluiu diretamente do macaco, mas de um ancestral comum entre eles. Esse ancestral deu origem a nossa espécie e a todas as outras, existentes e que foram extintas, do grupo dos primatas (alternativa *b*). Por fim, Lucy não é da espécie *Homo sapiens* e provavelmente tinha postura bípede (alternativas *d* e *e*).



Registro de dúvidas e comentários