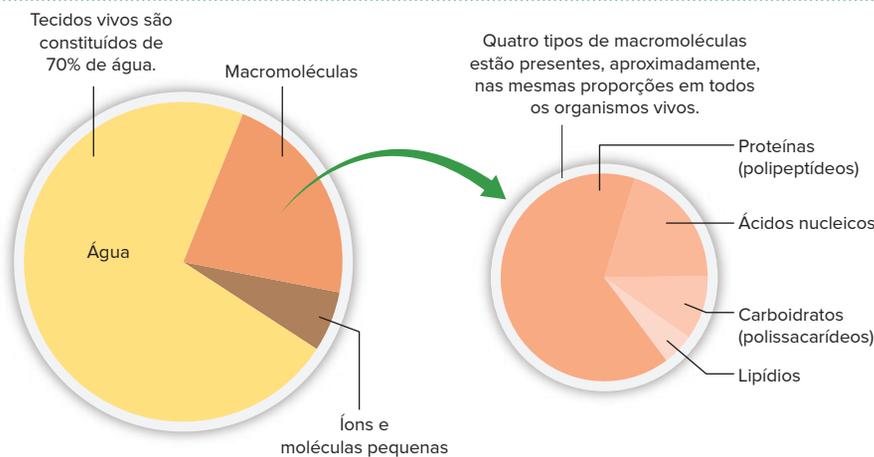


# Composição química dos seres vivos

## Introdução à Bioquímica

- **Compostos inorgânicos** são aqueles que não têm carbono e hidrogênio ligados, sendo representados pela água e pelos sais minerais, como cálcio e ferro.
- **Compostos orgânicos** são aqueles que têm átomos de carbono e hidrogênio ligados. Abrangem uma grande diversidade de biomoléculas, que podem ser classificadas em cinco grupos principais: carboidratos, lipídios, vitaminas, proteínas e ácidos nucleicos.

### Porcentagem dos diferentes grupos de compostos químicos nos tecidos vivos



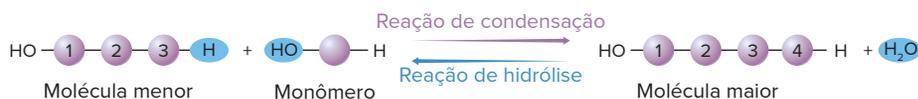
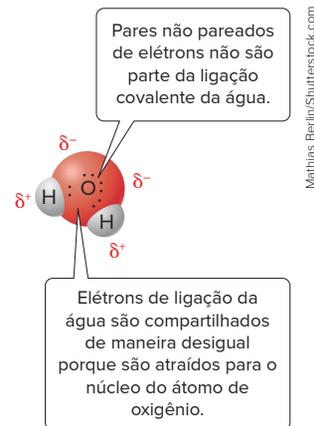
HILLIS, D. M. et al. *Life: the science of Biology*. 12. ed. New York: W. H. Freeman and Company, 2020.

## Água

- **Dipolo elétrico:** a molécula da água apresenta carga levemente negativa no oxigênio ( $\delta^-$ ) e levemente positiva nos hidrogênios ( $\delta^+$ ).
- As moléculas de água permanecem unidas entre si por meio de **ligações hidrogênio**.
  - **Coesão:** propriedade que mantém as moléculas de água unidas entre si, responsável pela tensão superficial da água.
  - **Adesão:** propriedade que mantém a união entre moléculas de água e outras moléculas, como as das paredes dos vasos condutores de seiva nas plantas.

### Papéis biológicos da água

- Solvente.
- Transporte de substâncias.
- Lubrificante.
- Reagente ou produto de reações químicas.
- Regulador de temperatura.



Representação esquemática da participação da água nas reações de condensação e de hidrólise. Observe que na reação de condensação a água participa como produto, enquanto na reação de hidrólise ela participa como reagente.

## Sais minerais

Mineral	Funções	Fonte de alimento
<b>Cálcio (Ca)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Componente de ossos e dentes (fosfato de cálcio ou hidroxiapatita).</li> <li>Participação na coagulação sanguínea.</li> <li>Contração muscular.</li> <li>Transmissão dos impulsos nervosos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vegetais de coloração verde-escura (ex.: brócolis e espinafre).</li> <li>Leite e derivados (ex.: queijos e iogurtes).</li> <li>Casca de ovo.</li> </ul>
<b>Ferro (Fe)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Transporte de oxigênio pelo sangue (componente da hemoglobina).</li> <li>Armazenamento de oxigênio nos músculos (componente da mioglobina).</li> <li>Transporte de elétrons na respiração celular.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Carne vermelha.</li> <li>Fígado.</li> <li>Gema de ovo.</li> <li>Frutas secas.</li> <li>Leguminosas (ex.: feijão e ervilha).</li> </ul>
<b>Sódio (Na)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Transmissão dos impulsos nervosos.</li> <li>Equilíbrio osmótico das células.</li> <li>Manutenção da pressão sanguínea.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sal de cozinha.</li> </ul>
<b>Iodo (I)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formação dos hormônios T3 e T4 da tireoide.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Frutos do mar.</li> <li>Sal de cozinha iodado.</li> </ul>
<b>Fósforo (P)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Componente de ossos e dentes (fosfato de cálcio ou hidroxiapatita).</li> <li>Componente dos ácidos nucleicos (DNA e RNA).</li> <li>Componente de membranas biológicas.</li> <li>Atua nos processos energéticos (ATP).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Leite e derivados (ex.: queijos e iogurtes).</li> <li>Leguminosas (ex.: feijão e ervilha).</li> <li>Carne vermelha.</li> <li>Peixes.</li> </ul>
<b>Potássio (K)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Transmissão dos impulsos nervosos.</li> <li>Participa da síntese de proteínas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Frutas.</li> <li>Carne vermelha.</li> <li>Aves.</li> <li>Peixes.</li> <li>Moluscos.</li> </ul>

TORTORA, G. J.; DERRICKSON, B. *Princípios de Anatomia e Fisiologia*. 14. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2019.

Principais minerais existentes no corpo humano, funções desempenhadas por eles e fontes de alimento em que podem ser encontrados.

## Doenças associadas ao desequilíbrio na ingestão de minerais

- **Osteoporose:** degradação da matriz óssea causada, entre outros fatores, pela carência de cálcio na alimentação.
- **Bócio endêmico:** hipertrofia da tireoide causada pela carência de iodo na alimentação.
- **Anemia férica:** situação de fraqueza causada pela carência de ferro na alimentação.
- **Hipertensão arterial:** aumento da pressão sanguínea; decorre, entre outros fatores, do excesso na ingestão de sódio.

## Carboidratos

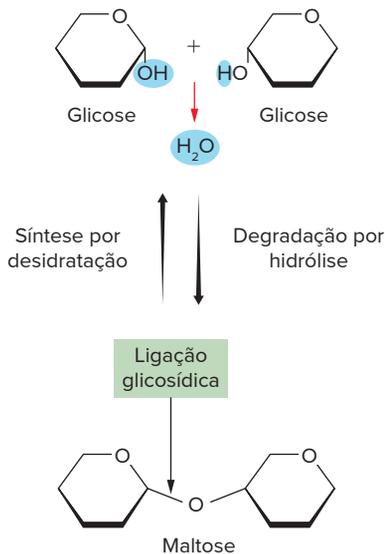
- Também conhecidos como hidratos de carbono ou **glicídios**.
- Fórmula geral:  $(\text{CH}_2\text{O})_n$ .
- Principais **funções biológicas**:
  - Fornecer **energia** para o metabolismo celular, como a glicose sanguínea.
  - Servir como material de **reserva nutritiva**, como o amido presente na batata.
  - Participar da formação da **estrutura** do corpo dos seres vivos, como a quitina do exoesqueleto dos artrópodes.

## Monossacarídeos

- Carboidratos pequenos, a maioria com sabor adocicado, formados por aldeídos ou cetonas com dois ou mais grupos hidroxila.
- **Pentoses** (cinco carbonos):
  - Ribose ( $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$ ) é componente dos nucleotídeos que formam o RNA.
  - Desoxirribose ( $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_4$ ): componente dos nucleotídeos que formam o DNA.
- **Hexoses** (seis carbonos):
  - Glicose ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ): presente no mel e no sangue humano.
  - Frutose ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ): presente nos frutos.
  - Galactose ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ): componente da lactose do leite.

## Dissacarídeos

- Formados pela união de dois monossacarídeos.

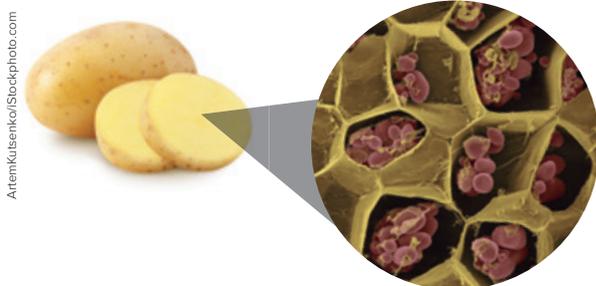


Representação esquemática da síntese de um dissacarídeo, por desidratação, e sua digestão, por hidrólise.

Dissacarídeo	Monossacarídeos	Onde é encontrado
Sacarose	Glicose + frutose	Cana-de-açúcar
Lactose	Glicose + galactose	Leite
Maltose	Glicose + glicose	Malte

## Polissacarídeos

- Macromoléculas formadas pela união de diversos monossacarídeos.
  - Celulose:** polímero de glicose. Presente na parede celular de plantas.
  - Amido:** polímero de glicose. Reserva energética de plantas.
  - Glicogênio:** polímero de glicose. Reserva energética de animais e fungos.
  - Quitina:** polímero de n-acetilglicosamina. Presente no exoesqueleto de artrópodes e na parede celular de fungos.



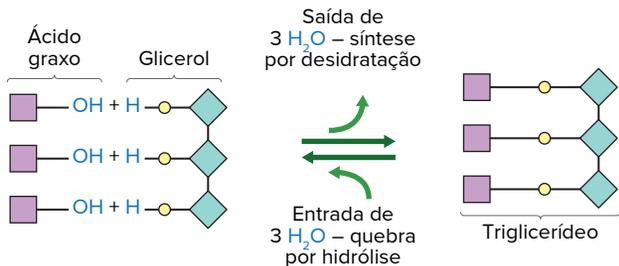
Eletromicrografia de varredura de células de batata, em que é possível observar grãos de amido (em vermelho) e a parede celular (em amarelo) (aumento de 100 vezes, colorida artificialmente).

## Lipídios

- Característica principal: **insolubilidade em água**.
- Principais **funções biológicas**:
  - óleos e gorduras são utilizados como **fonte de energia**;
  - diversos animais, como focas e baleias, utilizam a gordura (tecido adiposo) como **isolante térmico**;
  - óleos e ceras são utilizados por plantas e animais na **proteção contra a perda de água**;
  - o estrato mielínico dos neurônios é um revestimento lipídico que serve como **isolante elétrico** e acelera a transmissão dos impulsos nervosos;
  - alguns lipídios têm função **hormonal** ou de regulação, já que formam hormônios e vitaminas;
  - os fosfolipídios são componentes estruturais das **membranas biológicas**.

## Triglicerídeos

- Ésteres formados pela união de uma molécula de **glicerol** (álcool) e **três moléculas de ácidos graxos**.

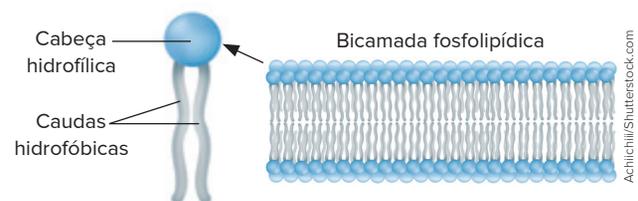


Representação da produção de um triglicerídeo a partir de uma molécula de glicerol e três moléculas de ácidos graxos.

- Ácidos graxos saturados:** não têm ligações duplas entre os átomos de carbono das cadeias; têm estrutura linear.
- Ácidos graxos insaturados:** são aqueles que têm uma ou mais ligações duplas na cadeia carbonada, o que ocasiona dobras na molécula.
- Gorduras:** são formadas por ácidos graxos saturados; sólidas à temperatura ambiente.
- Óleos:** formados por ácidos graxos insaturados; líquidos à temperatura ambiente.

## Fosfolipídios

- Formados pela união de uma molécula de um **glicerol**, duas moléculas de **ácido graxo** e um grupo **fosfato**.
- Regiões de um fosfolipídio: uma **cabeça hidrofílica** (região com o grupo fosfato carregado negativamente) e duas **caudas hidrofóbicas** (correspondentes aos ácidos graxos apolares).



Representação esquemática de um fosfolipídio e da bicamada fosfolipídica, existente nas membranas biológicas.

## Cerídeos

- Formados por uma molécula de **ácido graxo saturado** e outra de **álcool** saturado de cadeia longa, ambas unidas por uma ligação éster. Ex.: ceras (aves aquáticas e abelhas).

## Esteroides

- Moléculas complexas compostas de átomos de carbono interligados formando **quatro anéis carbônicos**, aos quais estão ligados átomos de oxigênio, grupos hidroxila e diferentes cadeias carbônicas. Ex.: colesterol, testosterona e cortisol.

## Vitaminas

- Vitaminas lipossolúveis:** são solúveis em lipídios e devem ser absorvidas junto com eles na alimentação. Ex.: vitaminas A, D, E e K.
- Vitaminas hidrossolúveis:** são solúveis em água e facilmente transportadas pelo sangue para as demais células do corpo. Ex.: vitamina C e vitaminas do complexo B.

	Vitamina	Funções	Fontes	Sintomas da deficiência
Lipossolúveis	<b>A</b> (retinol)	Compõe pigmentos visuais da retina e atua como antioxidante e na manutenção dos epitélios.	Vegetais de cor laranja (ex.: cenoura), verde e amarela, fígado e laticínios.	Cegueira noturna, queda da imunidade e pele escamosa.
	<b>D</b> (calciferol)	Atua no metabolismo de cálcio e fósforo do corpo. É produzida na pele a partir de raios solares e provitamina D.	Laticínios, peixes, ovos, cogumelos e óleo de fígado do bacalhau.	Crianças: raquitismo (deformidade óssea). Adultos: osteomalácia (enfraquecimento ósseo).
	<b>E</b> (tocoferol)	Atua como antioxidante e na formação de estruturas celulares, como as membranas.	Fígado, carnes, óleos vegetais, vegetais verdes folhosos e nozes frescas.	Anemia, degeneração do sistema nervoso, aborto e esterilidade masculina.
	<b>K</b> (filoquinona)	Atua na coagulação sanguínea.	Vegetais verdes (ex.: brócolis e espinafre), óleos e laticínios, além de ser produzida por bactérias intestinais.	Dificuldade de coagulação sanguínea e hemorragia.
Hidrossolúveis	<b>B1</b> (tiamina)	Atua no metabolismo de carboidratos.	Cereais integrais, leveduras, castanha de caju, castanha-do-pará e carne de porco.	Beribéri (paralisia dos músculos) e polineurite (degeneração dos nervos).
	<b>B9</b> (ácido fólico)	Participa da formação do tubo neural e da produção de aminoácidos, bases nitrogenadas e células sanguíneas.	Pães, vegetais verdes, frutas cítricas, fígado, leveduras, cogumelos, leguminosas e grãos integrais, além de ser produzida pelas bactérias intestinais.	Má formação do tubo neural em fetos e anemia.
	<b>B12</b> (cobalamina)	Atua na maturação das hemácias e na produção de ácidos nucleicos e proteínas.	Carnes, fígado, frutos do mar, peixes, ovos e laticínios.	Anemia perniciosa e distúrbios nervosos (dormência e perda de memória).
	<b>C</b> (ácido ascórbico)	Atua como antioxidante, na produção de colágeno e na cicatrização.	Frutas (ex.: acerola, goiaba, caju e cítricas) e vegetais verdes (ex.: salsa, couve e brócolis).	Escorbuto: sangramento das gengivas, deficiência na cicatrização, perda dos dentes, fraqueza e lesões no intestino.

Quadro comparativo de 8 vitaminas importantes para a saúde humana.

## Exercícios de sala

- Uece 2017** A água é uma substância que possui funções importantes e essenciais para a sobrevivência dos organismos vivos. Uma função da água nas células vivas é
  - metabolizar lipídeos e proteínas provenientes da alimentação nos organismos.
  - catalisar reações enzimáticas no meio interno ou externo às células dos seres vivos.
  - proteger algumas estruturas do corpo, como, por exemplo, as meninges.
  - dissolver moléculas orgânicas como carboidratos, lipídeos, proteínas, sendo por esse motivo denominada solvente universal.
- UFRGS 2019** Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

O íon \_\_\_\_\_ integra as moléculas de DNA, RNA e ATP. Já o íon sódio contribui para \_\_\_\_\_, enquanto o íon \_\_\_\_\_ participa da composição da mioglobina.

  - fósforo – a formação de ossos e dentes – zinco.
  - ferro – a coagulação sanguínea – potássio.
  - cálcio – o equilíbrio hídrico – ferro.
  - cálcio – a composição de açúcares de longas cadeias – potássio.
  - fósforo – a transmissão do impulso nervoso – ferro.

3. **Udesc 2019** O organismo humano necessita de uma série de elementos químicos diferentes que são ingeridos em forma de íons de sais minerais.

Associe os íons relacionados na Coluna A com a sua função descrita na Coluna B.

**Coluna A**

- I. Zinco
- II. Ferro
- III. Iodo
- IV. Sódio
- V. Cálcio

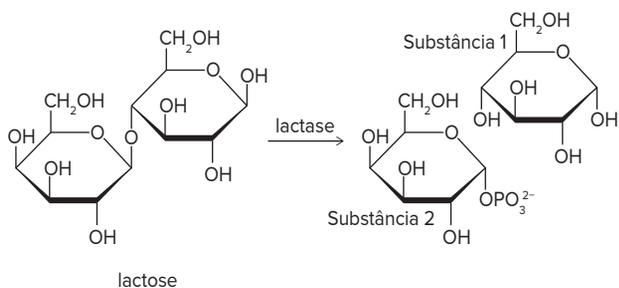
**Coluna B**

- Atua na coagulação do sangue.
- Componente de várias enzimas, algumas envolvidas na digestão.
- Componente dos hormônios da tireoide.
- Mais importante íon positivo extracelular; ação no impulso nervoso.
- Componente da proteína responsável pelo transporte de gases no sangue.

Assinale a alternativa que indica a associação **correta** entre as colunas, de cima para baixo.

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

4. **Famerp-SP 2019** A remoção da lactose de leite e derivados, necessária para que pessoas com intolerância a essa substância possam consumir esses produtos, é feita pela adição da enzima lactase no leite, que quebra a molécula de lactose, formando duas moléculas menores, conforme a equação:



As substâncias 1 e 2 produzidas na quebra da lactose pertencem ao grupo de moléculas conhecidas como

- a) glicérides.
- b) lipídeos.
- c) polímeros.
- d) aminoácidos.
- e) glicídios.

5. **Unesp 2021** A quitosana é um biopolímero obtido da quitina e tem diversas atividades biológicas importantes, como antioxidante, anti-inflamatória, anticoagulante, antitumoral e antimicrobiana.

(Mariana Pezzo. <https://sinteses.blogfolha.uol.com.br>, 21.03.2020. Adaptado.)

Este biopolímero pode ser obtido a partir de macerados

- a) da casca de eucaliptos.
- b) de algas marrons.
- c) do esqueleto de tubarões.
- d) de chifres de bovinos.
- e) da carapaça de caranguejos.

6. **UFRGS 2020** Na coluna da direita, são apresentados compostos de origem natural (fontes renováveis); na da esquerda, o principal componente desses compostos. Associe adequadamente a coluna da direita à da esquerda.

- 1. Glicídios
  - 2. Proteínas
  - 3. Lipídios
- Melão de cana
  - Cera de abelha
  - Amido de milho
  - Clara de ovo
  - Banha de porco

A sequência correta de preenchimento dos parênteses, de cima para baixo, é

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

7. **Famerp-SP 2020** Um exame antidoping confirmou que Ben Johnson, corredor dos 100 metros, utilizou, nos Jogos Olímpicos de 1988, a substância estanozolol, um tipo de esteroide proibido em competições por ter efeito anabolizante na musculatura. A substância utilizada pelo atleta é um tipo de

- a) proteína, que acelera o metabolismo das fibras musculares.
- b) lipídio, que estimula a síntese proteica nas fibras musculares.
- c) lipídio, que aumenta a síntese de LDL e melhora a atividade cardíaca.
- d) ácido nucleico, que ativa os genes responsáveis pela força muscular.
- e) proteína, que favorece a retenção de água utilizada no metabolismo muscular.

8. **FMC-RJ 2022** Resultados de pesquisas recentes demonstraram que pacientes homens que tiveram COVID-19 apresentaram alterações na fertilidade e na produção de hormônios, mesmo após se recuperarem da doença. Os testes hormonais apontaram uma redução dos níveis de testosterona nesses indivíduos.

Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/sars-cov-2-afetatesticulos-reduzindo-hormonios-e-a-qualidade-dosespermatozoides-apontam-estudos/36763/>. Acesso em: 29 set. 2021. Adaptado.

A testosterona é um hormônio cuja estrutura química é de natureza

- a) peptídica.
- b) glicídica.
- c) lipídica.
- d) proteica.
- e) nucleotídica.

9. **UFJF/Pism-MG 2020** Em um posto de saúde de uma cidade do interior de Minas Gerais foram atendidos no mesmo dia 6 pacientes com sintomas de avitaminoses, doenças provocadas por carência de uma ou de várias vitaminas. Abaixo seguem dados clínicos obtidos pelo plantonista:

**Paciente 1** – se queixa de problemas de visão, especialmente da cegueira noturna.

**Paciente 2** – relata insônia, irritação, fadiga, perda do apetite e da energia.

**Paciente 3** – apresenta anemia e formigamento nas mãos e pernas.

**Paciente 4** – apresenta lesões de mucosa intestinal, sangramento das gengivas e fraqueza.

**Paciente 5** – apresenta enfraquecimento e deformação dos ossos.

**Paciente 6** – Trata de uma criança desnutrida com falta de coordenação motora.

Com base nestes relatos, e considerando que os sintomas são causados por avitaminoses, responda:

- a) Qual paciente carece de suplementação de vitamina A?

---

---

---

- b) Qual paciente carece de suplementação de vitamina C?

---

---

---

- c) Qual paciente carece de suplementação de vitamina D?

---

---

---

## Guia de estudos

### Biologia • Livro 1 • Frente 1 • Capítulo 2

- I. Leia as páginas de **20 a 27**.
- II. Faça os exercícios de **1 a 6** da seção “Revisando”.
- III. Faça os exercícios propostos de **2 a 11** e de **16 a 28**.
- IV. Faça os exercícios complementares **7, 16 e 20**.

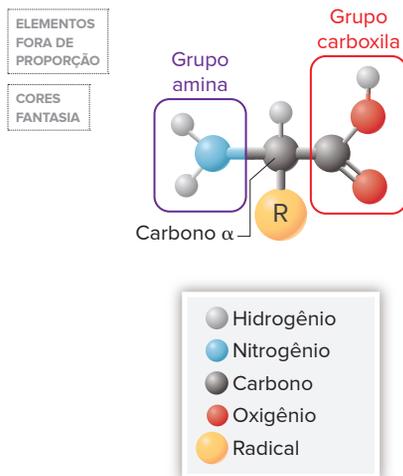
# Proteínas

## Proteínas

- Macromoléculas (polímeros) formadas pela união de dezenas, centenas ou até mesmo milhares de **aminoácidos**.
- Principais funções das proteínas:
  - função catalisadora (ex.: enzimas);
  - função estrutural (ex.: colágeno e queratina);
  - transporte de substâncias (ex.: proteínas transmembrana e hemoglobina);
  - defesa imunitária (ex.: anticorpos);
  - regulação (ex.: hormônios, como a insulina);
  - recepção de estímulos (ex.: proteínas na membrana de neurônios);
  - função motora (ex.: actina e miosina);
  - reserva nutritiva (ex.: caseína e ovoalbumina).

## Aminoácidos

- Molécula orgânica formada por um átomo de carbono central assimétrico, denominado carbono alfa, com quatro ligantes: hidrogênio, grupo carboxila, grupo amina e radical.

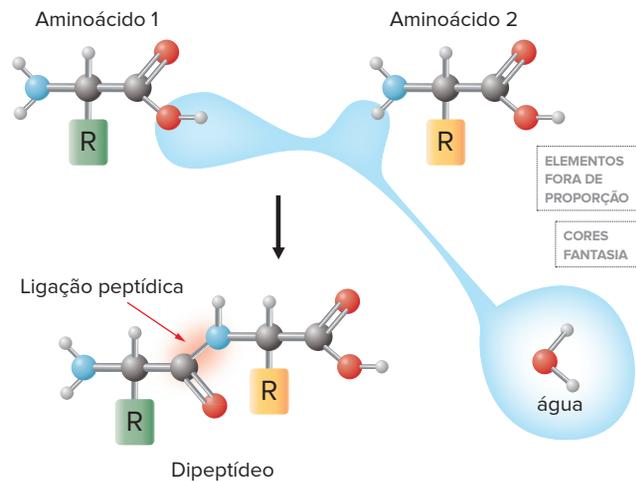


Representação esquemática de uma molécula genérica de aminoácido.

- **Aminoácidos naturais:** são produzidos normalmente pelo organismo e variam de acordo com a espécie animal. Nos seres humanos, os aminoácidos naturais são: glicina, alanina, prolina, serina, cisteína, tirosina, asparagina, glutamina, ácido aspártico, ácido glutâmico, arginina e histidina
- **Aminoácidos essenciais:** não são produzidos pelo organismo e precisam ser ingeridos com os alimentos. Nos seres humanos, os aminoácidos essenciais são: triptofano, metionina, valina, treonina, fenilalanina, leucina, isoleucina e lisina.

## Ligação peptídica

- Ocorre entre a **carboxila** de um aminoácido e o grupo **amina** de outro, com formação de uma molécula de água (síntese por desidratação).

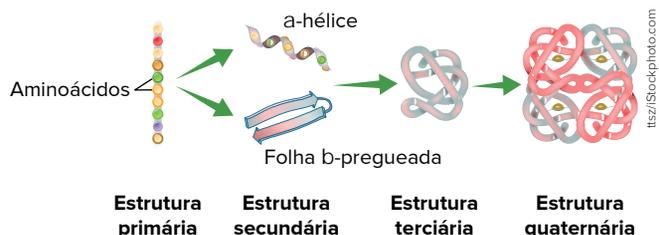


Representação molecular de uma ligação peptídica sendo formada entre dois aminoácidos com produção de água.

### Atenção

A diferença entre as proteínas está no número, tipo e sequência de aminoácidos que as constituem, fator determinado geneticamente.

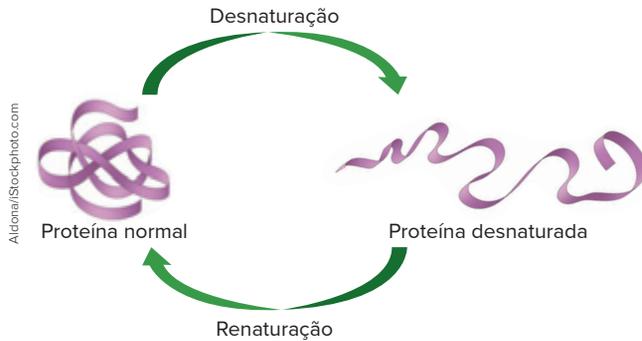
## Estrutura das proteínas



Representação esquemática dos quatro níveis hierárquicos na estrutura das proteínas.

## Desnaturação proteica

- Alteração na estrutura espacial (terciária e secundária) de uma proteína.
- Fatores que podem causar a desnaturação: temperatura, radiação ultravioleta, pH e concentração de sais.

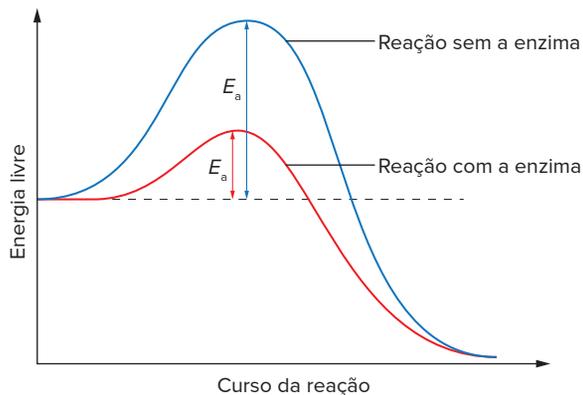


Representação esquemática do processo de desnaturação e renaturação de uma proteína.

## Enzimas

- Macromoléculas (proteínas) que atuam como **catalisadores biológicos**, que aceleram as reações químicas sem serem consumidas nessas reações.
- Enzimas reduzem a energia de ativação das reações químicas.

## Diferença entre uma reação química com a enzima e sem ela

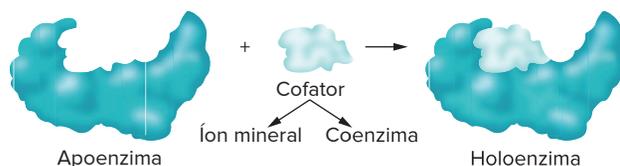


HILLIS, D. M. *et al. Life: the Science of Biology*. 12. ed. New York: W. H. Freeman and Company, 2020.

No gráfico, pode-se observar que a energia de ativação ( $E_a$ ) é menor na reação com a enzima.

## Estrutura enzimática

- **Holoenzima**: apoenzima (parte proteica) + cofator (íon mineral ou coenzima).



Representação esquemática dos componentes necessários para a formação de uma holoenzima.

## Atenção

Para a nomenclatura de uma enzima, geralmente se utiliza o nome do substrato sobre o qual ela atua acrescido do sufixo **-ase**. A enzima que digere a sacarose, por exemplo, é denominada sacarase, enquanto a que digere lactose é denominada lactase.

## Mecanismos de ação enzimática

- **Sítio ativo**: região da enzima à qual o substrato se liga.
- A enzima permanece inalterada após a reação.

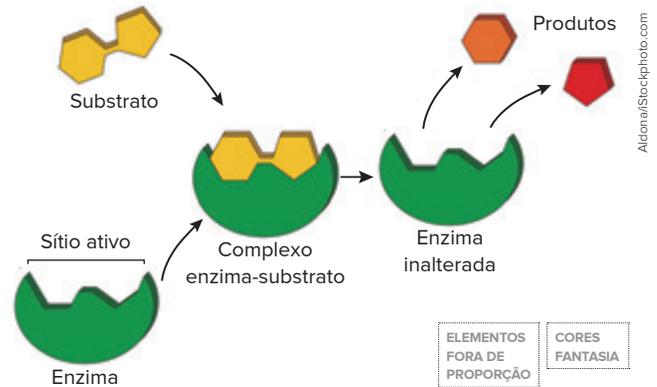


Ilustração esquemática do mecanismo de ação de uma enzima.

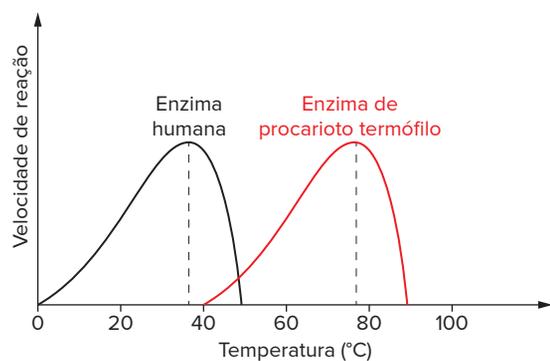
## Especificidade enzimática

- Há alta especificidade na interação entre a enzima e o substrato.
- **Modelo chave-fechadura** (antigo): enzimas e substratos se complementam, resultando em um encaixe perfeito.
- **Modelo de encaixe induzido** (atual): substrato se liga ao sítio ativo, alterando a forma tridimensional da enzima e possibilitando, assim, a associação completa entre eles e a formação do complexo enzima-substrato.

## Fatores que afetam a ação enzimática

- **Temperatura**: há uma temperatura ótima de ação enzimática que varia conforme a espécie.

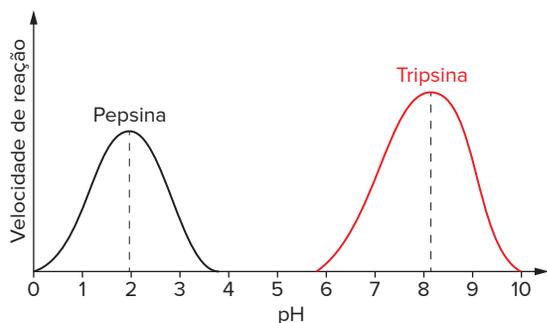
## Influência da temperatura na atividade enzimática



CAMPBELL, N.A. *et al. Biology: a global approach*. 12. ed. Harlow: Pearson, 2020.

- **pH:** cada enzima apresenta um valor de pH ótimo de atuação.

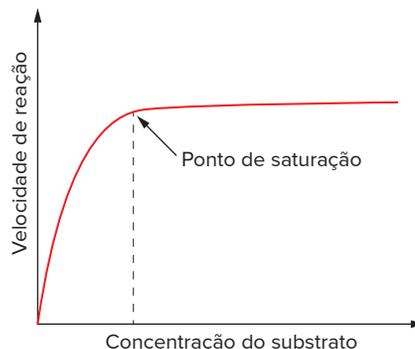
### Influência do pH na atividade enzimática



CAMPBELL, N.A. *et al. Biology: a global approach*. 12. ed. Harlow: Pearson, 2020.

- **Concentração do substrato:** a velocidade da reação aumenta até o ponto de saturação, no qual todas as enzimas já têm seus sítios ativos ocupados por substratos.

### Influência da concentração de substrato na atividade enzimática



## Exercícios de sala

1. **UEMG 2017** Relacione os itens da primeira coluna às informações apresentadas na segunda.

COLUNA I

- I. Proteínas
- II. Carboidratos
- III. Lipídios
- IV. Ácidos nucleicos

COLUNA II

- A celulose é um dos seus representantes.
- Constituintes majoritários de óleos vegetais refinados.
- Contém bases nitrogenadas.
- Apresenta várias ligações peptídicas

A sequência correta é

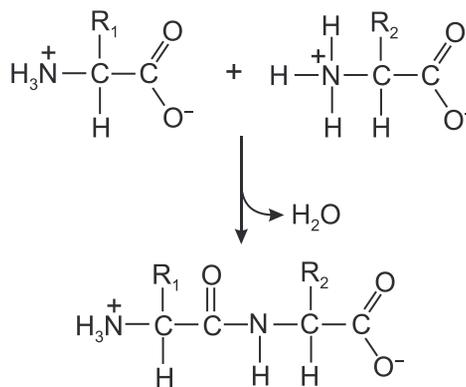
- a) I, III, IV e II.
- b) I, IV, III e II.
- c) II, III, IV e I.
- d) II, IV, III e I.

2. **FCMSCSP 2020** A crença de que o colágeno presente na gelatina dá mais firmeza à pele é irreal, uma vez que essa substância

- a) não é digerida em peptídeos ao passar pelo estômago e pelo duodeno, sendo eliminada, sem modificação química, nas fezes humanas.
- b) é absorvida pelo intestino delgado e não se fixa necessariamente na pele humana, podendo se fixar nos tendões e nos discos intervertebrais.
- c) desnatura-se durante o preparo industrial e as enzimas dos sucos digestivos não apresentam sítios ativos que reconheçam a molécula desnaturada.

- d) não é constituída por monômeros orgânicos para se transformar na matéria-prima que poderia ser utilizada na síntese da proteína na pele humana.
- e) é digerida pelas enzimas gástricas e intestinais, e os aminoácidos obtidos dessa digestão serão matéria-prima para sintetizar outros tipos de proteínas.

3. **PUC-RS 2022** Observe a reação que segue.



Sobre a reação, afirma-se que

- I. se trata de uma síntese por desidratação.
  - II. a ligação que se produz entre as moléculas é do tipo fosfodiéster.
  - III. explicaria a formação dos primeiros peptídeos em solo argiloso pós-resfriamento da Terra primitiva.
- Está/Estão correta(s) apenas a(s) afirmativa(s)
- a) II.
  - b) III.
  - c) I e II.
  - d) I e III.

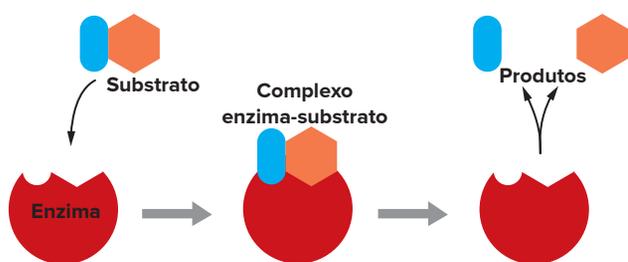
4. **Udesc 2017** Importantes compostos orgânicos dos seres vivos as proteínas (cadeia polipeptídica) diferem entre si, nos seguintes aspectos:

- I. Tipos de aminoácidos presentes na cadeia.
- II. Quantidade de aminoácidos presentes na cadeia.
- III. Sequência em que os aminoácidos estão unidos na cadeia.

IV. Pelos nucleotídeos presentes na cadeia. Analisadas as proposições, assinale a alternativa **correta**.

- a) Somente as afirmativas II, III e IV são verdadeiras.
- b) Somente as afirmativas II e III são verdadeiras.
- c) Somente as afirmativas I, II e IV são verdadeiras.
- d) Somente as afirmativas III e IV são verdadeiras.
- e) Somente as afirmativas I, II e III são verdadeiras.

5. **PUC-PR 2021** Observe o esquema a seguir.



Disponível em: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/teoria-encaixe-induzido.htm>> Acesso em: 20/01/2020.

Considerando a capacidade catalítica da enzima, espera-se que

- a) a enzima não sofra mudança química global como consequência da reação que catalisa.
- b) a ligação do substrato com a enzima ocorre em um sítio ativo sendo prescindível especificidade e afinidade.
- c) só ocorra desnaturação se houver alteração de pH.
- d) ocorra um aumento da energia de ativação e na velocidade da reação.
- e) redução da energia de ativação e da velocidade de reação.

6. **UFRGS 2018** Nos seres vivos, as enzimas aumentam a velocidade das reações químicas.

Assinale com **V** (verdadeiro) ou **F** (falso) as afirmações abaixo, referentes às enzimas.

- As enzimas têm todas o mesmo pH ótimo.
- A temperatura não afeta a formação do complexo enzima-substrato.
- A desnaturação, em temperaturas elevadas, acima da ótima, pode reduzir a atividade enzimática.
- A concentração do substrato afeta a taxa de reação de uma enzima.

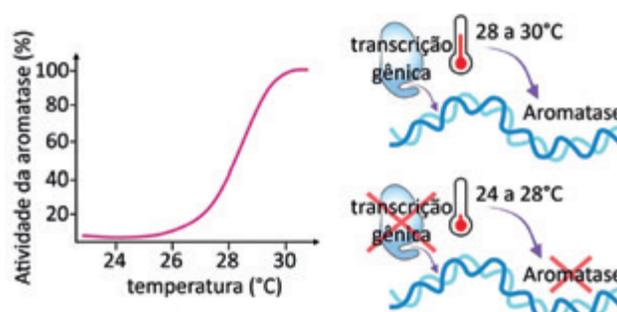
A sequência correta de preenchimento dos parênteses, de cima para baixo, é

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

7. **UFJF/Pism-MG 2018** A febre, quando alcança 40 °C ou mais, é muito perigosa e pode provocar a morte do indivíduo. Um dos problemas do aumento da temperatura corporal é o seu efeito sobre proteínas do sistema nervoso central. Sobre o efeito deste aumento da temperatura corporal, é **CORRETO** afirmar que ele

- a) aumenta a atividade das proteínas.
- b) desnatura as proteínas, inibindo a sua atividade.
- c) provoca o acúmulo de proteínas no retículo endoplasmático.
- d) induz a quebra das proteínas e, conseqüentemente, a sua inativação.
- e) modifica a sequência de aminoácidos das proteínas e, conseqüentemente, o seu funcionamento.

8. **Fuvest-SP 2021** A determinação do sexo em embriões de tartaruga-de-couro depende da temperatura a que o ovo foi exposto. Isso está relacionado à ação da enzima aromatase, que converte a testosterona em estradiol. A expressão gênica e a atividade dessa enzima nas gônadas são dependentes da temperatura, conforme indicado na figura.

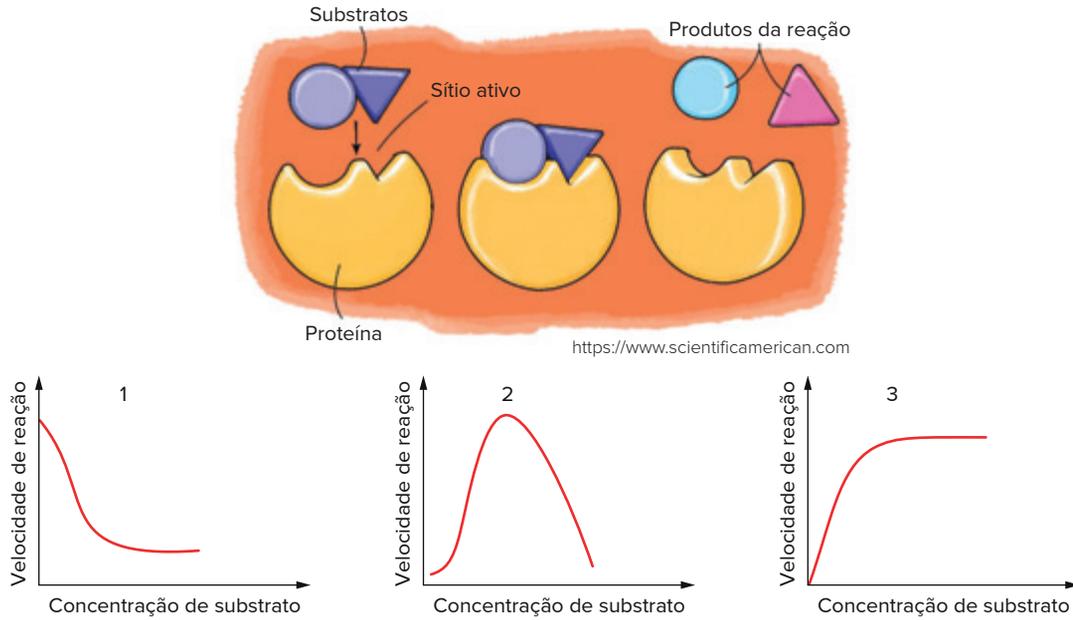


Fonte: doi: 10.3389/fphys.2020.00035

Sobre a determinação do sexo em tartarugas-de-couro, é correto afirmar:

- a) A atividade máxima da aromatase determina diferenciação sexual masculina.
- b) O maior nível de transcrição do gene da aromatase coincide com a menor atividade da enzima.
- c) Em temperaturas entre 28 e 30°C, a maioria dos embriões diferenciam-se em fêmeas.
- d) Há equilíbrio no nascimento de machos e fêmeas a 26°C.
- e) A atividade da aromatase depende da quantidade de estradiol disponível.

9. **FMJ-SP 2021** A figura representa um modelo de reação química mediada por uma proteína, modelo esse conhecido como “chave-fechadura”.



- a) A que classe de proteínas pertence aquela representada na figura? Por que a reação química da qual elas participam é comparada a um mecanismo “chave-fechadura”?

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

- b) Mantendo-se constante a concentração das proteínas, qual gráfico ilustra corretamente a velocidade de reação da proteína em função do aumento na concentração do substrato? Justifique sua resposta.

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

## Guia de estudos

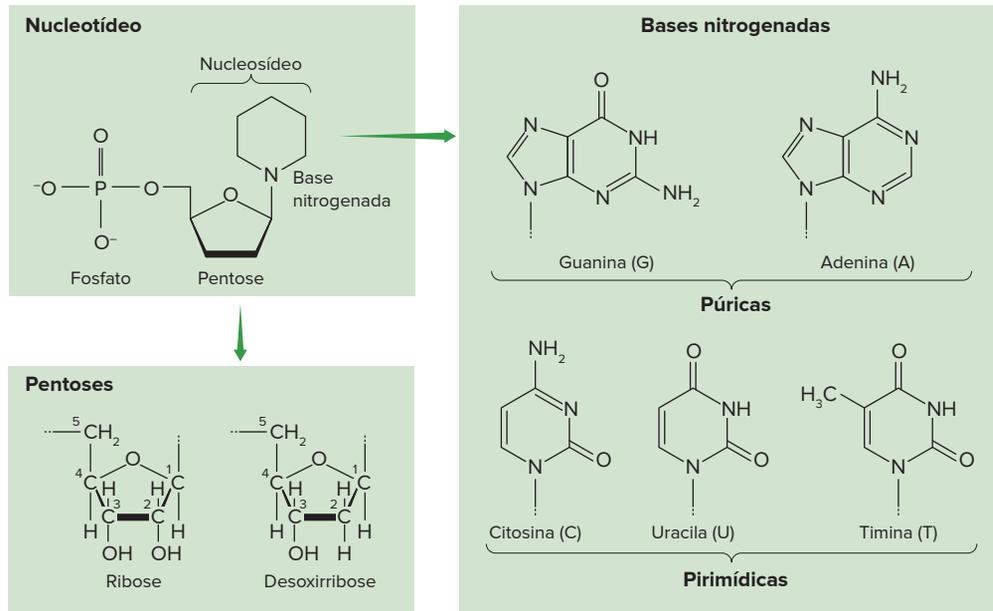
### Biologia • Livro 1 • Frente 1 • Capítulo 2

- I. Leia as páginas de **27 a 31**.
- II. Faça os exercícios de **7 a 10** da seção “Revisando”.
- III. Faça os exercícios propostos de **29 a 42**.
- IV. Faça os exercícios complementares de **25 a 33, 36 e 39**.

# Ácidos nucleicos

## Ácidos nucleicos

- Tipos: **RNA** e **DNA**.
- **Nucleotídeos**: unidades formadoras dos ácidos nucleicos.
  - Partes constituintes: **pentose**, **fosfato** e **base nitrogenada**.



Representação esquemática da estrutura de um nucleotídeo, das pentoses e das bases nitrogenadas púricas e pirimídicas.

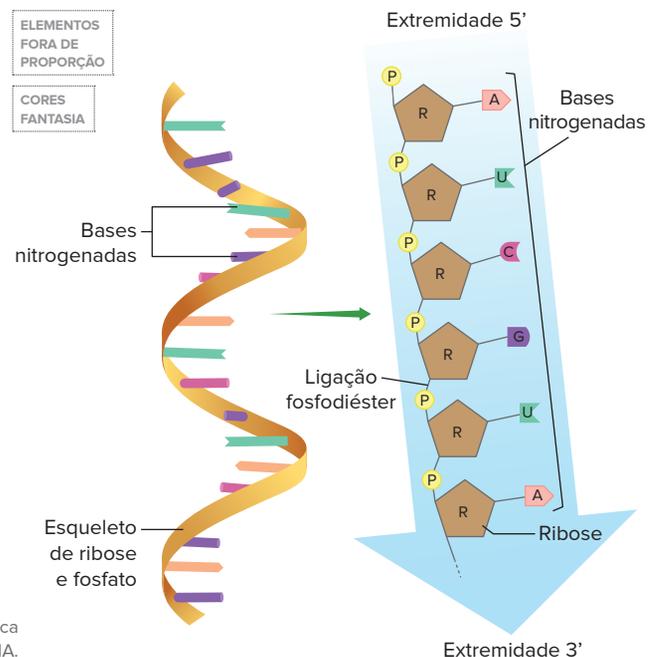
## Ácido ribonucleico (RNA)

- É constituído por **uma fita** (exceção: alguns vírus com RNA de fita dupla).
- Sua pentose é denominada **ribose**.
- Sua base nitrogenada exclusiva é a **uracila (U)**.
- Localização: núcleo celular (nucléolo), citosol e organelas (mitocôndrias, cloroplastos e retículo endoplasmático granuloso).
- Função: participa da síntese de proteínas.

### Tipos de RNA

- **RNA mensageiro (RNAm)**: carrega instruções para a síntese de uma determinada proteína.
- **RNA transportador (RNAt)**: carrega em uma extremidade um aminoácido específico e, na outra, uma trinca de bases nitrogenadas complementar à do RNAm.
- **RNA ribossômico (RNAr)**: se associa a algumas proteínas e forma os ribossomos.

Representação esquemática de uma molécula de RNA.



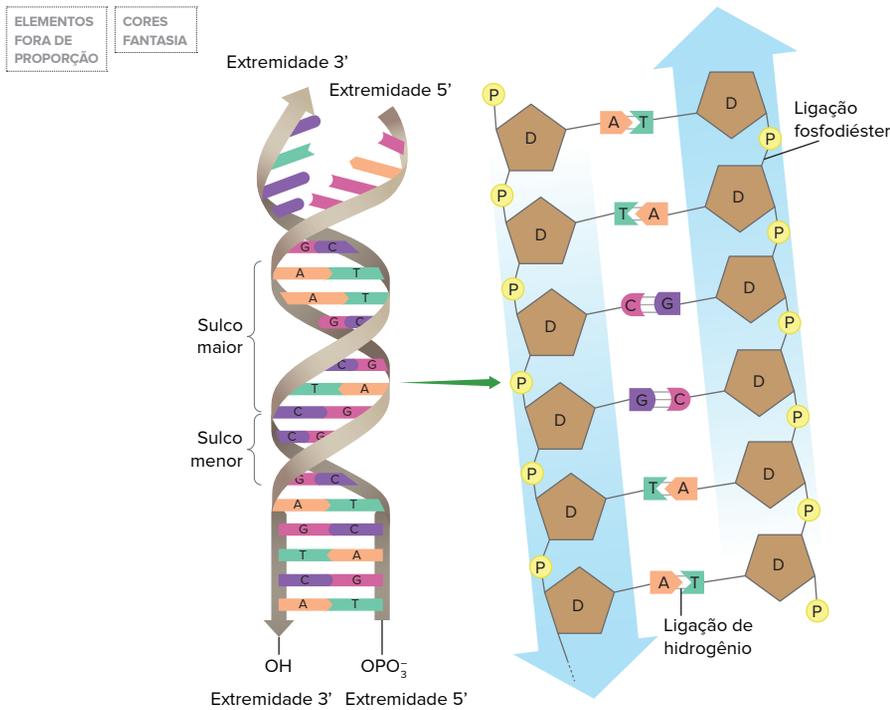
## Ácido desoxirribonucleico (DNA)

- É constituído de **duas fitas** (exceção: alguns vírus possuem DNA de fita simples).
- Sua pentose é denominada **desoxirribose**.
- Sua base nitrogenada exclusiva é a **timina** (T).
- **Localização**: núcleo celular, mitocôndrias e cloroplastos.
- **Funções**: armazenamento das informações hereditárias e controle do metabolismo.

### Estrutura molecular do DNA

- **Dupla hélice**: possui duas fitas unidas em formato helicoidal.

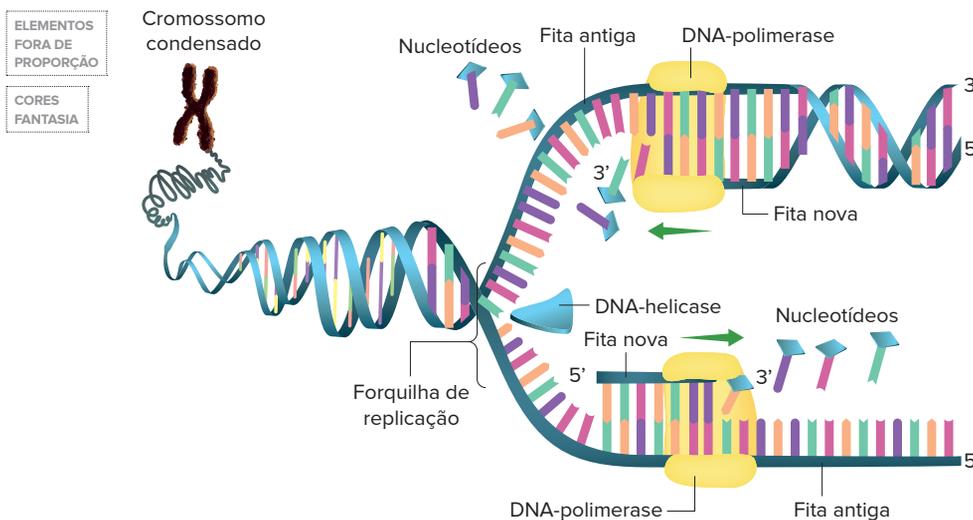
- **Ligações fosfodiéster**: ocorrem entre o fosfato de um nucleotídeo e a desoxirribose do outro; mantêm os nucleotídeos unidos na mesma fita.
- **Ligações de hidrogênio**: ocorrem entre as bases nitrogenadas, mantendo as duas fitas unidas; A e T formam duas ligações de hidrogênio, enquanto C e G formam três ligações de hidrogênio.
- **Fitas complementares**: adenina pareia com timina (A = T) e guanina pareia com citosina (C ≡ G).
- **Fitas antiparalelas**: possuem sentidos opostos – a extremidade 3' de uma fita apresenta-se pareada com a extremidade 5' da outra fita.



Representação esquemática da estrutura molecular do DNA.

## Replicação

- **Replicação semiconservativa**: produz moléculas contendo uma fita antiga (preservada) e uma fita nova (recém-sintetizada).
- **DNA-helicase**: enzima que separa as duas fitas de DNA.
- **DNA-polimerase**: enzima que inicia a polimerização de fitas novas complementares.



Representação esquemática da replicação semiconservativa do DNA.

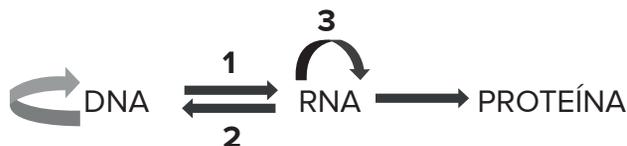
## Exercícios de sala

1. **Uece 2022** Relacione, corretamente, as bases nitrogenadas com os grupos a que pertencem, numerando os parênteses abaixo de acordo com a seguinte indicação:

1. Purina;
  2. Pirimidina
- Adenina
  - Guanina
  - Citosina
  - Uracila

A sequência correta, de cima para baixo, é:

- 1, 1, 2, 2.
  - 1, 2, 2, 1.
  - 2, 1, 1, 2.
  - 2, 2, 1, 1.
2. **Unitau-SP 2017** O esquema abaixo representa o dogma central da Biologia molecular e sintetiza como ocorre o fluxo de informações genéticas.



Observando o esquema, assinale a alternativa que responde, respectivamente e corretamente, as seguintes questões:

- Qual processo está indicado na **etapa 1**?
  - Qual a principal enzima envolvida na **etapa 2**?
  - Qual o processo indicado na **etapa 3**?
- I – Transcrição; II – RNA polimerase; III – Tradução de RNA.
  - I – Tradução; II – RNA polimerase; III – Transcrição de RNA.
  - I – Transcrição; II – Transcriptase reversa; III – Replicação de RNA.
  - I – Tradução; II – Transcriptase reversa; III – Transcrição de RNA.
  - I – Transcrição; II – DNA polimerase; III – Tradução de RNA.
3. **Fuvest-SP 2020** Considere uma sequência de DNA com 100 pares de bases de comprimento contendo 32 timinas. Quantas citosinas, guaninas e adeninas essa sequência terá, respectivamente?
- 32, 68, 68.
  - 68, 32, 68.
  - 68, 68, 32.
  - 32, 18, 18.
  - 18, 32, 18.

4. **UEL-PR 2020** A frase “Vida é Código e Combinação”, destacada em uma das Exposições no Museu do Amanhã no Rio de Janeiro, resume muito bem a “vida” do ponto de vista científico. Durante a evolução química, compostos simples se combinaram em face de suas reatividades químicas e das condições adequadas para formar moléculas mais complexas e polímeros, levando à formação dos primeiros micro-organismos. Com base nas combinações de substâncias químicas e seus efeitos na manutenção da vida, considere as afirmativas a seguir.



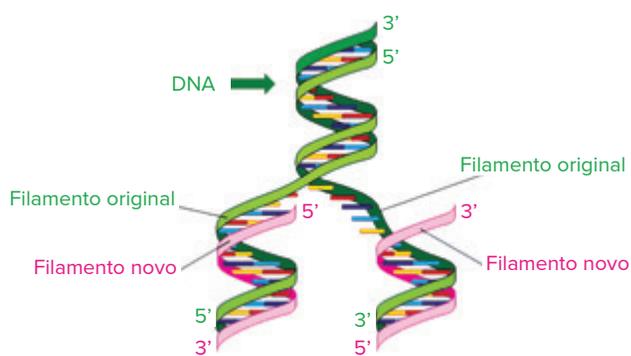
Museu do amanhã – Exposição Principal: Terra associado à pergunta “Quem somos?”. Somos matéria, vida e pensamento.” – [museudoamanha.org.br](http://museudoamanha.org.br)

- A síntese de proteínas ocorre por meio de reação de adição entre aminoácidos que possuem grupo funcional amida, formando ligação peptídica.
- A estrutura do RNA, quando comparada à do DNA, é formada por duas cadeias de proteínas, desoxirriboses e por moléculas de uracila, em vez de timina.
- A hemoglobina é um complexo metálico que contém cátion ferro coordenado com átomos de nitrogênio. Nesse caso, os átomos de nitrogênio são considerados base de Lewis, e o cátion ferro, ácido de Lewis.
- A sequência de nucleotídeos do DNA, em linhas gerais, determina a sequência de nucleotídeos do RNA que, por sua vez, especifica a ordem dos aminoácidos em uma proteína.

Assinale a alternativa correta.

- Somente as afirmativas I e II são corretas.
- Somente as afirmativas I e IV são corretas.
- Somente as afirmativas III e IV são corretas.
- Somente as afirmativas I, II e III são corretas.
- Somente as afirmativas II, III e IV são corretas.

5. **FMABC-SP 2021** A figura ilustra, de maneira simplificada, o processo de duplicação da molécula de DNA. Nesse processo ocorre a abertura da fita dupla original do DNA para formação de dois novos filamentos, por meio da polimerização de nucleotídeos.

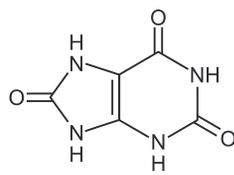


(<https://medium.com>. Adaptado.)

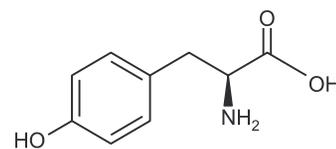
Esse processo de duplicação apresenta como característica fundamental

- ser promovido por meio de proteínas estruturais presentes no DNA, as histonas.
- depende da alteração constante da sequência de bases nitrogenadas presentes nos nucleotídeos.
- gerar uma fita dupla de DNA formada por dois filamentos totalmente novos.
- ser realizado pelos ribossomos do citoplasma.
- ocorrer sempre no sentido 5' — 3' nos dois filamentos novos.

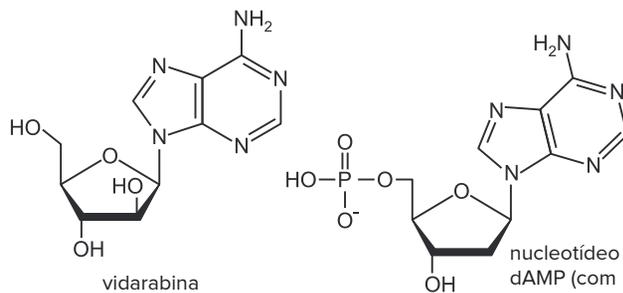
6. **Unicamp-SP 2019**



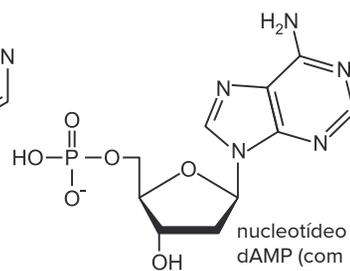
ácido úrico



tirosina



vidarabina



nucleotídeo dAMP (com base adenina)

(Disponível em: <http://www.wikipedia.com>. Acessado em 10/06/2018.)

Considerando as semelhanças e diferenças entre as estruturas químicas dos compostos anteriores e seus conhecimentos sobre os processos bioquímicos da célula, escolha a alternativa que preenche corretamente as lacunas no texto a seguir:

“O composto (i)\_\_\_\_\_ pode ser utilizado para inibir (ii)\_\_\_\_\_, uma vez que tem estrutura química muito semelhante à do (iii)\_\_\_\_\_, sendo, portanto, erroneamente reconhecido (iv)\_\_\_\_\_.”

- (i) tirosina; (ii) a síntese de proteínas; (iii) nucleotídeo dAMP; (iv) pelo ribossomo como possível precursor na transcrição.
- (i) vidarabina; (ii) a replicação do DNA; (iii) nucleotídeo dAMP; (iv) pela polimerase como possível precursor na síntese do DNA.
- (i) vidarabina; (ii) a síntese de proteínas; (iii) ácido úrico; (iv) pelo ribossomo como possível precursor na tradução.
- (i) tirosina; (ii) a replicação do DNA; (iii) nucleotídeo dAMP; (iv) pela transcritase como possível precursor do DNA.

## Guia de estudos

### Biologia • Livro 1 • Frente 1 • Capítulo 3

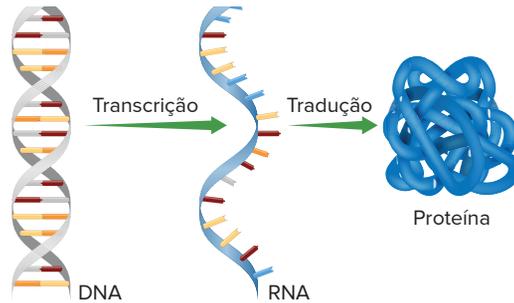
- Leia as páginas de **54 a 57**.
- Faça os exercícios de **1 a 3** da seção “Revisando”.
- Faça os exercícios propostos de **4 a 13**.
- Faça os exercícios complementares de **3 a 9**.

# Código genético e a síntese de proteínas

## Síntese de proteínas

- Dogma central da biologia molecular

CORES FANTASIA  
ELEMENTOS FORA DE PROPORÇÃO



Designua/Shutterstock.com

Representação esquemática do dogma central da biologia molecular.

## Código genético

- Conjunto completo de códons e os comandos codificados por elas (aminoácidos ou parada de tradução).
  - Códon:** corresponde a uma trinca de bases nitrogenadas do RNAm.
  - Códon de início:** AUG.
  - Códons de parada:** UAA, UAG e UGA.
- O código genético é **universal:** os códons codificam os mesmos comandos em todos os seres vivos.
- O código genético é **degenerado:** diferentes códons podem codificar o mesmo aminoácido.

		Segunda base nitrogenada					
		U	C	A	G		
Primeira base nitrogenada	U	UUU Fenilalanina (Fen) UUC UUA Leucina (Leu) UUG	UCU Serina (Ser) UCC UCA UCG	UAU Tirosina (Tir) UAC UAA Códon de término UAG	UGU Cisteína (Cis) UGC UGA Códon de término UGG Triptofano (Trp)	U C A G	
	C	CUU Leucina (Leu) CUC CUA CUG	CCU Prolina (Pro) CCC CCA CCG	CAU Histidina (His) CAC CAA Glutamina (Gln) CAG	CGU Arginina (Arg) CGC CGA CGG	U C A G	
	A	AUU Isoleucina (Ile) AUC AUA AUG Metionina (Met); Códon de início	ACU Treonina (Tre) ACC ACA ACG	AAU Asparagina (Asn) AAC AAA Lisina (Lis) AAG	AGU Serina (Ser) AGC AGA Arginina (Arg) AGG	U C A G	
	G	GUU Valina (Val) GUC GUA GUG	GCU Alanina (Ala) GCC GCA GCG	GAU Aspartato (Asp) GAC GAA Glutamato (Glu) GAG	GGU Glicina (Gli) GGC GGA GGG	U C A G	

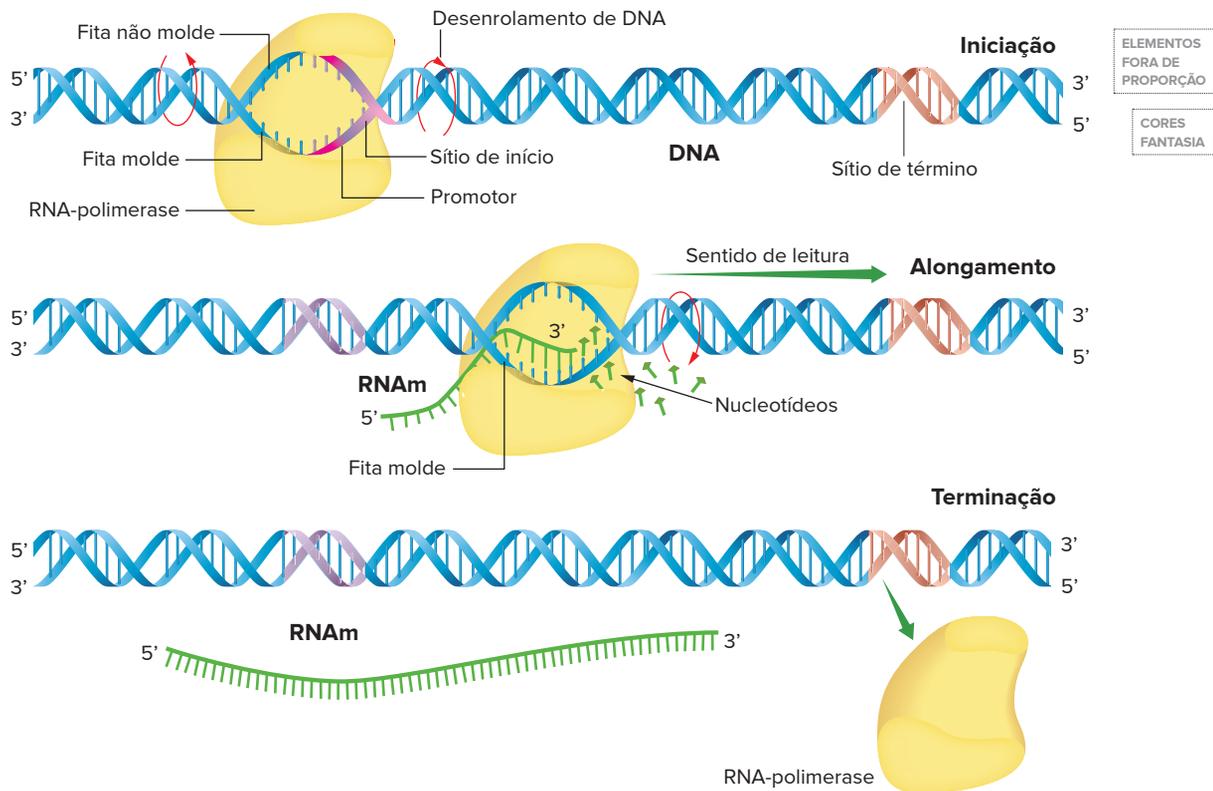
Tabela de códons com nome e abreviaturas padronizadas dos aminoácidos sequenciados.

### Atenção

O código genético é degenerado, já que diferentes códons codificam o mesmo aminoácido, mas não é **ambíguo**, uma vez que um mesmo códon não pode codificar mais de um aminoácido. Assim, um aminoácido pode ser codificado por mais de um códon, mas um códon codifica somente um aminoácido.

## Transcrição

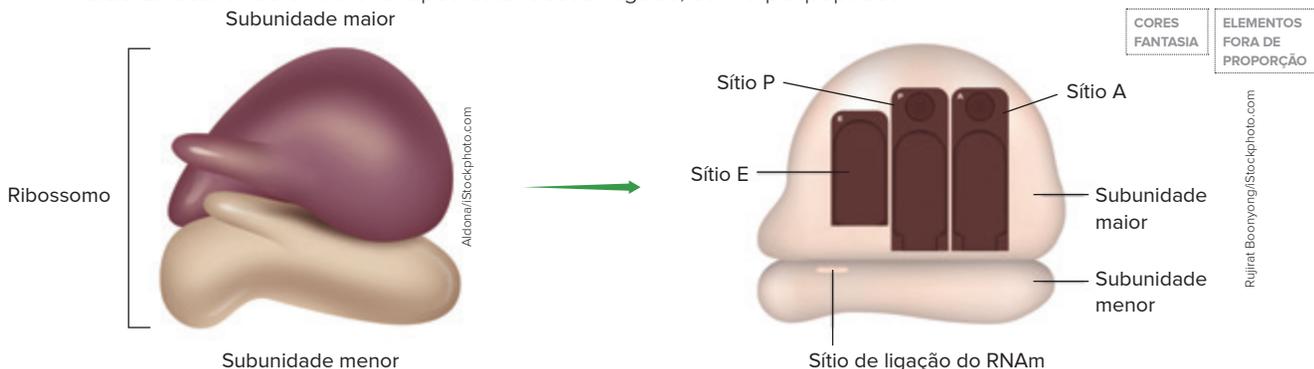
- Produção de RNA a partir do DNA.
- **RNA-polimerase:** enzima que realiza a produção de uma fita de RNA complementar à fita molde de DNA.



Representação esquemática das três etapas envolvidas na transcrição: iniciação, alongamento e terminação.

## Ribossomo

- Organela que atua na síntese de proteínas em todos os seres vivos.
- Formado por moléculas de RNAr associado a proteínas e possui duas subunidades: uma menor e outra maior.
- Compartimentos:
  - **Sítio de ligação** do RNAm: local onde o RNAm se prende.
  - **Túnel de saída:** local pelo qual ocorre a saída do polipeptídeo produzido.
  - **Sítio A:** recebe um RNAt ligado a um aminoácido.
  - **Sítio P:** possui um RNAt que carrega um polipeptídeo em formação.
  - **Sítio E:** local onde o RNAt vai após estar descarregado, sem o polipeptídeo.

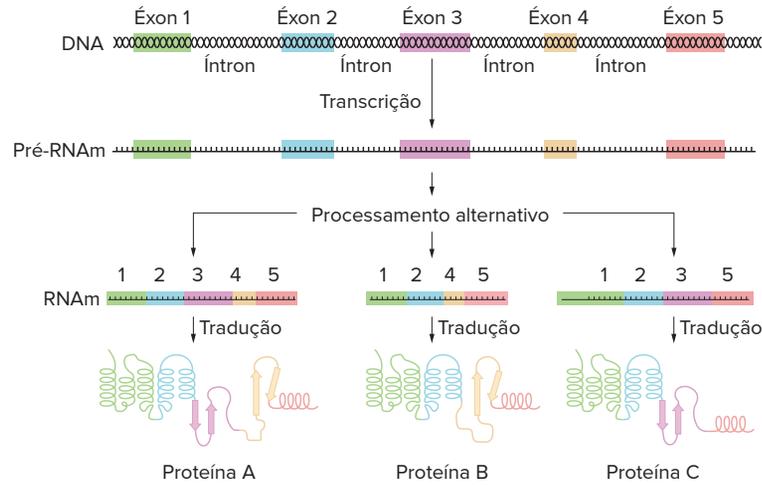


Representação esquemática da estrutura de um ribossomo, indicando as suas subunidades e os seus compartimentos.

## Processamento do RNAm

- Células procarióticas: a transcrição e a tradução ocorrem simultaneamente, e o RNAm produzido não passa por processamento.
- **Células eucarióticas:** o pré-RNAm produzido no núcleo é processado antes de migrar para o citoplasma. Pelo processo de **splicing**, íntrons são retirados do pré-RNAm.
  - Íntron: sequência de bases não codificantes.
  - Éxon: sequência de bases codificantes.

- Processamento alternativo, ou *splicing* alternativo: o corte e a junção alternativos de seqüências de bases permitem gerar diferentes proteínas a partir de um único gene.



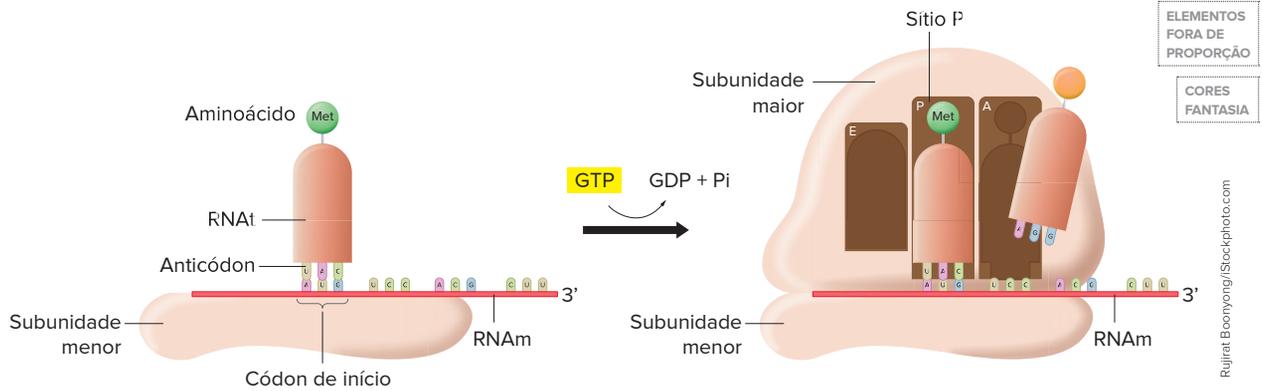
Representação esquemática do processamento alternativo de um pré-RNA, culminando na produção de três proteínas diferentes (A, B e C).

## Tradução

- Síntese do polipeptídeo nos ribossomos.

### Iniciação

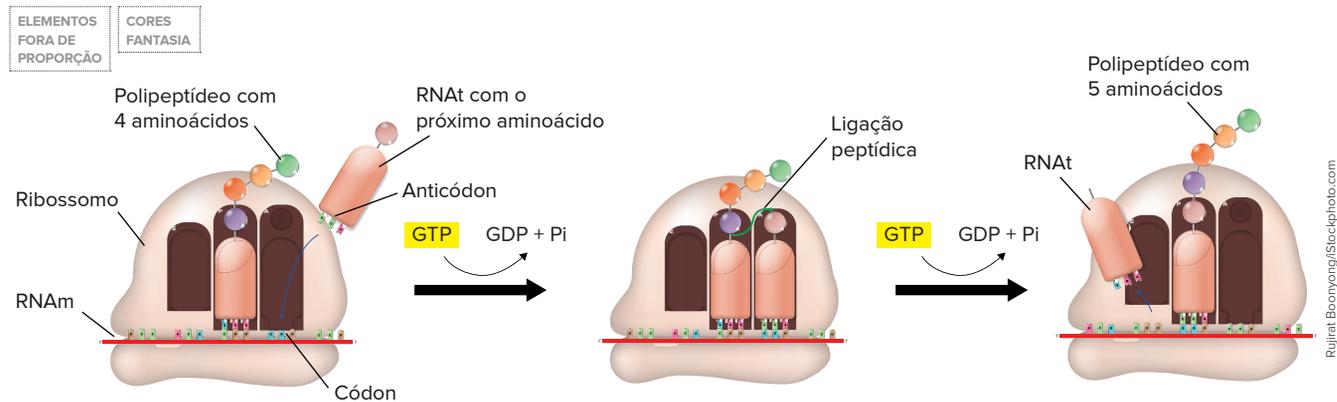
- Subunidades do **ribossomo** se unem ao **RNAm**.
- A leitura é iniciada a partir do **códon de início** (AUG).



Representação esquemática das estruturas envolvidas na etapa de iniciação da tradução.

### Alongamento

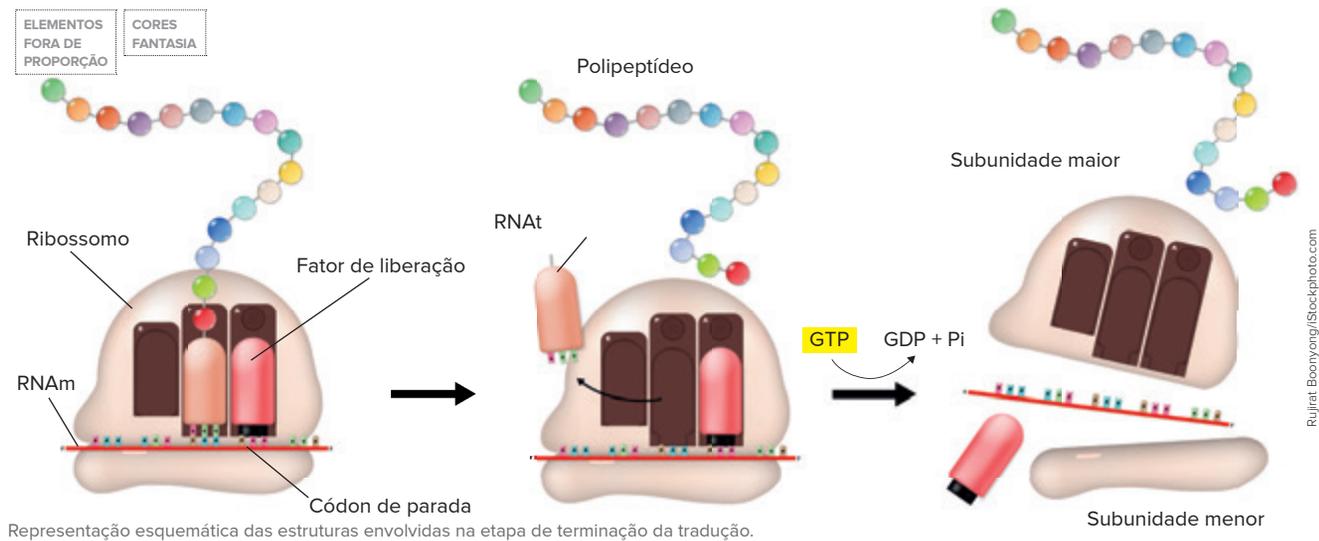
- Aminoácidos são adicionados um a um de acordo com a seqüência de códon do RNAm.
- **RNAi** transporta o aminoácido correspondente até sítio A do ribossomo.
- Forma-se uma **ligação peptídica** entre o aminoácido correspondente e o polipeptídeo em formação.



Representação esquemática das estruturas envolvidas na etapa de alongamento da tradução.

## Terminação

- Fator de liberação se liga ao **códon de parada** (UAA, UAG ou UGA), determinando o **término da tradução**.



## Exercícios de sala

- PUC-Campinas 2022** O código genético foi decifrado na década de 1960, possibilitando a compreensão dos processos envolvidos na síntese proteica. Uma característica importante do código genético é ser
  - específico, ou seja, cada espécie possui seu próprio código.
  - universal, ou seja, é o mesmo em quase todos os organismos.
  - exclusivo, ou seja, cada indivíduo possui um código diferente.
  - redundante, ou seja, duas espécies podem ter o mesmo código.
  - degenerado, ou seja, foi alterado por muitas mutações.
- FCMSCSP 2020** A molécula de DNA, existente no núcleo celular, é formada por duas fitas complementares. Uma dessas fitas pode servir de molde para a síntese de RNA mensageiro, que será traduzido em proteína pelos ribossomos. Em algumas células, esse “trabalho” metabólico pode ser realizado pelos polirribossomos.
  - Qual tipo de ligação química ocorre entre as bases nitrogenadas, permitindo a complementariedade entre elas? Caso um segmento de DNA seja 3'ATACTC5', qual será sua fita complementar?  
\_\_\_\_\_
  - Os polirribossomos sintetizam proteínas com o mesmo número, tipo e sequência de aminoácidos. Por que a sequência de aminoácidos é sempre igual após a tradução de uma mesma molécula de RNA mensageiro? O que existe na molécula de RNA mensageiro que indica o término da síntese proteica?  
\_\_\_\_\_

- Unicamp-SP 2021** A anemia falciforme é uma doença hereditária que se caracteriza pelo formato de foice adquirido pelas hemácias depois que o oxigênio é liberado, resultando em anemia crônica. Apresenta-se a seguir parte do RNA mensageiro, com o códon de iniciação, da subunidade  $\beta$  da hemoglobina humana normal (Hbb) e da hemoglobina mutada na anemia falciforme (HbS).  
**Hbb:** caa aca gac acc aug gug cau cug acu ccu gag gag aag ucu  
**HbS:** caa aca gac acc aug gug cau cug acu ccu gug gag aag ucu  
 Considere a sequência de trincas apresentadas, em Hbb e HbS, e o código genético abaixo.

1ª base	2ª base				3ª base
	U	C	A	G	
Uracila (U)	Fenilalanina	Serina	Tirosina	Cisteína	U
	Fenilalanina	Serina	Tirosina	Cisteína	C
	Leucina	Serina	Códon de parada	Códon de parada	A
	Leucina	Serina	Códon de parada	Triptofano	G
Citosina (C)	Leucina	Prolina	Histidina	Arginina	U
	Leucina	Prolina	Histidina	Arginina	C
	Leucina	Prolina	Glutamina	Arginina	A
	Leucina	Prolina	Glutamina	Arginina	G
Adenina (A)	Isoleucina	Treonina	Asparagina	Serina	U
	Isoleucina	Treonina	Asparagina	Serina	C
	Isoleucina	Treonina	Lisina	Arginina	A
	Metionina	Treonina	Lisina	Arginina	G
Guanina (G)	Valina	Alanina	Ác. aspártico	Glicina	U
	Valina	Alanina	Ác. aspártico	Glicina	C
	Valina	Alanina	Ác. glutâmico	Glicina	A
	Valina	Alanina	Ác. glutâmico	Glicina	G



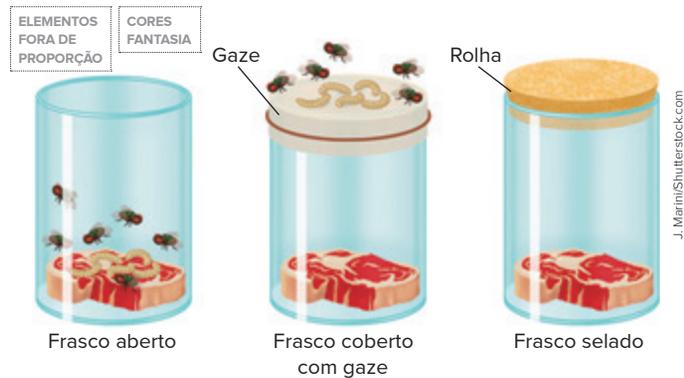
# Origem da vida

## Abiogênese e biogênese

- **Abiogênese:** ideia de que os seres vivos surgem da matéria sem vida; participação do “princípio ativo” ou força vital.  
Ex.: vermes surgem dos cadáveres.
- **Biogênese:** evidências mostraram que seres vivos surgem da reprodução de seres vivos de sua própria espécie.  
Ex.: vermes surgem de ovos de moscas depositados sobre cadáveres.

### Experimento de Redi

- Utilizou frascos de vidro (frascos abertos, cobertos com gaze e selados) contendo pedaços de carne.
- Vermes surgiram apenas nos frascos abertos.
- **Conclusão:** vermes surgem de ovos de moscas que tiveram acesso ao pedaço de carne.



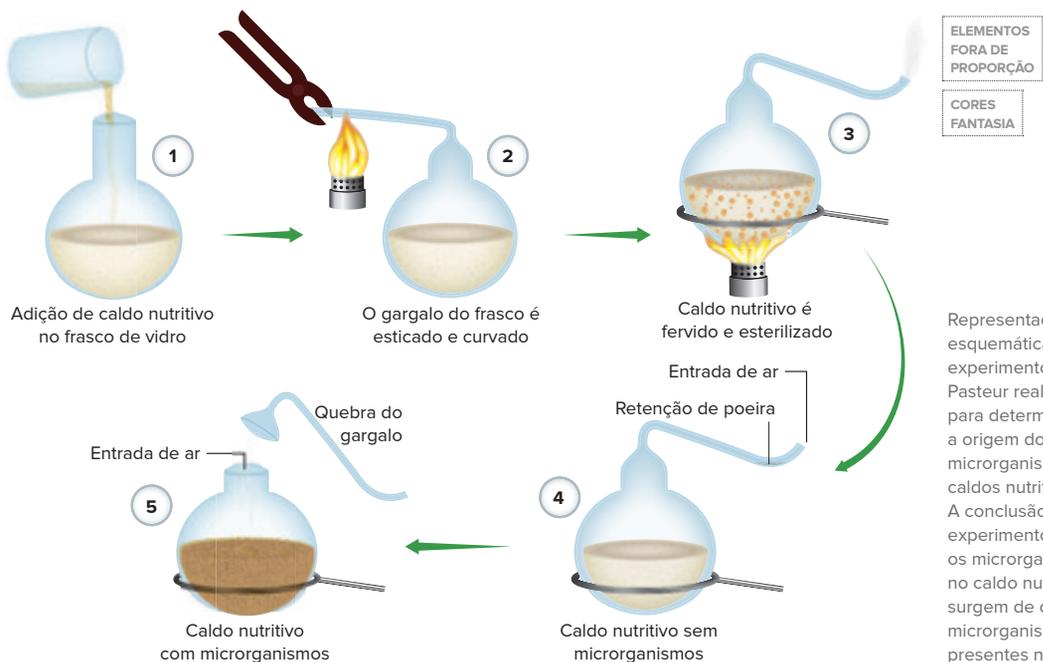
Representação esquemática do experimento de Redi realizado para determinar a origem dos seres vermiformes nos cadáveres.

### Experimento de Pasteur

- Utilizou frascos de vidro com gargalo alongado (formato de pescoço de cisne) contendo caldo nutritivo.
- Os frascos permaneceram abertos, mas os gargalos alongados funcionaram como filtros, impedindo a contaminação dos caldos nutritivos.
- Resultado obtido: ausência de microrganismos nos caldos nutritivos dos frascos com gargalos alongados.
- A quebra dos gargalos, posterior ao experimento, promoveu contaminação dos caldos nutritivos.
- **Conclusão:** a contaminação dos caldos nutritivos se deu por microrganismos presentes no ar; **microrganismos surgem de outros microrganismos.**

**! Atenção**

A entrada de ar nos frascos era importante para dar credibilidade ao experimento, pois os cientistas da época acreditavam que o ar era necessário para que a “força vital” atuasse sobre os caldos nutritivos e promovesse a geração espontânea de seres vivos.



Representação esquemática do experimento de Pasteur realizado para determinar a origem dos microrganismos nos caldos nutritivos. A conclusão desse experimento foi que os microrganismos no caldo nutritivo surgem de outros microrganismos presentes no ar.

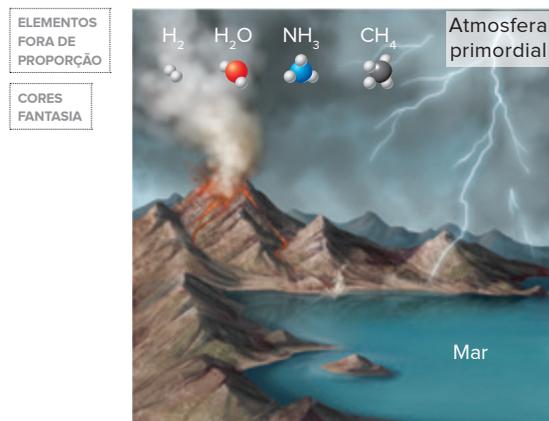
# Origem dos primeiros seres vivos na Terra

## Panspermia cósmica

- Primeiros seres vivos, e também substâncias como aminoácidos, **vieram do espaço**.
- Evidências que dão suporte à hipótese: presença de moléculas orgânicas em meteoros e a existência de organismos extremófilos.

## Evolução química

- Hipótese defendida por Oparin e Haldane.
- Primeiros seres vivos surgiram da **evolução gradual das moléculas** e das reações químicas que ocorreram no planeta.
- Composição da **atmosfera primitiva**: vapor de água (H<sub>2</sub>O), metano (CH<sub>4</sub>), amônia (NH<sub>3</sub>) e hidrogênio (H<sub>2</sub>) – contém os principais elementos químicos necessários à formação de compostos orgânicos.
- **Fontes de energia**: calor extremo, os raios solares ultravioleta e relâmpagos.
- **Oceanos primitivos**: eram como “sopas nutritivas”, que acumulavam moléculas orgânicas, como aminoácidos e proteínas.
- **Coacervados**: agrupamentos de compostos orgânicos, como proteínas, envoltos por moléculas de água ou lipídios.

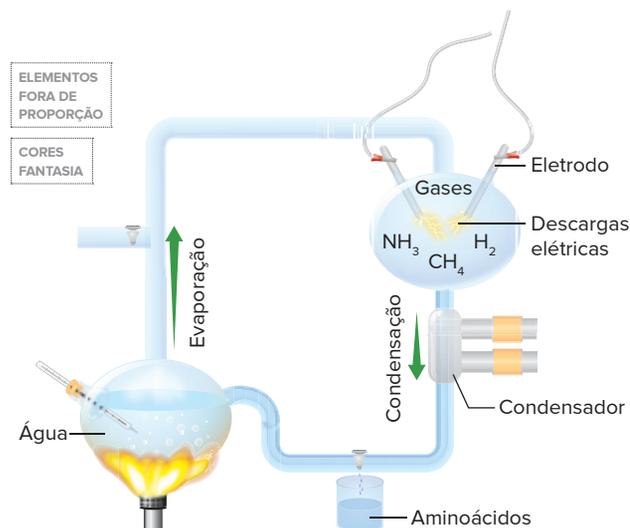


Representação esquemática da composição da atmosfera primitiva com metano (CH<sub>4</sub>), hidrogênio (H<sub>2</sub>), amônia (NH<sub>3</sub>) e água (H<sub>2</sub>O) e o mar primitivo.

## Experimento de Miller-Urey

- Objetivo: testar a hipótese da evolução química.
- Foi montado um sistema de tubos e balões de vidro interligados, contendo água líquida e os gases da atmosfera primitiva da Terra (CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub> e H<sub>2</sub>).
- Resultado: ocorrência de reações químicas com **formação de aminoácidos** e outras moléculas orgânicas.

- **Conclusão**: sob certas condições, moléculas orgânicas poderiam surgir da reação de moléculas mais simples da atmosfera.



Representação esquemática do experimento de Miller-Urey, realizado para verificar se moléculas orgânicas podem ser formadas em condições abióticas, semelhantes às do planeta primitivo.

## Evolução do metabolismo

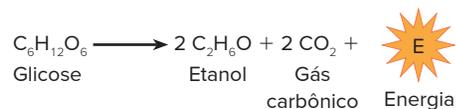
### Hipótese heterotrófica

- **Primeiros seres vivos seriam heterótrofos**, ou seja, organismos incapazes de produzir seu próprio alimento, obtendo-o do ambiente em que viviam.
- Fonte de alimento: **matéria orgânica**, como proteínas e carboidratos, presente nos oceanos primitivos.
- Possível ordem de surgimento de vias metabólicas:



### Atenção

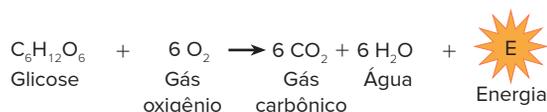
A atmosfera primitiva não apresentava gás oxigênio em sua composição, justificando a hipótese de um processo anaeróbico (que não utiliza o gás oxigênio) de produção de energia nos primeiros organismos do planeta.



Equação química da fermentação alcoólica, um dos tipos de fermentação.



Equação química da fotossíntese oxigênica.



Equação química da respiração aeróbia.

## Hipótese autotrófica

- **Primeiros seres vivos seriam autótrofos.**
- Fonte de energia: oxidação de moléculas inorgânicas por meio da **quimiossíntese**.
- Evidência: presença de bactérias quimiossintetizantes em fontes hidrotermais submarinas.
- Possível ordem de surgimento de vias metabólicas:



## Exercícios de sala

1. **Uece 2019** Relacione, corretamente, as teorias sobre a origem da vida com suas respectivas características, numerando os parênteses abaixo de acordo com a seguinte indicação:

1. Abiogênese

2. Biogênese

3. Panspermia

4. Evolução molecular

- Afirma que a vida na Terra teve origem a partir de seres vivos ou de substâncias precursoras da vida proveniente de outros locais do cosmo.
- Surgiu a partir de evidências irrefutáveis de testes rigorosos realizados por Redi, Spallanzani, Pasteur e outros que chegaram à conclusão de que seres vivos surgem somente pela reprodução de seres da sua própria espécie.
- Considera que a vida surgiu por mecanismos diversos como, por exemplo, a partir da lama de lagos e rios, além da reprodução.
- A vida é resultado de um processo de evolução química em que compostos inorgânicos se combinam, originando moléculas orgânicas simples que se combinam produzindo moléculas mais complexas, até o surgimento dos primeiros seres vivos.

A sequência correta, de cima para baixo, é:

a) 4, 1, 3, 2.

b) 3, 2, 1, 4.

c) 1, 4, 2, 3.

d) 2, 3, 4, 1.

2. **Uema 2019** Louis Pasteur realizou um experimento sobre geração espontânea, no qual demonstrou que os microrganismos presentes em caldos previamente esterilizados eram provenientes do ar, ou seja, não surgiam de forma espontânea. Com isso a Teoria da Geração Espontânea foi sepultada definitivamente, dando lugar à Teoria da Biogênese.



Fonte: AMABIS. **Biologia**. São Paulo: Moderna, 2004. (adaptado).

Para que Pasteur derrubasse a teoria da abiogênese, no experimento, a etapa decisiva foi a

- a) 1, porque o caldo nutritivo estava livre de contaminação por quaisquer tipos de microrganismos, independente da forma do gargalo.
- b) 3, porque, após a esterilização do caldo nutritivo, o mesmo ficou impróprio para o desenvolvimento de microrganismos.
- c) 2, porque, com a curvatura do gargalo do frasco em forma de "pescoço de cisne", Pasteur garantiu a entrada de ar, sem, contudo, contaminar o caldo nutritivo com microrganismos.
- d) 4, porque, mesmo depois do aquecimento, "surgiram" microrganismos, independente das etapas anteriores.
- e) 5, porque, com a curvatura do gargalo do frasco em forma de "pescoço de cisne", o frasco ficou com aspecto agradável.

3. **Famerp-SP 2019** John Needham ferveu uma quantidade de caldo de carne de carneiro, encerrou-o em um frasco de vidro e selou a boca do frasco com uma rolha de cortiça e mástique, uma argamassa resinosa. Como precaução adicional, ele aqueceu o frasco em cinzas quentes para matar qualquer coisa viva que pudesse ter permanecido nele após a fervura e a vedação. Ao abrir o frasco depois de alguns dias, Needham examinou o caldo e viu que ele pululava de vida e animais microscópicos das mais variadas dimensões.

(Hal Hellman. Grandes debates da ciência, 1999. Adaptado.)

- a) Qual teoria sobre a origem da vida o experimento de Needham reforçou? O que essa teoria defende?

---

---

---

---

---

---

---

---

- b) Louis Pasteur, contrariando a teoria defendida por Needham, colocou caldo de carne em um balão de vidro com um longo gargalo, que em seguida foi curvado em forma de "S". Esse caldo foi fervido e permaneceu estéril por muito tempo, mesmo com o vidro aberto. Por que não surgiram micro-organismos nesse caldo, mesmo com o frasco aberto? Por que foi importante manter o frasco aberto?

---

---

---

---

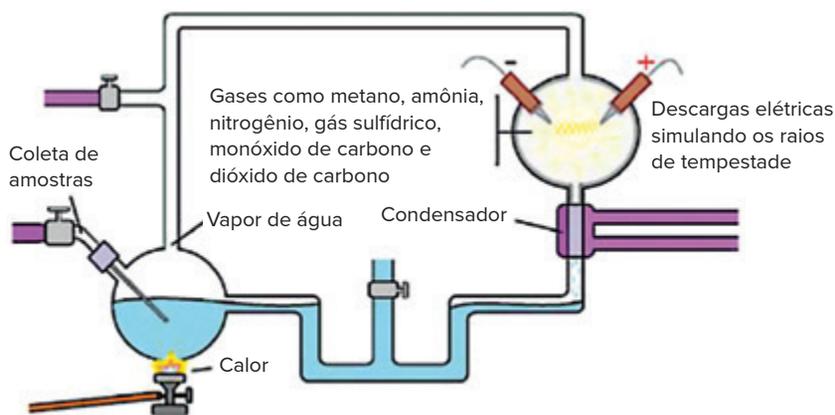
---

---

---

---

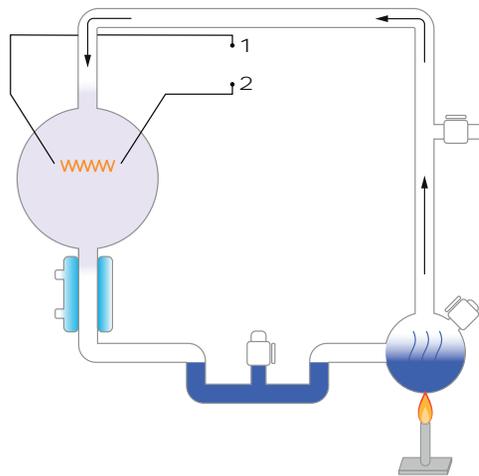
4. **UPF-RS 2022** O experimento de Miller e Urey foi idealizado para testar as hipóteses de Oparin e Haldane sobre a origem da vida na Terra. Nesse experimento, foram simuladas as condições da Terra primitiva num ambiente fechado composto por gases e vapor de água que eram aquecidos, resfriados e submetidos a descargas elétricas, como mostra a figura abaixo.



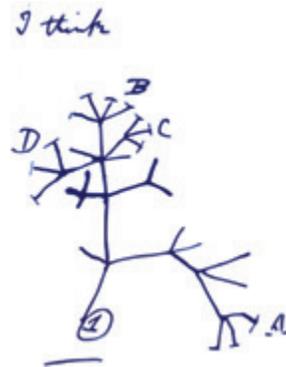
Com esse experimento, Miller e Urey conseguiram:

- demonstrar e compreender o processo de formação de moléculas de RNA por meio da hipótese da panspermia cósmica.
- demonstrar que as condições na Terra primitiva permitiam a ocorrência de reações químicas que transformavam compostos inorgânicos em compostos orgânicos precursores da vida.
- comprovar a teoria da abiogênese para o surgimento da vida na Terra primitiva.
- explicar o surgimento de organismos unicelulares procariotos e confirmar a hipótese endossimbiótica para o surgimento dos seres eucariotos.
- confirmar a hipótese de que a atmosfera primitiva poderia desenvolver seres procariotos dotados de moléculas de RNA complexas.

5. **FCMSCSP 2019** As imagens mostram a representação esquemática do experimento utilizado por Stanley Miller e um esboço feito por Charles Darwin.



(<https://nl.wikipedia.org>. Adaptado.)



(<http://charlesmorphism.blogspot.com>)

- a) Qual o objetivo das investigações científicas conduzidas por Miller em seu experimento? Qual o resultado obtido por Miller ao final deste experimento?

---



---



---

- b) Qual o objetivo das investigações científicas conduzidas por Darwin? Que aspecto de sua teoria Darwin não conseguiu esclarecer?

---



---



---

6. **UFRGS 2020** Cientistas encontraram compostos de ferro, cianeto e monóxido de carbono em meteoritos que bombardearam a Terra durante sua formação, o que pode fornecer pistas sobre a origem da vida no planeta. Essa composição assemelha-se à hidrogenase, enzima que quebra o hidrogênio: “É possível que esses complexos de cianeto, ferro e monóxido de carbono tenham sido precursores para as ações das enzimas e depois incorporados a proteínas”, acredita Karen Smith, pesquisadora sênior de Boise.

Adaptado de: Redação Galileu, 27/06/2019. Disponível em: <<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Espaco/noticia/2019/06/venenem-meteoritos-fornece-pistas-sobre-origem-da-vida-na-terra.html>>. Acesso em: 12 jun. 2019.

Em relação às teorias de origem da vida no planeta Terra, é correto afirmar que

- a) a notícia reforça a possibilidade da vinda de seres vivos de outros planetas, tal como postulado por Pasteur em 1860.  
 b) a teoria da biogênese argumenta que os primeiros seres vivos surgiram a partir da matéria inanimada.  
 c) os primeiros seres vivos que surgiram na Terra foram os coacervatos, formados por um agregado de moléculas inorgânicas.  
 d) a teoria da geração espontânea sustenta que os seres vivos surgiram a partir de moléculas orgânicas da atmosfera primitiva.  
 e) os experimentos de Redi com pedaços de carne, no século XVII, corroboram a teoria da biogênese.

## Guia de estudos

### Biologia • Livro 1 • Frente 1 • Capítulo 4

- I. Leia as páginas de **80 a 85**.  
 II. Faça os exercícios de **2 a 6** da seção “Revisando”.  
 III. Faça os exercícios propostos de **3 a 12**.  
 IV. Faça os exercícios complementares de **4 a 7 e 11**.

# Tipos celulares

## Teoria celular

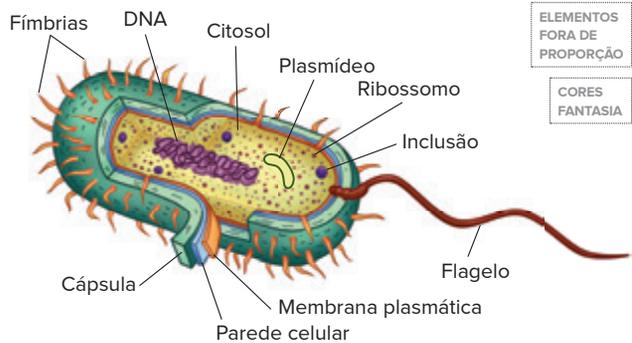
- **Todos os seres vivos são formados por células**, ou seja, as células são as unidades morfológicas dos seres vivos.
- **Reações químicas ocorrem no interior das células**, ou seja, as células são as unidades funcionais e fisiológicas dos seres vivos.
- **Toda célula se origina de outra célula**, ou seja, a continuidade da vida depende da reprodução celular.

## Tipos de células

- Célula é a unidade estrutural e funcional (morfofisiológica) de todas as formas de vida existentes no planeta, com exceção dos vírus, que são os únicos organismos acelulares.
- Todas as células têm membrana plasmática, DNA (material genético), ribossomos e citosol.

### Célula procariótica

- **Não apresenta núcleo celular** (DNA disperso no citoplasma).
- DNA circular e sem histonas.
- Ausência de organelas membranosas.
- Parede celular com peptidoglicanos nas bactérias.
- Plasmídeos: anéis de DNA.
- Ex.: bactérias e arqueas.

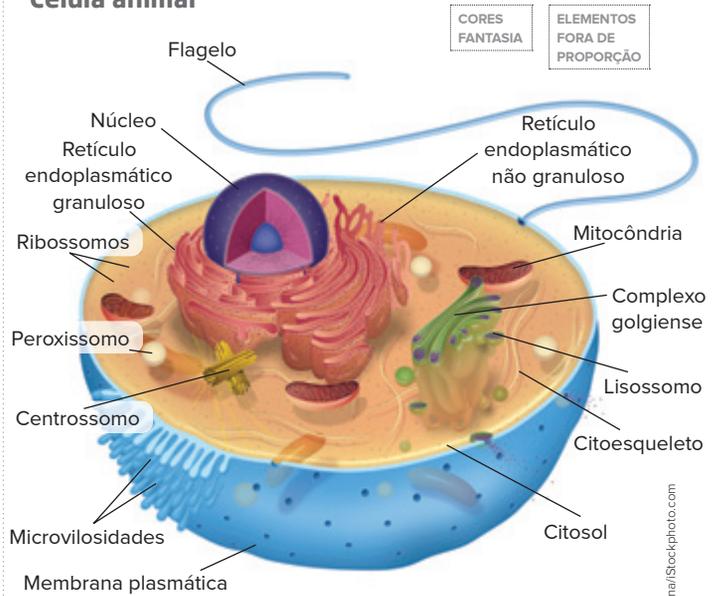


Representação esquemática de uma célula procariótica bacteriana.

### Célula eucariótica

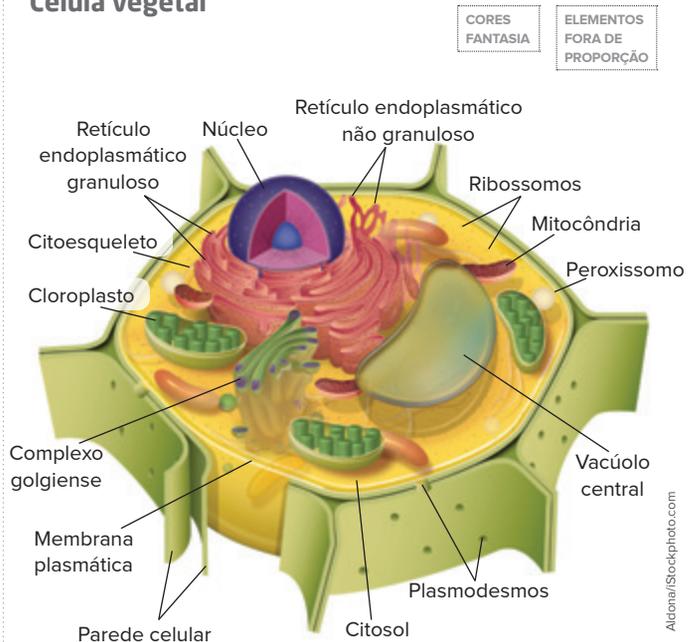
- **Apresenta núcleo organizado** (DNA contido no núcleo celular).
- Presença de organelas membranosas.
- Ex.: animais, plantas, protozoários, algas e fungos.

### Célula animal



Representação esquemática de uma célula eucariótica animal.

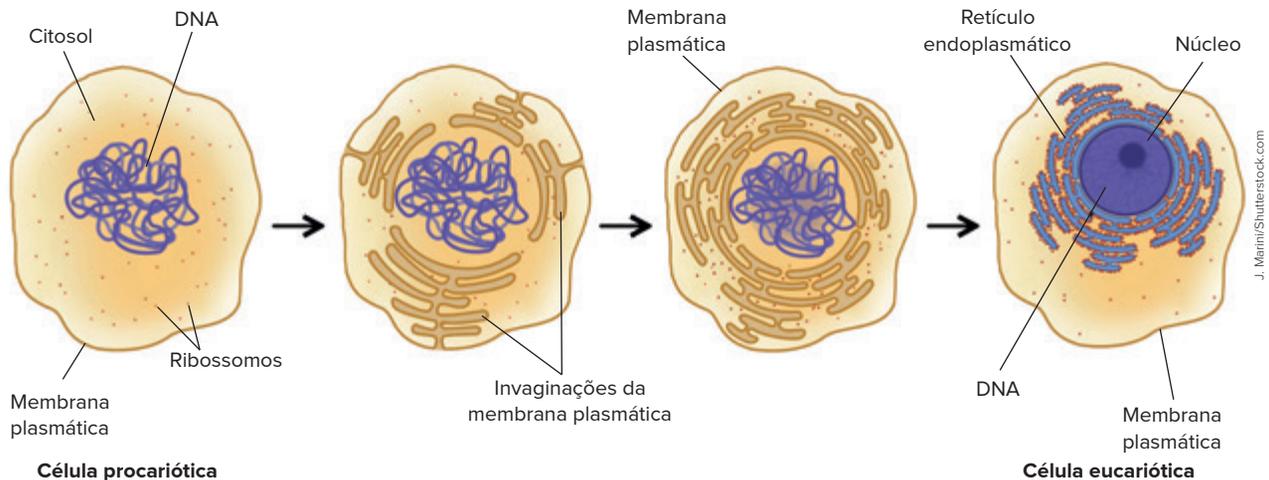
### Célula vegetal



Representação esquemática de uma célula eucariótica vegetal.

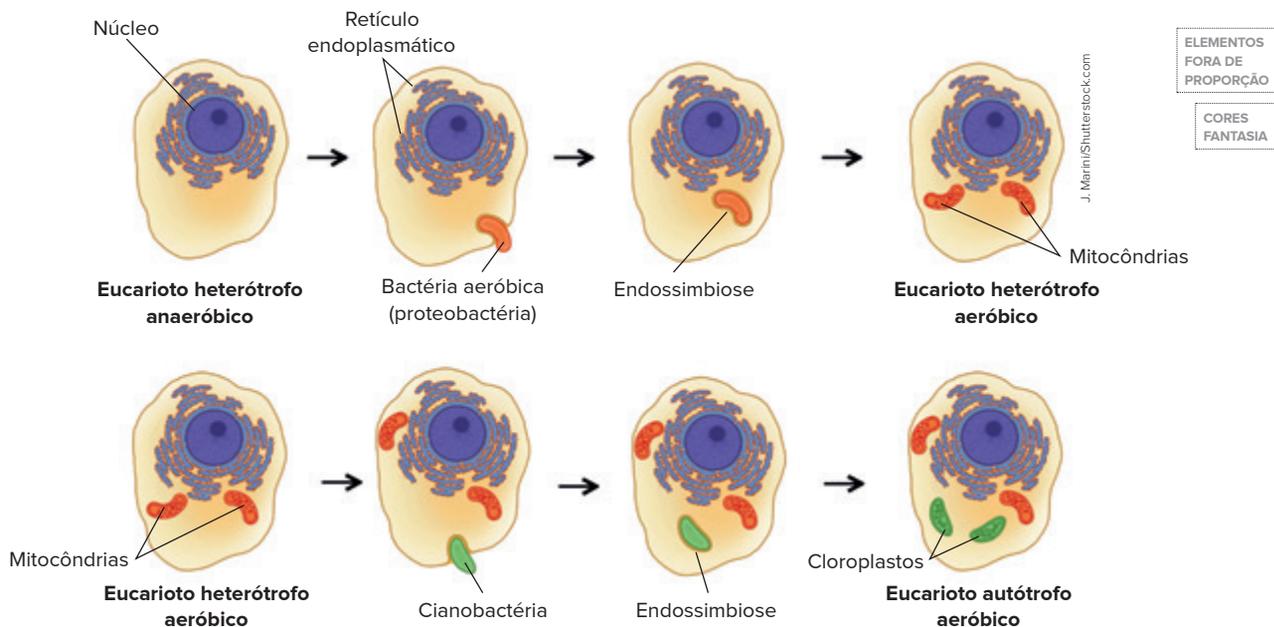
## Origem da célula eucariótica

- Surge a partir de células procarióticas predadoras.
- Núcleo surge das invaginações da membrana plasmática que isolaram o DNA.
- Origem do **sistema de endomembranas** (organelas membranosas).



Representação esquemática da origem da célula eucariótica a partir de invaginações da membrana plasmática de uma célula eucariótica.

## Teoria endossimbiótica



Representação esquemática da teoria endossimbiótica, que indica a origem de mitocôndrias e cloroplastos a partir de procariotos englobados por células eucarióticas primitivas.

- Proposta na década de 1970 pela bióloga estadunidense Lynn Margulis (1938-2011).
- Mitocôndrias surgiram de bactérias aeróbicas englobadas por células eucarióticas primitivas.
- Cloroplastos surgiram de cianobactérias englobadas por células eucarióticas primitivas.
- Estabeleceu-se uma relação de **endossimbiose mutualística** entre os procariontes e as células eucarióticas hospedeiras.
- Principais evidências da endossimbiose:
  - presença de **DNA circular e sem histonas** nas organelas, semelhante ao DNA encontrado nos organismos procariontes;
  - capacidade de **autoduplicação** das organelas, independente das células eucarióticas e com um processo de divisão semelhante ao das células procarióticas;
  - presença de **ribossomos próprios**, com tamanho e sequência de nucleotídeos semelhantes aos dos organismos procariontes;
  - presença de **dupla membrana** nas organelas, sendo a membrana externa derivada da membrana plasmática da célula eucariótica hospedeira e a membrana interna, da membrana plasmática das células procarióticas englobadas.

## Exercícios de sala

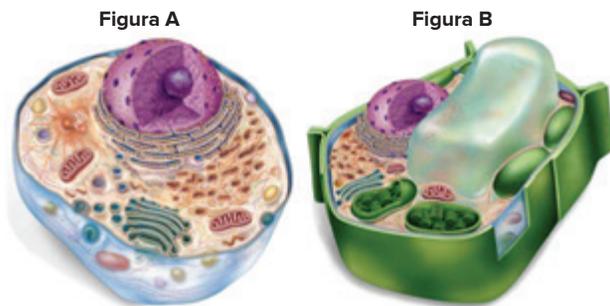
1. **Uece 2022** Considerando a teoria celular, é INCORRETO afirmar que
- as células são consideradas unidades morfológicas e funcionais.
  - a célula se origina de outra célula preexistente.
  - os seres vivos, a exemplo do vírus, são formados por uma ou mais células.
  - as células apresentam capacidade de divisão.

2. **Famerp-SP 2021** No quadro, os números de 1 a 3 representam tipos de células encontrados em diferentes seres vivos. Os sinais (+) e (-) indicam, respectivamente, presença e ausência de algumas estruturas celulares.

Estruturas celulares	1	2	3
Parede celular	+	-	+
Envoltório nuclear	+	+	-
Ribossomos	+	+	+
Mitocôndrias	+	+	-
Centríolos	-	+	-

As células 1, 2 e 3 pertencem, respectivamente, aos seres vivos

- euglena, avenca, ameba.
  - goiabeira, anfióxo, arquea.
  - lactobacilo, pinheiro, vírus.
  - musgo, clorófitca, bactéria.
  - cogumelo, rato, levedura.
3. **Uema 2019** Ao realizar um estudo de biologia, um aluno deparou-se com duas figuras de células: a figura A, representando uma célula animal e a figura B, uma célula vegetal.



Fonte: <https://pt.aliexpress.com/item/Periodic-Table-SA-full-dyesubbed-Keycaps> (adaptado)

De acordo com as figuras,

- selecione uma organela citoplasmática comum aos dois tipos celulares, com sua respectiva função.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- cite duas estruturas ou organelas celulares que permitem ao estudante identificar a figura B como uma célula vegetal.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. **Uece 2019** Relacione, corretamente, os tipos celulares apresentados com suas respectivas características, numerando os parênteses abaixo de acordo com a seguinte indicação:

- Células eucariontes
  - Células procariontes
- Apresentam cromossomos que não são separados do citoplasma por membrana.
  - Não apresentam membranas internas no citoplasma. A invaginação da membrana plasmática é motivo de controvérsia entre pesquisadores.
  - Por serem células mais complexas, apresentam tamanho maior.
  - Apresentam uma complexa rede de tubos e filamentos que define sua forma e permite a realização de movimentos.

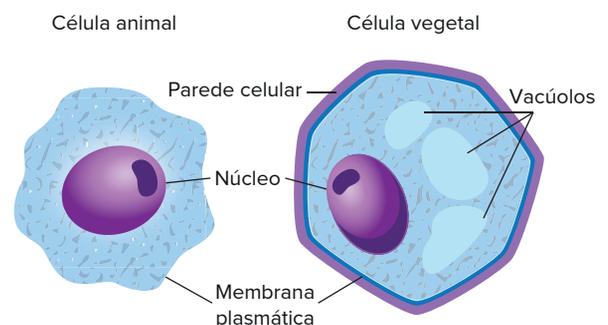
A sequência correta, de cima para baixo, é:

- 2, 1, 2, 2.
- 2, 2, 1, 1.
- 1, 2, 1, 2.
- 1, 2, 2, 1.

5. **Fuvest-SP 2017** O DNA extranuclear (ou seja, de organelas citoplasmáticas) foi obtido de células somáticas de três organismos: uma planta, um fungo e um animal. Na tabela, qual das alternativas cita corretamente a procedência do DNA extranuclear obtido desses organismos?

	Planta	Fungo	Animal
a)	plastos	ribossomos	ribossomos e mitocôndrias
b)	plastos e ribossomos	plastos e ribossomos	ribossomos
c)	mitocôndrias	mitocôndrias e plastos	ribossomos e mitocôndrias
d)	mitocôndrias e plastos	mitocôndrias e plastos	mitocôndrias
e)	mitocôndrias e plastos	mitocôndrias	mitocôndrias

6. **UEPG/PSS-PR 2021** Baseando-se na figura abaixo, que mostra esquemas de células animal e vegetal na concepção dos citologistas do século XIX, e no conhecimento celular atual, assinale o que for correto.



Adaptado de: Amabis, J.M. Biologia Moderna: Amabis & Martho. 1ª ed. São Paulo: Moderna, 2016.

- 01 Ambas as células representadas são eucarióticas, visto que, entre outras características, apresentam núcleo delimitado pela carioteca.
- 02 O DNA presente no interior do núcleo de ambas as células representadas se encontra associado às proteínas histonas.
- 04 As células animal e vegetal têm em comum as seguintes organelas: complexo golgiense, parede celular, vacúolos, mitocôndria e cloroplasto.
- 08 O citoesqueleto é encontrado no citosol das células animal e vegetal formando um complexo estrutural de túbulos e filamentos proteicos.

Soma:

**7. UEPG/PAS-PR 2019** A célula eucariótica detém organização mais complexa quando comparada à célula procariótica. Assinale o que for correto sobre a origem e complexidade das células procarióticas e eucarióticas.

- 01 As células procarióticas passaram por vários eventos de invaginações da membrana plasmática, que deram origem a uma série de organelas membranosas, entre elas os cloroplastos, as mitocôndrias e os lisossomos.
- 02 Diversas evidências dão sustentação à hipótese endossimbiótica. Por exemplo, as mitocôndrias e os cloroplastos possuem DNA próprio, sintetizam algumas de suas proteínas e são capazes de se autoduplicar.
- 04 Uma grande novidade evolutiva foi o surgimento do envoltório nuclear (carioteca) nas células eucarióticas. A presença da carioteca permite a compartimentalização das células eucarióticas em nucleoplasma e citoplasma.
- 08 Com relação à hipótese endossimbiótica, os cientistas acreditam que as mitocôndrias e os cloroplastos descendem de bactérias primitivas que, durante a evolução, associaram-se e passaram a viver em simbiose com células eucarióticas primitivas.

Soma:

**8. Unitau-SP 2019** A Teoria Endossimbiótica, ou Endossimbiose Sequencial, foi proposta em 1981, pela pesquisadora estadunidense Lynn Margulis, e admite que os cloroplastos e as mitocôndrias das células eucarióticas teriam surgido há cerca de 2,5 bilhões de anos, quando os cloroplastos e as mitocôndrias, que eram organismos procariontes de vida livre, teriam sido fagocitados por células procariotas maiores, com as quais passaram a viver em simbiose. De acordo com a teoria, os cloroplastos e as mitocôndrias deveriam ter beneficiado a célula hospedeira com a fotossíntese e com a respiração aeróbica, que liberaria mais energia do que a fermentação, enquanto as células hospedeiras providenciariam proteção e nutrientes. Apresente pelo menos quatro evidências que poderiam comprovar a Teoria Endossimbiótica.

---



---



---



---

**9. Unitau-SP 2019** Ao analisarmos tipos celulares, depa-ramo-nos com as dicotomias células autotróficas/células heterotróficas e células procariotas/células eucariotas. Essa classificação surgiu a partir da necessidade de compreender melhor o funcionamento dos seres vivos. Sobre esses tipos celulares, é CORRETO afirmar:

- a) As células autotróficas apresentam autossuficiência quanto à nutrição, por serem células exclusivamente fotossintetizantes.
- b) As células eucariotas e procariotas compartilham a presença de endomembranas como característica celular.
- c) As células procariotas, diferentemente das células eucariotas, não apresentam organelas, como os ribossomos.
- d) As células eucarióticas apresentam núcleo organizado em carioteca, nucleoplasma, cromatina e nucléolo, além de organelas.
- e) As células heterotróficas dependem da obtenção de nutrientes extracelulares por quimiossíntese ou por absorção, após um processo digestivo.

## Guia de estudos

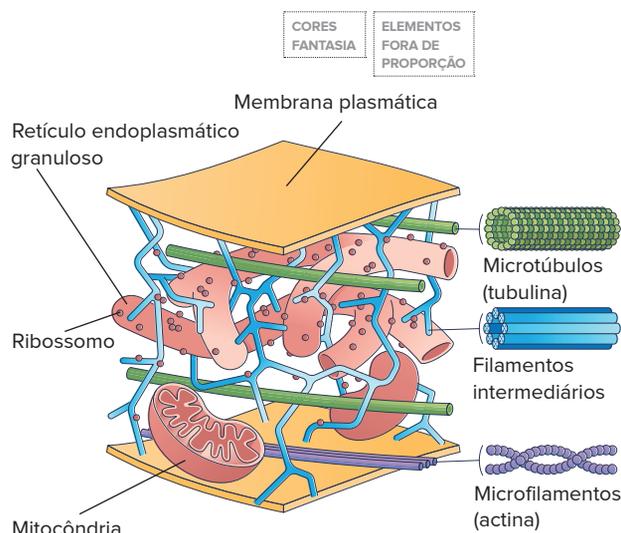
### Biologia • Livro 1 • Frente 1 • Capítulo 5

- I. Leia as páginas de **98 a 102**.
- II. Faça os exercícios de **1 a 5** da seção “Revisando”.
- III. Faça os exercícios propostos de **1 a 12**.
- IV. Faça os exercícios complementares de **1 a 10**.

# Citoplasma

## Citoesqueleto

- Rede conectada de **fibras proteicas** no citoplasma das células eucarióticas.
- **Tipos:** microtúbulos, microfilamentos e filamentos intermediários.



Representação esquemática dos três tipos principais de fibras proteicas que formam o citoesqueleto.

## Microtúbulos

- **Estrutura:** longos cilindros ocos constituídos por unidades da proteína globular **tubulina**.
- **Funções:** composição do esqueleto rígido das células (manutenção da forma), atuação como via de sustentação sobre a qual proteínas motoras podem mover estruturas celulares, separação dos cromossomos nas divisões celulares (formam as fibras do fuso) e formação de centríolos, corpos basais, cílios e flagelos.

## Microfilamentos

- **Estrutura:** duas cadeias em dupla hélice formadas pela proteína **actina**.
- **Funções:** manutenção da forma da célula, formação das microvilosidades e realização de movimentos celulares (ameboide, ciclose e contração muscular).

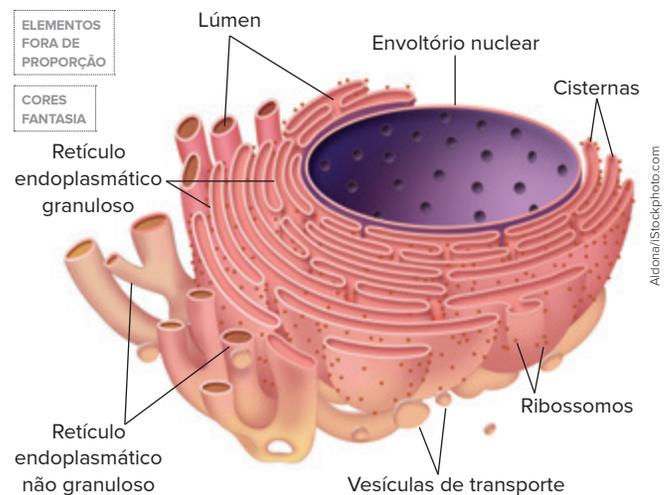
## Filamentos intermediários

- **Estrutura:** filamentos resistentes à tensão e formados pela proteína **queratina**.
- **Funções:** manutenção da posição das organelas celulares, revestimento interno do núcleo celular e adesão celular (desmossomos).

## Organelas citoplasmáticas

### Retículo endoplasmático

- **Estrutura:** conjunto de túbulos e bolsas achatadas, denominadas **cisternas**, contínuas ao envoltório nuclear externo, que se interconectam por meio de vesículas produzidas entre eles.



Representação esquemática dos retículos endoplasmáticos granuloso e não granuloso.

### Retículo endoplasmático não granuloso

- **Estrutura:** não tem ribossomos aderidos em suas membranas, que permanecem lisas e sem granulações.
- **Funções:** síntese de lipídios, como ácido graxos, fosfolipídios e esteroides; desintoxicação, ou seja, metabolismo de álcool e outras drogas; armazenamento de íons cálcio, fundamentais para a contração muscular.

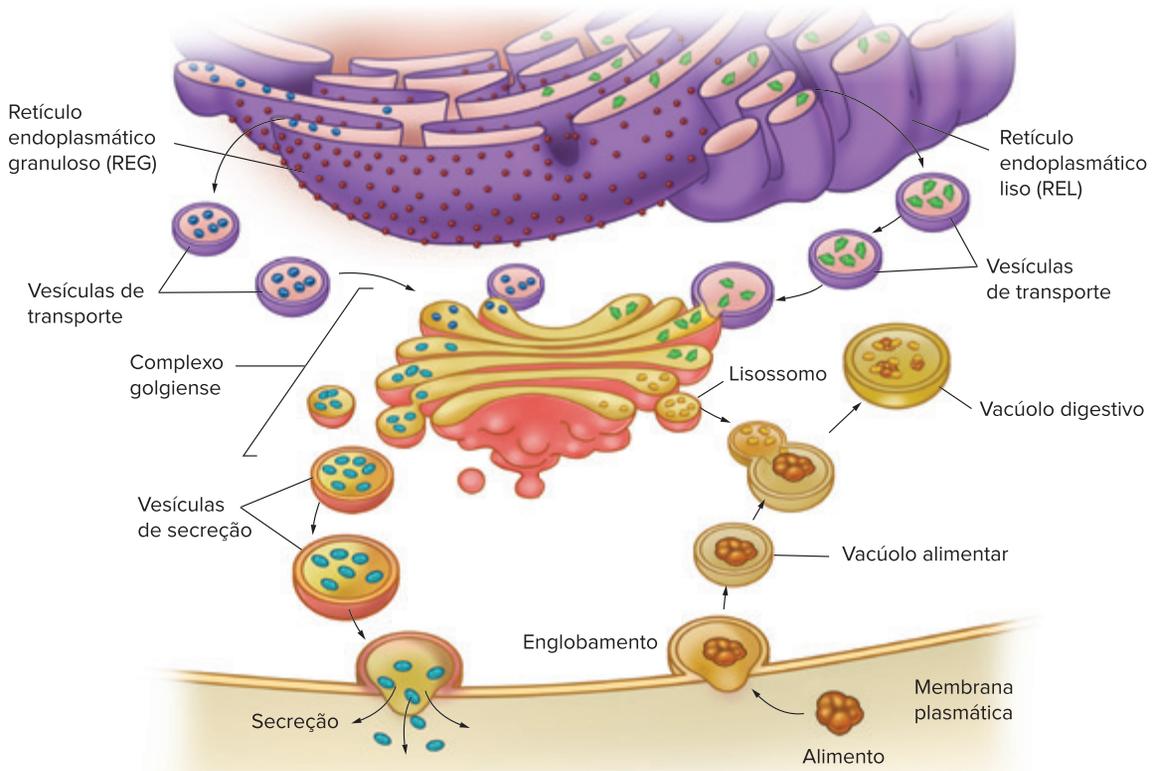
### Retículo endoplasmático granuloso

- **Estrutura:** tem ribossomos aderidos a suas membranas, que apresentam granulações.
- **Funções:** síntese de proteínas (da membrana plasmática, enzimas lisossômicas ou que serão exportadas das células) e glicosilação (adição de carboidratos) para a formação de glicoproteínas.

### Complexo golgiense

- **Estrutura:** um ou diversos conjuntos de 4 a 20 sáculos membranosos achatados empilhados, denominados **cisternas**; a face *cis* está diretamente conectada ao retículo endoplasmático e recebe dele vesículas de transporte cheias de conteúdo, e a face *trans* está no lado oposto ao retículo, e dela brotam as vesículas de secreção.

- **Funções:** empacotamento e modificação de moléculas, secreção celular, síntese de polissacarídeos, formação dos lisossomos e do acrossomo (espermatozoide).



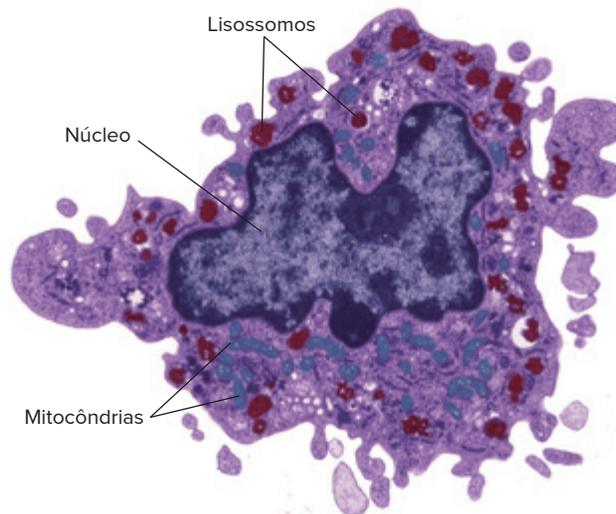
ELEMENTOS FORA DE PROPORÇÃO

CORES FANTASIA

Representação esquemática do trânsito de vesículas do retículo endoplasmático para o complexo golgiense, saída do conteúdo das vesículas para fora da célula, formação do lisossomo e englobamento de macromoléculas.

## Lisossomo

- **Estrutura:** bolsa membranosa cheia de enzimas digestivas (hidrolases ácidas).
- **Função:** digestão intracelular de partículas englobadas (**heterofagia**) ou de estruturas celulares (**autofagia**).



Steve Gschmeissner/  
Science Photo Library/Fotorena

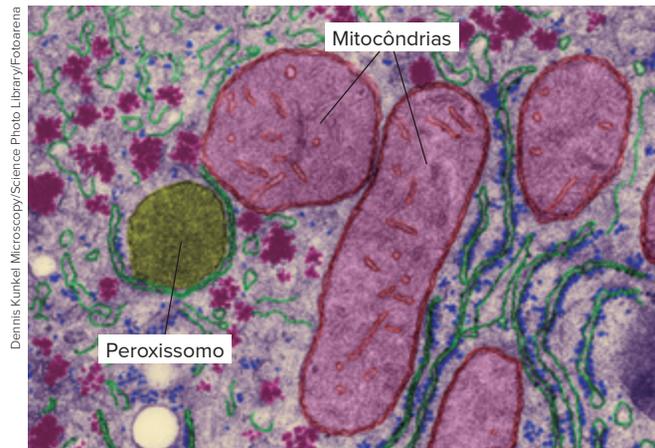
Imagem de micrografia eletrônica de transmissão colorida de um macrófago, com destaque para os lisossomos (bolsas vermelhas), núcleo (em azul-escuro) e mitocôndrias (em azul-claro). Aumento de 3 mil vezes.

## Peroxisomo

- **Estrutura:** bolsa membranosa cheia de enzimas oxidativas (como a catalase).
- **Função:** metabolismo de lipídios, desintoxicação do organismo (metabolismo de drogas) e degradação da água oxigenada.



Equação química de decomposição da água oxigenada pela enzima catalase.



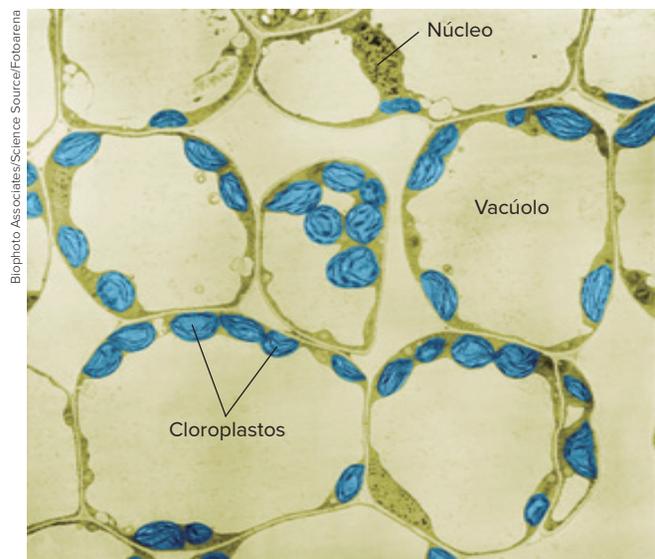
Micrografia eletrônica de transmissão (colorida artificialmente) de célula do fígado, com destaque para o peroxissomo e para mitocôndrias. Aumento de 24 mil vezes.

### Vacúolo contrátil

- **Ocorrência:** algas e protozoários de água doce.
- **Função:** controle osmótico (eliminação do excesso de água).

### Vacúolo central

- **Ocorrência:** células vegetais e de fungos.
- **Função:** armazenamento de água, pigmentos, sais, proteínas, enzimas digestivas ou moléculas tóxicas.



Micrografia eletrônica de transmissão colorida artificialmente de célula da folha do espinafre, com destaque para o vacúolo central, núcleo e cloroplastos.

### Plastos

- **Estrutura:** possuem DNA, ribossomos próprios e dupla membrana, fato que indica sua origem endossimbiótica a partir de cianobactérias (bactérias fotossintetizantes).
  - **Cloroplastos:** possuem estrutura interna bem diferenciada, presença de clorofila e estão relacionados com a fotossíntese.
  - **Cromoplastos:** não possuem clorofila, mas possuem outros pigmentos, como carotenoides e xantofilas, que conferem coloração avermelhada ou amarelada a determinados órgãos, como flores e frutos, atuando na atração de animais.

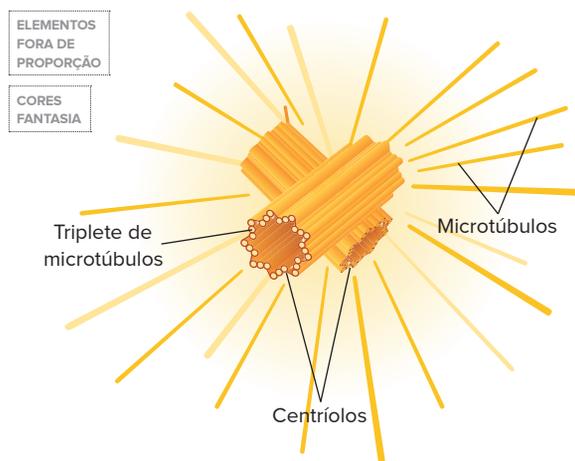
- **Leucoplastos:** incolores (não possuem pigmentos) e especializados no armazenamento de diferentes tipos de nutrientes, como amido (amiloplastos), proteínas (proteoplastos) ou óleos (oleoplastos).



Micrografia de luz dos cloroplastos de um musgo.

### Centríolos

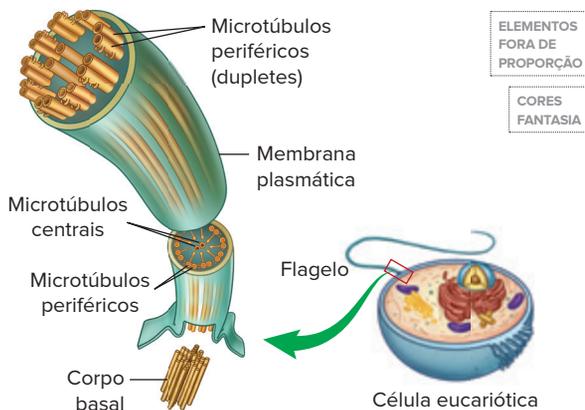
- **Estrutura:** conjunto de 9 grupos de 3 microtúbulos (tripletes) dispostos em anel, arranjo “9 + 0”.
- **Função:** formação de cílios e flagelos.



Representação esquemática do centrosomo e do par de centríolos em seu interior.

### Flagelos e cílios

- **Estrutura:** membrana plasmática e microtúbulos em um arranjo “9 + 2”.
- **Função:** locomoção celular.
- **Ocorrência:**
  - Flagelos: determinados protozoários, algas e gametas masculinos (como os espermatozoides humanos).
  - Cílios: protozoários ciliados (como os paramécios), células da traqueia e tuba uterina (seres humanos).



Representação esquemática da estrutura do flagelo e do corpo basal.

## Exercícios de sala

1. **FCMSCSP 2020** O feto humano apresenta entre os dedos membranas interdigitais, as quais desaparecem ao longo do desenvolvimento porque as células dessas membranas possuem um mecanismo de morte celular geneticamente programado. Isso também ocorre de forma saudável nas células intestinais e nas células da medula óssea vermelha. Esse mecanismo é denominado
- clasmocitose.
  - diapedese.
  - necrose.
  - apoptose.
  - fagocitose.

2. **Famerp-SP 2020** A imagem ilustra um corte transversal da membrana plasmática de uma célula da traqueia humana, na qual se observam cílios com estruturas circulares agrupadas duas a duas em seu interior.



(Luís Carlos Junqueira e José Carneiro. *Biologia celular e molecular*, 2013.)

- Quais organelas celulares são importantes para que as estruturas observadas realizem os movimentos ciliares? Justifique sua resposta.  

---

---

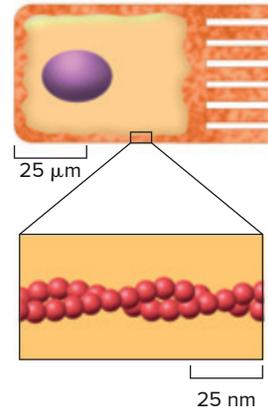
---
- Justifique por que um homem que não forme as proteínas que integram essas estruturas pode apresentar problemas respiratórios e também infertilidade.  

---

---

---

3. **UPE/SSA 2022** Costumamos pensar que as células são como geleias macias e não estruturadas, embora sejam altamente estruturadas, mantidas por meio de uma rede de filamentos, denominada de citoesqueleto ou “esqueleto da célula”. Nos eucariontes, existem diferentes tipos de fibras proteicas no citoesqueleto.



Fonte: citoesqueleto-modificado-1-3-638.jpg (638 x 359) (slidesharecdn.com)

Abaixo estão listadas características de um desses. Analise-as!

- São abundantes nas células musculares, onde formam estruturas organizadas de sobreposição de filamentos chamados de sarcômeros, responsáveis pela contração muscular.
- Podem montar-se e desmontar-se rapidamente, permitindo que tenham um papel importante na movimentação celular.
- Na divisão celular animal, formam um anel feito de actina e miosina, que atua para dividir uma célula, gerando duas células-filhas.
- Formados pela proteína actina, têm papel estrutural na célula, conectam-se logo abaixo da membrana plasmática, na região do ectoplasma, conferindo a consistência firme dessa região.

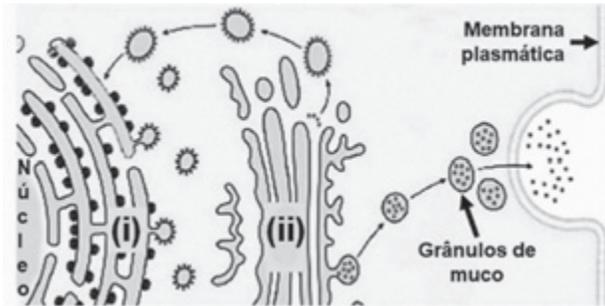
Essas características pertencem aos

- Microtúbulos.
- Filamentos intermediários.
- Cílios.
- Centríolos.
- Microfilamentos.

**4. Unicamp-SP 2021** O epitélio nasal e o bronquial apresentam receptores às proteínas virais do novo coronavírus (SARS-CoV-2). A secreção mucosa liberada pelas células das vias respiratórias é importante para a formação de um gel viscoso e lubrificante com grande quantidade de água, que funciona como uma barreira adesiva para muitas partículas e patógenos. Entretanto, há vírus capazes de penetrar essa barreira formada pelo muco.

(W. Sungnak e outros. *Nature Medicine*, Londres, v. 26, p. 681-687, abr. 2020.)

Utilize a figura abaixo e seus conhecimentos de biologia celular para assinalar a alternativa que preenche corretamente as lacunas na frase a seguir.

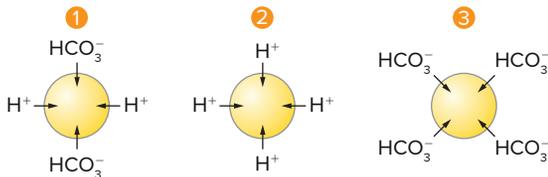
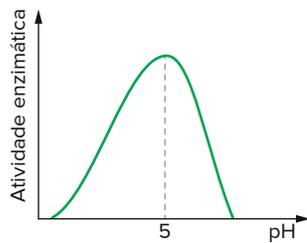


(Adaptado de A. Pompa e outros. *International Journal of Molecular Sciences*, Basel, v18, p.703, mar. 2017)

Presente na cavidade nasal, na traqueia e nos brônquios, a célula caliciforme apresenta as organelas (i) \_\_\_\_\_ e (ii) \_\_\_\_\_ bem desenvolvidas, as quais são responsáveis pela (iii) \_\_\_\_\_ e (iv) \_\_\_\_\_, respectivamente, necessárias para a produção do muco.

- (i) mitocôndria; (ii) retículo endoplasmático agranular; (iii) síntese de ATP; (iv) detoxificação.
- (i) complexo de Golgi; (ii) retículo endoplasmático granular; (iii) adição de açúcares; (iv) síntese proteica.
- (i) retículo endoplasmático agranular; (ii) mitocôndria; (iii) detoxificação; (iv) síntese de ATP.
- (i) retículo endoplasmático granular; (ii) complexo de Golgi; (iii) síntese proteica; (iv) adição de açúcares.

**5. FCMSCSP 2021** O gráfico ilustra o pH ideal em que as enzimas lisossômicas atuam, e as figuras numeradas de 1 a 3 mostram três possíveis migrações de substâncias, como os íons  $H^+$  e bicarbonatos, do citosol para o interior dos lisossomos.



a) Em qual organela membranosa são produzidas as enzimas lisossômicas? Cite a função dos lisossomos nas células.

---



---



---

b) Qual das figuras ilustra a migração de íons que ocorre nos lisossomos em atividade normal? Explique a sua escolha de acordo com o gráfico apresentado.

---

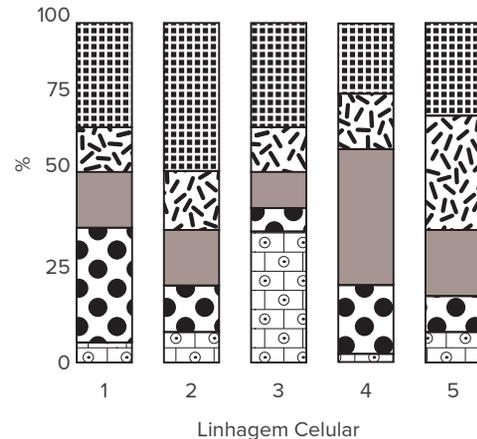


---



---

**6. UFPR 2020** O cultivo de células tem sido utilizado como uma possível alternativa para a produção de moléculas úteis na medicina, como a produção de hormônios naturais. Com a intenção de produzir hormônios como a testosterona e a progesterona, que são derivados do colesterol, pesquisadores tiveram que selecionar uma linhagem de células a partir da caracterização morfológica delas. Na figura abaixo estão apresentadas essas características.



- complexo de Golgi
- mitocôndrias
- lisossomos
- retículo endoplasmático rugoso
- retículo endoplasmático liso

A partir da observação, qual é o número da linhagem selecionada para atingir o objetivo pretendido?

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

7. **Uerj 2019** Nos últimos anos, estudos mostraram que, em neurônios de pacientes com Alzheimer, uma enzima desencadeia a fragmentação de uma determinada organela citoplasmática. Essa fragmentação resulta em alterações no empacotamento e encaminhamento de proteínas para o exterior da célula.

Nomeie a organela citoplasmática fragmentada nos casos dos pacientes com Alzheimer e apresente uma função dessa organela relacionada à reprodução humana.

---

---

---

---

---

---

---

8. **UFRGS 2019** Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

Os peroxissomos são organelas enzimáticas de membrana única, cuja principal função é a \_\_\_\_\_ de certas substâncias orgânicas nas células, em especial, \_\_\_\_\_. Nessa reação, surge um subproduto muito tóxico para a célula, a água oxigenada (peróxido de hidrogênio), que precisa ser rapidamente degradado por uma de suas principais enzimas, a \_\_\_\_\_.

- a) fluoretação – açúcares – amilase
- b) substituição – sais minerais – anidrase
- c) acetilação – celulose – fosfatase
- d) oxidação – ácidos graxos – catalase
- e) redução – nitritos – lipase

9. **UPE/SSA 2018** Observe o diálogo a seguir:



Fonte: Ivo Viu a Uva – <http://www.ivoiviauva.com.br>

Organelas são pequenas estruturas presentes no citoplasma das células. Sobre as características e funções destas, analise as afirmativas a seguir:

- I. O retículo endoplasmático é constituído por uma rede de tubos e bolsas membranosas; pode ser do tipo liso ou não granuloso e rugoso ou granuloso. O não granuloso sintetiza esteroides e fosfolipídios, e o granuloso se encarrega da produção de certas proteínas destinadas à exportação.
- II. O complexo de Golgi ou golgiense é formado por um conjunto de bolsas membranosas, denominadas cisternas ou vesículas. Localiza-se geralmente próximo ao núcleo e ao retículo endoplasmático não granuloso e produz proteínas e polissacarídeos, como a hemicelulose presente na cápsula bacteriana.
- III. Os peroxissomos são organelas membranosas, encontrados em células eucarióticas; essas organelas estão envolvidas na oxidação de ácidos graxos, processo conhecido como betaoxidação.
- IV. As mitocôndrias são organelas responsáveis pela respiração celular aeróbica; em geral, têm forma de um bastonete, sendo constituídas por duas membranas lipoproteicas: uma externa, lisa e contínua, e outra interna, com invaginações, que formam as cristas mitocondriais.
- V. Os lisossomos são pequenas vesículas esféricas, membranosas, ricas em enzimas digestivas, encontrados em todas as células, desde as procarióticas até as eucarióticas. Estão relacionados às funções de degradação de bebida alcoólica e à digestão intracelular.

Estão **CORRETAS** apenas

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

## Guia de estudos

### Biologia • Livro 1 • Frente 1 • Capítulo 5

- I. Leia as páginas de **102 a 109**.
- II. Faça os exercícios de **6 a 9** da seção “Revisando”.
- III. Faça os exercícios propostos **14, de 16 a 20** e de **23 a 28**.
- IV. Faça os exercícios complementares de **11 a 24**.

## FRENTE 2

### AULAS 1 E 2

# Evolução biológica

## Conceitos fundamentais

- **Evolução biológica:** modificações que ocorrem nas características hereditárias das populações ao longo das gerações.
- **Fixismo:** ideia de que os seres vivos são imutáveis, ou seja, não se alteram ao longo das gerações.

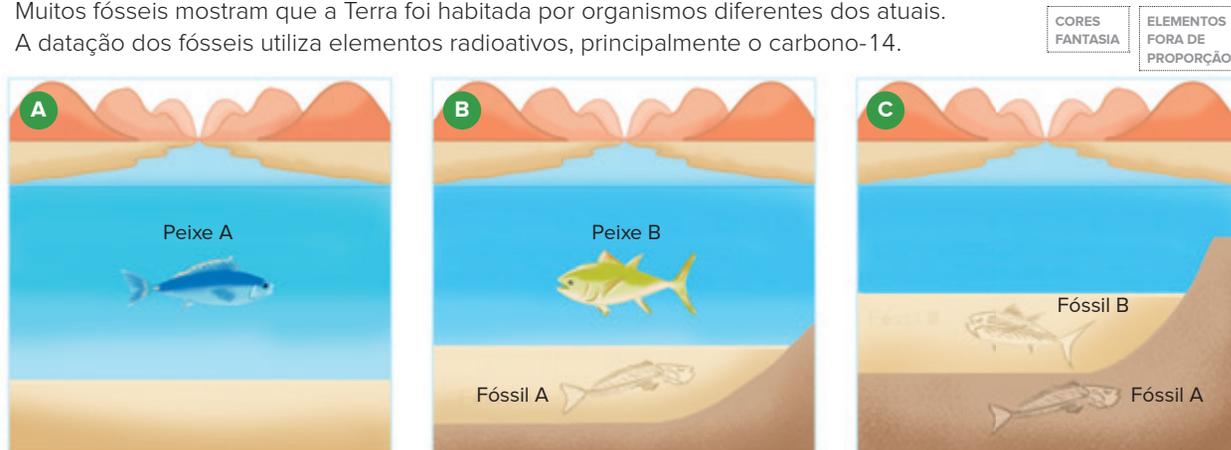
### ! Atenção

Na Biologia, o termo evolução nem sempre está relacionado com melhoria, aprimoramento ou aumento de complexidade dos organismos. Ao longo do processo evolutivo, algumas espécies podem apresentar simplificações ou atrofiações de partes do corpo ou outras estruturas que determinam suas características biológicas, quando em comparação com aquelas existentes em gerações anteriores.

## Evidências da evolução biológica

### Fósseis

- São restos ou vestígios de seres vivos que viveram no passado no planeta (ex.: ossos de um dinossauro).
- A fossilização ocorre apenas em condições ambientais especiais.
- Muitos fósseis mostram que a Terra foi habitada por organismos diferentes dos atuais.
- A datação dos fósseis utiliza elementos radioativos, principalmente o carbono-14.



Representação esquemática do processo de fossilização em um ambiente aquático. (A) O peixe A morre e ocorre deposição de sedimentos sobre ele. (B) Ocorre a formação do fóssil A, mais antigo, e morte de peixe B. (C) Ocorre a formação do fóssil B, em uma camada de sedimentos mais recente.

## Embriologia comparada

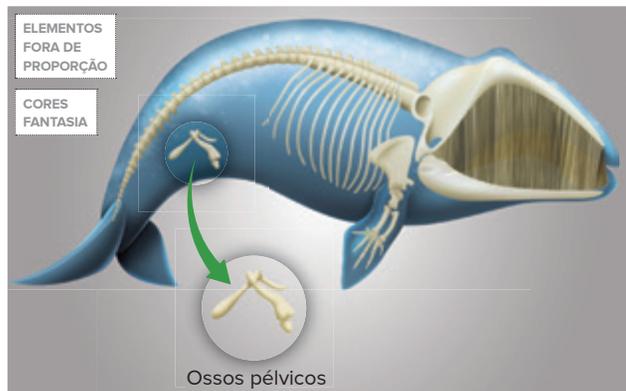
- Estudo comparado do desenvolvimento embrionário dos animais.
- Quanto maior for a semelhança embrionária entre duas espécies, maior será a proximidade evolutiva entre elas.
- Ex.: anexos embrionários comuns a répteis e mamíferos placentários.



Representação esquemática dos embriões de répteis e de mamíferos placentários, com destaque para as estruturas que são compartilhadas e para as estruturas que são exclusivas de cada um deles.

## Estruturas vestigiais

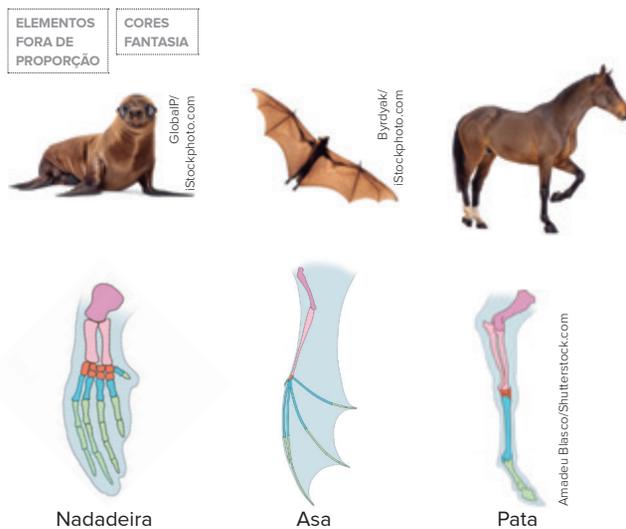
- Estruturas atrofiadas e que perderam a função original.
- Em outras espécies, estruturas equivalentes são desenvolvidas e podem exercer uma função definida.
- Ex.: ossos pélvicos da baleia.



Exemplo de estrutura vestigial: ossos pélvicos atrofiados no esqueleto da baleia indicam que esses animais tiveram um ancestral com membros posteriores.

## Estruturas homólogas

- Apresentam mesma origem embrionária e evolutiva.
- Podem apresentar diferentes funções nos organismos.
- Revelam parentesco evolutivo.
- Ex.: ossos dos membros anteriores do leão-marinho, do morcego e do cavalo.



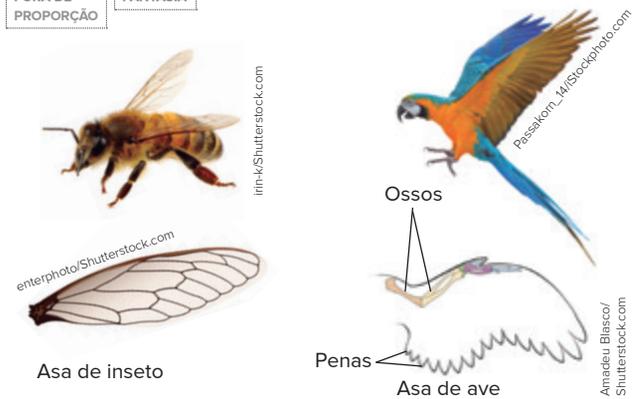
**Ossos**  
 ● Úmero                      ● Carpais                      ● Falanges  
 ● Rádio e ulna              ● Metacarpais

Representação esquemática dos ossos e dos membros anteriores de mamíferos placentários, como o leão-marinho, o morcego e o cavalo. Note que, apesar de diferentes, os membros anteriores são formados pelos mesmos ossos, indicando forte relação de parentesco evolutivo entre esses animais.

## Estruturas análogas

- Apresentam diferentes origens embrionária e evolutiva.
- Têm a mesma função nos organismos.
- Não revelam parentesco evolutivo.
- Ex.: asas da abelha e da arara.

ELEMENTOS FORA DE PROPORÇÃO      CORES FANTASIA



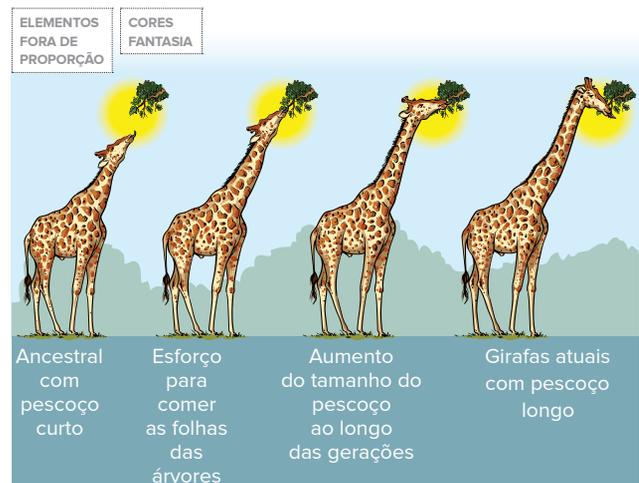
Representação esquemática da asa de um inseto, como a abelha, e de uma ave, como a arara. Essas asas são exemplos de estruturas análogas, pois têm a mesma função, mas apresentam origem diferente.

## Bioquímica comparada

- Análises bioquímicas, baseadas em moléculas orgânicas dos seres vivos, fornecem evidências do processo evolutivo e da história da vida no planeta.
- Moléculas orgânicas estudadas: proteínas e ácidos nucleicos (DNA e RNA).
- O sequenciamento de genes fornece indícios da proximidade filogenética entre diferentes seres vivos.
- Ex.: todos os seres vivos possuem os mesmos aminoácidos e utilizam o mesmo código genético na síntese de proteínas.

## Ideias evolucionistas de Lamarck

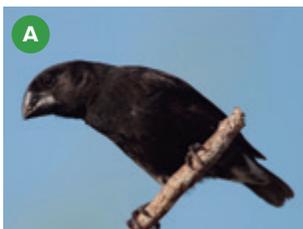
- Lamarck foi um dos primeiros naturalistas a propor uma teoria que explicasse a mudança das espécies ao longo do tempo.
- Publicação mais famosa: *Filosofia zoológica*, de 1809.
- **Lei do uso e desuso:** determinadas partes do corpo podem se desenvolver, com o uso contínuo, ou atrofiar, no caso da falta de uso.
- **Lei da transmissão dos caracteres adquiridos:** aquisições ou perdas incorporadas nos organismos por pressão das condições ambientais, resultantes do uso e desuso, são transmitidas aos descendentes.



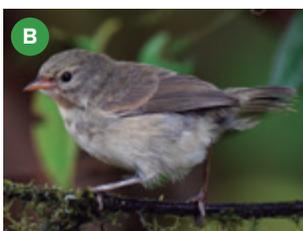
Representação esquemática do aumento do tamanho do pescoço nos ancestrais das girafas, do ponto de vista de Lamarck.

## Ideias evolucionistas de Charles Darwin

- Darwin viajou por cinco anos ao redor do mundo no navio HMS Beagle, e conheceu as ilhas Galápagos.
- Ilhas Galápagos: Darwin observou tentilhões com bicos diferentes, relacionados ao tipo de alimento que eles ingerem.
- Publicação mais famosa: *A origem das espécies*, de 1859.



MichaelStuebliefeldt/Stockphoto.com

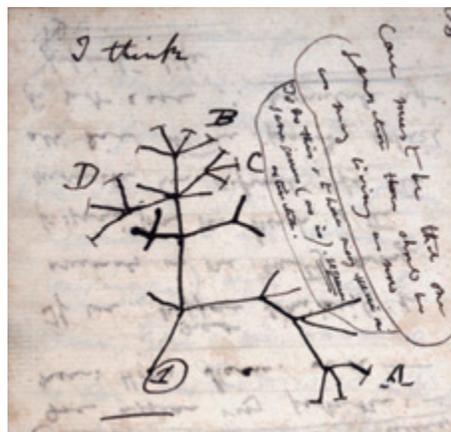


Agami Photo Agency/Shutterstock.com

Diferenças nos bicos dos tentilhões que habitam as ilhas Galápagos. (A) O tentilhão terrícola da espécie *Geospiza magnirostris* possui bico grande, adaptado para quebrar sementes grandes e duras encontradas no solo. (B) O tentilhão da espécie *Certhidea olivacea* possui bico pequeno e fino, adaptado para a captura de insetos pousados nas plantas.

## A teoria sobre a evolução das espécies

- **Ancestralidade comum:** todos os seres vivos estão relacionados evolutivamente, ou seja, compartilham um ancestral comum em algum ponto de sua história evolutiva.
- **Descendência com modificações:** organismos de uma população possuem diferenças quanto a diversas características, inclusive aquelas que influem na capacidade de sobreviver e gerar descendentes.
- **Seleção natural:** organismos portadores de características vantajosas, denominados mais aptos, possuem maior sucesso reprodutivo e transmitem essas características aos descendentes.



Universidade de Cambridge, Reino Unido

Árvore da vida: registro de Charles Darwin indicando a ideia de ancestralidade comum entre os seres vivos.

## Exercícios de sala

1. **FCMSCSP 2019** Na charge, o personagem Darwin mostra uma árvore filogenética a um chimpanzé.



(www.umsabadoqualquer.com)

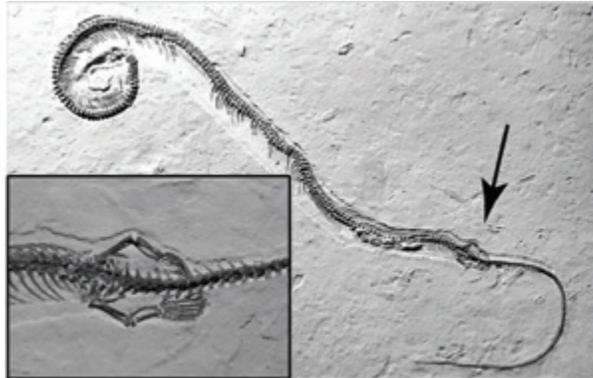
- A argumentação do personagem na charge é
- a) procedente, pois o genoma dos humanos e dos chimpanzés apresentam poucas semelhanças.
  - b) improcedente, pois os humanos e os chimpanzés não compartilham características de um ancestral comum.
  - c) improcedente, pois, se os humanos e os chimpanzés coexistem, ambas as espécies são igualmente evoluídas.
  - d) procedente, pois os seres humanos são mais adaptados ao ambiente natural do que os chimpanzés.
  - e) procedente, pois, apesar de serem espécies atualmente distintas, o homem evoluiu dos macacos.

2. **UEM-PR 2021** Assinale o que for **correto**.

- 01 A seleção natural decorre das restrições que o meio impõe à sobrevivência dos organismos, tais como a disponibilidade de alimento, a disputa por recursos com outros seres vivos, a ação de predadores e parasitos.
- 02 A seleção natural é um processo evolutivo que atua permanentemente sobre todas as populações, provocando reprodução diferencial e ocasionando estabilização ou mudança de fenótipo.
- 04 A seleção natural ocorre quando o ser humano seleciona, para reprodução, espécimes animais e vegetais com características desejáveis, e despreza as demais.
- 08 Após um evento natural que gere grande extinção de espécies, como o vulcanismo, não há seleção natural envolvendo as espécies sobreviventes para a adaptação ao ambiente modificado naturalmente.
- 16 Quando se comparam dois ambientes distintos, um com diversidade biológica muito grande e o outro com baixa diversidade biológica, infere-se que, ao longo do tempo, a seleção natural não atuou no ambiente com menor diversidade biológica.

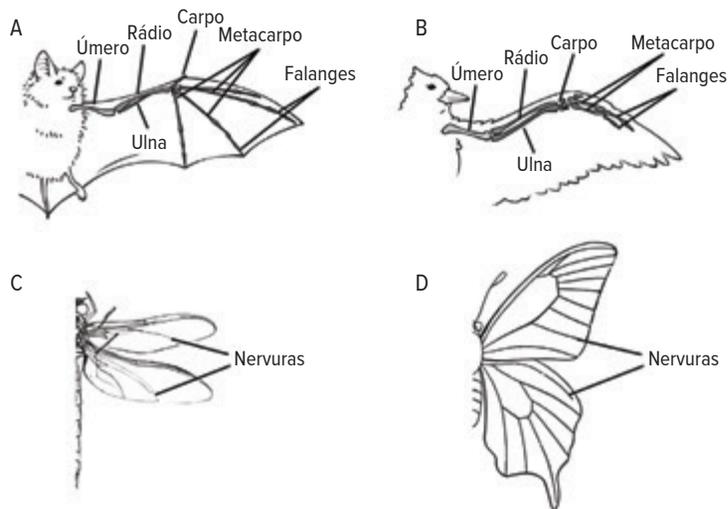
Soma:

- 3. Unicamp-SP 2019** No ano de 2015, foi descrito o fóssil de um réptil que viveu há 150 milhões de anos onde hoje é a região Nordeste do Brasil. Conforme ilustra a figura a seguir, esse animal apresenta corpo alongado, com muitas vértebras e costelas, e membros anteriores e posteriores reduzidos (a seta indica a região ampliada no canto inferior esquerdo). Por sua anatomia peculiar, um grande debate teve início sobre a posição que esse animal deveria ocupar na árvore da vida. Sabe-se que os lagartos (que geralmente têm membros) e as serpentes (seres ápodos) que vivem atualmente têm um ancestral comum. Sendo assim, o organismo ilustrado na figura



(David M. Martill e outros, A four-legged snake from the Early Cretaceous of Gondwana. Science. Nova Iorque, v. 349, fasc. 6246, p. 416-419, jul. 2015.)

- não pode pertencer à linhagem evolutiva das serpentes, pois a perda dos membros anteriores e posteriores levaria a um prejuízo à vida do animal, e a evolução resulta apenas em melhoria dos organismos.
  - não pode pertencer à linhagem evolutiva das serpentes, pois a evolução é gradual e incapaz de gerar mudanças drásticas na morfologia de um ser vivo, como a perda de membros anteriores e posteriores.
  - pode pertencer à linhagem evolutiva das serpentes, sendo que seu ancestral comum com os lagartos possuía membros, depois perdidos por processos evolutivos, originando as serpentes ápodas atuais.
  - pode ser um fóssil de transição, pois os ancestrais das serpentes que não utilizavam seus membros com tanta frequência sofreram atrofia desses membros, deixando de transferir tal característica para seus descendentes.
- 4. UEL-PR 2020 (Adapt.)** Observe as figuras a seguir.



Com base na observação das figuras e das estruturas indicadas, é possível afirmar que

- os animais A e B apresentam asas com estruturas homólogas.
- os animais A e C apresentam asas com estruturas homólogas.

Explique se as afirmativas estão corretas ou não e justifique sua resposta com base no conceito de homologia e analogia.

---



---



---



---



---

5. **Unicamp-SP 2022** As análises de amostras arqueológicas de milhos de Minas Gerais e do Peru revelaram assinaturas genéticas específicas, indicando que o milho que chegou ao Brasil no período pré-colombiano ainda não estava completamente transformado para agricultura e consumo. Provavelmente as populações humanas da Amazônia foram responsáveis por continuar esse processo. Naquele momento, indígenas da região já tinham grande experiência no manejo e na seleção de uma variedade de espécies, como feijão, abóbora e mandioca. Há cerca de mil anos, uma segunda leva da planta, geneticamente diferente e já completamente adaptada ao consumo, veio do México e passou a ser plantada no norte da Amazônia. O encontro das duas levas pode ter acontecido no norte de Minas.

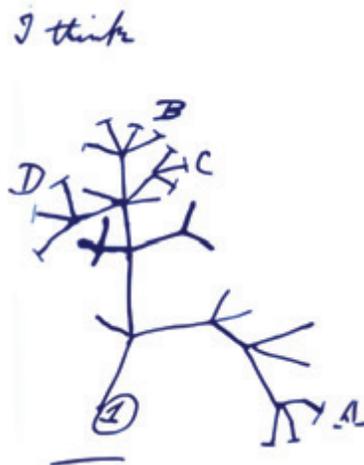
(Adaptado de “Caminhos do milho: DNA indica uma história complexa para a domesticação do cereal, com destaque para o México e a Amazônia” – Revista Pesquisa Fapesp – Fonte: <https://revistapesquisa.fapesp.br/2019/01/10/caminhos-do-milho-2/>. Acessado em 09/02/2022.)

O texto trata de um processo de

- seleção natural que produz um fenótipo vantajoso para os indivíduos, e, posteriormente, se mantém nas populações.
  - seleção natural em relação ao qual, sem as mutações, nenhuma mudança ocorreria nas populações de espécies.
  - seleção artificial em espécies vegetais que geram um fenótipo desvantajoso, diminuindo suas chances de sobrevivência.
  - seleção artificial, ou seja, de um processo pelo qual os seres humanos selecionam as características desejáveis de plantas ou animais.
6. **Famerp-SP 2021** A chamada *Árvore da Vida*, uma das ideias mais poderosas da biologia moderna, remonta a rabiscos feitos por Charles Darwin. Cada espécie moderna seria o produto de infindas bifurcações na árvore evolutiva da vida, a qual dá uma ideia de como foram surgindo os seres vivos. A figura ilustra um dos rabiscos feitos por Darwin.

(Reinaldo José Lopes. “Livro conta como foram achados os ‘galhos’ da famosa árvore da vida”. [www.folha.uol.com.br](http://www.folha.uol.com.br), 03.11.2018. Adaptado.)

Um dos “rabiscos” feitos por Darwin



(<https://evolutionliteracy.com>)

No “rabisco” de Darwin, as bifurcações ou ramos surgem de um nó. Cada um dos nós corresponderia

- à seleção natural.
- ao ancestral comum.
- aos caracteres adquiridos.
- ao uso e desuso dos órgãos.
- à deriva genética.

## Guia de estudos

### Biologia • Livro 1 • Frente 2 • Capítulo 1

- Leia as páginas de **126 a 131**.
- Leia as páginas de **132 a 137**.
- Faça os exercícios propostos **1**, de **5 a 7**, **12** e **14**.
- Faça os exercícios complementares de **2 a 4** e de **7 a 11**.

# Teoria moderna da evolução

## Fatores evolutivos

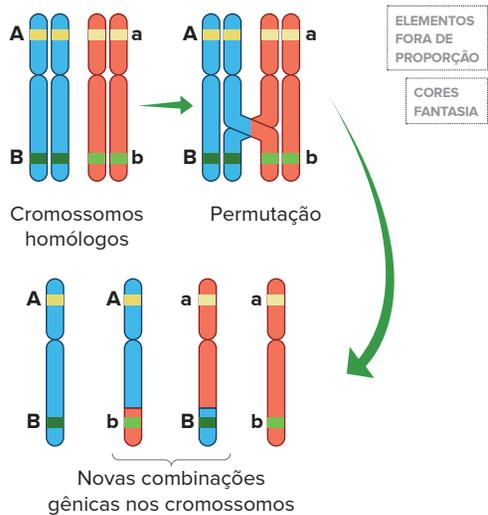
- A **teoria moderna da evolução**, ou neodarwinismo, incorpora as descobertas da Biologia Celular e da Genética à teoria da evolução de Darwin.
  - Conhecimentos relacionados à origem da variabilidade genética nas populações.
- **Fatores evolutivos** podem alterar a variabilidade genética de uma população.

## Mutações

- **Alterações** que ocorrem no **material genético** dos seres vivos.
- Ocorrem ao **acaso** e sem objetivo adaptativo.
- São a fonte primária de variabilidade nas populações.
- Podem ser **espontâneas** (erros naturais do metabolismo) ou **induzidas** (por fatores mutagênicos).
- Podem ser **cromossômicas** (afetam a estrutura de um cromossomo ou o número deles em um organismo) ou **gênicas** (alteram a sequência de bases nitrogenadas de um gene).
- Apenas mutações que ocorrem nas **células germinativas** têm efeito evolutivo. As mutações em células somáticas não apresentam efeito evolutivo.

## Recombinações gênicas

- São novas combinações de genes que ocorrem nos descendentes.
- **Fecundação cruzada**: promove mistura dos genes dos indivíduos parentais na formação dos descendentes.
- **Permutação**: troca de segmentos entre cromossomos homólogos.

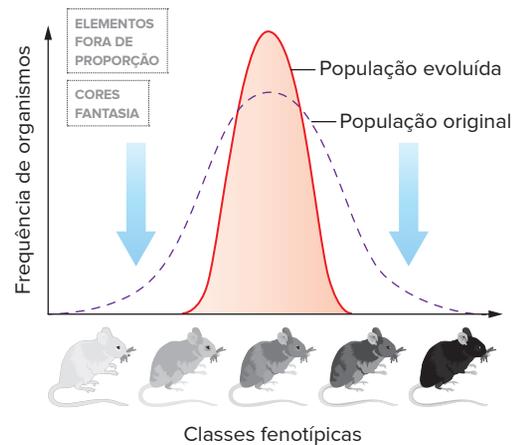


Representação esquemática do processo de permutação entre dois cromossomos homólogos. No caso, as novas combinações gênicas (Ab e aB) resultam da permutação.

- **Segregação independente**: durante a meiose, a separação aleatória dos pares de cromossomos homólogos pode gerar uma infinidade de combinações cromossômicas.

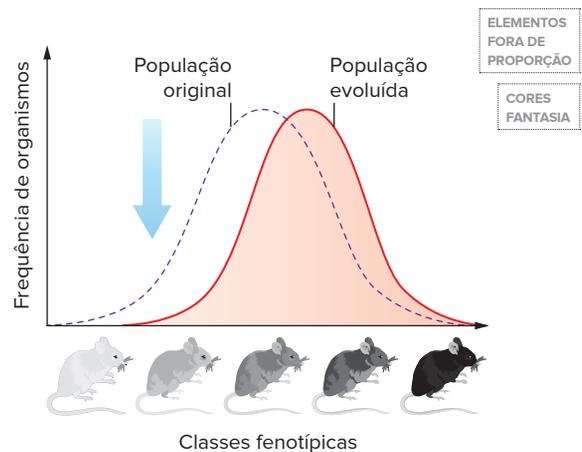
## Seleção natural

- Promove reprodução diferencial dos organismos das populações.
- Organismos mais aptos possuem maior sucesso reprodutivo do que os menos aptos.
- Tipos de seleção natural:
  - **Seleção estabilizadora**: favorece o fenótipo intermediário.



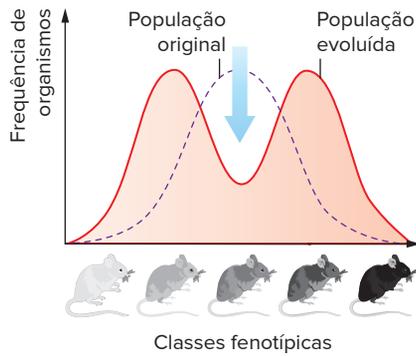
REECE, J. B. et al. *Biologia de Campbell*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. Gráfico indicando a frequência relativa das classes fenotípicas (cor da pelagem) de uma população de roedores submetida a seleção estabilizadora.

- **Seleção direcional**: favorece apenas determinado fenótipo extremo.



REECE, J. B. et al. *Biologia de Campbell*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. Gráfico indicando a frequência relativa das classes fenotípicas (cor da pelagem) de uma população de roedores submetida a seleção direcional.

- **Seleção disruptiva:** favorece ambos os fenótipos extremos.



REECE, J. B. et al. *Biologia de Campbell*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

Gráfico indicando a frequência relativa das classes fenotípicas (cor da pelagem) de uma população de roedores submetida a seleção disruptiva.

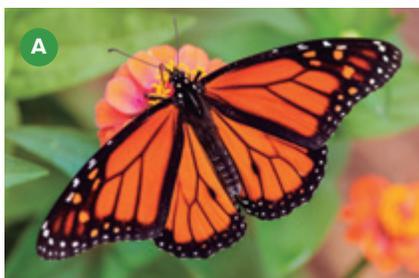
## Adaptações evolutivas

### Resistência aos antibióticos

- Bactérias resistentes surgem aleatoriamente na população por meio de mutações.
- Antibióticos selecionam as bactérias resistentes e eliminam as sensíveis.
- A resistência passa a predominar na população e pode ser transferida para outras bactérias por meio da conjugação.

### Coloração de advertência

- Característica de animais que possuem coloração muito marcante e chamativa.
- Sinaliza aos predadores que esses animais são perigosos e devem ser evitados.
- Ex.: borboleta-monarca e perereca-morango-flecha-venenosa.



Kate Scott/Shutterstock.com



Dirk Ercken/Shutterstock.com

Exemplos de coloração de advertência. (A) Borboleta-monarca (*Danaus plexippus*, mede cerca de 9 cm de envergadura), espécie tóxica migratória ocorrente na América do Norte. (B) Perereca-morango-flecha-venenosa (*Oophaga pumilio*, mede cerca de 2 cm de comprimento), habitante das florestas úmidas da Costa Rica.

## Mimetismo

- Espécies diferentes compartilham características que são reconhecidas por outras espécies.
- Pode beneficiar apenas uma das espécies ou ambas as espécies envolvidas.
  - Espécie que imita: mímica.
  - Espécie imitada: modelo.
- Ex.: lagarta-cobra e aranha-formiga.



JasonOnAireicka/Stockphoto.com



Peter Yeeles/Shutterstock.com

Exemplos de mimetismo. (A) Lagarta-cobra (*Papilio troilus*, mede cerca de 5 cm de comprimento), com manchas que lembram os olhos de uma cobra. (B) Aranha-formiga (*Myrmarachne* sp., mede cerca de 5 mm de comprimento), que, apesar da semelhança com uma formiga, tem oito pernas, e não seis.

## Camuflagem

- Organismos são semelhantes (coloração e/ou morfologia) ao ambiente em que vivem, dificultando sua visualização.
- Pode conferir vantagem aos predadores, que caçam com mais facilidade, ou às presas, que são menos atacadas.
- Ex.: lagartixa-satânica-cauda-de-folha.



Ryan M. Bolton/Shutterstock.com

Exemplo de camuflagem: lagartixa-satânica-cauda-de-folha (*Uroplatus phantasticus*, mede cerca de 9 cm de comprimento) de Madagascar, com cauda semelhante a uma folha seca.

## Exercícios de sala

1. **FCMSCSP 2022** Theodosius Dobzhansky escreveu em 1973: “Nada na biologia faz sentido, a não ser sob a luz da evolução”. Ele foi um dos pesquisadores que fundamentou a teoria sintética da evolução. Na biologia evolutiva moderna e segundo os princípios da Teoria Sintética da Evolução, é correto afirmar que
- a) a seleção natural, com o passar do tempo, tende a moldar as espécies que possuem mutações independentemente da interferência do meio.
  - b) a necessidade dos órgãos ou de sistemas fisiológicos provocou mutações que resultaram na adaptação dos organismos ao meio ambiente.
  - c) os seres vivos mais fortes e adaptados tendem a sobreviver independentemente das condições ambientais.
  - d) o meio seleciona as características mais vantajosas, que surgiram por indução das características do meio ambiente.
  - e) a seleção natural atua sobre a variabilidade, que é gerada por mutações e recombinações gênicas, resultando em adaptação.

2. **Famerp-SP 2022** Nas Américas, há resistência do *Plasmodium vivax*, uma das espécies causadoras da malária, ao medicamento cloroquina documentada em ensaios clínicos em localidades do Brasil, do Peru, da Colômbia e da Bolívia. No Brasil, há relatos de resistência nos estados do Amazonas e do Acre.

(Marcelo Urbano Ferreira. Parasitologia contemporânea, 2021. Adaptado.)

De acordo com a teoria moderna da evolução, a explicação para o surgimento de cepas resistentes de *Plasmodium* é que

- a) alguns protozoários já possuem formas de resistência e por isso não são eliminados pelo medicamento.
  - b) alguns protozoários encontram estratégias metabólicas para degradar os compostos químicos do medicamento.
  - c) todo protozoário desenvolve mutações para se proteger da ação do medicamento.
  - d) todo protozoário evolui depois de um tempo a uma espécie nova e se torna resistente ao medicamento.
  - e) alguns protozoários adaptam-se todas as vezes em que estão em contato com um medicamento.
3. **FMABC-SP 2021** A utilização indiscriminada de antibióticos, desde sua descoberta em 1929 pelo cientista Alexander Fleming na Inglaterra, está diretamente relacionada com a multiplicação de cepas bacterianas resistentes a tais medicamentos. Essa relação existe porque a utilização indiscriminada desses medicamentos é responsável
- a) pela seleção de variedades bacterianas já resistentes, favorecendo sua rápida reprodução.
  - b) pelo surgimento acidental de genes bacterianos capazes de degradar os antibióticos antes de sua ação.
  - c) pela indução de mutações, principalmente nos plasmídeos bacterianos, que fornecem resistência aos antibióticos.
  - d) pela indução da conjugação bacteriana, a qual transfere genes de resistência entre bactérias doadoras e receptoras.
  - e) por fortalecer a parede celular bacteriana, formada por peptidoglicano, substância esta degradada pelos antibióticos.
4. **Uece 2019** Os conhecimentos genéticos foram associados aos pensamentos darwinianos na teoria moderna da evolução. Escreva V ou F conforme seja verdadeiro ou falso o que se afirma a seguir sobre essa teoria.
- A mutação e a recombinação gênica, orientadas pela seleção natural, podem ser utilizadas para compreender o processo evolutivo.
  - Os conhecimentos genéticos são elucidativos quanto à diversidade biológica encontrada no planeta Terra.
  - A teoria moderna incorpora à seleção natural as explicações genéticas para explicar a origem da diversidade encontrada nas populações.
  - A seleção natural explica a origem das variações hereditárias enquanto a mutação e a recombinação gênica esclarecem sobre a permanência dessas variações na comunidade.

Está correta, de cima para baixo, a seguinte sequência:

- a) V, F, V, F.
- b) V, V, V, F.
- c) F, V, F, V.
- d) F, F, F, V.

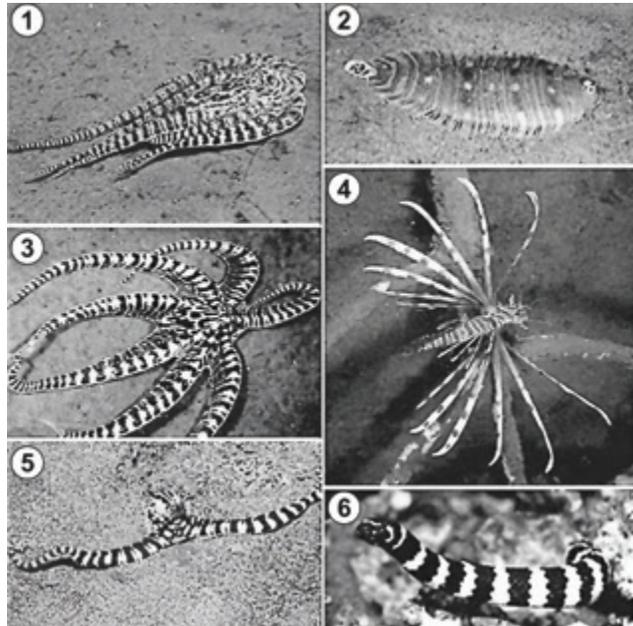
**5. Unitau-SP 2020** A maioria das pessoas já ouviu falar que alguns anfíbios (sapos, rãs e pererecas) têm toxinas na pele. Um predador que, desavisadamente, tenta comer um desses anfíbios tóxicos poderá sofrer consequências graves, como mal-estar, náuseas, vômitos, distúrbios sensoriais e, em casos mais extremos, a morte. Leia as afirmações sobre a relação entre a presença de substâncias tóxicas na pele e a predação dos anfíbios.

- I. Um predador, ao se alimentar de um anfíbio venenoso e sobreviver aos efeitos de suas toxinas, evitará predação outros anfíbios daquela espécie.
- II. O predador, ao se alimentar de um anfíbio tóxico e sobreviver ao efeito de suas toxinas, fica imune a esse veneno e, portanto, torna-se predador efetivo desses anfíbios.
- III. Para os anfíbios, ter toxinas na pele é vantajoso, pois lhes permitem escapar de inúmeros predadores.
- IV. Anfíbios tóxicos que têm contato com predadores que sofreram os efeitos de suas toxinas têm vantagens seletivas a longo prazo que favorecem as populações das espécies tóxicas.

Assinale a alternativa que apresenta CORRETAMENTE as afirmações verdadeiras (V) e falsas (F).

- a) I (V); II (V); III (F); IV (F)
- b) I (V); II (F); III (V); IV (V)
- c) I (F); II (F); III (V); IV (V)
- d) I (V); II (V); III (F); IV (V)
- e) I (F); II (V); III (V); IV (F)

**6. Enem 2021** O polvo mimético apresenta padrões cromáticos e comportamentos muito curiosos. Frequentemente, muda a orientação de seus tentáculos, assemelhando-se a alguns animais. As imagens 1, 3 e 5 apresentam polvos mimetizando, respectivamente, um peixe-linguado (2), um peixe-leão (4) e uma serpente-marinha (6).



NORMAN, M. D.; FINN, J.; TREGENZA, T. Dynamic mimicry in an Indo-Malayan octopus. In: **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, n. 268, out. 2001. Disponível em: [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net). Acesso em: 15 mar. 2014 (adaptado).

Do ponto de vista evolutivo, a capacidade apresenta se estabeleceu porque os polvos

- a) originaram-se do mesmo ancestral que esses animais.
- b) passaram por mutações similares a esses organismos.
- c) observaram esses animais em seus nichos ecológicos.
- d) resultaram de convergência adaptativa com essas espécies.
- e) sobreviveram às pressões seletivas com esses comportamentos.

## Guia de estudos

### Biologia • Livro 1 • Frente 2 • Capítulo 2

- I. Leia as páginas de **142 a 146**.
- II. Faça os exercícios **1** e de **7 a 10** da seção "Revisando".
- III. Faça os exercícios propostos **1, 3, 5, 6, 9, 11 e 14**.
- IV. Faça os exercícios complementares **1, 2, 3, 7, 8** e de **11 a 13**.

# Formação de novas espécies

## Conceito de espécie

- **Conceito biológico:** conjunto de populações cujos organismos são capazes de cruzar entre si em condições naturais e gerar descendentes férteis, estando reprodutivamente isolados de organismos de outras espécies.
  - Não pode ser aplicado a espécies que se reproduzem assexuadamente, como as bactérias, nem para espécies fósseis, que não se reproduzem mais.

## Subespécies ou raças geográficas

- Populações de uma mesma espécie que diferem quanto a determinadas características.

## Isolamento reprodutivo

### Mecanismos pré-zigóticos

- Não ocorre fecundação nem formação do zigoto.
- **Isolamento ecológico** (ou de hábitat): populações vivem em diferentes habitats. Ex.: leões indianos e tigres-de-bengala.
- **Isolamento temporal** (ou sazonal ou estacional): populações se reproduzem em períodos diferentes. Ex.: plantas que florescem em diferentes épocas do ano.
- **Isolamento comportamental** (ou etológico): populações apresentam diferenças relacionadas ao comportamento reprodutivo (corte nupcial). Ex.: ritual de acasalamento dos patolas-de-pés-azuis.
- **Isolamento mecânico:** diferenças anatômicas (como formato e tamanho) entre as estruturas reprodutivas impedem a cópula entre espécies diferentes. Ex.: gálagos, libélulas e caracóis.
- **Isolamento gamético:** incompatibilidade entre os gametas impede a fecundação. Ex.: ouriços-do-mar *Strongylocentrotus purpuratus* e *S. franciscanus*.

### Mecanismos pós-zigóticos

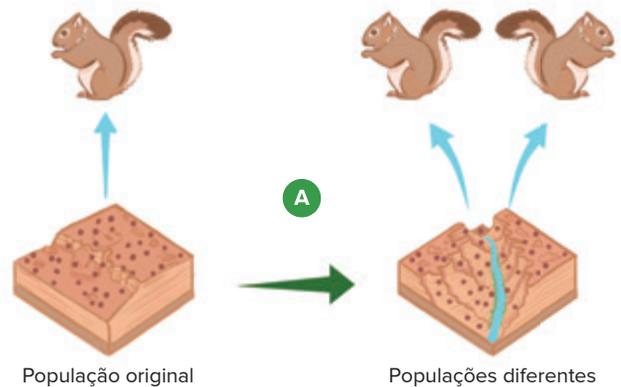
- Ocorre fecundação, mas o zigoto híbrido formado não se desenvolve completamente ou é estéril.
- **Inviabilidade do híbrido:** o híbrido não completa o desenvolvimento embrionário ou morre antes de atingir a maturidade reprodutiva. Ex.: sapo-de-barriga-amarela e sapo-de-barriga-vermelha.
- **Esterilidade do híbrido:** o híbrido se desenvolve e chega à fase adulta, porém é estéril. Ex.: cruzamento entre a égua (*Equus caballus*) e o jumento (*Equus asinus*), que origina um híbrido estéril denominado burro (macho) ou mula (fêmea).

## Especiação

- Processo de formação de novas espécies.
- Interrupção do fluxo gênico entre duas populações leva ao isolamento reprodutivo.

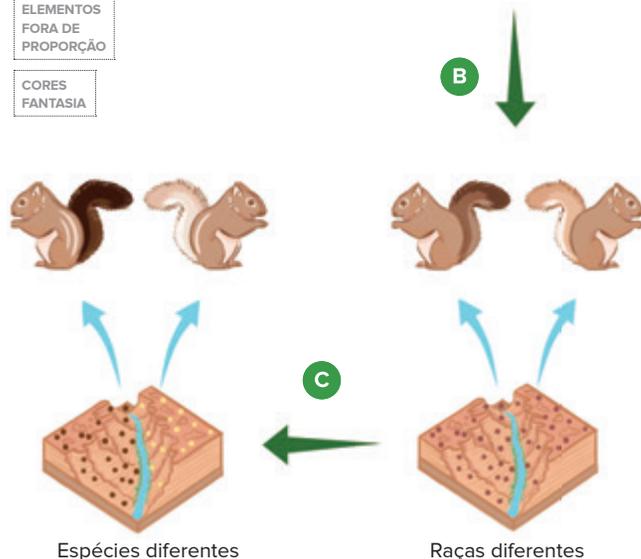
### Especiação alopátrica

- Ocorre **isolamento geográfico**.
- Separação de populações por meio de uma barreira geográfica (ex.: rio ou montanha).



ELEMENTOS FORA DE PROPORÇÃO

CORES FANTASIA



Representação esquemática do processo de especiação alopátrica que ocorreu com esquilos no Grand Canyon, nos Estados Unidos. (A) Isolamento geográfico. (B) Fatores evolutivos. (C) Isolamento reprodutivo.

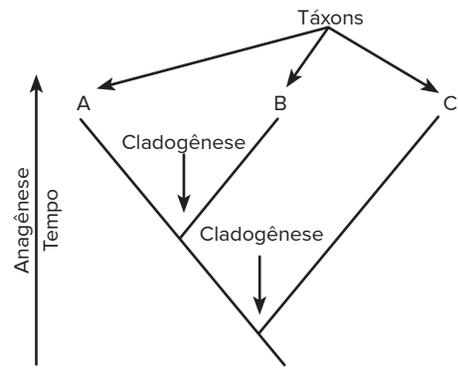
### Especiação simpátrica

- Não ocorre isolamento geográfico.
- Fatores evolutivos (mutações cromossômicas e seleção disruptiva) levam à especiação no mesmo ambiente da população original.

## Cladogênese e anagênese

- **Cladogênese:** processo por meio do qual duas ou mais linhagens se originam de uma população ancestral.
- **Anagênese:** processo evolutivo progressivo, por meio do qual características surgem e/ou se modificam em uma linhagem.

Cladograma mostrando o processo de anagênese e a ocorrência de eventos de cladogênese.



## Divergência adaptativa

- Uma população ancestral é submetida a diferentes pressões seletivas. As novas populações formadas passam a apresentar diferenças fenotípicas.
- Presença de **estruturas homólogas** indica casos de divergência adaptativa.
- Ex.: diferenciação dos membros anteriores de mamíferos.



Divergência adaptativa na formação dos mamíferos placentários. Note que os membros anteriores desses animais estão adaptados a diferentes funções, relacionadas ao modo de vida e ao hábitat que eles apresentam.

## Convergência adaptativa

- Diferentes espécies podem apresentar semelhanças morfológicas ou comportamentais resultantes de uma mesma pressão seletiva, exercida pelo ambiente em que evoluíram.
- Presença de **estruturas análogas** indica casos de convergência adaptativa.
- Ex.: formato do corpo de tubarões e de golfinhos.



A semelhança externa entre tubarões (A) e golfinhos (B), como o formato hidrodinâmico e a presença de nadadeiras, é resultado de um processo de convergência adaptativa.

## Exercícios de sala

1. **FICSAE-SP 2019** Duas espécies de raposas do Brasil, separadas há milhares de anos pela Mata Atlântica, estão cruzando entre si e produzindo filhotes híbridos, talvez porque a derrubada da maior parte da floresta tenha eliminado a principal barreira que existia entre elas. As raposas são a raposinha-do-campo (*Lycalopex vetulus*), típica do cerrado, e o graxaim-do-campo (*Lycalopex gymnocercus*), natural dos pampas gaúchos. Pesquisadores fizeram a primeira confirmação desse cruzamento ao analisarem dois animais classificados morfologicamente como *L. vetulus*, mas que apresentavam DNA mitocondrial de *L. gymnocercus*. A pesquisa prosseguiu analisando-se também o DNA nuclear das células de outros animais coletados. Seis raposinhas-do-campo tinham características de híbridos, inclusive a segunda geração (ou seja, netos do cruzamento original entre as duas espécies). Cinco delas tinham o DNA mitocondrial de graxaim e uma delas apresentou sinais de hibridização apenas no DNA nuclear.

(Folha de S.Paulo, 05.04.2017. Adaptado.)

Com base em conhecimentos sobre os mecanismos evolutivos e especiação, conclui-se que as duas espécies de raposas

- passaram por um processo de convergência adaptativa que as levou ao isolamento reprodutivo e à especiação.
- originaram-se de um grupo ancestral, mas o isolamento geográfico não as levou ao isolamento reprodutivo.
- possuem isolamento reprodutivo pré-zigótico, mas não isolamento reprodutivo pós-zigótico.
- passaram por um processo de especiação simpátrica durante o qual perderam o isolamento reprodutivo.
- originaram-se por seleção artificial e por isso mantiveram suas características reprodutivas.

**2. Fameca-SP 2016** Na ilha de Andros, nas Bahamas, o peixe-mosquito (*Gambusia hubbsi*) colonizou, ao longo do tempo, várias lagoas que mais tarde foram sendo isoladas umas das outras. Pesquisadores constataram que o fluxo gênico entre as lagoas é nulo ou muito reduzido. Os ambientes desses lagos são muito semelhantes, exceto pelo fato de que alguns contêm muitos peixes predatórios, enquanto outros não. Nos lagos de alta predação, há predomínio de peixe-mosquito com cauda larga de nado rápido e potente; já em lagos de baixa predação há maior população de indivíduos com cauda estreita adaptada ao nado lento e prolongado. Reunindo peixes dos dois tipos de lagoas, os pesquisadores descobriram que fêmeas preferem acasalar com machos cuja forma do corpo é semelhante ao delas. Todos os dados apontam para um processo de especiação.

(Jane B. Reece et al. Campbell biology, 2011. Adaptado.)

a) Que fenômeno evolutivo está ocorrendo nas lagoas para que haja predomínio de peixes-mosquito com um formato específico de cauda? Justifique sua resposta tomando como exemplo a lagoa em que há predomínio de peixes de cauda larga.

---



---



---



---

b) Que alteração ambiental desencadeou o processo de especiação? Por que os pesquisadores sugerem que está havendo um processo de especiação na ilha?

---



---



---



---

**3. FCMSCSP 2021** Na América do Norte existem duas subespécies de corujas manchadas, a coruja manchada do norte (*Strix occidentalis caurina*) e a coruja manchada mexicana (*Strix occidentalis lucida*), que vivem em áreas geográficas diferentes. A imagem ilustra os locais onde essas duas subespécies são encontradas.



(<https://bio.libertexts.org>)

a) Com base somente nas informações apresentadas no texto e na figura, qual tipo de especiação originou essas duas subespécies de corujas? O que caracteriza esse tipo de especiação?

---



---



---



---

b) Em um experimento, pesquisadores deixaram uma fêmea de coruja manchada do norte e um macho de coruja manchada mexicana no mesmo recinto. Então verificaram que o isolamento etológico não ocorria e que havia postura de ovos fecundados, porém sem o desenvolvimento de embriões. O que é o isolamento etológico? Cite o mecanismo de isolamento reprodutivo pós-zigótico que ocorreu nesses ovos.

---



---

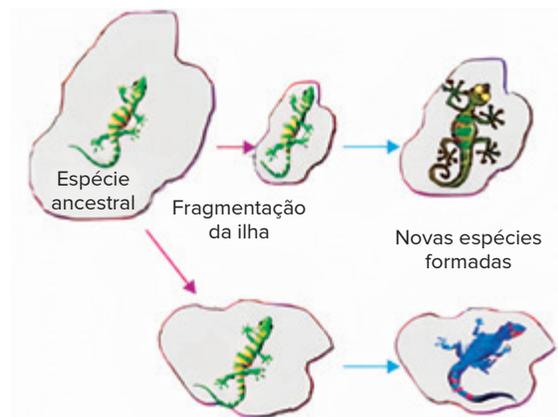


---



---

**4. FMABC-SP 2020** Um evento geológico fragmentou uma ilha onde vivia determinada espécie de lagarto. Esse evento dividiu a ilha em duas porções de terra, sendo que cada uma delas manteve parte da população ancestral de lagartos. Devido à especiação alopátrica, duas novas espécies de lagartos foram formadas, conforme a figura a seguir.



([www.ricardogauchobio.com.br](http://www.ricardogauchobio.com.br). Adaptado.)

Um dos eventos naturais que contribuiu para a formação das duas novas espécies de lagartos nas ilhas foi

- o acúmulo de mutações nos lagartos ancestrais induzido pela seleção natural.
- o isolamento geográfico que provocou pressões seletivas diferenciadas nas duas ilhas.
- a interrupção do fluxo gênico entre as populações isoladas nessas ilhas.
- o isolamento reprodutivo entre os lagartos de uma mesma ilha.
- a redução dos eventos de recombinação gênica nas populações de lagartos.

5. UPE/SSA 2022 Leia o texto e a imagem a seguir:

Apesar da semelhança, o *Thylacosmilus atrox* não tem parentesco evolutivo com o *Smilodon fatalis*, o representante máximo dos mamíferos superpredadores. Na verdade, explica Wroe, o *Smilodon* é resultado de um de, pelo menos, cinco “experimentos” independentes registrados na história evolutiva dos dentes-de-sabre, no decorrer da Era dos Mamíferos, que se estende por cerca de 65 milhões de anos. “Essas duas espécies estão separadas por, pelo menos, 125 milhões de anos de evolução”, afirma Wroe. “Sabe-se hoje que, do ponto de vista evolutivo, os *T. atrox* têm os marsupiais como parentes mais próximos”.



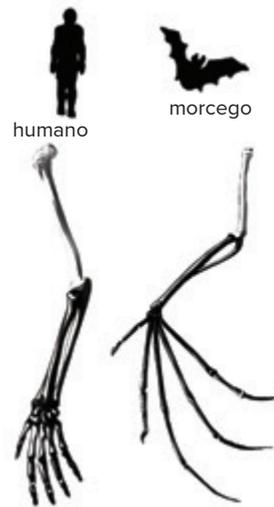
Crânio do *Thylacosmilus atrox*: seu enorme dente canino era maior que o de qualquer outra espécie dente-de-sabre Claire Houck/Wikicommons

Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/tamanho-nao-e-documento/> (Texto e imagem) Acesso em: jun. 2021.

O fenômeno descrito no texto para as duas espécies, cujas características semelhantes se desenvolveram de forma independente, é denominado de

- a) adaptação.
- b) analogia.
- c) camuflagem.
- d) convergência evolutiva.
- e) reprodução diferencial.

6. UEPG-PR 2019 Comparando o desenvolvimento embrionário e a anatomia de diversos organismos, é possível determinar o grau de parentesco entre eles. Analise o esquema abaixo, representando o membro dianteiro de humanos e morcegos, e assinale o que for correto.



Adaptado de: Linhares, S.; Gewandsznajder, F. *Biologia hoje*. 15ª ed. Volume 3. Editora Ática. São Paulo. 2010.

- 01 Apesar de terem funções diferentes, os braços de humanos e as asas dos morcegos são estruturas homólogas, pois apresentam a mesma origem embrionária, semelhanças anatômicas e são originadas de um mesmo ancestral comum.
- 02 Os braços de humanos e as asas dos morcegos são estruturas análogas, visto que desempenham funções distintas, além de origem embrionária e estrutura anatômica diferentes.
- 04 Em mamíferos, a partir de um único ancestral, surgiu um grande número de espécies adaptadas a condições de vida muito diferentes (irradiação adaptativa). Por exemplo, os membros anteriores dos mamíferos sofreram modificações que se adaptaram a diferentes atividades: voar (morcego) e manipular objetos (ser humano).
- 08 As asas dos morcegos e os braços dos humanos adaptaram-se de forma semelhante ao ambiente terrestre, fenômeno conhecido como convergência evolutiva (ou adaptativa) ou evolução convergente. No ambiente aquático, podemos exemplificar esse mesmo modelo de adaptação nas nadadeiras do tubarão e do golfinho que, apesar de pertencerem a classes diferentes, possuem estruturas semelhantes para deslocamento da água.

Soma:

## Guia de estudos

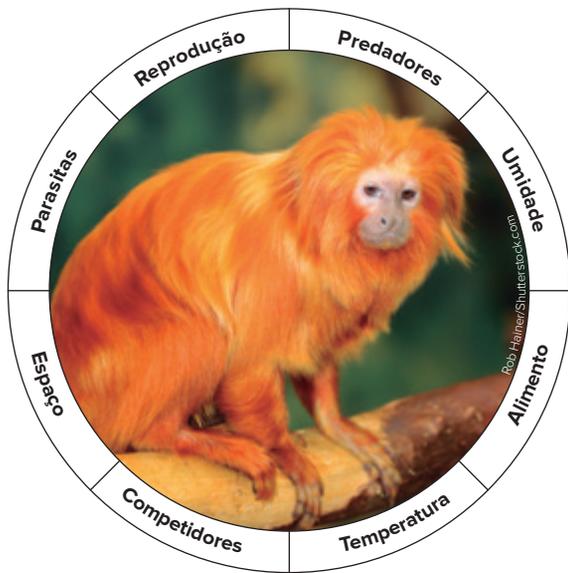
### Biologia • Livro 1 • Frente 2 • Capítulo 3

- I. Leia as páginas de 158 a 162.
- II. Faça os exercícios 1, 3, 6, 9 e 10 da seção “Revisando”.
- III. Faça os exercícios propostos 3, 4, 9, 10 e de 12 a 14.
- IV. Faça os exercícios complementares de 1 a 8.

# Fundamentos em Ecologia

## Conceitos fundamentais

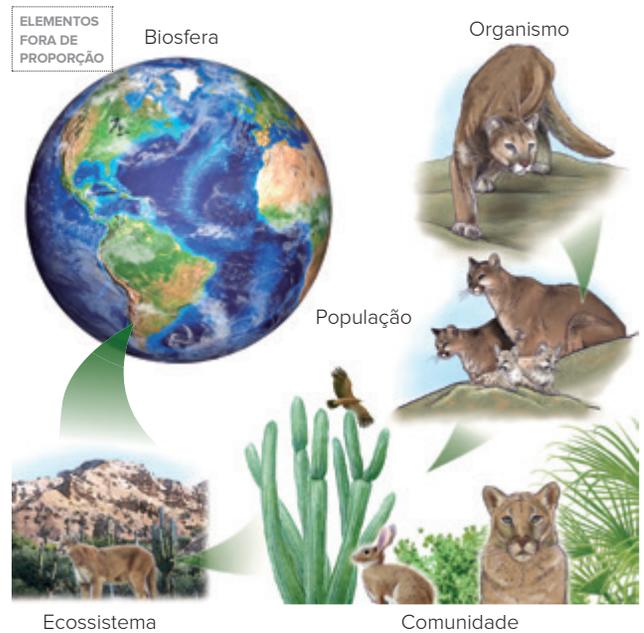
- **Ecologia:** área da Biologia que estuda as relações dos seres vivos entre si e com o ambiente em que vivem.
- **Biodiversidade:** representa a diversidade biológica de determinada região ou de um grupo de seres vivos, seja no nível genético, de espécies ou de ecossistemas.
- **Hotspot:** ecossistema prioritário para a conservação da biodiversidade mundial.
- **Hábitat:** local que determinada espécie ocupa no ambiente (ex.: micos-leões-dourados vivem na Mata Atlântica do Rio de Janeiro).
- **Nicho ecológico:** conjunto de condições necessárias para a sobrevivência de uma espécie, bem como das relações que uma espécie mantém com outras espécies e com o meio onde vive (ex.: micos-leões-dourados são diurnos e onívoros).



Principais aspectos relacionados ao nicho ecológico de uma espécie.

## Níveis de organização dos seres vivos

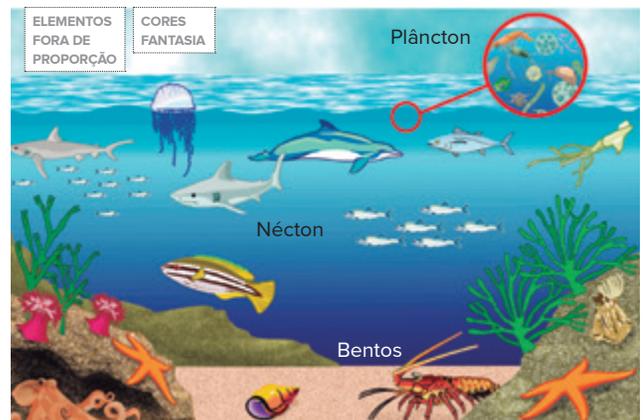
- **Organismo:** ser vivo formado por uma célula ou por um conjunto de células, tecidos, órgãos e sistemas.
- **População:** conjunto de organismos da mesma espécie que vivem na mesma área ao mesmo tempo.
- **Comunidade:** conjunto formado por diferentes populações. Também conhecida como biocenose ou biota.
- **Ecossistema:** constituído de fatores abióticos e bióticos de um ambiente que interagem entre si por meio do fluxo da matéria e da energia.
- **Biosfera:** conjunto de todos os ecossistemas.



Principais níveis de organização dos seres vivos estudados pela Ecologia.

## Ecossistemas marinhos

- **Plâncton:** seres vivos flutuantes que vivem na superfície do ambiente aquático e que são carregados passivamente na água, arrastados pelas ondas e correntes marinhas.
  - Fitoplâncton: organismos autótrofos, como cianobactérias e algas.
  - Zooplâncton: consumidores primários, como protozoários, microcrustáceos e larvas de diversos animais.
- **Nécton:** organismos com deslocamento ativo na água e que não dependem das forças das ondas ou das correntezas para se deslocar (ex.: peixes, tartarugas e golfinhos).
- **Bentos:** organismos que vivem no fundo do mar, sésseis ou errantes (ex.: esponjas-do-mar, algas, corais, anelídeos tubícolas, moluscos e equinodermos).



Representação esquemática dos organismos aquáticos de acordo com o ambiente em que vivem e com o grau de locomoção.

## Exercícios de sala

1. **FCMMG 2022** Analise a imagem abaixo.

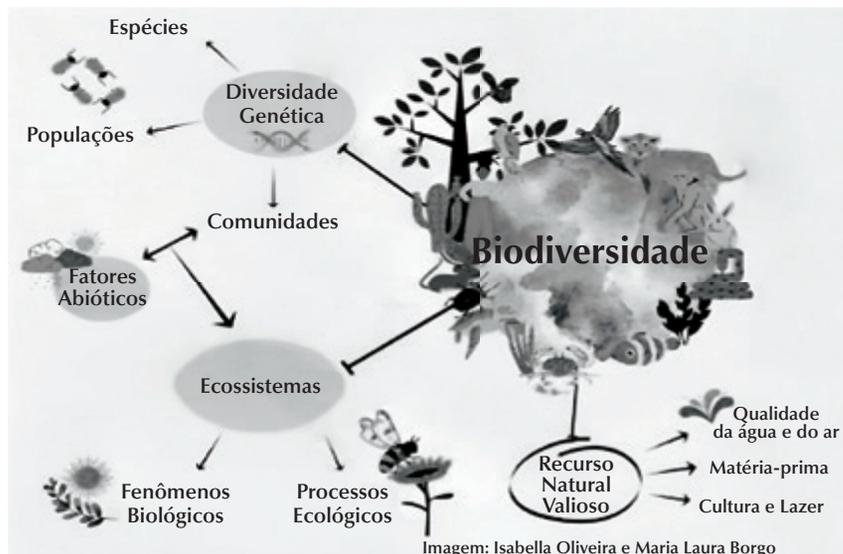


Imagem: Isabella Oliveira e Maria Laura Borgo  
(Disponível em <https://mandalaciencia.com.br/>. Acesso em 20/10/2021. Adaptado.)

É CORRETO afirmar que a diversidade genética:

- a) aumenta a riqueza de espécies dentro da população.
- b) favorece os indivíduos da espécie que forma a comunidade.
- c) independe da ação dos fatores abióticos que afetam o ecossistema.
- d) é um dos fatores preponderantes para inter-relação em um ecossistema.

2. **Enem PPL 2020** Galha-do-cerrado (*Cyanocorax cristatellus*) é uma espécie de ave que tem um característico topete frontal alongado, plumagem azul-escura, parte posterior do pescoço e garganta pretos, barriga e ponta da cauda brancas. Alcança até 35 centímetros de comprimento. A espécie é onívora e sua ampla dieta inclui frutos, insetos, sementes, pequenos répteis e ovos de outras espécies de aves.

SICK, H. *Ornitologia brasileira*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997 (adaptado).

Além das características morfológicas do animal, a descrição da galha-do-cerrado diz respeito a seu

- a) hábitat.
- b) ecótopo.
- c) nível trófico.
- d) nicho ecológico.
- e) ecossistema.

3. **FMABC-SP 2021** As definições conceituais dos termos utilizados no estudo da ecologia têm como objetivo descrever processos naturais com a maior exatidão possível. Dessa forma, o conceito ecológico de
- a) ecossistema representa todos os fatores abióticos de um ambiente, desconsiderando os fatores bióticos.
  - b) comunidade representa um conjunto de todos os seres de uma mesma espécie, habitando o mesmo local ao mesmo tempo.
  - c) comunidade representa todas as inter-relações entre os fatores bióticos e abióticos presentes em um ambiente.
  - d) ecossistema representa todos os fatores bióticos de um ambiente, independentemente de suas inter-relações.
  - e) comunidade representa todas as populações de um ambiente, desconsiderando os fatores abióticos.

## Guia de estudos

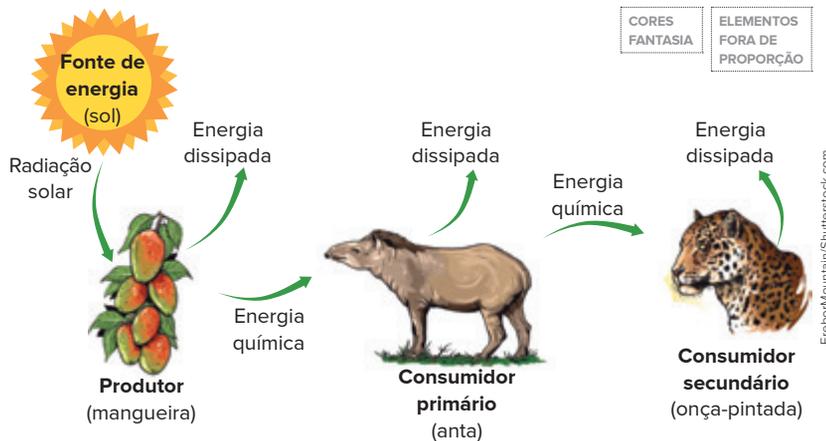
### Biologia • Livro 1 • Capítulo 4

- I. Leia as páginas de **174 a 176**.
- II. Faça os exercícios **1 e 2** da seção “Revisando”.
- III. Faça os exercícios propostos **1, 3, 4 e 7**.
- IV. Faça os exercícios complementares **1, 2, 6 e 9**.

# Energia nos ecossistemas

## Fluxo de energia nos ecossistemas

- A **radiação solar** é a fonte primária de energia.
- Conversão da energia luminosa em energia química, por meio da fotossíntese.
- Parte da energia é dissipada na forma de calor: a energia dissipada não pode ser reaproveitada.
- Outra parte é acumulada no organismo: a energia química é transferida de um organismo para outro nas cadeias alimentares.
- **Fluxo unidirecional**: segue apenas no sentido dos produtores para os consumidores subsequentes.



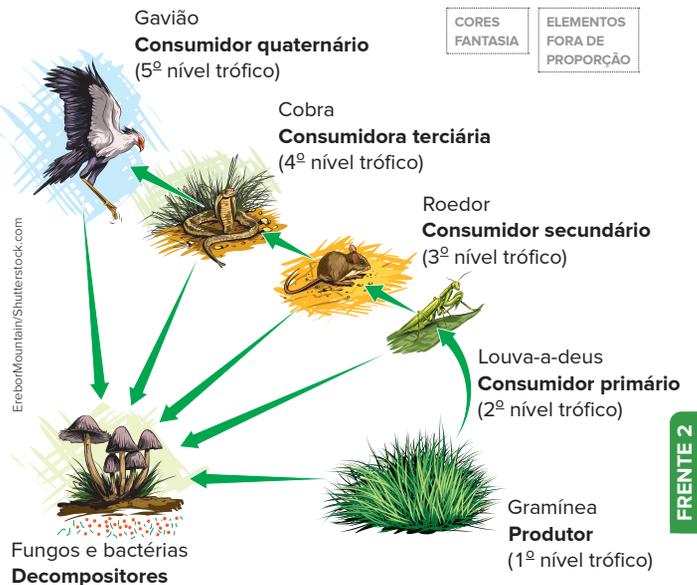
Representação esquemática do fluxo unidirecional de energia em uma cadeia alimentar.

## Níveis tróficos

- **Produtores**: são autótrofos (realizam fotossíntese ou quimiossíntese) e ocupam o 1º nível trófico (ex.: algumas bactérias, algas e plantas).
- **Consumidores**: são heterótrofos (alimentam-se de outros seres vivos).
  - Herbívoros: animais que se alimentam de plantas (ex.: coalas).
  - Carnívoros: animais que se alimentam de carne, ou seja, tecidos de outros animais (ex.: tigres).
  - Onívoros: animais que se alimentam de plantas e de outros animais (ex.: chimpanzés).
  - Detritívoros: animais que se alimentam de organismos mortos ou restos de matéria orgânica em decomposição (ex.: minhocas).
  - Hematófagos: animais que se alimentam de sangue (ex.: sanguessugas).
- **Decompositores**: são heterótrofos (alimentam-se de matéria orgânica morta) e realizam a ciclagem da matéria (ex.: bactérias e fungos).

## Cadeias alimentares

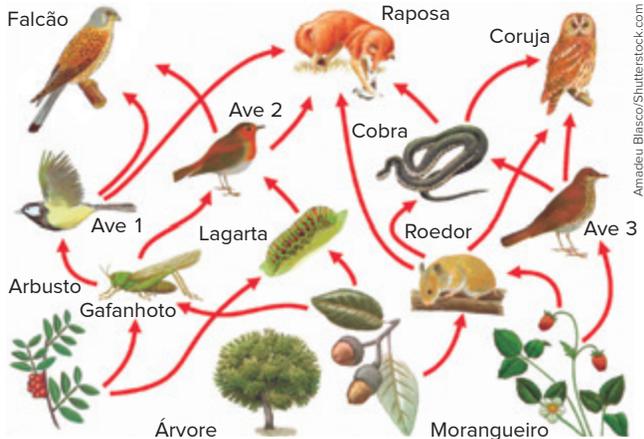
- Sequência linear de seres vivos em que um organismo serve de alimento para o organismo seguinte.
- Cada organismo ocupa apenas um nível trófico.



Representação esquemática de uma cadeia alimentar terrestre, com a classificação dos organismos que participam dela de acordo com o nível trófico que ocupam.

## Teias alimentares

- Conjunto de cadeias alimentares interconectadas em um ecossistema.
- Um organismo pode ocupar mais de um nível trófico.



Representação esquemática de uma teia alimentar terrestre. De acordo com o nível trófico, os organismos dessa teia são classificados da seguinte maneira: árvore, arbusto e morangueiro são produtores; gafanhoto, roedor, lagarta e ave 3 são consumidores de 1ª ordem; ave 1, ave 2 e cobra são consumidores de 2ª ordem; raposa e coruja são consumidores de 2ª e 3ª ordens; falcão é consumidor de 3ª ordem.

## Produtividade nos ecossistemas

- Produtividade: quantidade de matéria orgânica ou de energia produzida por um organismo em determinada área e intervalo de tempo.
  - Produtividade primária: realizada pelos produtores.

$$PPL = PPB - R$$

**PPL** = produtividade primária líquida (biomassa acumulada)

**PPB** = produtividade primária bruta (biomassa produzida)

**R** = respiração celular (biomassa consumida)

## Pirâmides ecológicas

- Diagramas que representam os componentes de uma cadeia alimentar.
- Os níveis tróficos são indicados por retângulos sobrepostos, dos quais o retângulo da base indica os produtores.

### Pirâmide de número

- Indica a **quantidade de organismos** em cada nível trófico.
- Pode ser invertida (ex.: cadeias alimentares em florestas, com árvores como produtoras).



Pirâmide de número não invertida.



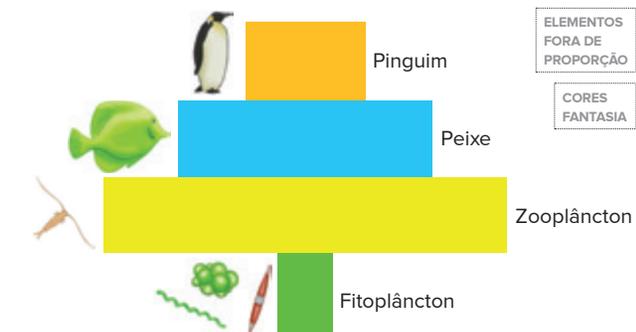
Pirâmide de número invertida.

### Pirâmide de biomassa

- Indica a **quantidade de matéria orgânica** (biomassa) em cada nível trófico.
  - Considera-se o peso seco de cada nível trófico, já que a porcentagem de água varia no corpo dos diferentes seres vivos.
- Pode ser invertida, em casos de cadeias alimentares no ambiente aquático.



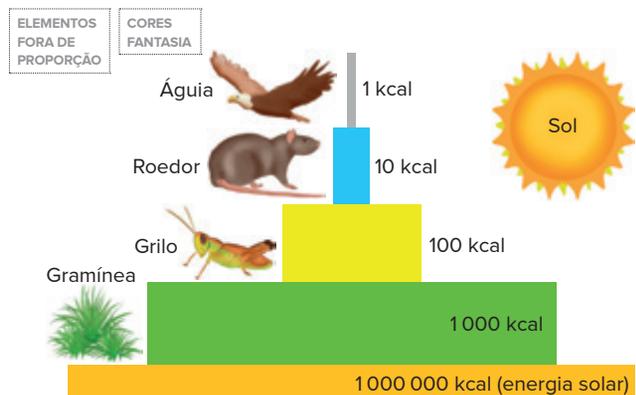
Pirâmide de biomassa de uma cadeia alimentar terrestre.



Pirâmide de biomassa de uma cadeia alimentar aquática.

### Pirâmide de energia

- Indica a **quantidade de energia** química em cada nível trófico.
- A energia diminui progressivamente nos níveis tróficos.
- Não pode ser invertida.



Pirâmide de energia de uma cadeia alimentar terrestre.

## Exercícios de sala

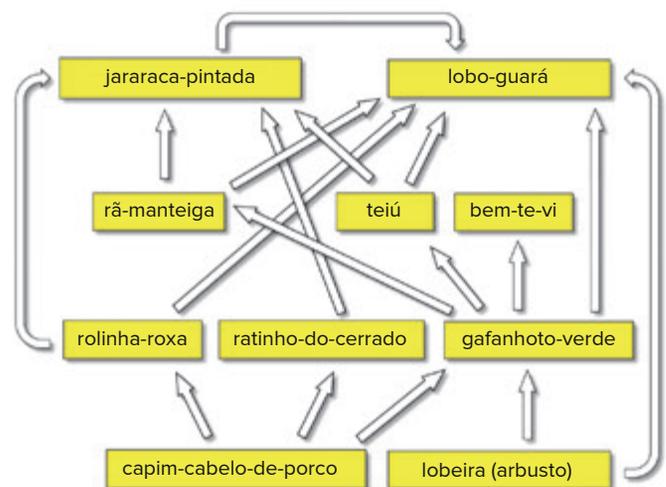
- 1. UFJF/Pism-MG 2022** Um município da Zona da Mata de Minas Gerais possui 2 lagos próximos: o lago Feijão com 3 níveis tróficos (algas, zooplâncton e peixes planctívoros) e o lago Manacá com 4 níveis tróficos (algas, zooplâncton, peixes planctívoros e peixes carnívoros). Com base nessas informações, é CORRETO afirmar que:
- O lago Feijão tem maior energia contida no nível trófico de peixes planctívoros do que no nível trófico de peixes carnívoros do lago Manacá.
  - O lago Manacá tem maior energia contida no nível trófico de peixes carnívoros do que nível trófico de peixes planctívoros do lago Feijão.
  - Toda a energia fixada pelas algas é aproveitada pelo zooplâncton do lago Manacá.
  - Os lagos Feijão e Manacá apresentam a mesma biomassa de peixes no topo da cadeia, planctívoros e carnívoros respectivamente.
  - A perda de energia entre as algas e o zooplâncton é maior no lago Manacá.
- 2. Fuvest-SP 2019** Nas margens de um rio, verifica-se a seguinte cadeia trófica: o capim ali presente servia de alimento para gafanhotos, que, por sua vez, eram predados por passarinhos, cuja espécie só ocorria naquele ambiente e tinha exclusivamente os gafanhotos como alimento; tais passarinhos eram predados por gaviões da região. A lama tóxica vazou de uma empresa mineradora e matou quase totalmente todo capim ali existente. É correto afirmar que, em seguida, o consumidor secundário
- Teve sua população reduzida como consequência direta do aumento da biomassa do primeiro nível trófico da cadeia.
  - Teve sua população reduzida como consequência indireta da diminuição da biomassa no primeiro nível trófico da cadeia.
  - Não teve sua população afetada, pois o efeito da lama tóxica se deu sobre o primeiro nível trófico da cadeia e não sobre o segundo.
  - Não teve sua população afetada, pois a lama tóxica não teve efeito direto sobre ele, mas sim sobre um nível trófico inferior.
  - Teve sua população aumentada como consequência direta do aumento da biomassa no segundo nível trófico da cadeia.
- 3. Famerp-SP 2022** Um desequilíbrio está levando ao colapso a população de palmeira juçara (*Euterpe edulis*) numa reserva da Mata Atlântica. O que acontece é que animais, como harpias, gaviões, onças e jaguatiricas, que normalmente comeriam primatas, praticamente desapareceram da região. Esse desaparecimento tem sido vantajoso para a população de macacos-pregos-pretos (*Sapajus nigritus*) da reserva. A densidade populacional desses macacos atualmente é de 66,2 indivíduos por km<sup>2</sup> mais de quatro vezes o que se vê em outros lugares dessa mesma região. Pesquisadores examinaram a relação entre

os primatas e a diminuição das palmeiras e viram que os macacos-pregos-pretos são fâs ardorosos do palmito juçara e que as palmeiras morrem quando são atacadas por eles.

Reinaldo José Lopes. "Macacos, palmitos e dominós".  
Folha de S. Paulo, 15.11.2020. Adaptado.

- Represente uma cadeia alimentar com três níveis tróficos composta pelos organismos citados no texto da qual o macaco-prego-preto faça parte. Qual nível trófico o macaco-prego-preto ocupa nessa cadeia?
- 
- 
- 
- 
- Cite um fator biótico que influencia a densidade populacional. Explique se, nas condições citadas, a densidade de macacos-pregos-pretos na reserva da Mata Atlântica poderá aumentar indefinidamente.
- 
- 
- 
- 

- 4. Fuvest-SP 2020** Em um cerrado campestre bem preservado, ocorre a teia trófica representada no esquema.



- Cite uma espécie dessa teia alimentar que ocupa mais de um nível trófico, especificando quais são eles.

---



---



---



---

b) Cite cinco espécies de uma cadeia alimentar que faça parte dessa teia. Desenhe um esquema da pirâmide de energia desse ambiente.

c) Com relação à dinâmica dessa teia alimentar, descreva o efeito indireto da extinção local do bem-te-vi sobre a população do predador de topo dessa teia (ou seja, aquele que preda sem ser predado por nenhum outro componente da teia). Caso o capim-cabelo-de-porco venha a sofrer uma grande queda em sua biomassa, qual interação biológica seria esperada entre os consumidores primários que se alimentam desse recurso?

---



---



---



---



---

5. **UPE/SSA 2022** O homem pode ocupar diferentes níveis tróficos, dependendo da cadeia alimentar de que participa. Em ambientes agroecológicos, a produção de alimento também pode ser representada por uma cadeia alimentar. Quanto à classificação dos níveis básicos aos quais pertencem os organismos, observe as três cadeias abaixo:

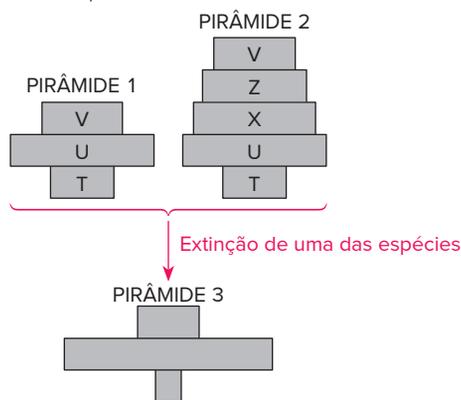
Assinale a alternativa CORRETA.

- A Tronco morto → Fungo → Homem
- B Detritos de folhas → Minhocas → Galinha → Homem
- C Pasto → Gado → Homem

- a) A se inicia pelos produtores, e homem é consumidor terciário. Em B, minhoca é consumidor primário, e homem, consumidor secundário. C se inicia pelos produtores, e gado é consumidor secundário.
- b) Em A, fungo é consumidor primário, e homem, consumidor secundário. Em B, o primeiro nível começa com detritos, e homem é consumidor terciário. Em C, gado é consumidor primário, e homem, consumidor secundário.
- c) A se inicia pelos decompositores, e fungo é produtor primário. B se inicia por decompositores, e galinha é produtor secundário. Em C, pasto é produtor primário, e gado, produtor secundário.

- d) Em A, fungo é produtor, e homem, consumidor primário. B se inicia pela cadeia detritívora, e minhoca é consumidor primário. Em C, pasto é produtor primário, e gado, produtor secundário.
- e) Em A, tronco morto é o primeiro nível trófico, e minhoca, é decompositora. Em B, detritos de folhas são decompositores, e homem, consumidor terciário. Em C, gado é consumidor primário, e homem, consumidor terciário.

6. **Facisb-SP 2021** As pirâmides ecológicas de número, indicadas por 1 e 2, referem-se a cadeias alimentares que integram uma mesma teia alimentar composta pelas espécies T, U, V, X e Z. A ação antrópica promoveu a extinção de uma das espécies dessa teia alimentar, o que reconfigurou o número de indivíduos das populações e reduziu a teia alimentar a uma única cadeia alimentar representada pela pirâmide de número indicada por 3, na qual as espécies não foram relacionadas.



A ação antrópica promoveu a extinção da espécie

- a) X.  
b) T.  
c) U.  
d) V.  
e) Z.

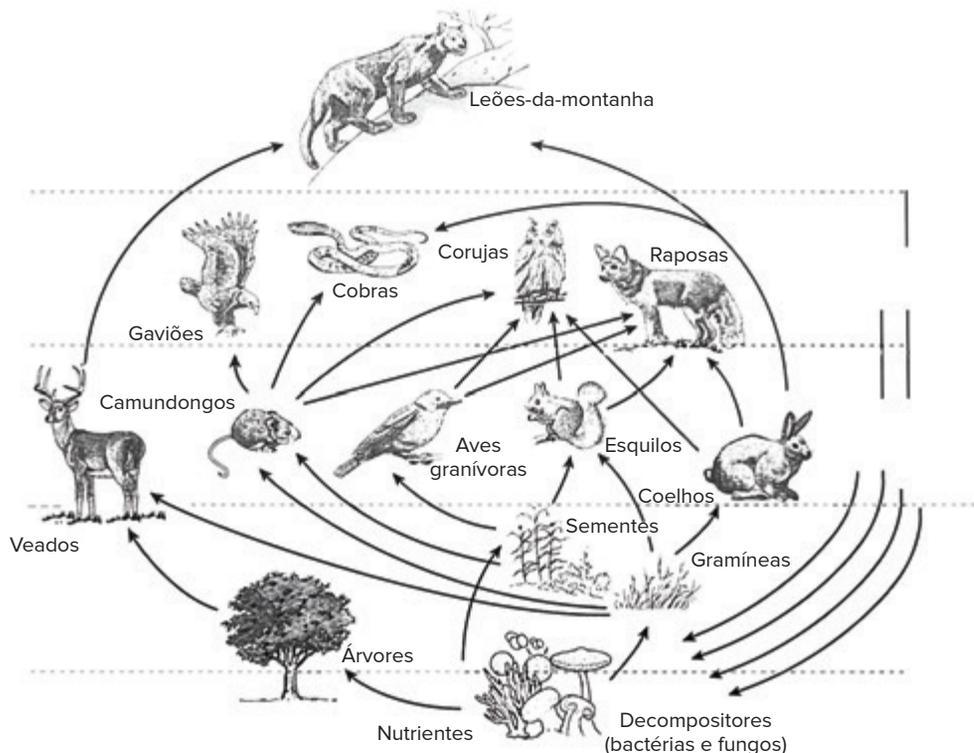
7. **UFRGS 2020** Considere as seguintes afirmações sobre pirâmides ecológicas.

- I. A produtividade secundária líquida representa, na pirâmide de energia, a matéria orgânica acumulada pelos autótrofos em um período de tempo.
- II. A pirâmide de biomassa é invertida nos oceanos, pois o fitoplâncton tem alta taxa de reprodução e é rapidamente consumido pelo zooplâncton.
- III. A pirâmide de energia representa as transformações e o fluxo unidirecional de energia nos ecossistemas.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I.  
b) Apenas II.  
c) Apenas III.  
d) Apenas II e III.  
e) I, II e III.

8. **FMP-RJ 2021** A figura abaixo representa uma teia alimentar de um ambiente terrestre.

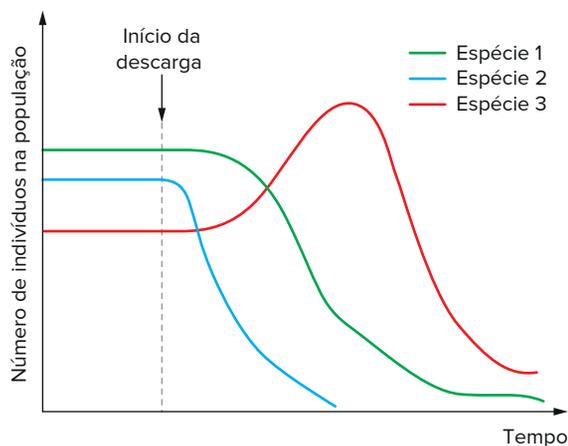


ODUM, Eugene P.; BARRET, Gary W. *Fundamentos da Ecologia*. Pegasus Sistemas e soluções, São Paulo: Cengage Learning, 2014.

Na teia alimentar apresentada, são consumidores primários os seguintes seres vivos:

- a) gaviões, cobras e raposas
- b) gramíneas, árvores e sementes
- c) leões da montanha, cobras e camundongos
- d) camundongos, corujas e raposas
- e) aves granívoras, esquilos e coelhos

9. **FMABC-SP 2020** As espécies 1, 2 e 3 compõem a mesma cadeia alimentar em um lago que recebeu uma descarga de resíduos químicos industriais. Esses resíduos provocaram a mortandade da única espécie herbívora dessa cadeia alimentar e, conseqüentemente, o desequilíbrio populacional. O gráfico a seguir mostra a variação do número de indivíduos em cada população a partir do início dessa descarga no lago.



Nessa cadeia alimentar, as espécies 1, 2 e 3 ocupam, respectivamente, os seguintes níveis tróficos:

- a) consumidor secundário, produtor e consumidor primário.
- b) produtor, consumidor primário e consumidor secundário.
- c) consumidor secundário, consumidor primário e produtor.
- d) consumidor primário, consumidor secundário e produtor.
- e) produtor, consumidor secundário e consumidor primário.

## Guia de estudos

### Biologia • Livro 1 • Frente 2 • Capítulo 4

- I. Leia as páginas de **176 a 180**.
- II. Faça os exercícios **5 e 6** da seção "Revisando".
- III. Faça os exercícios propostos de **10 a 19** e de **22 a 27**.
- IV. Faça os exercícios complementares de **13 a 24**.

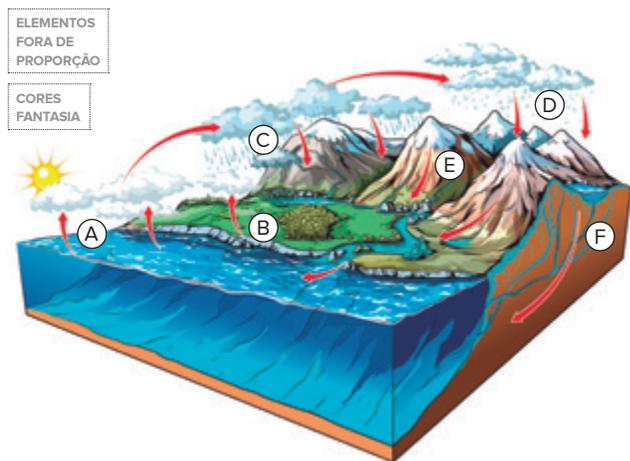
# Matéria nos ecossistemas

## Conceitos fundamentais

- **Ciclo biogeoquímico:** padrão de movimento de um elemento químico através dos seres vivos e de componentes abióticos dos ecossistemas.
- **Fluxo cíclico:** os elementos químicos podem ser reutilizados pelos seres vivos.

## Ciclo da água

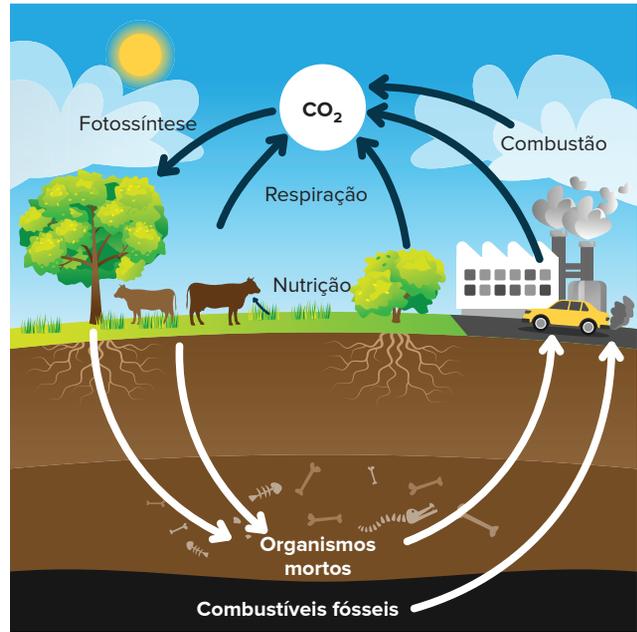
- **Ciclo curto ou pequeno:** sem a participação de seres vivos.
- **Ciclo longo ou grande:** com a participação de seres vivos.



Representação esquemática do ciclo biogeoquímico da água. (A) Evaporação. (B) Transpiração vegetal. (C) Precipitação na forma de chuva. (D) Precipitação na forma de neve. (E) Derretimento das geleiras e escoamento superficial. (F) Percolação.

## Ciclo do carbono

- **Fixação de carbono:** retirada de carbono da atmosfera por seres vivos; ocorre por meio da fotossíntese e da quimiossíntese.
- **Liberação de carbono:** os processos que liberam carbono na atmosfera são a respiração celular, a fermentação, a decomposição e a combustão.
  - **Combustíveis fósseis:** derivados de biomassa de organismos mortos e soterrados há milhares ou milhões de anos (ex.: carvão mineral e petróleo).
  - **Biocombustíveis:** derivados de biomassa de organismos atuais (ex.: etanol e biodiesel).
  - O aumento da concentração de gás carbônico na atmosfera está relacionado à intensificação do efeito estufa e ao aquecimento global.



Representação esquemática dos principais processos envolvidos no ciclo biogeoquímico do carbono.

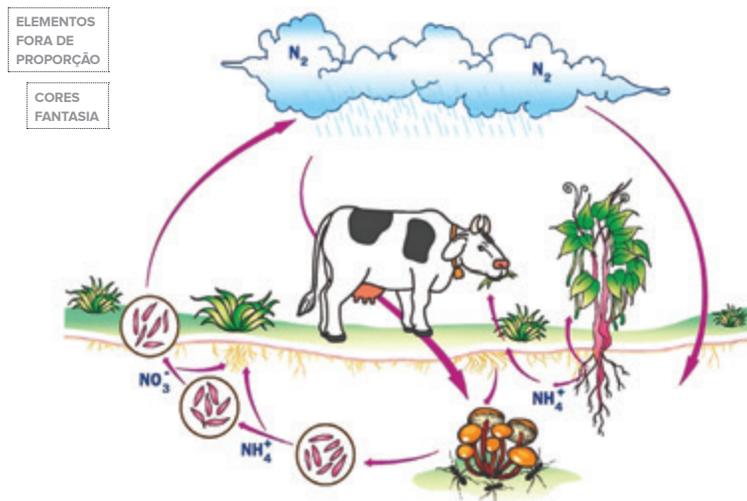
## Ciclo do nitrogênio

Na atmosfera, o nitrogênio está presente sob a forma de gás ( $N_2$ ), e nos seres vivos, em moléculas orgânicas, como proteínas e ácidos nucleicos (DNA e RNA).

- **Fixação biológica:** produção de amônio ( $NH_4^+$ ) a partir de gás nitrogênio ( $N_2$ ).
  - Realizada por bactérias livres no solo e na água e por rizóbios, bactérias que vivem nas raízes de plantas leguminosas (mutualismo).
  - Adubação verde: plantio de leguminosas para aumentar a fertilidade do solo.
- **Amonificação:** produção de amônio ( $NH_4^+$ ) a partir de moléculas orgânicas em decomposição.
  - Realizada por bactérias e fungos decompositores.
- **Nitrificação:** produção de nitrato ( $NO_3^-$ ) a partir de amônio ( $NH_4^+$ ). Ocorre em duas etapas distintas:
  - **Nitrosação:** produção de nitrito ( $NO_2^-$ ) a partir de amônio ( $NH_4^+$ ), realizada por bactérias nitrosas do gênero *Nitrosomonas*.
  - **Nitratação:** produção de nitrato ( $NO_3^-$ ) a partir de nitrito ( $NO_2^-$ ), realizada por bactérias nítricas do gênero *Nitrobacter*.
- **Desnitrificação:** produção de gás nitrogênio ( $N_2$ ) a partir de nitrato ( $NO_3^-$ ).
  - Realizada por bactérias anaeróbicas desnitrificantes.



4. **UFRGS 2019** Em relação ao ciclo do nitrogênio nos ecossistemas, é correto afirmar que
- a biofixação ocorre tipicamente pela associação de fungos com plantas leguminosas.
  - o processo denominado nitrificação refere-se à transformação da amônia em nitrato.
  - o nitrogênio, em répteis, além da decomposição, é eliminado pela excreção de amônia.
  - os nitritos são solúveis em água e facilmente absorvidos pelas raízes das plantas.
  - as bactérias do gênero *Rhizobium* são responsáveis pelo processo de desnitrificação no solo.
5. **Uema 2020** O nitrogênio é um elemento químico fundamental para o ser vivo, pois entra na constituição das proteínas e dos ácidos nucleicos. Apesar de 78% da atmosfera ser constituída por nitrogênio, a maioria dos seres vivos não pode utilizar diretamente essa imensa reserva porque o nitrogênio do ar encontra-se na forma de  $N_2$ , com pouca tendência a reagir com outros elementos. Analise o ciclo a seguir.



LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando. Biologia. V. 3. São Paulo: Ática, 2014.

Durante as etapas do ciclo do nitrogênio ocorre

- a fixação dos nitratos feita por fungos que utilizam o nitrogênio atmosférico, fazendo-o reagir com o hidrogênio, produzindo amônia.
  - a decomposição das proteínas, ácidos nucleicos e resíduos nitrogenados presentes em cadáveres e excretas conhecida como nitrificação.
  - a oxidação de grande parte da amônia não absorvida pelas plantas, sendo convertida em nitrato pelas cianobactérias quimiossintéticas.
  - a nitratação sendo caracterizada pela transformação dos nitratos que são liberados no solo e oxidados, originando os nitritos.
  - a transformação do gás nitrogênio em outras substâncias, como amônia e nitrato, conhecida como processo de fixação.
6. **FMABC-SP 2022** A fixação do nitrogênio é essencial para que esse elemento químico entre na cadeia alimentar e passe a constituir os aminoácidos e os nucleotídeos, unidades presentes, respectivamente, nas proteínas e nos ácidos nucleicos, moléculas orgânicas indispensáveis na composição dos seres vivos. A fixação do elemento químico nitrogênio no solo, no entanto, depende
- do metabolismo de organismos procariotos mutualísticos com certas angiospermas.
  - da decomposição das proteínas e ácidos nucleicos em amônia e ureia.
  - da variação na porcentagem de gás nitrogênio existente na atmosfera.
  - da assimilação direta do gás nitrogênio pelas folhas de vegetais fixadores.
  - da absorção direta de aminoácidos e nucleotídeos pelas raízes de algumas plantas.

## Guia de estudos

### Biologia • Livro 1 • Frente 2 • Capítulo 4

- Leia as páginas de **180 a 184**.
- Faça os exercícios **7, 8 e 10** da seção "Revisando".
- Faça os exercícios propostos **28, 29, 31, 35, 36** e de **38 a 41**.
- Faça os exercícios complementares de **31 a 38**.

# Dinâmica populacional

## Crescimento das populações

- **População:** conjunto de organismos de uma mesma espécie que habitam determinada área ao mesmo tempo.
- **Densidade populacional:** relação entre o número de organismos e o espaço (área ou volume) ocupado por eles.

$$D = \frac{N}{A}$$

D = densidade populacional  
 N = número de organismos da população  
 A = área ou volume ocupado por eles

- O tamanho de uma população é regulado por fatores como: natalidade, mortalidade, imigração e emigração.

ELEMENTOS FORA DE PROPORÇÃO

CORES FANTASIA



Representação esquemática dos fatores que afetam o crescimento populacional. Natalidade e imigração aumentam o tamanho populacional, enquanto mortalidade e emigração diminuem.

- Cálculo do número de organismos de uma população em determinado momento:

$$P_1 = P_0 + (N + I) - (M + E)$$

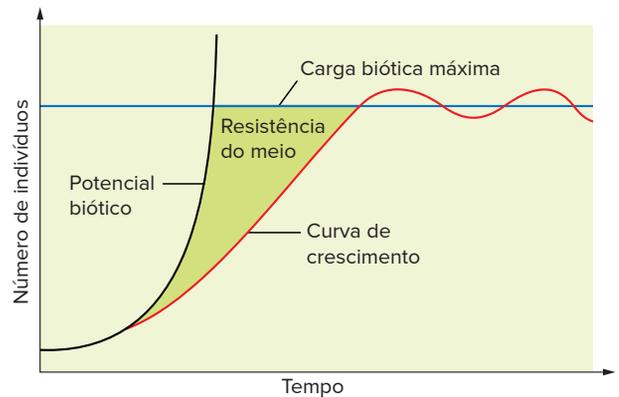
$P_1$  = número de organismos no tempo 1  
 $P_0$  = número de organismos no tempo 0  
 N = número de nascimentos entre os tempos 0 e 1  
 M = número de mortes entre os tempos 0 e 1  
 I = número de imigrantes entre os tempos 0 e 1  
 E = número de emigrantes entre os tempos 0 e 1

- quando  $N + I = M + E$ , a população está em equilíbrio;
- quando  $N + I > M + E$ , a população está em crescimento;
- quando  $N + I < M + E$ , a população está em declínio.

## Curvas de crescimento

- **Potencial biótico:** capacidade de crescimento máximo de uma população em condições ideais, quando o ambiente é propício à sobrevivência e à reprodução da espécie.
- **Carga biótica máxima (K):** o número máximo de organismos de uma população que um determinado ecossistema consegue suportar.
- **Resistência ambiental:** conjunto de fatores que limitam o crescimento populacional (ex.: clima, território, alimento, resíduos tóxicos, competição, predatismo, parasitismo e fatores fisiológicos).

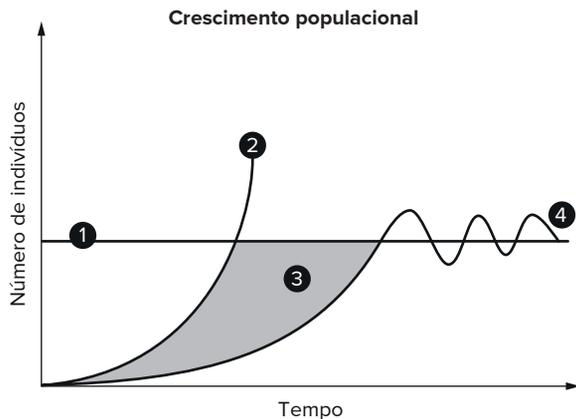
## Relação entre potencial biótico, resistência ambiental e curva de crescimento populacional



No gráfico apresentado, é possível observar que a diferença entre o potencial biótico e a curva de crescimento é a resistência ambiental, que determina a carga biótica máxima da população para o ambiente.

## Exercícios de sala

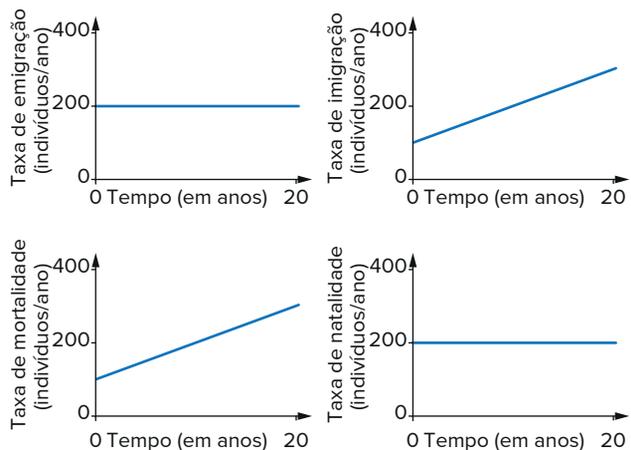
1. **Unitau-SP 2019** Sob condições ideais, uma população que não sofre mortalidade ou restrição à sobrevivência de seus indivíduos deve crescer indefinidamente, o que se conhece como Potencial Biótico. Entretanto, em condições reais, na natureza, todas as populações estão sujeitas à pressão de uma série de fatores, tanto bióticos quanto abióticos, que devem limitar o seu crescimento, a chamada Resistência do Meio. Já em um ambiente de condições favoráveis, a população experimenta um padrão bem definido de crescimento, o Crescimento Real, que representa o tamanho populacional que o ambiente pode suportar, também chamado de Capacidade de Suporte. Observe, com atenção, o gráfico de crescimento de uma população fictícia, desde seus estágios iniciais de crescimento até o alcance de seu tamanho máximo.



Assinale a alternativa que nomeia CORRETAMENTE os elementos do gráfico que representam os conceitos ecológicos do crescimento populacional.

- (1) capacidade de suporte; (2) crescimento real; (3) resistência do meio; (4) potencial biótico.
- (1) resistência do meio; (2) potencial biótico; (3) capacidade de suporte; (4) crescimento real.
- (1) capacidade de suporte; (2) potencial biótico; (3) resistência do meio; (4) crescimento real.
- (1) capacidade de suporte; (2) resistência do meio; (3) potencial biótico; (4) crescimento real.
- (1) crescimento real; (2) potencial biótico; (3) resistência do meio; (4) capacidade de suporte.

2. **Facisb-SP 2022** Uma pequena população de plantas estabeleceu-se em um novo ambiente natural a partir da dispersão de sementes por roedores. Um aumento mais acelerado do número de indivíduos nessa população dependerá, teoricamente, do quanto
- o crescimento real se mantiver reduzido.
  - a capacidade biótica máxima for reduzida.
  - o potencial biótico for superado.
  - o potencial biótico interferir sobre a capacidade biótica máxima.
  - a resistência do meio interferir sobre o potencial biótico.
3. **Fuvest-SP 2021** Os gráficos mostram a variação nas taxas de emigração, imigração, mortalidade e natalidade de uma dada população de mamíferos ao longo de 20 anos.



Com base nesses gráficos, o tamanho dessa população deve

- diminuir nos 5 primeiros anos e manter-se constante no restante do período considerado.
- manter-se constante nos 5 primeiros anos e diminuir no restante do período considerado.
- diminuir continuamente ao longo do período considerado.
- manter-se constante ao longo do período considerado.
- aumentar nos 5 primeiros anos e diminuir no restante do período considerado.

## Guia de estudos

### Biologia • Livro 1 • Frente 2 • Capítulo 5

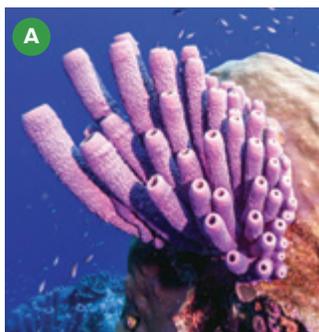
- Leia as páginas de **210 a 212**.
- Faça os exercícios de **1 a 3** da seção "Revisando".
- Faça os exercícios propostos **1, 2 e 4**.
- Faça os exercícios complementares **1, 3, 4 e 7**.

# Relações ecológicas

## Principais relações ecológicas

		Relação ecológica	Exemplo
Relações intraespecíficas	Harmônicas	Colônia (+/+)	Corais
		Sociedade (+/+)	Abelhas
	Desarmônicas	Canibalismo (+/-)	Viúva-negra
		Competição (-/-)	Leões entre si
Relações interespecíficas	Harmônicas	Mutualismo (+/+)	Cupins e protozoários
		Comensalismo (+/0)	Rêmoras e tubarões
	Desarmônicas	Predatismo (+/-)	Onças e capivaras
		Parasitismo (+/-)	Carrapatos e bovinos
		Amensalismo (0/-)	Fungos e bactérias
		Competição (-/-)	Zebras e gnus

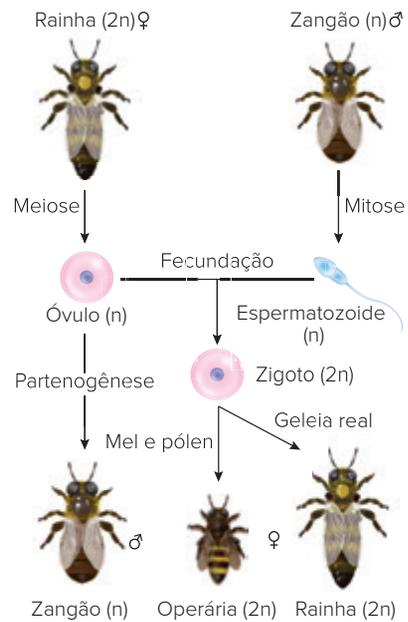
- **Colônia (1/1)**: relação ecológica intraespecífica harmônica na qual organismos da mesma espécie interagem de forma mutuamente vantajosa e permanecem fisicamente aderidos uns aos outros, pois ocorre uma ligação anatômica entre eles. Ex.: algas, esponjas e corais.



Exemplos de organismos que vivem em colônias: colônia isomorfa de esponjas (A, *Aphysina archeri*, até 1,5 m de altura) e caravela-portuguesa (B, *Physalia physalis*, pneumatóforo com até 30 cm de comprimento).



- **Sociedade (1/1)**: relação ecológica intraespecífica harmônica na qual os organismos interagem de forma mutuamente vantajosa e vivem juntos, porém sem que ocorra ligação anatômica entre eles. Ex.: abelhas, cupins e formigas.



Esquema do processo de formação das castas nas abelhas melíferas.

- **Canibalismo (1/2)**: relação ecológica intraespecífica desarmônica na qual um organismo se alimenta de outro da mesma espécie. Ex.: jacarés; aranhas (viúva-negra).



Jacaré-do-pantanal adulto (*Caiman yacare*, mede cerca de 3 m de comprimento) se alimentando de um indivíduo jovem.

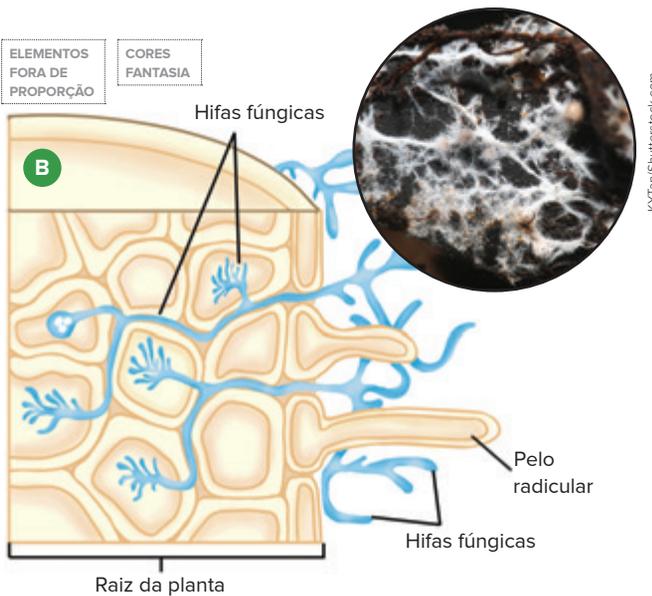
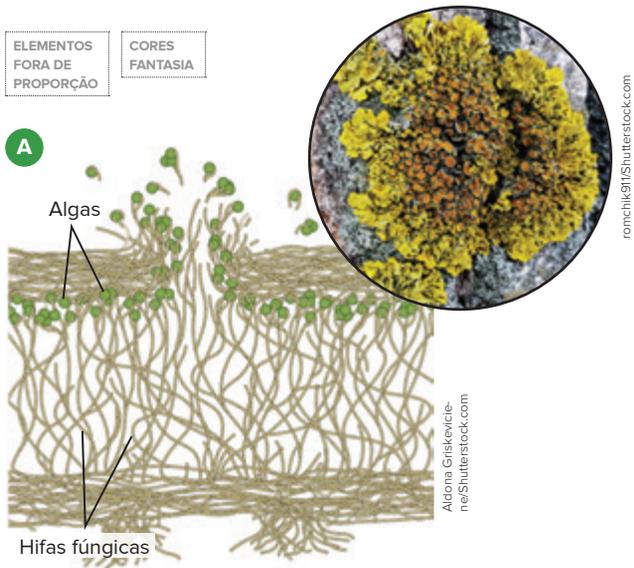
- **Competição intraespecífica (2/2)**: relação ecológica desarmônica na qual organismos da mesma espécie disputam por recursos, como água, alimento, território, luz e minerais, ou parceiros para reprodução. Ex.: machos de cabra da montanha entre si.



Dois machos de cabra da montanha (*Capra pyrenaica*, medem cerca de 1 m de comprimento) competindo entre si.

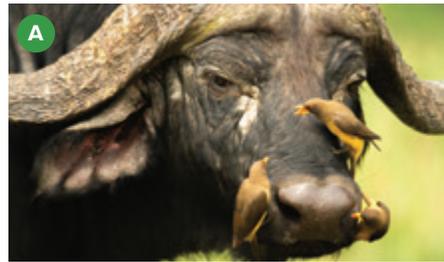
- **Mutualismo (1/1)**: relação ecológica interespecífica harmônica na qual as duas espécies envolvidas são beneficiadas.

- **Obrigatório**: ocorre interdependência entre as espécies envolvidas, o que impede a sobrevivência das duas ou de uma delas de forma separada. Ex.: líquens e micorrizas.



Exemplos de mutualismo obrigatório. (A) Representação de um emaranhado de hifas fúngicas em associação com algas. No detalhe, a foto de um líquen (cerca de 8 cm de diâmetro) sobre a casca de uma árvore. (B) Representação de hifas presas à raiz de uma planta e, no detalhe, a foto de hifas (fios brancos) presas a ramificações da raiz.

- **Facultativo (protocooperação)**: as duas espécies envolvidas são beneficiadas sem que ocorra dependência entre elas, ou seja, uma espécie consegue viver sem a outra. Ex.: pica-boi e búfalo; caranguejo-eremita e anêmona.



nwdpfi/Shutterstock.com



Helmut Corneli/AlamyFotoarena

Exemplos de mutualismo facultativo. (A) Pica-bois de bico amarelo (*Buphagus africanus*, medem cerca de 20 cm de altura) se alimentando de carrapatos de um búfalo (*Syncerus caffer*, mede cerca de 2,5 m de comprimento). (B) Caranguejo-eremita (*Dardanus calidus*, mede de 8 cm a 20 cm de largura) com uma anêmona (*Calliactis parasitica*) em sua concha.

### ! Atenção

O termo **simbiose** se refere às relações ecológicas em que organismos de espécies diferentes possuem associação direta e íntima, podendo ocorrer benefício, prejuízo ou até mesmo serem neutras para os organismos envolvidos. Nesse sentido, mais de um tipo de relação ecológica pode se enquadrar nessa definição, como o mutualismo, o parasitismo e o comensalismo.

- **Comensalismo (1/0)**: relação ecológica interespecífica harmônica na qual uma das espécies, denominada comensal, é beneficiada, enquanto para a outra espécie a relação é neutra. O principal tipo de recurso buscado pela espécie beneficiada é o alimento utilizado pela outra espécie. Ex.: abutres e leões; rêmoras e tubarões.



Keith 316/Shutterstock.com



Fiona Ayerst/Shutterstock.com

Exemplos de comensalismo. (A) Abutres esperando uma leoa (*Panthera leo*, mede cerca de 1,7 m de comprimento) abandonar a carcaça de uma girafa para se aproveitar dos restos alimentares. (B) Tubarão-de-cabeça-chata (*Carcharhinus leucas*, mede até 3,5 m de comprimento) e, ao seu redor, várias rêmoras (*Echeneis naucrates*, cerca de 75 cm de comprimento).

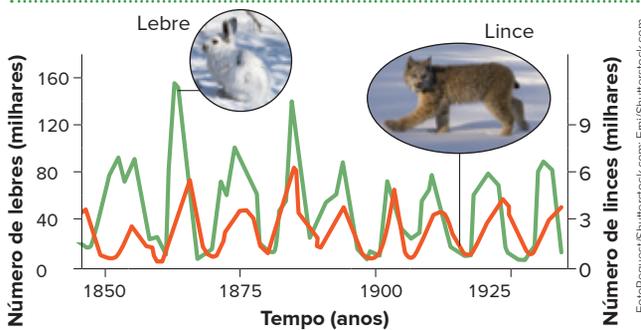
- **Inquilinismo (1/0):** relação ecológica interespecífica harmônica na qual uma das espécies, denominada inquilina, é beneficiada, enquanto para a outra espécie a relação é neutra. O principal tipo de recurso buscado pela espécie beneficiada é abrigo e moradia. Ex.: epífitas e árvores (neste caso, pode ser usado o termo **epifitismo**).



Muitas espécies de orquídeas são epífitas que crescem sobre troncos de árvore.

- **Predatismo (1/2):** relação ecológica interespecífica desarmônica na qual um organismo **predador** mata e se alimenta de uma **presa**, que pertence a outra espécie. Ex.: lince e lebre-americana.

### Ciclos populacionais de lebres e lincês



CAIN, M. L. et al. *Ecologia*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2018.

No gráfico, pode-se observar que a cada 10 anos as populações de lebres (presas) e de lincês (predadores) apresentam picos, seguidos de quedas no número de organismos. Assim, uma população é importante para o controle da outra.

- **Parasitismo (1/2):** relação ecológica interespecífica desarmônica na qual um **parasita** utiliza um **hospedeiro** como fonte de alimento e moradia. Ex.: carrapatos e lombrigas.



Carrapato, um ectoparasita (mede cerca de 1 mm de comprimento) na superfície da pele humana.

- **Amensalismo (0/2):** relação ecológica interespecífica desarmônica na qual uma espécie **inibidora** inibe o desenvolvimento de uma espécie **amensal**. Ex.: fungos e bactérias.

Alexander Fleming. In: Fleming A. On the Antibacterial Action of Cultures of a *Penicillium*, with Special Reference to their Use in the Isolation of *B. influenzae*. Br. J. Exp. Pathol. 1929 Jun;10(3):226-36.

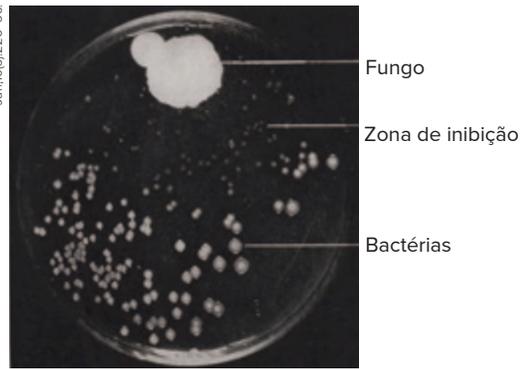
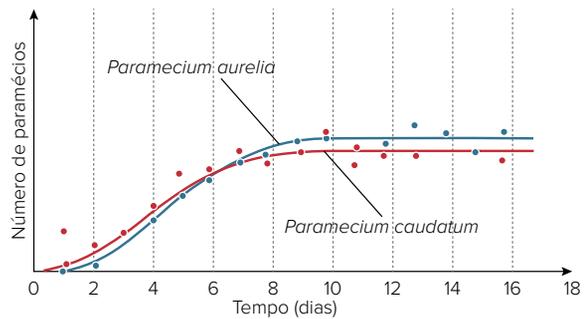


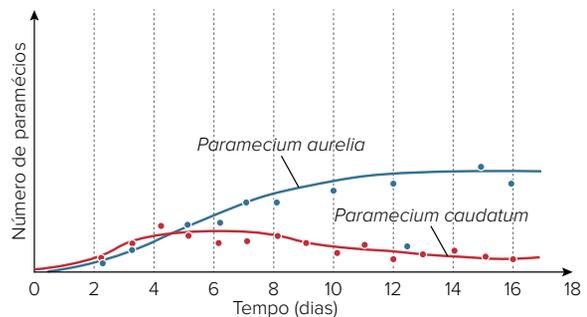
Imagem do artigo original, de 1929, em que Alexander Fleming descreve que, ao trabalhar com estafilococos, algumas placas de cultura foram contaminadas com bolor (*Penicillium* sp.). A partir desse descuido, ele observou que certas bactérias ao redor do bolor morriam, o que levou à descoberta da penicilina.

- **Competição interespecífica (2/2):** relação ecológica desarmônica na qual organismos de espécies diferentes são prejudicados ao competir por um recurso, limitando seu crescimento e sua sobrevivência. Ex.: paramécios de diferentes espécies no mesmo tubo de ensaio.
  - Princípio da exclusão competitiva: duas espécies que ocupam o mesmo hábitat e que apresentam o mesmo nicho ecológico não podem coexistir por muito tempo, pois a forte competição pelos mesmos recursos promoverá a exclusão de uma delas.

### Crescimento populacional de paramécios em diferentes tubos de ensaio



### Crescimento populacional de paramécios no mesmo tubo de ensaio



RICKLEFS, R. et al. *A economia da natureza*. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2021.

No primeiro gráfico, pode-se observar que, em tubos de ensaio separados, as populações de paramécio crescem até atingir a capacidade limite do ambiente. No segundo gráfico, observa-se que, quando as populações são colocadas no mesmo tubo de ensaio, ocorre a eliminação competitiva do *Paramecium caudatum*, indicando que as duas espécies têm o mesmo nicho ecológico.

## Exercícios de sala

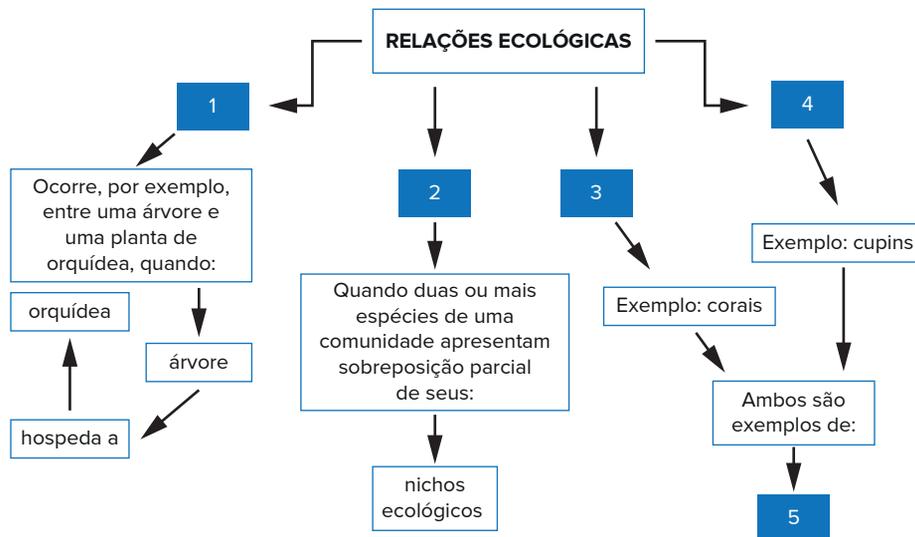
1. **Enem 2019** As cutias, pequenos roedores das zonas tropicais, transportam pela boca as sementes que caem das árvores, mas, em vez de comê-las, enterram-nas em outro lugar. Esse procedimento lhes permite salvar a maioria de suas sementes enterradas para as épocas mais secas, quando não há frutos maduros disponíveis. Cientistas descobriram que as cutias roubam as sementes enterradas por outras, e esse comportamento de “ladroagem” faz com que uma mesma semente possa ser enterrada dezenas de vezes.

Disponível em: <http://chc.cienciahoje.uol.com.br>. Acesso em: 30 jul. 2012.

Essa “ladroagem” está associada à relação de

- a) simfilia.  
b) predatismo.  
c) parasitismo.  
d) competição.  
e) comensalismo.

2. **UPF-RS 2021** No diagrama abaixo, a que tipos de relações ecológicas correspondem os números de 1 a 5, respectivamente?



- a) Inquilinismo, competição interespecífica, colônia, sociedade, cooperação intraespecífica.  
b) Parasitismo, competição intraespecífica, inquilinismo, colônia, sociedade.  
c) Epifitismo, predatismo, sociedade, colônia, competição intraespecífica.  
d) Simbiose, cooperação interespecífica, parasitismo, sociedade, inquilinismo.  
e) Mutualismo, sociedade, competição intraespecífica, sociedade, simbiose.
3. **Unicamp-SP 2021** Considere uma comunidade marinha que compreende muitos ancestrais dos filós de animais modernos. Considere ainda que uma adaptação proficiente foi introduzida em uma única espécie. O resultado da adaptação seria um rápido aumento tanto na abundância relativa da espécie quanto no espaço explorado por ela. As interações bióticas podem ser consideradas agentes de seleção, e a interação das comunidades de espécies em seus próprios ambientes seletivos é uma fonte de diversificação. O rápido aumento da espécie seria seguido por uma desaceleração da proliferação de novos tipos ecológicos. A tragédia dos comuns, quando os interesses ou ações de uma espécie são prejudiciais à comunidade como um todo, deve ser evitada para o sucesso da comunidade marinha.

(Adaptado de P. D. Roopnarine e K. D. Angielczyk. *Biology Letters*, Londres, v. 8, p. 147-150, fev. 2012.)

Baseado em seus conhecimentos em ecologia e evolução, assinale a alternativa correta.

- a) A população da espécie com a adaptação aumentaria infinitamente, pois os recursos são ilimitados e haveria aumento das interações bióticas interespecíficas.  
b) A espécie com a adaptação seria um agente de seleção de outras espécies pelo uso de um recurso comum, impulsionando a evolução dos concorrentes.  
c) A proliferação da espécie com a adaptação seria motivada pela saturação ecológica e pela exaustão de recursos pelas outras espécies.  
d) A comunidade marinha permanecerá inalterada se a espécie com a nova adaptação apresentar abundantes interações bióticas interespecíficas.

4. FICSAE-SP 2020 Leia a tirinha.

Níquel Náusea *Fernando Gonsales*



(Folha de S. Paulo, 10.04.2019.)

A tirinha ilustra, de forma humorada, uma clássica interação interespecífica entre certas espécies de aves e crocodilos. Esse mesmo tipo de interação ecológica ocorre entre

- a pomba e os piolhos.
- a anêmona-do-mar e o caranguejo-eremita.
- o cupim e os protozoários que produzem celulase.
- o veado e o lobo.
- o rato e a águia.

5. FCMMG 2020 Leia o texto abaixo:

As espécies visgueiras são plantas que se enraízam na própria madeira das árvores, e não na superfície da casca, como as orquídeas, bromeliáceas, musgos, líquens, etc. Ao brotar, suas raízes penetram para dentro do xilema da árvore, crescendo com ela e a partir dela, nutrindo-se à custa do anfitrião. As frutas dessas plantas são bagas pequenas apreciadas pelos pássaros papa moscas.

(Adaptado do livro: A Canção das Palmeiras: Eugenius Warning. Um jovem botânico no Brasil. Coordenação geral Maria do Carmo Andrade Gomes. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, Centro de Estudos Históricos e Culturais, 2006.)

A relação que as espécies visgueiras e as orquídeas possuem com as plantas em cima nas quais se desenvolvem é, respectivamente:

- Ambas do tipo harmônica.
- Parasitismo e inquilinismo.
- Competição e parasitismo.
- Ambas do tipo parasitismo.

6. UEPG-PR 2021 Os organismos de uma comunidade biológica interagem entre si. Essas interações costumam ser classificadas em intraespecíficas ou interespecíficas. A respeito das interações ecológicas, assinale o que for correto.

- 01 Competição intraespecífica ocorre quando indivíduos da mesma espécie disputam um ou mais recursos do ambiente.
- 02 O comensalismo é um tipo de relação ecológica interespecífica positiva.
- 04 Sociedades são grupos de organismos da mesma espécie em que os indivíduos apresentam algum grau de cooperação, comunicação e divisão de trabalho, conservando relativa independência e mobilidade. Exemplo: as colmeias de abelhas.
- 08 Quando um organismo usa outra espécie como abrigo, temos um caso de inquilinismo.
- 16 A predação é uma relação ecológica negativa, pois ocorre prejuízo para o animal predado.

Soma:

7. Uece 2022 Relacione, corretamente, as interações ecológicas apresentadas a seguir com algumas de suas características, numerando os parênteses abaixo de acordo com a seguinte indicação:

1. Sociedade;
2. Parasitismo;
3. Colônia;
4. Amensalismo.

- Os indivíduos de uma mesma espécie cooperam entre si e estabelecem divisão de trabalhos.
- Um dos indivíduos retira do organismo de outro nutrientes para sua sobrevivência.
- Um indivíduo secreta substâncias que inibem ou impedem o desenvolvimento de outro.
- Os indivíduos de uma mesma espécie vivem juntos e podem apresentar ou não divisão de trabalhos.

A sequência correta, de cima para baixo, é:

- 1, 4, 3, 2.
- 4, 3, 2, 1.
- 3, 2, 1, 4.
- 1, 2, 4, 3.

8. **UFMS 2020** Na natureza, a competição ocorre quando os indivíduos têm recursos limitados e pode ocorrer por meio de exploração ou interferência direta ou ser uma competição aparente. O resultado da competição pode ser alterado por condições abióticas, perturbações e interações com outras espécies.

(RICKLEFS, R.; RELYAR *A Economia da Natureza*. 7ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014).

Entre os padrões observados nessa interação negativa, o princípio da exclusão competitiva é um deles e pode ser definido como:

- a) duas espécies não podem coexistir indefinidamente quando ambas são limitadas pelo mesmo recurso.
  - b) uma espécie predadora a outra para a obtenção de recursos.
  - c) duas espécies são especialistas em recursos não renováveis.
  - d) uma população aumenta até que o suprimento do recurso mais limitante impeça seu crescimento adicional.
  - e) indivíduos da mesma espécie competem por um mesmo tipo de recurso.
9. **Famerp-SP 2022** A acácia-de-espigas, uma das plantas invasoras que causam mais impactos negativos no litoral português, produz milhares de sementes anualmente, que vão se acumulando no solo por várias décadas, promovendo a rápida invasão de áreas. Para realizar um controle natural, pesquisadores utilizaram o inseto australiano *Trichilogaster acaciaelongifoliae*, cuja função é colocar ovos nas gemas florais e vegetativas da acácia-de-espigas, estruturas nas quais se formariam as flores ou novos ramos. Dessa forma, o inseto australiano consegue diminuir a capacidade reprodutiva da planta e, conseqüentemente, diminuir a invasão de novas áreas.

(www.natgeo.pt. Adaptado.)

A relação ecológica entre os insetos australianos e a acácia-de-espigas é denominada

- a) amensalismo.
- b) comensalismo.
- c) competição interespecífica.
- d) parasitismo.
- e) predatismo.

## Guia de estudos

### Biologia • Livro 1 • Frente 2 • Capítulo 5

- I. Leia as páginas de **212 a 219**.
- II. Faça os exercícios de **6 a 10** da seção “Revisando”.
- III. Faça os exercícios propostos de **13 a 15**, de **18 a 23** e de **25 a 28**.
- IV. Faça os exercícios complementares de **10 a 17** e de **24 a 27**.

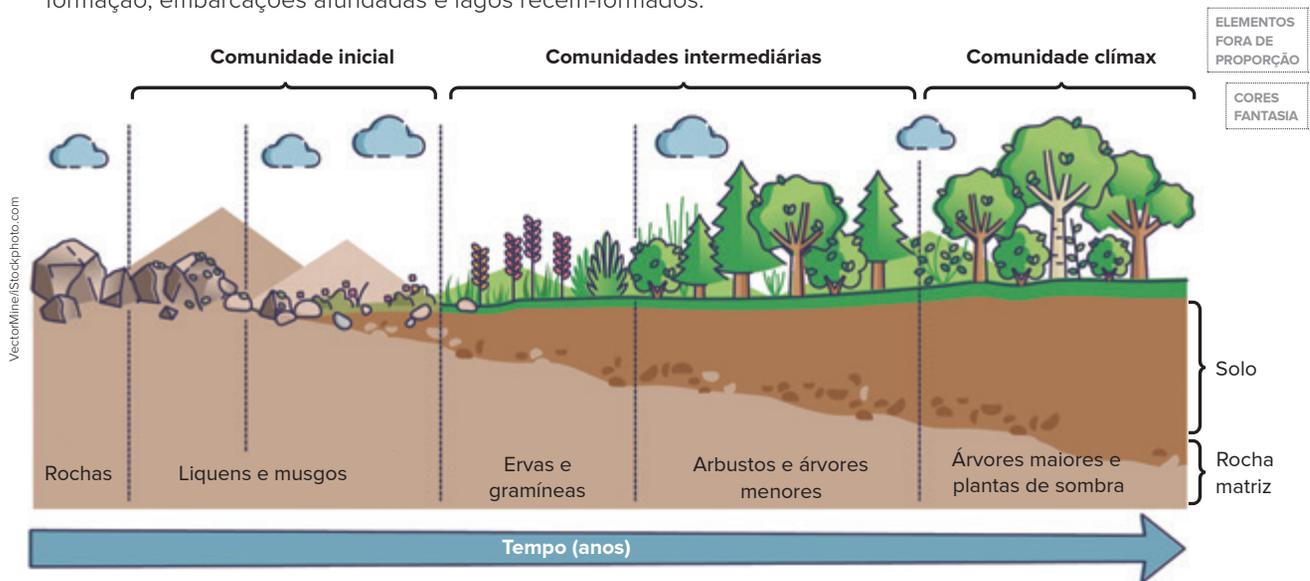
# Sucessão ecológica

## Conceito

- **Sucessão ecológica** é o processo gradual de colonização de um ambiente por seres vivos, em que a composição da comunidade se altera ao longo do tempo até o estabelecimento de uma comunidade estável (clímax).

## Sucessão ecológica primária

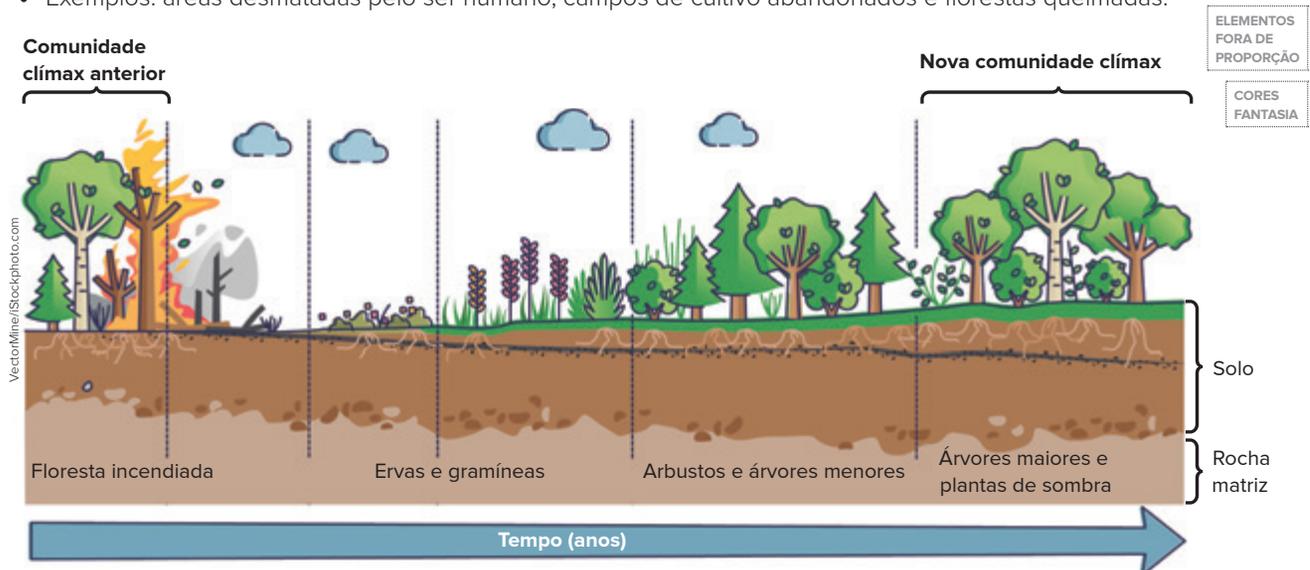
- Ocorre em ambientes inicialmente sem vida.
- Etapas: comunidade inicial (pioneira), comunidades intermediárias e comunidade clímax (estável).
- Exemplos: superfícies rochosas expostas pela retração das geleiras, ilhas vulcânicas recentes, dunas de areia em formação, embarcações afundadas e lagos recém-formados.



Etapas da sucessão ecológica primária em uma superfície rochosa até o estabelecimento de uma comunidade clímax florestal.

## Sucessão ecológica secundária

- Ocorre em um ambiente já ocupado por uma comunidade biológica que sofreu uma perturbação (natural ou antrópica).
- Exemplos: áreas desmatadas pelo ser humano, campos de cultivo abandonados e florestas queimadas.



Etapas da sucessão ecológica secundária em uma floresta incendiada até a formação de uma comunidade clímax florestal.

## Alterações ao longo da sucessão

- $PPL = PPB - R$ 
  - PPL é a produtividade primária líquida (matéria orgânica acumulada);
  - PPB é a produtividade primária bruta (matéria orgânica produzida);
  - R é a respiração (matéria orgânica consumida);

Característica	Situação na comunidade inicial	Situação na comunidade clímax
Biomassa	Baixa	Alta
Biodiversidade	Baixa	Alta
Nichos ecológicos	Poucos	Muitos
Respiração	Baixa	Alta
Produtividade primária bruta	Baixa	Alta
Produtividade primária líquida	Alta	Baixa

## Exercícios de sala

1. **UEL-PR 2022** A pesquisadora Neiva Guedes desenvolve, desde a década de 1980, um projeto que promove ações de conservação para o aumento da população de araras azuis (*Anodorhynchus hyacinthinus*) no Pantanal. Ao longo do estudo, ficou comprovado que um dos desafios é a conservação da espécie arbórea Manduvi (*Sterculia apetala*), importante no processo de sucessão ecológica e onde as araras constroem seus ninhos.



[www.institutoararaazul.org.br](http://www.institutoararaazul.org.br)

Com base nos conhecimentos sobre sucessão ecológica, assinale a alternativa correta.

- a) As queimadas descontroladas e o desmatamento desencadeiam o desenvolvimento da sucessão ecológica primária.
- b) Os estágios sucessionais iniciais são caracterizados pela colonização por espécies que apresentam crescimento lento e reprodução tardia.
- c) A diminuição progressiva da biomassa e da diversidade de espécies ocorre durante a sucessão ecológica.
- d) As espécies que colonizam nos estágios sucessionais primários têm como característica a intolerância à luminosidade e ventos intensos.
- e) As espécies que apresentam crescimento rápido são aquelas aptas à colonização nos estágios iniciais da sucessão ecológica.

2. **Facisb-SP 2021** A fotografia mostra um muro antigo construído com tijolos.



(<https://br.freepik.com>)

Nesse muro está em curso a sucessão ecológica

- a) secundária, em uma superfície construída artificialmente e alterada pela comunidade intermediária que substituiu a comunidade pioneira.
- b) secundária, em tijolos que foram fabricados com sedimentos de solos já colonizados por comunidades vegetais.
- c) secundária, em que há formação de um solo raso e sobreposição de plantas que constituem a comunidade intermediária.
- d) primária, em que há colonização da superfície por fungos, algas e vegetais que constituem a comunidade pioneira.
- e) primária, iniciada pela comunidade clímax e sobre um substrato anteriormente ocupado pela comunidade pioneira.

3. **Famerp-SP 2018** Após uma erupção vulcânica, a lava expelida solidificou-se, formando uma rocha nua, sobre a qual, após algum tempo, surgiram líquens. Muito tempo depois, musgos e gramíneas também apareceram, sendo acompanhados posteriormente por arbustos, seguidos de árvores de médio porte. Ao final, árvores de grande porte predominaram no local.

- a) O texto descreve que processo biológico? Qual o papel dos líquens no início desse processo?

---

---

---

---

---

---

- b) Compare, em termos relativos, a produtividade primária líquida (PPL) no início e no final desse processo biológico. Explique a razão dessa diferença.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Guia de estudos

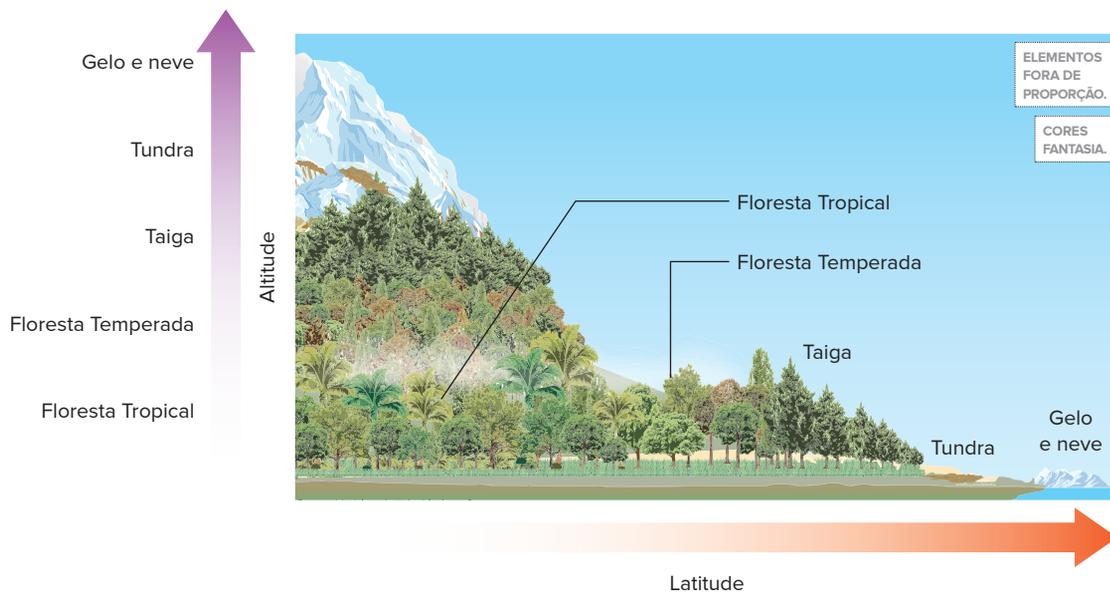
### Biologia • Livro 1 • Frente 2 • Capítulo 6

- I. Leia as páginas de **238 a 240**.
- II. Faça os exercícios **1, 2 e 4** da seção “Revisando”.
- III. Faça os exercícios propostos **1, 4 e 6**.
- IV. Faça os exercícios complementares de **1 a 4**.

# Biomass terrestres

## Conceitos fundamentais

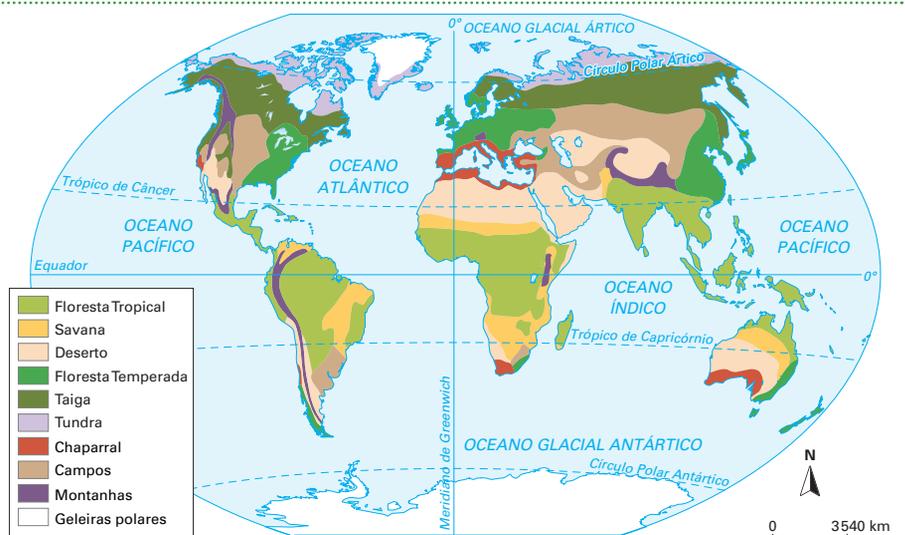
- **Bioma** representa uma área geográfica de ambiente uniforme, caracterizada pelo clima, relevo, solo, fauna e, principalmente, pela formação vegetal predominante, ou seja, pela fisionomia da vegetação.
- **Ecótono** é a região de transição em que dois biomas adjacentes se misturam gradualmente, sem uma separação definida.
- A distribuição dos biomas pelo planeta é influenciada pela **latitude** e pela **altitude**.



Representação esquemática da distribuição dos biomas de acordo com a altitude e a latitude.

## Biomass

### Biomass terrestres



CAMPBELL, N. A. et al. *Biology: a global approach*. 12. ed. Harlow: Pearson, 2020.

Os biomas Chaparral, Campos, Montanhas e Geleiras polares não serão abordados neste livro.

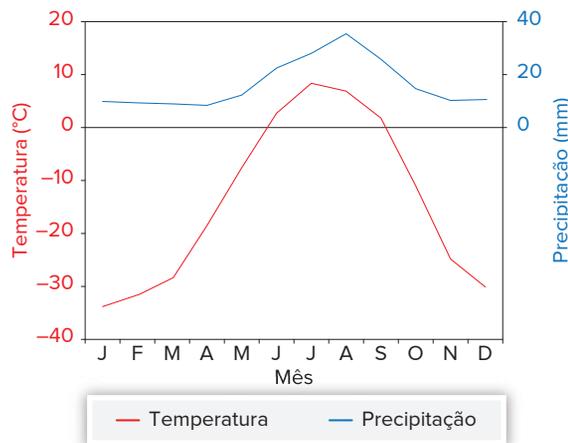
## Tundra



Tundra de outono, mostrando o rio Malaya Belaya e as montanhas Hibiny (Rússia).

- *Permafrost*: solo permanentemente congelado.
- Ocorrência de seca fisiológica.
- Vegetação herbácea, sendo formada por líquens, musgos, gramíneas, ciperáceas e pequenos arbustos.
- Clima frio e seco, com baixa precipitação e pouca luminosidade ao longo do ano.

### Precipitação e temperatura média de Olenek (Rússia)



CAIN, M. L. et al. *Ecologia*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2018.

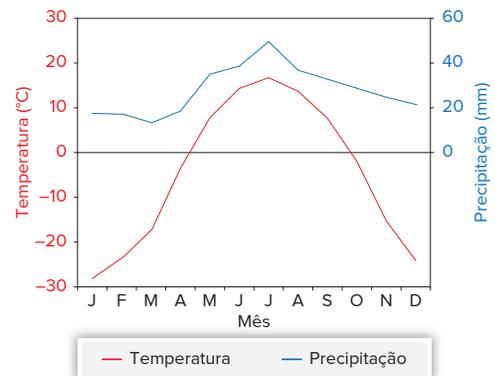
## Taiga



Taiga do Parque Nacional de Oulanka (Finlândia).

- Floresta homogênea de coníferas (gimnospermas), como pinheiros, sequoias, cicutas e abetos.
- Folhas aciculares: proteção contra perda de água (diminuição da transpiração) e contra o frio congelante e rigoroso.
- Clima é frio e seco, com inverno tão rigoroso como os da Tundra, mas com maiores temperaturas no verão.

### Precipitação e temperatura média de Fort Simpson (Canadá)



CAIN, M. L. et al. *Ecologia*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2018.

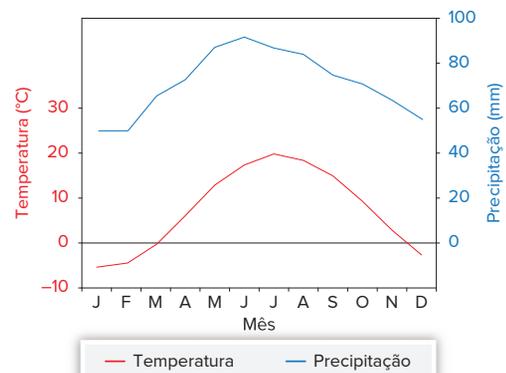
## Floresta Temperada



Floresta Temperada no outono, ao norte de Quebec (Canadá).

- Estações do ano são bem definidas e a vegetação responde às mudanças climáticas de forma característica.
- Vegetação caducifoliada: perda das folhas no outono e produção de folhas novas durante os verões quentes e chuvosos.
  - Redução da perda de água por transpiração durante o inverno rigoroso.
  - Durante o inverno, o solo congelado impede a absorção de água, promovendo seca fisiológica para as raízes.
- Presença de árvores (carvalhos, faias, noqueiras e bordos), plantas herbáceas, arbustos, musgos e samambaias.
- Clima temperado.

### Precipitação e temperatura média de Wellsboro (Estados Unidos)



CAIN, M. L. et al. *Ecologia*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2018.

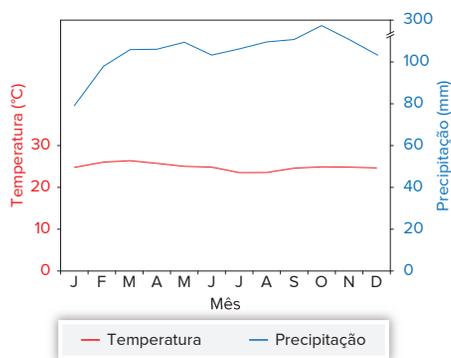
## Floresta Tropical



Floresta Tropical do Parque Nacional de Sam Roi Yot, em Kui Buri (Tailândia).

- Grande diversidade de espécies.
- Vegetação higrófila, perenifoliada, latifoliada e estratificada.
- Solo pobre em nutrientes.
- Húmus: camada fértil de cor escura no solo, resultante da composição da matéria orgânica da floresta.
  - A rápida reciclagem de nutrientes é capaz de manter a exuberância da Floresta Tropical.
- Clima quente e úmido.

### Precipitação e temperatura média de Yangambi (República Democrática do Congo)



CAIN, M. L. et al. *Ecologia*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2018.

## Savana

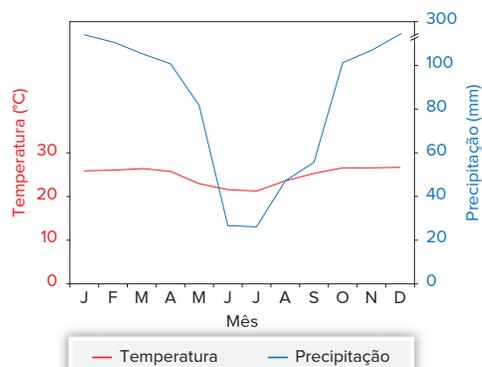


Savana do Parque Samburu (Quênia).

- Vegetação formada por gramíneas, cactáceas, arbustos e árvores pequenas.
- Muitas plantas possuem cascas grossas e sistemas subterrâneos bem desenvolvidos, adaptações que possibilitam a sobrevivência ao fogo sazonal.
- Importância do fogo nas savanas: germinação de sementes, aumento da fertilidade do solo com as cinzas e floração sincrônica nas populações de angiospermas.

- Precipitação sazonal; estação seca pode durar até nove meses.

### Precipitação e temperatura média de Coxim (Brasil)



CAIN, M. L. et al. *Ecologia*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2018.

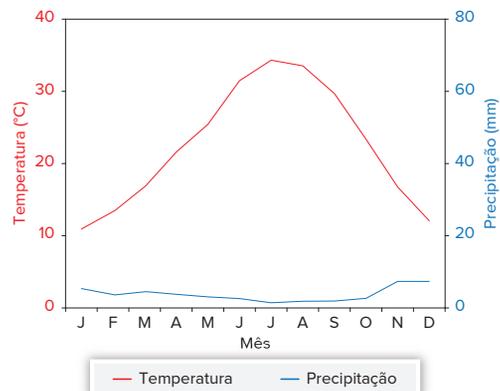
## Deserto



Imagem do Deserto de Kata Tjuta em Alyce Springs (Austrália).

- Vegetação xeromórfica, pobre, baixa e bem dispersa.
- Presença de plantas herbáceas, gramíneas, arbustos pequenos e diversas espécies de cactáceas.
  - Adaptações vegetais para a vida nos desertos: cutícula espessa e rica em cera; estômatos escondidos em criptas; parênquima aquífero (armazenamento de água); e folhas reduzidas e transformadas em espinhos (cactáceas).
- Clima seco. Nos desertos quentes, os dias podem ter temperaturas acima de 40 °C e as noites podem ser muito frias. Já nos desertos frios, localizados em altas latitudes, a variação de temperatura ao longo do dia é menor.

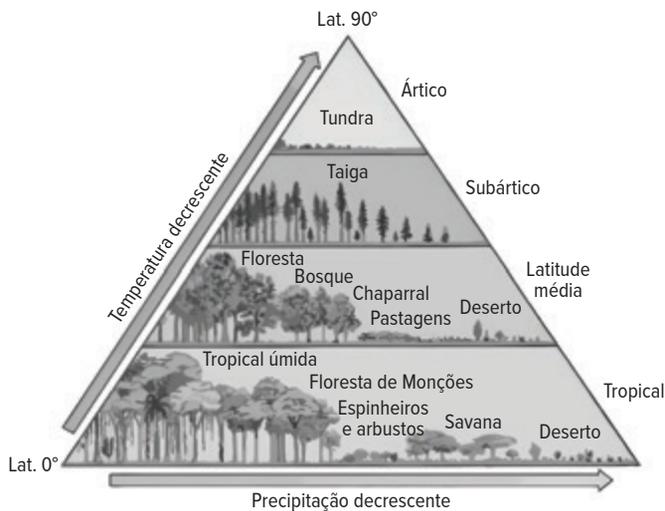
### Precipitação e temperatura média de Ouargla (Argélia)



CAIN, M. L. et al. *Ecologia*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2018.

## Exercícios de sala

1. **Unicamp-SP 2019** A figura a seguir retrata a variação latitudinal dos padrões espaciais de distribuição dos principais biomas terrestres.



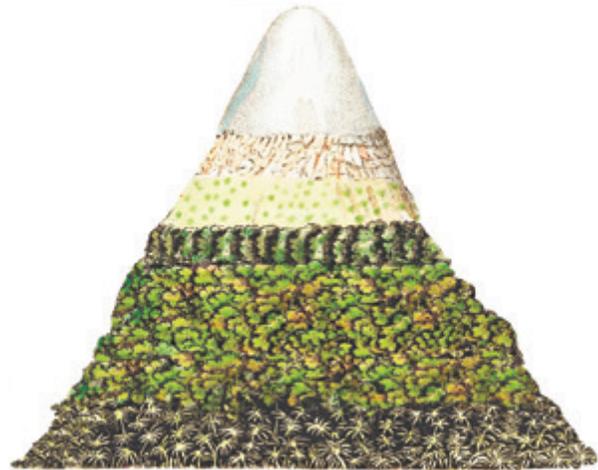
(Fonte: James F. Petersen, Dorothy Sack e Robert E. Glaber, *Fundamentos de Geografia Física*. São Paulo: Cengage, 2015, p. 158.)

Considere a figura anterior e assinale a alternativa correta.

- As florestas têm um aumento na diversidade de suas espécies à medida que a precipitação aumenta e as temperaturas apresentam declínio.
- Os desertos e as savanas ocorrem em todos os continentes, em áreas com temperaturas elevadas e baixo volume de precipitação.
- A taiga apresenta espécies arbóreas de maior porte em razão da umidade proveniente das baixas pressões de médias latitudes do Hemisfério Norte.
- As savanas e as florestas de monções dependem da sazonalidade climática: invernos frios e chuvosos, verões quentes e secos.

2. **Fuvest-SP 2020** Se muita gente hoje enxerga a Terra como um sistema dinâmico de conexões entre atmosfera, águas, rochas e biodiversidade, isso se deve, em larga medida, a Alexander von Humboldt (1769-1859). O vulcão Chimborazo (6.268 m de altitude), no atual Equador, foi utilizado por Humboldt como exemplo para apresentar com clareza, pela primeira vez, como cada faixa altitudinal em regiões montanhosas é um microcosmo de climas e biodiversidade.

Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/ciencia/>. Adaptado.



Disponível em <https://www.pinterest.com/>. Adaptado. 2019.

Representação esquemática do vulcão Chimborazo

Considerando a relação entre vegetação e altitude, da base até o topo das zonas do vulcão representado, é possível obter a sequência:

- Floresta Temperada, Floresta de Coníferas, Floresta Tropical, Exposição de Rocha, Tundra, Neve e Gelo.
- Floresta Temperada, Floresta Tropical, Floresta de Coníferas, Exposição de Rocha, Tundra, Neve e Gelo.
- Floresta Tropical, Floresta de Coníferas, Floresta Temperada, Tundra, Exposição de Rocha, Neve e Gelo.
- Floresta Tropical, Floresta Temperada, Floresta de Coníferas, Tundra, Exposição de Rocha, Neve e Gelo.
- Floresta Tropical, Floresta de Coníferas, Tundra, Floresta Temperada, Exposição de Rocha, Neve e Gelo.

3. **FMJ-SP 2018** Leia a tira Frank & Ernest, de Bob Thaves.



(O Estado de S. Paulo, 24.11.2012.)

a) A tirinha ilustra uma aparente desvantagem que certas espécies de árvores de florestas temperadas possuem ao perder as folhas. No final de qual estação do ano essas árvores perdem as folhas? Qual é a principal vantagem da perda das folhas para essas árvores?

---

---

---

---

---

---

---

b) Cite um dos principais fitormônios que promove a queda das folhas. Qual é o principal fator ambiental que induz a perda de folhas em árvores de florestas temperadas?

---

---

---

---

---

---

---

## Guia de estudos

### Biologia • Livro 1 • Frente 2 • Capítulo 6

- I. Leia as páginas de **240** a **245**.
- II. Faça os exercícios **5, 7** e **10** da seção “Revisando”.
- III. Faça os exercícios propostos **9, 12** e **16**.
- IV. Faça os exercícios complementares de **12** a **15**.

## FRENTE 3

### AULAS 1 A 4

# Classificação dos seres vivos

## Conceitos básicos da classificação

- **Taxonomia:** área da Biologia responsável pela classificação, identificação e nomenclatura dos seres vivos.
- **Filogenia:** hipótese de história evolutiva de grupos de seres vivos.
- **Sistemática:** área responsável por investigar a história evolutiva dos grupos de seres vivos, determinando suas relações de parentesco evolutivo.

## As categorias taxonômicas

### Reinos tradicionais

- Proposta de Robert Whittaker, de 1969.
- Divide os seres vivos em cinco reinos.
- Baseia-se, principalmente, na organização celular e na forma de nutrição dos seres vivos.

	Monera (bactérias e arqueas)	Protista ou Protoctista (protozoários e algas)	Fungi (cogumelos, leveduras etc.)	Plantae (plantas)	Animalia (animais)
Organização celular	Procariontes	Eucariontes	Eucariontes	Eucariontes	Eucariontes
Número de células	Unicelulares	Protozoários: unicelulares Algas: unicelulares ou pluricelulares sem tecidos diferenciados	Unicelulares ou pluricelulares sem tecidos diferenciados	Pluricelulares com tecidos diferenciados	Pluricelulares com tecidos diferenciados (exceto poríferos)
Nutrição	Autótrofos (fotossintetizantes ou quimiossintetizantes) ou heterótrofos	Protozoários: heterótrofos Algas: autótrofos fotossintetizantes	Heterótrofos	Autótrofos fotossintetizantes	Heterótrofos
Parede celular	Geralmente, com parede celular	Protozoários: sem parede celular Algas: em geral, com parede celular	Parede celular com quitina	Parede celular com celulose	Sem parede celular

### Domínios

- Proposta de Carl Woese, de 1990.
- Categorias taxonômicas mais abrangentes do que os reinos.
- Baseia-se nas relações filogenéticas entre os seres vivos.

### Bacteria

- Representantes procariontes.
- Compreende todas as bactérias: decompositoras, parasitas, cianobactérias.
- Parede celular com peptidoglicanos.

### Archaea

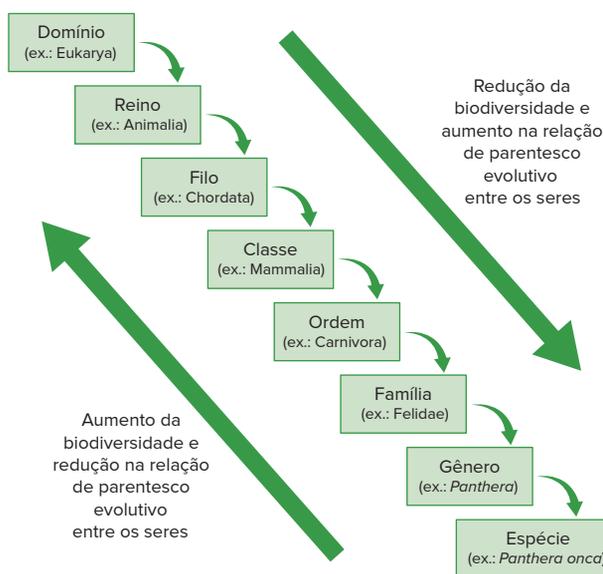
- Representantes procariontes.
- Com representantes extremófilos (ex.: arqueas termófilas).
- Parede celular sem peptidoglicanos.

### Eukarya

- Abrange todos os seres vivos eucariontes: protozoários, algas, fungos, plantas e animais.

## Outras categorias taxonômicas

- Quanto mais categorias taxonômicas dois seres compartilham, maior o parentesco evolutivo entre eles.



Hierarquia das principais categorias taxonômicas, utilizando como exemplo a classificação da onça-pintada (*Panthera onca*).

## Conceito biológico de espécie

- Segundo Ernst Mayr, uma espécie é formada por um grupo de populações naturais intercruzantes, que geram descendentes viáveis e férteis e que são reprodutivamente isolados de outros grupos.

## Nomenclatura biológica

### Regras básicas para a formação do nome de uma espécie

- O nome da espécie deve ser formado por dois termos, sendo que o primeiro se refere ao **gênero**, e o segundo corresponde ao **epíteto específico**. Além disso, o nome deve ser baseado no latim e ser destacado em relação ao restante do texto.

Nome popular	Nome científico
Chimpanzé	<i>Pan troglodytes</i>
Arroz	<i>Oryza sativa</i>
Paramécio	<i>Paramecium caudatum</i>
Bactéria da cólera	<i>Vibrio cholerae</i>

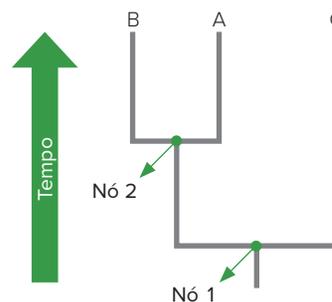
Exemplos de nomes populares e nomes científicos de alguns seres vivos.

## Evolução e classificação

### Cladística

- Método de classificação baseado em ancestralidade comum.
- Representada em cladogramas (árvore filogenética).

- Nos cladogramas são observados pontos de ramificação que correspondem ao momento da divergência de duas linhagens evolutivas a partir de um ancestral comum.
- Cada um desses pontos em um cladograma é chamado de **nó**, e os táxons podem ser chamados também de **terminais**. Na figura a seguir, o nó 1 corresponde ao ancestral comum dos táxons **A**, **B** e **C**, enquanto o nó 2 representa um ancestral comum mais recente compartilhado apenas entre os táxons **B** e **A**. A ancestralidade mais recente compartilhada entre os táxons **A** e **B** indica que esses grupos possuem mais similaridades compartilhadas entre si do que com o táxon **C**.



Representação de um cladograma, mostrando a relação evolutiva entre os terminais A, B e C.

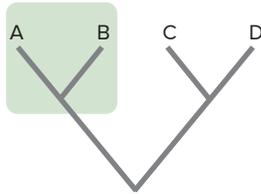
- A relação evolutiva entre os três domínios pode ser representada por meio do cladograma a seguir.



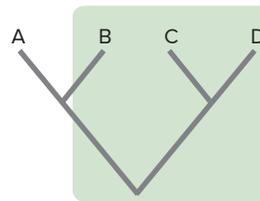
Representação das relações evolutivas entre os domínios, mostrando que as arqueas, mesmo sendo procariontes, são evolutivamente mais próximas dos eucariontes do que das bactérias.

## Grupos

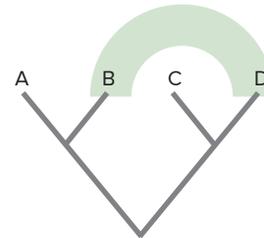
- **Monofiléticos:** incluem um ancestral comum exclusivo ao grupo e todos os seus descendentes. A cladística organiza os seres vivos em grupos desse tipo.
- **Parafiléticos:** não inclui todos os descendentes de um ancestral.
- **Polifiléticos:** formados por descendentes que não compartilham a ancestralidade comum mais recente.



Grupo monofilético.



Grupo parafilético.



Grupo polifilético.

## Exercícios de sala

1. **UFJF/Pism-MG 2021** Os conhecimentos sobre a história evolutiva dos seres vivos, seu grau de parentesco e sua distribuição no planeta são hoje uma valiosa ferramenta que contribui para a criação de estratégias de conservação da biodiversidade. Um dos ramos da biologia que se dedica a estudar e realizar a classificação biológica dos seres vivos é a sistemática.

Sobre essa área do conhecimento, selecione a opção

**CORRETA:**

- a) A sistemática foi criada por Charles Darwin e se dedica a compreender as relações de parentesco entre os seres vivos com base em suas características morfológicas.
  - b) A sistemática dos seres vivos surgiu com Carl von Linné e estabelece graus de parentesco dos seres vivos com base em suas características evolutivas.
  - c) A sistemática se dedica ao estudo das relações de parentesco evolutivo entre os diferentes grupos de seres vivos, classificando-os de acordo com suas características morfológicas, fisiológicas, genéticas e suas combinações.
  - d) A sistemática se dedica unicamente ao trabalho de nomear e descrever espécies com base em suas características morfológicas e comportamentais.
  - e) A sistemática se dedica a nomear os seres vivos e a agrupá-los de acordo com seu grau de parentesco utilizando apenas suas características de desenvolvimento embrionário.
2. **Uece 2022** A respeito da classificação dos seres vivos em domínios e reinos, é correto afirmar que
- a) a proposta classifica os organismos vivos em três reinos que são Archaea, Bacteria e Eukaria.
  - b) os domínios são uma categoria superior a reino e dividem os seres vivos em três grupos diferentes: um grupo de procarionte e dois grupos de eucariontes.

- c) o domínio Bacteria compreende as bactérias e cianobactérias eucariontes e unicelulares.
- d) o domínio Eukaria engloba seres eucarióticos dos reinos Protista, Fungi, Plantae e Animalia.

3. **UFGD-MS 2022** O reino Metazoa é o agrupamento de seres vivos mais diversos em termos de espécies descritas pela ciência. Estima-se que mais da metade dos seres vivos, formalmente descritos pela literatura científica, seja de espécies pertencentes a esse reino. Assinale a alternativa que indica corretamente a combinação de características apresentadas por esse grupo que os diferenciam dos demais seres vivos.

- a) Eucariontes, autotróficos, unicelulares, com parede celular.
- b) Procariontes, autotróficos, unicelulares, sem parede celular.
- c) Eucariontes, heterotróficos, multicelulares, com parede celular.
- d) Eucariontes, heterotróficos, multicelulares, sem parede celular.
- e) Procariontes, heterotróficos, multicelulares, sem parede celular.

4. **Uece 2019** Utilizando os conhecimentos sobre regras de nomenclatura científica e taxonomia, assinale a opção correta.

- a) *Croton argyrophylloides* e *Croton sonderianus* pertencem à mesma espécie.
- b) *Adelophryne Maranguapensis* é a grafia correta para uma espécie de rã endêmica de Maranguape.
- c) *adelophryne baturitensis* é a grafia correta para uma espécie de rã endêmica de Baturité.
- d) *Caesalpinia echinata* e *Caesalpinia ferrea* pertencem ao mesmo gênero.

5. **Uece 2019** Quanto à nomenclatura e classificação dos seres vivos, é correto afirmar que
- o primeiro nome da espécie é chamado de epíteto específico.
  - espécie é a categoria taxonômica básica.
  - o nome da ordem é impresso em itálico, grifado ou em negrito.
  - cada espécie é identificada por dois nomes iniciados com letra maiúscula.

6. **UEL-PR 2020 (Adapt.)** As primeiras tentativas de classificar os organismos com base em suas similaridades estruturais começaram na Grécia Antiga e lançaram as bases da Sistemática atual.

Sobre a classificação biológica e as categorias taxonômicas, assinale a alternativa correta.

- Entre os estudiosos da classificação natural, Aristóteles sugeriu que o nome científico de todo animal deveria ser composto de duas palavras.
- Dois organismos classificados como pertencentes à categoria taxonômica de ordem pertencem também à mesma classe.
- O primeiro a desenvolver um método de classificação das espécies baseado na ancestralidade evolutiva foi o naturalista sueco Carl Linné.
- Anisocerus scopifer* e *Onychocerus scopifer* são duas espécies que pertencem à mesma categoria taxonômica de gênero.

7. **Unesp 2022** Leia alguns dos versos da canção *Passaredo*, de Chico Buarque e Francis Hime.

Ei, pintasilgo  
 Oi, pintarroxo  
 Melro, uirapuru  
 Ai, chega-e-vira  
 Engole-vento  
 Saíra, inhambu  
 Foge, asa-branca  
 Vai, patativa  
 Tordo, tuju, tuim  
 Xô, tié-sangue  
 Xô, tié-fogo  
 Xô, rouxinol, sem-fim

Some, coleiro  
 Anda, trigueiro  
 Te esconde, colibri  
 Voa, macuco  
 Voa, viúva  
 Utiariti  
 Bico calado  
 Toma cuidado  
 Que o homem vem aí  
 O homem vem aí  
 O homem vem aí

(www.lettras.mus.br)

Nesse trecho da canção, os autores citam 23 nomes populares, pelos quais essas aves são conhecidas. Contudo, no que se refere à classificação taxonômica, e considerando apenas as informações do trecho da canção, as aves citadas pertencem a

- uma única família, mas não se pode inferir sobre o número de ordens.
- uma única classe, mas não se pode inferir sobre o número de gêneros.
- um único gênero, mas não se pode inferir sobre o número de espécies.
- 23 espécies, todas elas classificadas em um único gênero.
- 23 gêneros, mas não se pode inferir sobre o número de espécies.

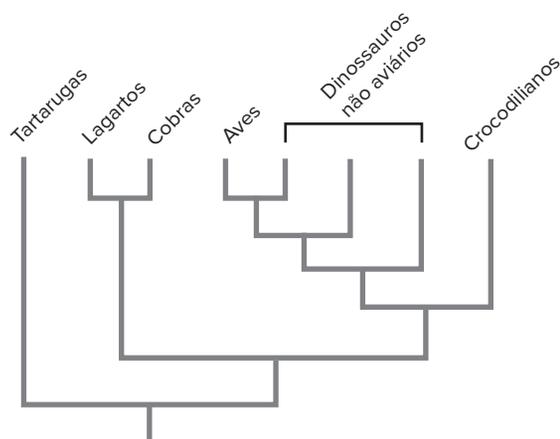
8. **UEM/PAS-PR 2019** Sobre a classificação biológica ou taxonomia, assinale o que for correto.

- As categorias taxonômicas, ou taxas, colocadas em ordem decrescente de graus hierárquicos são: Reino, Família, Ordem, Classe, Filo e Gênero.
- O nome científico *Oryza sativa* inclui o gênero *Oryza*, seguido de seu epíteto específico *sativa*.
- As espécies vegetais *Crassostrea rhizophora*, *Rhizophora mangle* e *Crassostrea brasiliiana* são aparentadas em nível de gênero e pertencem à mesma família.
- A sistemática filogenética se baseia em caracteres morfológicos e não contempla as relações evolutivas entre os organismos.
- Os cladogramas são utilizados para estabelecer as relações existentes entre os diversos grupos de seres vivos.

Soma:

9. **Inspers-SP 2018** Os cladogramas são representações gráficas do processo evolutivo de grupos de seres vivos.

O cladograma a seguir ilustra a complexa relação evolutiva entre as tartarugas, os lagartos, as cobras, as aves, os dinossauros não aviários e os crocodilianos.

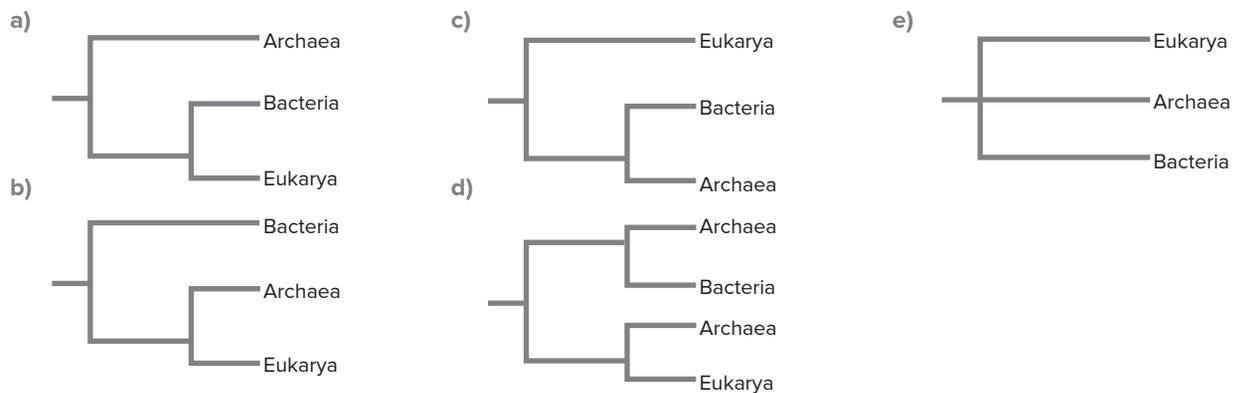


(<http://www.ib.usp.br/evosite/evo101/IDClassification.shtml>)

A interpretação do cladograma permite afirmar que evolutivamente

- os dinossauros não aviários são mais próximos das cobras do que dos lagartos.
- a proximidade entre as aves e os crocodilianos é maior que a proximidade entre as tartarugas e os lagartos.
- os crocodilianos e as tartarugas compartilham um ancestral comum que não é ancestral das aves.
- os lagartos e os crocodilianos compartilham um ancestral comum que não é ancestral das cobras.
- as cobras são mais próximas das aves do que dos crocodilianos.

10. **Fuvest-SP 2016** Atualmente, os seres vivos são classificados em três domínios: Bacteria, Archaea e Eukarya. Todos os eucariotos estão incluídos no domínio Eukarya, e os procariotos estão distribuídos entre os domínios Bacteria e Archaea. Estudos do DNA ribossômico mostraram que os procariotos do domínio Archaea compartilham, com os eucariotos, sequências de bases nitrogenadas, que não estão presentes nos procariotos do domínio Bacteria. Esses resultados apoiam as relações evolutivas representadas na árvore



11. **UFU-MG 2020** Os cladogramas (1 e 2) abaixo ilustram relações filogenéticas entre os táxons hipotéticos A, B, C, D e E.



Considerando-se os conceitos da sistemática filogenética, analise as afirmativas abaixo.

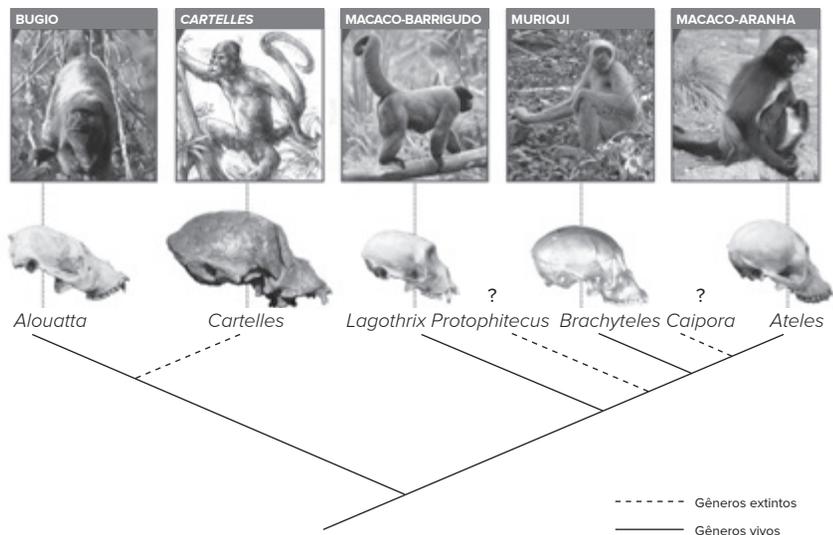
- I. Os táxons A e B isolados, do cladograma 1, constituem um grupo monofilético.
- II. Os cladogramas 1 e 2 apresentam uma mesma hipótese filogenética.
- III. No cladograma 2, há quatro grupos de táxons que compartilham um ancestral comum.
- IV. No cladograma 1, o táxon C é mais próximo evolutivamente de E do que o grupo D.

Assinale a alternativa que apresenta as afirmativas corretas.

12. **FMP-RJ 2018** Observe a árvore filogenética de alguns primatas americanos ilustrada abaixo.

De acordo com o relacionamento filogenético, o grupo formado pelos gêneros *Alouatta* e *Cartelles* e o grupo formado pelos gêneros *Protophitecus* e *Brachyteles* são classificados, respectivamente, como

- a) monofilético e parafilético
- b) monofilético e polifilético
- c) polifilético e parafilético
- d) polifilético e monofilético
- e) parafilético e monofilético



Disponível em: <http://revistaspesquisa.fapesp.br/2013/11/18/o-supermacaco-das-americas/>. Acesso em: 17 jul. 2017. Adaptado.

## Guia de estudos

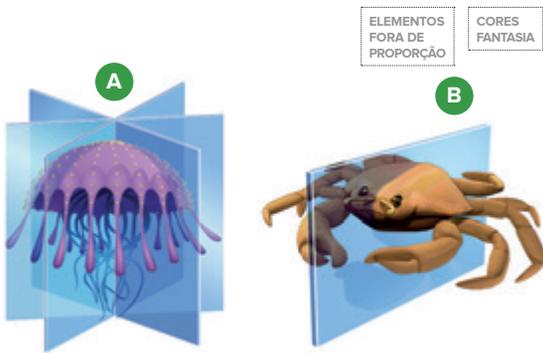
### Biologia • Livro 1 • Frente 3 • Capítulo 1

- I. Leia as páginas de 256 a 260.
- II. Faça os exercícios de 1 a 5 da seção “Revisando”.
- III. Faça os exercícios propostos de 1 a 21.
- IV. Faça os exercícios complementares 1, de 6 a 17 e 21.

# Introdução à Zoologia

## Organização corporal dos animais

- **Simetria radial:** presente nos animais cujo corpo pode ser dividido por diversos planos de corte que passam pelo centro do corpo do animal, resultando em partes similares.
- **Simetria bilateral:** presente nos animais cujo corpo permite apenas um plano de corte que o divide em duas partes similares.



Representação esquemática de animais com simetria radial (A) e com simetria bilateral (B).

- Nos animais de simetria bilateral, o corpo apresenta as regiões anterior, posterior, dorsal e ventral.



Exemplo de animal de simetria bilateral com as regiões do corpo identificadas.

## Principais filos animais

### Poríferos

- Representantes: esponjas.
- Aquáticos.
- Sésseis.

- Corpo com poros.
- Filtradores.
- Desprovidos de tecidos diferenciados.



Colônia de esponjas *Agelas conifera* (cada indivíduo pode atingir até 90 cm de altura).

### Cnidários

- Representantes: águas-vivas, corais, anêmonas, caravelas, hidras etc.
- Aquáticos.
- Tubo digestório incompleto.
- Simetria radial.



Águas-vivas são cnidários predadores livre-natantes (*Chrysaora lactea*, mede cerca de 25 cm de diâmetro).



Recife de corais. As estimativas apontam que, aproximadamente, 25% da biodiversidade marinha está associada aos recifes de corais.

## Platelmintos

- Representantes: planária, tênia, esquistossomo, fascíola etc.
- Vermes achatados.
- Vida livre (ambientes aquáticos ou terrestre úmido) ou parasitas.
- Tubo digestório incompleto.
- Simetria bilateral.



Planária, um platelminto de vida livre. Seu tamanho pode variar dependendo da espécie.

## Nematódeos (nematelmintos)

- Representantes: lombriga, ancilóstomo etc.
- Vermes cilíndricos.
- Aquáticos, terrestres úmidos ou parasitas.
- Tubo digestório completo.
- Simetria bilateral.



Lombriga (*Ascaris lumbricoides*), nematódeo parasita. À esquerda, uma fêmea (mede cerca de 30 cm de comprimento) e, à direita, um macho (mede cerca de 25 cm de comprimento).

## Moluscos

- Representantes: lesma, caracol, polvo, lula, ostras etc.
- Corpo mole não segmentado.
- Podem ter concha.
- Tubo digestório completo.
- Simetria bilateral.



Caracol (*Helix pomatia*, mede cerca de 5 cm de comprimento), um molusco terrestre cujo corpo é protegido por uma concha espiralada.



Polvo (*Octopus vulgaris*, mede cerca de 25 cm de comprimento), um molusco marinho sem concha.

## Anelídeos

- Representantes: minhocas, sanguessugas etc.
- Vermes segmentados ou metamerizados.
- Vida livre (ambientes aquáticos ou terrestre úmido) ou parasitas.
- Tubo digestório completo.
- Simetria bilateral.



Minhoca (*Eisenia fetida*, mede cerca de 5 cm de comprimento), um anelídeo terrestre de vida livre.



Sanguessuga (*Hirudo medicinalis*, mede cerca de 10 cm de comprimento, mas seu volume aumenta após sugar sangue de seu hospedeiro).

## Artrópodes

- Representantes: insetos, aracnídeos, crustáceos, diplópodes e quilópodes.
- Aquáticos, terrestres ou parasitas.
- Corpo segmentado ou metamerizado.
- Tubo digestório completo.
- Simetria bilateral.
- Exoesqueleto de quitina.
- Apêndices articulados.



Abelha (*Apis mellifera*, mede cerca de 1,5 cm de comprimento), um artrópode da classe dos insetos.



Escorpião-amarelo (*Tityus serrulatus*, mede cerca de 6 cm de comprimento), um artrópode do grupo dos aracnídeos. Na classe dos aracnídeos também são classificadas as aranhas, entre outros animais.



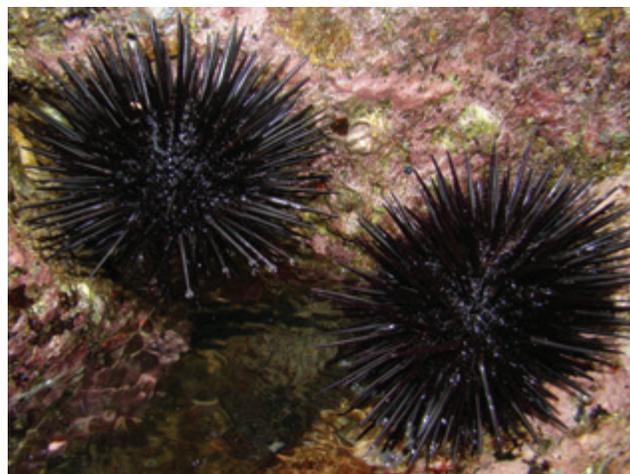
Lagosta (*Panulirus argus*, mede cerca de 40 cm de comprimento), um representante do grupo dos crustáceos.

## Equinodermos

- Representantes: estrela-do-mar, ouriço-do-mar, bolacha-da-praia, pepino-do-mar etc.
- Exclusivamente marinhos.
- Endoesqueleto calcário.
- Tubo digestório completo.
- Simetria bilateral na larva e pentarradial no adulto.



Estrela-do-mar (*Asterias rubens*, mede cerca de 15 cm de diâmetro).



Dois ouriços-do-mar (*Paracentrotus lividus*, cada um mede cerca de 8 cm de diâmetro).



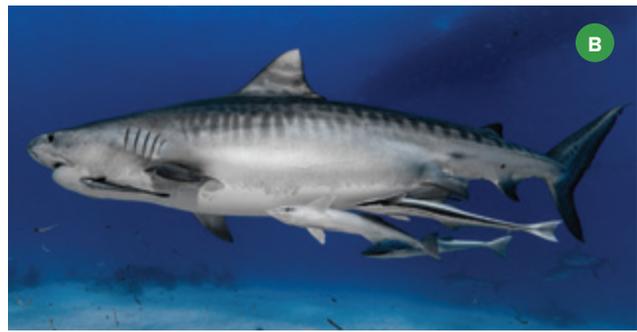
Pepino-do-mar (*Holothuria sanctori*, mede cerca de 25 cm de comprimento).

## Cordados

- Representantes: anfióxico, ascídia, vertebrados.
- Características comuns exclusivas: notocorda, tubo nervoso dorsal, fendas faringianas e cauda pós-anal.
- Tubo digestório completo.
- Corpo segmentado ou metamerizado.
- Simetria bilateral.



Jesus Cobaleda/Shutterstock.com



kaschibo/Shutterstock.com

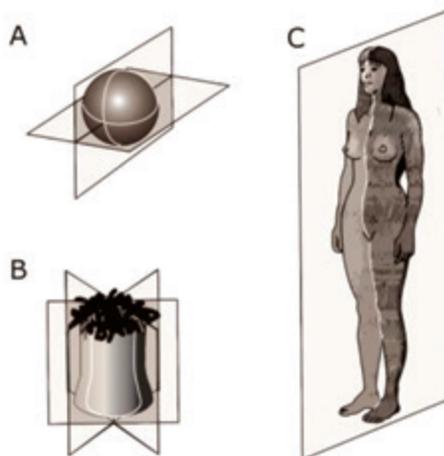


Fabio Colombini

(A) Ascídias, animais pertencentes ao subfilo dos Tunicados. A espécie representada na fotografia (*Rhopalaea fusca*) chega a 4 cm de comprimento. Há também diversas espécies coloniais. (B) Tubarão-tigre (*Galeocerdo cuvier*, chega a medir cerca de 7 m de comprimento), um vertebrado do grupo dos peixes. (C) Cervo-do-pantanal (*Blastocerus dichotomus*, mede cerca de 2 m de comprimento), vertebrado pertencente à classe dos mamíferos.

## Exercícios de sala

1. **UEPG-PR 2015** Analise a figura abaixo quanto à simetria dos organismos vivos e assinale o que for correto.



Fonte: Amabis, JM; Martho, GR. *Biologia dos organismos: Classificação, estrutura e função nos seres vivos*. Volume 2. 2ª ed. Editora Moderna, São Paulo, 2004.

- 01** Animais bilateralmente simétricos não têm cabeça nem cauda; não têm lado direito nem lado esquerdo; não têm dorso nem ventre. Seu corpo vai da região da boca, chamada região oral, à região oposta, chamada região aboral.
- 02** Animais com simetria radial têm região anterior e posterior, lado esquerdo e lado direito, região ventral e região dorsal.
- 04** Como mostrado na parte B da figura, na simetria radial, as metades simétricas são obtidas apenas por planos de cortes longitudinais, orientados como os raios de uma circunferência.
- 08** Na simetria bilateral mostrada em C, existe um plano que divide o corpo em metades simétricas.
- 16** A simetria esférica mostrada em A é característica dos polvos, lulas e esponjas.

Soma:

2. **Unisinos-RS** Os invertebrados correspondem a aproximadamente 95% das espécies animais conhecidas. De acordo com características corporais de alguns filões de invertebrados, numere a segunda coluna de acordo com a primeira. Após, selecione a alternativa correspondente à numeração correta, de cima para baixo.

**Coluna 1**

1. Cilindro oco, fechado na base e com uma abertura no topo.
2. Dois folhetos germinativos (diblásticos), simetria radial.
3. Três folhetos germinativos (triblásticos), celomados, simetria bilateral, corpo não segmentado.
4. Três folhetos germinativos (triblásticos), celomados, simetria bilateral, corpo segmentado.

A numeração correta, de cima para baixo, é:

- a) 4 – 2 – 1 – 3
- b) 3 – 1 – 2 – 4
- c) 2 – 1 – 4 – 3
- d) 2 – 1 – 3 – 4
- e) 1 – 2 – 4 – 3

**Coluna 2**

- Cnidários
- Poríferos
- Artrópodes
- Moluscos

3. **IFPE 2014** Um estudante recebeu uma tarefa de seu professor: dar um passeio pelos jardins da escola e realizar a coleta de quatro organismos pertencentes ao Reino Metazoa e que fizesse a classificação de cada um, indicando os seus respectivos Filos. O estudante coletou os quatro organismos, numerando-os de 1 a 4. Os organismos coletados encontram-se numerados e representados pelas figuras abaixo.



A alternativa que apresenta a identificação feita pelo aluno, correta e respectivamente de acordo com a numeração, é:

- a) (1) Filo Chordata; (2) Filo Mollusca; (3) Filo Arthropoda e (4) Filo Arthropoda.
- b) (1) Filo Arthropoda; (2) Filo Mollusca; (3) Filo Chordata e (4) Filo Arthropoda.
- c) (1) Filo Chordata; (2) Filo Mollusca; (3) Filo Arthropoda e (4) Filo Insecta.
- d) (1) Filo Chordata; (2) Filo Gastropoda; (3) Filo Arachnida e (4) Filo Insecta.
- e) (1) Filo Mollusca; (2) Filo Chordata; (3) Filo Arthropoda e (4) Filo Arthropoda.

## Guia de estudos

### Biologia • Livro 1 • Frente 3 • Capítulo 1

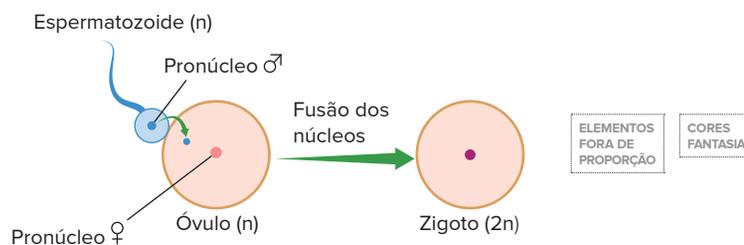
- I. Leia as páginas de **260** a **263**.
- II. Faça os exercícios de **6** a **10** da seção “Revisando”.
- III. Faça os exercícios propostos de **22** a **26**.

# Embriologia dos animais

- A embriologia é a área da Biologia responsável pelo estudo das etapas do desenvolvimento embrionário dos seres vivos.

## Fecundação ou fertilização

- União do gameta masculino (espermatozoide) com o gameta feminino (óvulo) seguida da fusão de seus núcleos, o que resulta na formação do **zigoto** ou **célula-ovo**. O zigoto é uma célula que passa por rápidas e sucessivas divisões celulares. Esse fenômeno é denominado **segmentação** ou **clivagem**, e as células resultantes da divisão são chamadas de **blastômeros**.



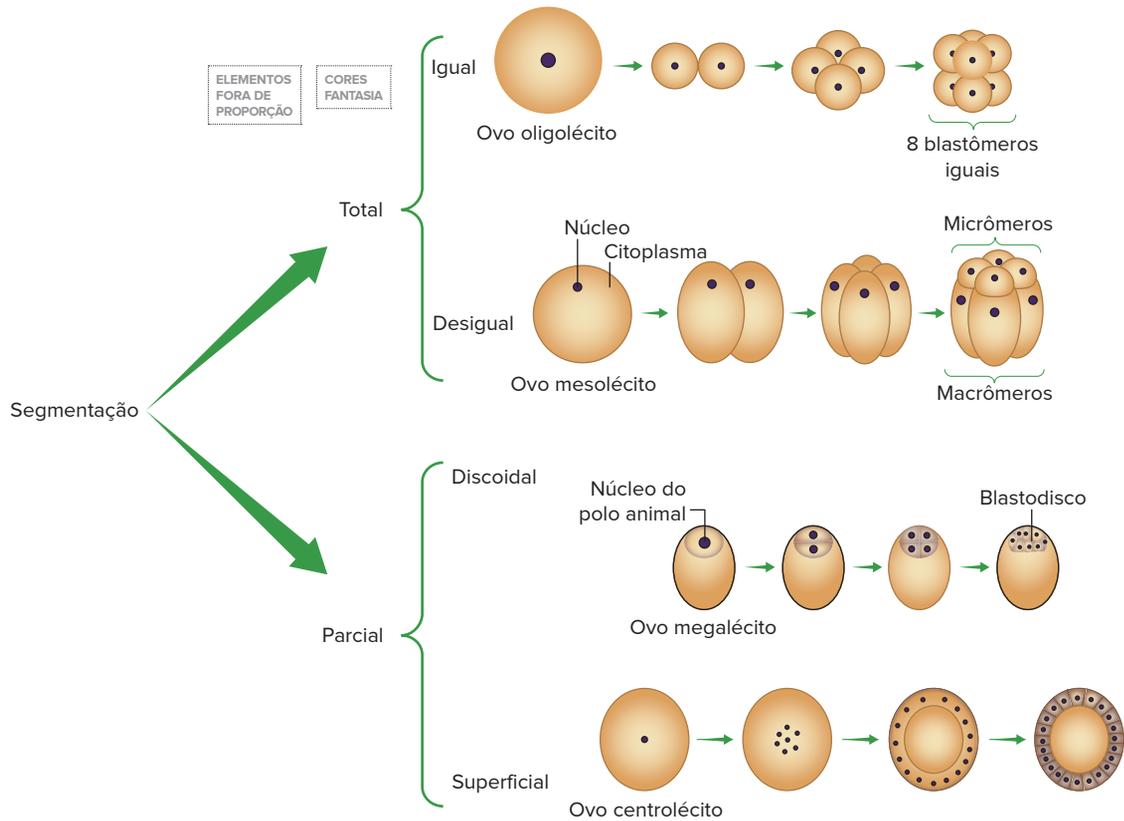
Representação esquemática da fecundação. O encontro do espermatozoide com o gameta feminino resulta em fusão da membrana dessas células, e o núcleo carregado pelo espermatozoide, chamado **pronúcleo masculino**, passa para o interior do gameta feminino. Agora, no interior do óvulo, são observados dois núcleos, o pronúcleo masculino e o **pronúcleo feminino** (núcleo do óvulo). A seguir, ocorre a fusão desses núcleos e, por fim, o zigoto diploide é formado.

- Tipos de ovos:** classificados de acordo com a quantidade e a distribuição de vitelo no gameta feminino.

Tipo de ovo	Características	Exemplos	Representação esquemática
<b>Oligolécito</b> (do grego <i>oligos</i> , pouco, e <i>lekithos</i> , vitelo) ou <b>isolécito</b> (do grego <i>isos</i> , igual)	Ovo com pequena quantidade de vitelo distribuída de forma relativamente uniforme pelo citoplasma da célula.	Equinodermos; anfióxi; maioria dos mamíferos. Nos mamíferos placentários, como a espécie humana, a quantidade de vitelo é bastante reduzida, e algumas referências classificam esse ovo como <b>alécito</b> .	
<b>Heterolécito</b> (do grego <i>heteros</i> , diferente), <b>mediolécito</b> ou <b>mesolécito</b> (do grego <i>mesos</i> , intermediário)	Ovo com quantidade intermediária de vitelo distribuída de forma heterogênea no citoplasma da célula. A região onde há maior quantidade de vitelo é chamada de <b>polo vegetal</b> (ou <b>vegetativo</b> ), e a região com pouco ou nenhum vitelo é chamada de <b>polo animal</b> . No polo animal encontra-se o núcleo da célula.	Certos peixes; certos moluscos; anfíbios.	
<b>Megalécito</b> (do grego <i>megas</i> , grande) ou <b>telolécito</b> (do grego <i>telos</i> , extremidade)	Ovo com grande quantidade de vitelo, ocupando praticamente todo o citoplasma da célula, sobretudo o polo vegetal. O polo animal, onde está o núcleo, fica restrito a uma reduzida região discoidal (disco germinativo) próxima à membrana plasmática.	Maioria dos peixes; répteis (incluindo as aves); mamíferos monotremados, como o ornitorrinco.	
<b>Centrolécito</b>	Ovo com bastante vitelo concentrado na parte central da célula, em volta do núcleo.	Artrópodes.	

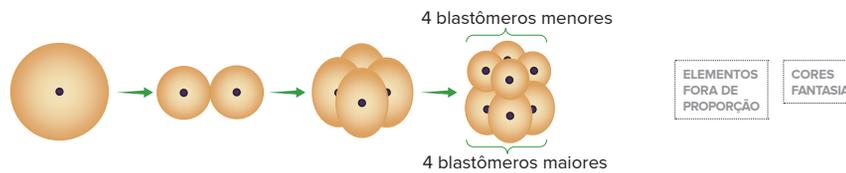
## Tipos de segmentação

- A quantidade e a distribuição da reserva nutritiva (vitelo) no ovo determinam o tipo de clivagem.



Classificação dos tipos de segmentação e representação esquemática dos ovos nos quais cada clivagem ocorre.

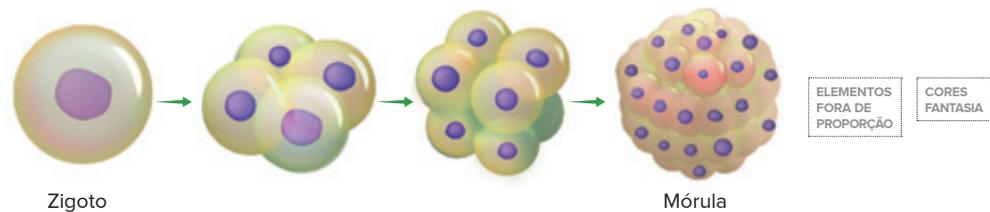
- Apesar de o ovo do anfióxico ser oligolécito, sua clivagem resulta em blastômeros ligeiramente maiores do que outros.



Representação esquemática da segmentação no anfióxico.

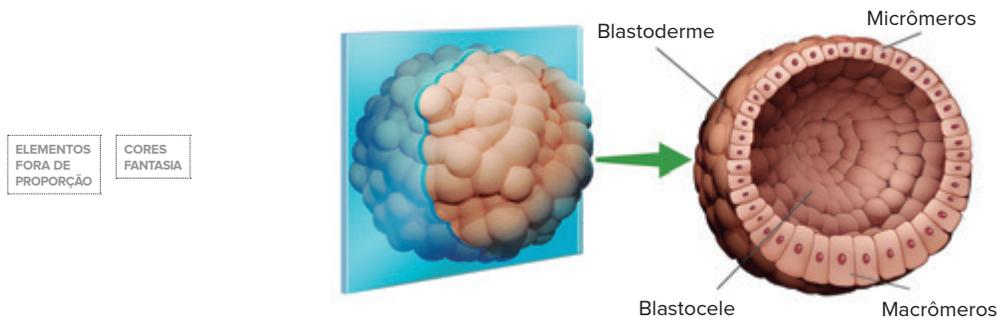
## Desenvolvimento embrionário do anfióxico

- A fecundação forma o zigoto, e o processo de segmentação começa.
- A **mórula** é uma estrutura compacta, desprovida de cavidade e composta de 16 a 32 blastômeros. Apesar disso, mantém o mesmo volume do zigoto.



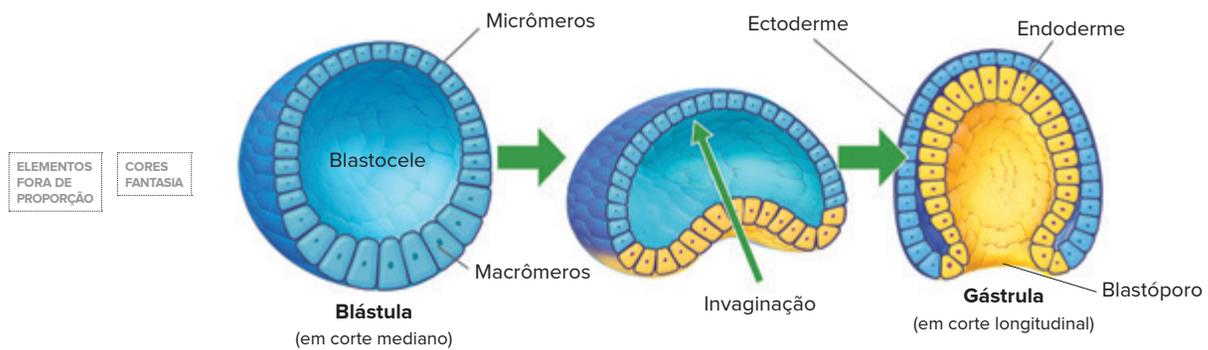
Representação esquemática da formação da mórula em anfióxico.

- A **blástula** corresponde a uma esfera de células que delimitam a **blastocèle**, cavidade cheia de líquido. Ao conjunto de células ao redor da blastocèle, dá-se o nome de **blastoderme**.



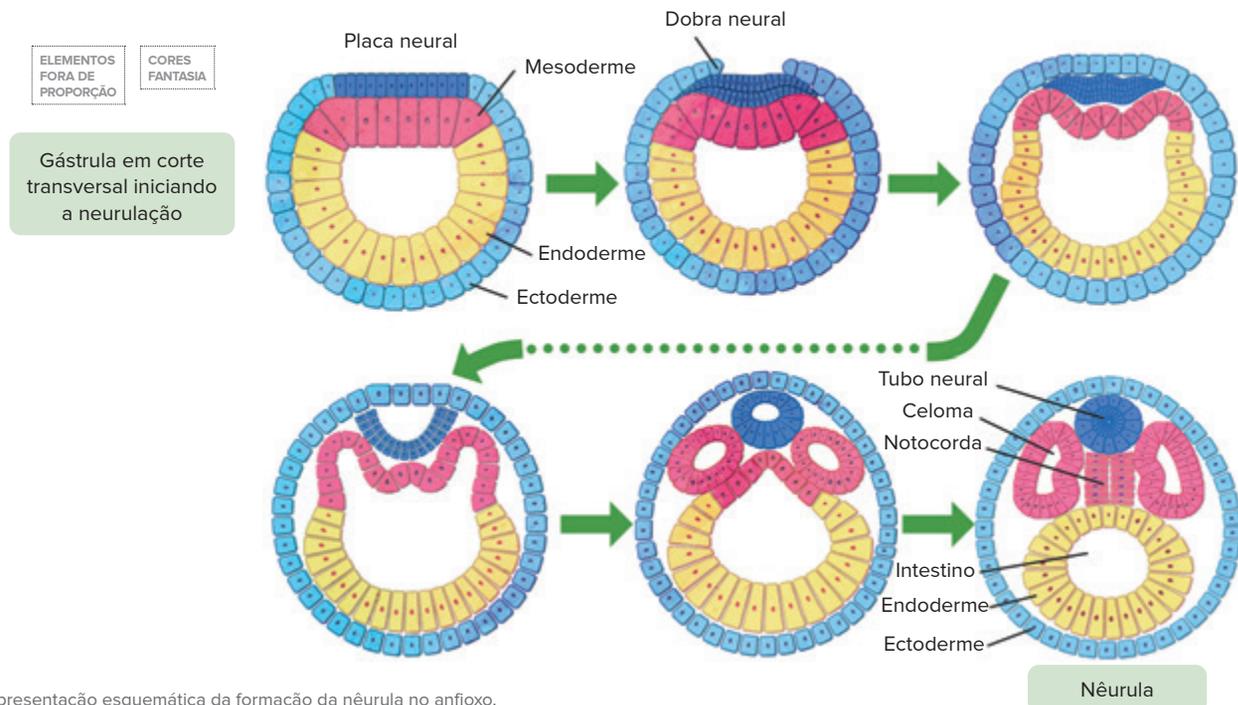
Representação esquemática de blástula de anfioxo em corte mediano.

- Modificações na blástula resultam na formação da **gástrula**. Nesse processo, há a formação do **arquêntero** (intestino primitivo) e do **blastóporo** (abertura do arquêntero para o meio externo).



Representação esquemática da gastrulação no anfioxo. Os eventos marcantes observados na gastrulação são a formação dos primeiros folhetos embrionários e o surgimento do arquêntero, o intestino primitivo.

- A partir de transformações na gástrula, ocorre a formação da **nêurula**. Nesse processo, células da porção superior da endoderme diferenciam-se na mesoderme. Além disso surge a notocorda, o tubo neural e o celoma.



Representação esquemática da formação da nêurula no anfioxo.

## Organogênese

- Formação dos tecidos, órgãos e sistemas do animal a partir dos folhetos embrionários (ectoderme, mesoderme e endoderme).

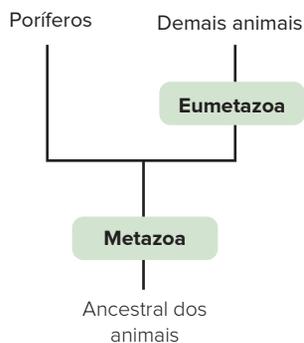
Ectoderme	}	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sistema nervoso (formado a partir do tubo neural)</li> <li>Epiderme e seus anexos (pelos, unhas, garras, certas glândulas etc.)</li> <li>Epitélio de revestimento anal, bucal e nasal</li> <li>Esmalte dentário</li> </ul>
Mesoderme	}	<ul style="list-style-type: none"> <li>Derme</li> <li>Coração, vasos sanguíneos e sangue</li> <li>Músculos, ossos e cartilagens</li> <li>Rins, ureteres e gônadas</li> </ul>
Endoderme	}	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fígado e pâncreas</li> <li>Tireoide e paratireoides</li> <li>Revestimentos: bexiga urinária, sistema respiratório e tubo digestório (exceto os revestimentos anal, bucal e nasal, que são de origem ectodérmica)</li> </ul>

Exemplos de estruturas observadas em animais adultos e o folheto embrionário a partir do qual são formadas.

## Classificação embriológica dos animais

### Cavidade digestória e tecidos diferenciados

- Parazoários:** não possuem cavidade digestória e tecidos diferenciados. Os poríferos são o exemplo de animais deste grupo.
- Eumetazoários** (entozoários): apresentam cavidade digestória e tecidos diferenciados. Correspondem a todos os animais à exceção dos poríferos.



Filogenia dos animais baseada no desenvolvimento de cavidade digestória e tecidos diferenciados.

### Quantidade de folhetos embrionários

- Diblásticos:** eumetazoários que formam dois folhetos embrionários, apenas ectoderme e endoderme, a exemplo dos cnidários.
- Triblásticos:** eumetazoários com três folhetos embrionários, ectoderme, mesoderme e endoderme. Correspondem aos demais filões de animais eumetazoários.

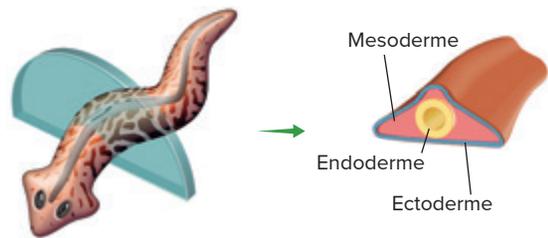
## Cavidades corporais – celoma

- Acelomados:** animais triblásticos que não possuem cavidade corporal, a exemplo dos platelmintos.
- Pseudocelomados:** animais triblásticos nos quais a cavidade corporal é gerada a partir da mesoderme e da endoderme, como observado nos nematódeos (nematelmintos).
- Celomados:** animais triblásticos com cavidade corporal totalmente revestida por tecidos de origem mesodérmica. Moluscos, anelídeos, artrópodes, equinodermos e cordados são exemplos de animais celomados.

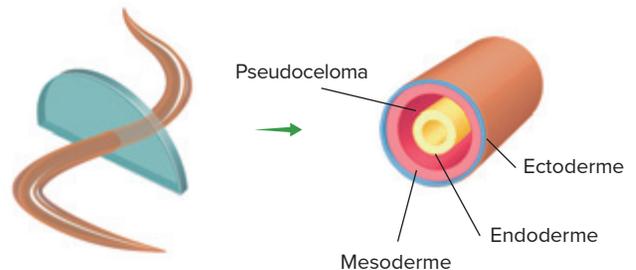
ELEMENTOS FORA DE PROPORÇÃO

CORES FANTASIA

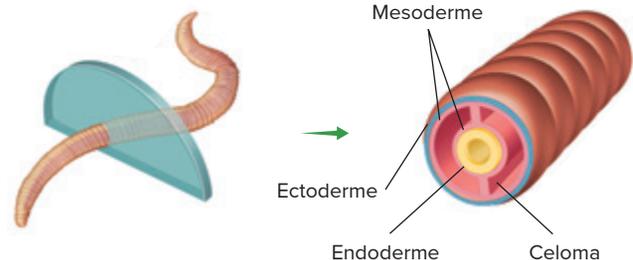
### Acelomado



### Pseudocelomado



### Celomado

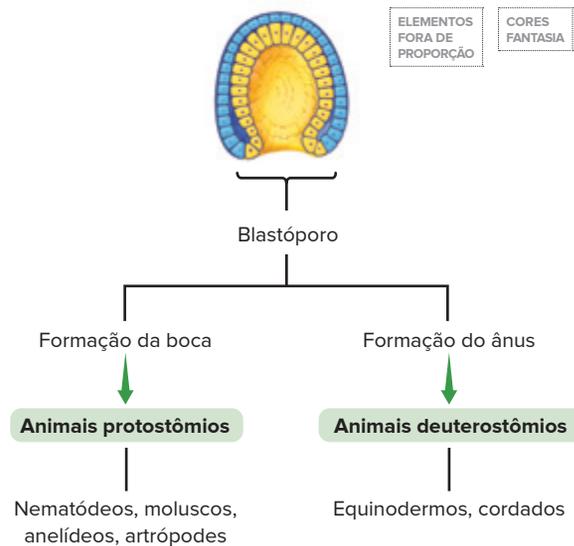


Representação esquemática das cavidades corporais nos animais triblásticos.

### Desenvolvimento do blastóporo

- Protostômios:** animais nos quais o blastóporo origina a boca, a exemplo dos nematódeos, moluscos, anelídeos e artrópodes.

- **Deuterostômios:** animais nos quais o blastóporo origina o ânus, tendo a boca uma origem secundária. Equinodermos e cordados são animais deuterostômios.



Classificação dos animais de acordo com as aberturas do tubo digestório formadas a partir do blastóporo.

Parazoários			Poríferos	
	Eumetazoários	Diblásticos		Cnidários
Triblásticos			Acelomados	Platelmintos
		Pseudocelomados	Nematódeos	
		Celomados	Moluscos	
			Anelídeos	
Artrópodes				
			Equinodermos	} Deuterostômios
			Cordados	

Classificação embrionária dos animais. É importante mencionar que existem classificações mais antigas que categorizam como protostômios também os platelmintos e os cnidários. De fato, nesses animais, o blastóporo origina a boca; contudo, para a classificação embriológica, é redundante classificá-los como protostômios, uma vez que, neles, a boca é a única abertura do tubo digestório.

## Exercícios de sala

1. **Uern 2013** Durante a fase do desenvolvimento embrionário, a célula-ovo passa por várias divisões mitóticas, originando muitas células, que permanecem unidas. Nas primeiras divisões ocorre um aumento significativo do número de células, porém, o tamanho total da célula-ovo praticamente não altera.

Sobre o processo de desenvolvimento embrionário, analise:

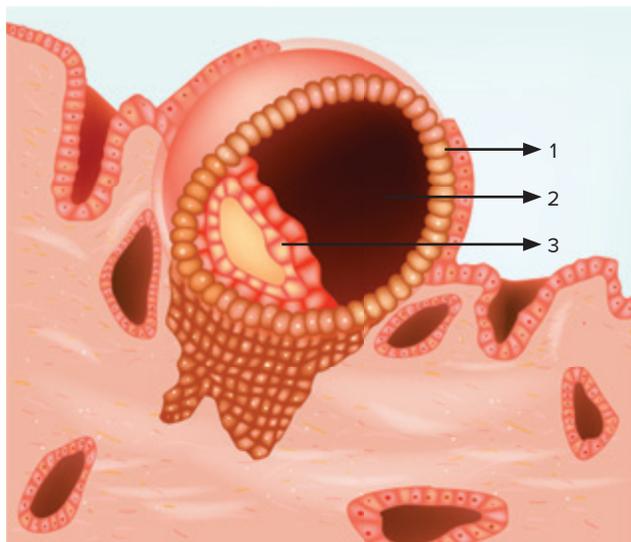
- I. O processo em que o volume da célula-ovo não aumenta caracteriza a segmentação.
- II. A organogênese é a fase seguinte à clivagem no desenvolvimento embrionário, onde ocorre a formação dos folhetos embrionários que darão origem a diversos tecidos do organismo.
- III. A meroblástica é um tipo de segmentação, e ocorre em todo o ovo, exceto na região que possui vitelo, chamada cicatrícula.
- IV. Na segmentação discoidal, as divisões ocorrem na região da cicatrícula, formando um disco de células, característica que denominou esse tipo de segmentação.

Estão corretas apenas as afirmativas

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



6. **FMABC-SP 2021** A figura ilustra a etapa da nidação da embriogênese humana.



Sakurra/Shutterstock.com

As estruturas indicadas pelas setas 1, 2 e 3 correspondem, respectivamente,

- à mesentoderme, à blastoderme e aos micrômeros.
- à ectoderme, à mesoderme e à endoderme.
- aos trofoblastos, à blastocelo e aos embrioblastos.
- à placa neural, ao arquênteron e à notocorda.
- à mesoderme, ao celoma e ao tubo neural.

7. **UCS-RS 2022** Em maio de 2021, a Sociedade Internacional de Pesquisa com Células-Tronco (*International Society for Stem Cell Research – ISSCR*) divulgou novas diretrizes que relaxaram a regra dos 14 dias, um consenso internacional de que embriões humanos poderiam ser cultivados em laboratório apenas até 14 dias após a fertilização. A mudança abre a porta, em países onde essa pesquisa é legal, para que os cientistas comecem a explorar o que acontece depois que o embrião normalmente teria se implantado no útero, lançando luz sobre o desenvolvimento e a reprodução humana. Dentro desse período de 14 dias, uma série de eventos ocorre durante o processo de desenvolvimento do embrião. Assinale a alternativa correta em relação aos primeiros dias do processo de desenvolvimento embrionário natural no corpo humano.

Disponível em: [https://www.nature.com/articles/d41586-021-02343-7?utm\\_source=Nature+Briefing&utm\\_campaign=f7a9e049c5-briefing-dy20210901&utm\\_medium=email&utm\\_term=0\\_c9dfd39373-f7a9e049c5-42594603](https://www.nature.com/articles/d41586-021-02343-7?utm_source=Nature+Briefing&utm_campaign=f7a9e049c5-briefing-dy20210901&utm_medium=email&utm_term=0_c9dfd39373-f7a9e049c5-42594603). Acesso em: 26 set. 2021. (Parcial e adaptado.)

- O óvulo fecundado, aproximadamente 3 dias depois da fecundação, chega até o útero, ainda como uma única célula, coberta pela zona pelúcida.
- A implantação do embrião na parede uterina ocorre quando ele se encontra como uma massa indiferenciada de células compactadas, chamada de mórula.

- O processo chamado de nidação inicia no momento da fecundação e envolve o desenvolvimento da zona pelúcida, que protegerá o embrião até o momento da implantação na parede uterina.
- Os folhetos embrionários, que darão origem aos diferentes tipos de tecidos do corpo, já estão presentes no blastocisto, representados pelo trofoblasto, embrioblasto e zona pelúcida.
- A formação do blastocisto, que contém uma cavidade interna chamada blastocelo, delimitada por uma camada de células, o trofoblasto e um aglomerado celular na parede interna, o embrioblasto, ocorre após sucessivas clivagens.

8. **FPS-PE 2019** O desenvolvimento embrionário tem início após a fecundação e a formação do zigoto. Em relação aos estágios do desenvolvimento embrionário, observe as características a seguir.

- estágio em que ocorre a formação de um aglomerado de células com uma cavidade interna.
- estágio em que ocorre a formação do tubo nervoso.
- estágio em que o embrião é uma esfera compacta de células.
- estágio caracterizado pela presença dos folhetos germinativos.

Assinale a afirmativa que relaciona corretamente os números 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

- 1 – mórula, 2 – nêurula, 3 – blástula, 4 – gástrula.
- 1 – blástula, 2 – gástrula, 3 – mórula, 4 – nêurula.
- 1 – mórula, 2 – blástula, 3 – gástrula, 4 – nêurula.
- 1 – blástula, 2 – nêurula, 3 – mórula, 4 – gástrula.
- 1 – nêurula, 2 – gástrula, 3 – mórula, 4 – blástula.

9. **UEPG-PR 2020** O desenvolvimento embrionário pode ser dividido nas seguintes etapas: segmentação (também chamada de fase de clivagens), gastrulação e organogênese. Sobre as etapas do desenvolvimento embrionário, assinale o que for correto.

- Durante a fase de segmentação, ocorre a formação da mórula, seguida da blástula. A blástula tem como característica a blastocelo.
- Durante a fase de gastrulação, ocorre uma reorganização das células da blástula para formar a gástrula.
- Durante a gastrulação, ocorre movimentação de células para o interior da blastocelo, criando uma nova cavidade denominada de arquêntero.
- O arquêntero comunica-se com o meio externo pelo blastóporo.
- Na gastrulação, as células do embrião diferenciam-se nos folhetos germinativos (também chamado de folhetos embrionários).

Soma:



a) Qual é a estrutura indicada por X? Cite o folheto embrionário que origina essa estrutura.

---



---



---

b) Cite um órgão que se origina a partir do tubo neural.

---

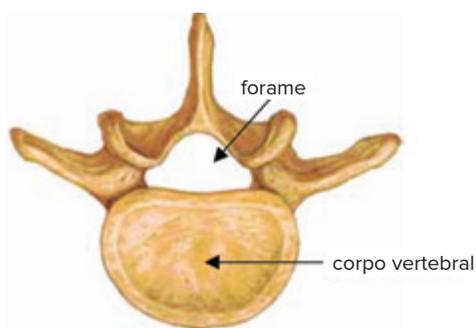


---



---

**16. USCS-SP 2016 (Adapt.)** A figura ilustra uma vértebra, importante estrutura de sustentação esquelética do organismo humano e de diversos grupos animais. As regiões anatômicas do forame (canal vertebral) e do corpo vertebral estão devidamente indicadas.



(www.cnsspine.com. Adaptado.)

Qual estrutura é responsável pela sustentação do embrião humano desde a etapa de nêurula até a formação da coluna vertebral? O que ocorre com essa estrutura embrionária durante o desenvolvimento do embrião?

---



---



---



---



---

**17. Acafe-SC 2014** Durante o desenvolvimento embrionário da maioria das espécies animais, no estágio da gástrula, os blastômeros reorganizam-se em três conjuntos de células: ectoderma, mesoderma e endoderma. Quanto a esses conjuntos celulares, também chamados de folhetos germinativos, analise as afirmações a seguir.

- I. O ectoderma é o folheto mais externo que reveste o embrião. Origina a epiderme (camada externa da pele) e estruturas associadas a ela: pelos, unhas, glândulas sebáceas etc. Está presente em todos os filos animais.
- II. O mesoderma se localiza entre o ectoderma e o endoderma e origina, entre outros, os músculos, ossos, sistema cardiovascular e sistema nervoso. Está presente em todos os filos animais, com exceção dos filos porífera e cnidária.
- III. O endoderma é o folheto germinativo mais interno e delimita a cavidade do arquêntero. Forma as estruturas glandulares associadas à digestão, como glândulas salivares, pâncreas e fígado. É encontrado em todos os filos animais, com exceção do porífera.

Está(ão) correta(s):

- a) a afirmação III.
- b) a afirmação II.
- c) as afirmações I e III.
- d) as afirmações II e III.

**18. Imed-RS 2018** Uma professora colocou alguns animais na bancada do laboratório e pediu aos alunos que correlacionassem a espécie apresentada com suas características embriológicas.

Animal	Características Embrionárias
1. Anêmona-do-mar	<input type="checkbox"/> Triblástico, acelomado, simetria bilateral e protostômio.
2. Planária	<input type="checkbox"/> Triblástico, celomado, simetria bilateral e protostômio.
3. <i>Ascaris lumbricoides</i>	<input type="checkbox"/> Diblástico, acelomado, simetria radial e protostômio.
4. Minhoca	<input type="checkbox"/> Triblástico, celomado, simetria pentarradial e deuterostômio.
5. Estrela-do-mar	<input type="checkbox"/> Triblástico, pseudocelomado, simetria bilateral e protostômio.

A ordem que correlaciona de maneira CORRETA o animal às suas características embrionárias é:

- a) 1, 2, 3, 4, e 5
- b) 5, 4, 3, 2 e 1
- c) 2, 4, 1, 5 e 3
- d) 3, 1, 2, 4 e 5
- e) 4, 3, 5, 1 e 2

## Guia de estudos

### Biologia • Livro 1 • Frente 3 • Capítulo 3

- I. Leia as páginas de **306 a 311**.
- II. Faça os exercícios **1**, de **6 a 8** e **10** da seção “Revisando”.

- III. Faça os exercícios propostos de **1 a 28**.
- IV. Faça os exercícios complementares de **1 a 27**.

## Poríferos e cnidários

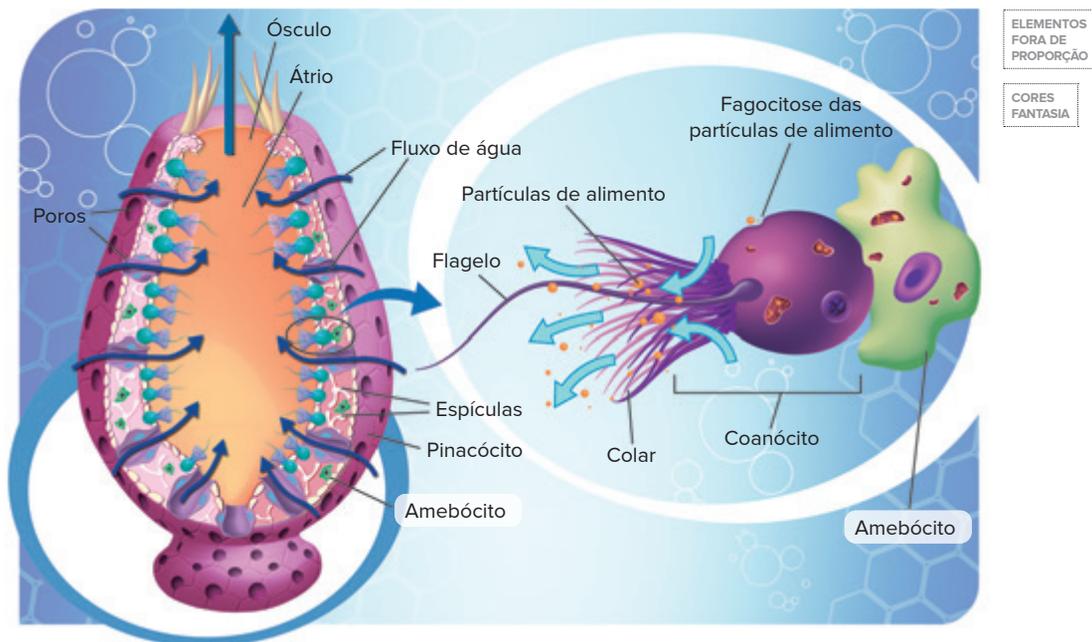
### Poríferos

#### Características gerais

- Aquáticos, de maioria marinha.
- Sem cavidade digestória nem tecidos verdadeiros.
- Sésseis.
- Filtradores.
- Assimétricos ou com simetria radial.

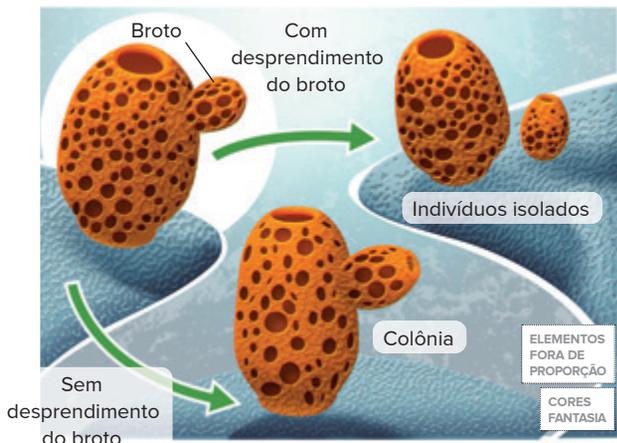
#### Organização corporal e aspectos fisiológicos

- Corpo com poros, átrio (espongiocela) e ósculo. A água entra pelos poros, banha a espongiocela e flui para fora do organismo por meio do ósculo.
- Células:
  - **Coanócitos** (manutenção do fluxo de água; digestão de partículas alimentares);
  - **Pinacócitos** (revestimento externo);
  - **Porócitos** (formação dos poros);
  - **Amebócitos** (formação de gametas; formação dos elementos de sustentação; transporte de materiais; digestão de partículas alimentares).
- **Elementos de sustentação:** fibras de espongina e espículas (calcárias ou silicosas).
- **Meso-hilo:** camada gelatinosa localizada entre a camada externa de células e o revestimento da espongiocela. Nessa camada encontram-se os amebócitos e os elementos de sustentação.



Representação esquemática da organização corporal de uma esponja e detalhes dos coanócitos.

- **Digestão:** intracelular, realizada por coanócitos e amebócitos.
- **Distribuição de substâncias:** difusão entre as células e por meio dos amebócitos.
- **Trocas gasosas e excreção:** difusão através da superfície corporal.



Representação esquemática do processo de brotamento em poríferos.

- **Sexuada:** a maioria das espécies é monoica ou hermafrodita.
  - Em geral, a fecundação ocorre no meso-hilo (fecundação interna), mas existem situações nas quais a fecundação é externa.
  - O desenvolvimento é indireto.



Representação esquemática da reprodução sexuada nos poríferos.

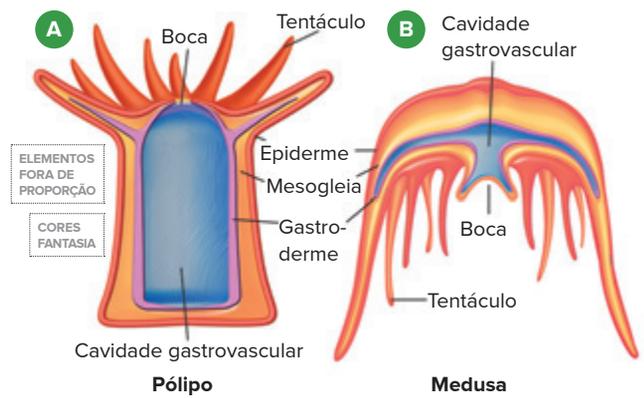
## Cnidários

### Características gerais

- Aquáticos de maioria marinha.
- Diblásticos.
- Simetria radial.

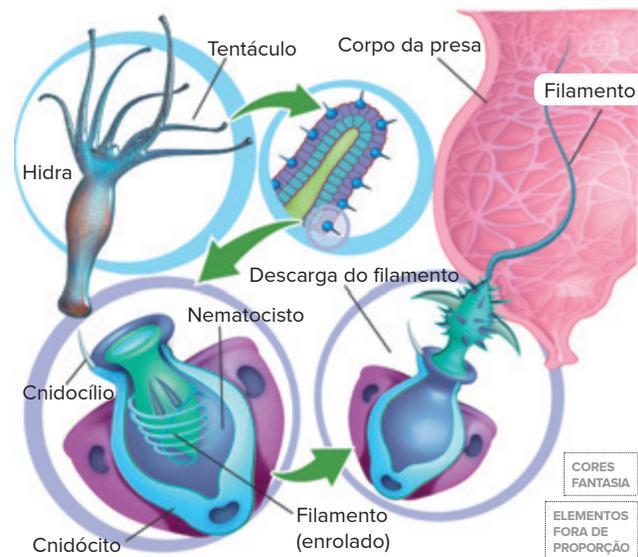
### Morfologia e fisiologia

- Tipos morfológicos: pólipo e medusa.
- Corpo com duas camadas celulares: epiderme (revestimento externo) e gastroderme (revestimento da cavidade digestiva), entre as quais encontra-se a mesogleia (camada gelatinosa).



Representação esquemática das formas de pólipo (A) e medusa (B) vistas em corte, evidenciando as camadas do corpo dos cnidários.

- Tentáculos com epiderme rica em cnidoblastos (células importantes à captura de presas e defesa).



Representação esquemática da estrutura e do funcionamento de um cnidócito. Uma vez disparado, o cnidócito degenera, e novos cnidócitos são formados por diferenciação a partir de células intersticiais.

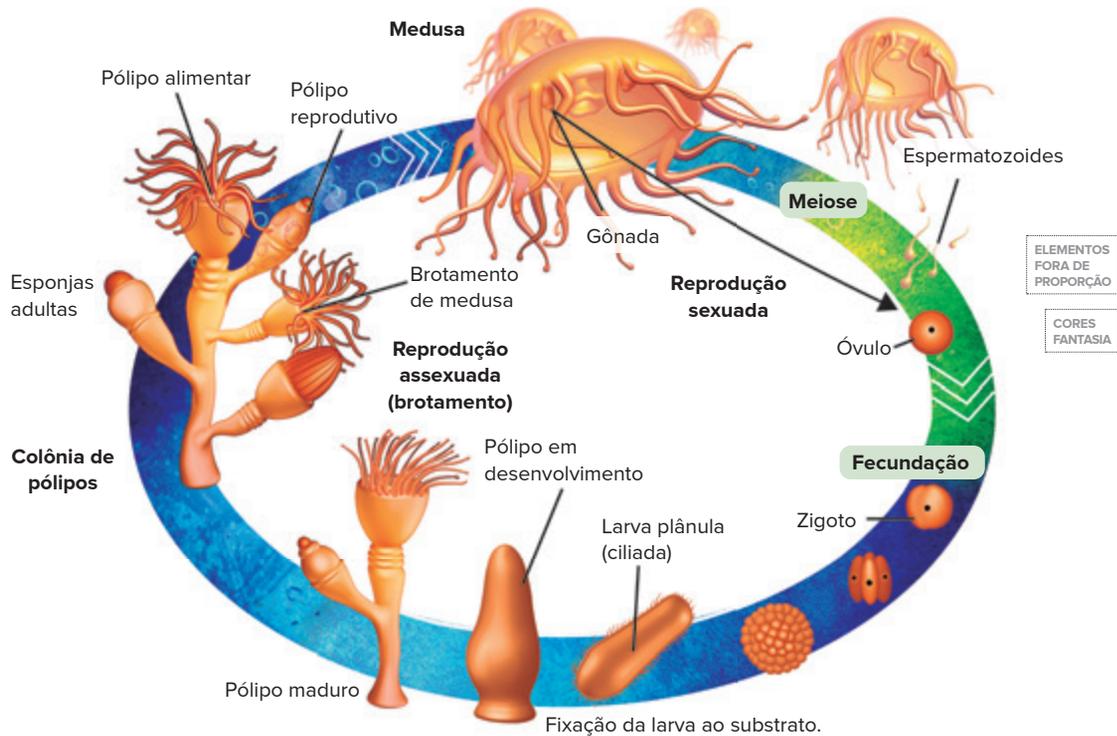
- **Digestão:** tubo digestório incompleto com digestão extracelular e intracelular.
- **Distribuição de materiais:** por meio da cavidade gastrovascular e por difusão entre as células.
- **Trocax gasosas e excreção:** difusão através da superfície corporal.
- **Sistema nervoso:** difuso.



## Classificação e reprodução

### Hidrozoa (hidrozoários)

- Representantes: hidras (pólipos de água doce), caravela-portuguesa (colônia de pólipos) e *Obelia* sp.
- Ciclo com alternância de gerações, como nos representantes do gênero *Obelia* sp.



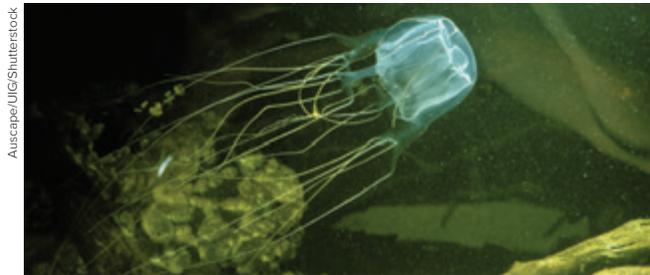
Representação esquemática do ciclo de vida de *Obelia* sp. Nesse ciclo, a fecundação é externa e, devido à presença de um estágio larval, o desenvolvimento é indireto.

### Scyphozoa (cifozoários)

- Medusas correspondem à fase predominante do ciclo de vida.
- Ciclo com alternância de gerações, como no gênero *Aurelia* sp.
  - Reprodução assexuada por estrobilização.
  - Fecundação interna.
  - Desenvolvimento indireto (larva plânula).

### Cubozoa (cubozoários)

- Estágio medusoide com formato semelhante a um cubo, por exemplo, a vespa-do-mar.
- Ciclo com alternância de gerações.



Vespa-do-mar (*Chironex fleckeri*, chega a medir 3 m de comprimento), cubozoário extremamente venenoso.

### Anthozoa (antozoários)

- Representantes: corais e anêmonas-do-mar.
- Apenas forma de pólipos.

- Corais produzem um exoesqueleto calcário relacionado à formação dos recifes de corais.



Recifes de corais abrigam diversas formas de vida, como peixes e pequenos crustáceos.

### BRANQUEAMENTO DE CORAIS

- Ocorre devido à expulsão das zooxantelas do corpo do animal.
- Principal causa: elevação da temperatura da água pelas mudanças climáticas.
- Consequências: diminuição da capacidade reprodutiva e morte das colônias.

### DESTRUIÇÃO DOS RECIFES

- Parte do CO<sub>2</sub> atmosférico se dissolve na água do mar, resultando na acidificação dos oceanos por conta da formação de ácido carbônico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>).
- O ácido leva à corrosão dos recifes de corais, que são formados por carbonato de cálcio.

## Exercícios de sala

1. **Uece 2019** Escreva V ou F conforme seja verdadeiro ou falso o que se afirma nos itens abaixo sobre o filo porífera.

- Poríferos são animais vertebrados aquáticos que apresentam poros pelo corpo.
- Poríferos são sésseis, ou seja, ficam fixados em um substrato.
- Esponjas vivem de forma solitária e em ecossistemas marinhos.
- Algumas esponjas apresentam toxinas como defesa contra seus predadores.

Está correta, de cima para baixo, a seguinte sequência:

- a) V, V, V, V.                      c) F, F, F, F.  
b) V, F, V, F.                      d) F, V, F, V.

2. **Ulbra-RS 2016** As esponjas são os representantes do Filo Porifera (Reino Animalia). Este Filo é considerado um ramo primitivo na evolução dos metazoários, apresentando uma organização corporal simples. Os poríferos são usados pelos pintores de paredes para obtenção de certos efeitos especiais. Antigamente, eram usados, também, como esponjas de banho. Quanto às esponjas, é correto afirmar que:

- I. Possuem tecidos verdadeiros e são encontradas somente em ambientes aquáticos.
- II. Possuem tecidos verdadeiros e podem apresentar espículas, calcárias ou silicosas, formando o esqueleto para sustentação desses animais.
- III. Não possuem tecidos verdadeiros e alimentam-se de partículas em suspensão através do sistema aquífero.
- IV. As células que capturam as partículas na água são os coanócitos; os porócitos permitem a entrada de água do meio externo e, após a circulação, a água sai pelo ósculo.

Estão corretas:

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

3. **UFGD-MS 2022** O Filo Porifera é representado pelas esponjas, que possuem uma organização corporal considerada muito simples; a maioria de suas espécies vive no ambiente marinho, aderida a diferentes substratos. O Filo Cnidaria apresenta animais aquáticos de maioria marinha e que possuem como alguns de seus representantes a água-viva, caravela e corais. No que se refere à estrutura corporal dos fillos citados, assinale a alternativa correta.

- a) No pólipos, é possível encontrar uma cavidade gastrovascular com células flageladas denominadas coanócitos; os cnidários possuem células totipotentes, capazes de gerar outros tipos de células do animal.

- b) Os poríferos possuem canais aferentes por onde a água é conduzida por um conjunto de células denominadas pinacócitos. Os cnidários possuem cnidoblastos, que são células urticantes.
- c) As células intersticiais são células totipotentes presentes nos cnidários. Os poríferos também possuem células totipotentes.
- d) Os poríferos possuem sistema nervoso com a capacidade de perceber alguns estímulos ambientais. Já os cnidários possuem células nervosas dispersas na mesogleia, com uma capacidade superior de percepção dos estímulos ambientais.
- e) As células intersticiais estão para os poríferos, assim como os amebócitos estão para os cnidários.

4. **FCMSCSP 2020** Para montar uma exposição de animais durante um trabalho escolar, um aluno inseriu abaixo da imagem de determinado animal a seguinte descrição: “esse animal apresenta simetria radial, sistema digestório incompleto e tentáculos. Nota-se nele, entretanto, ausência de órgãos dos sistemas circulatório, respiratório e excretor”. O animal descrito é

- a) um poliqueto.  
b) uma planária.  
c) uma esponja.  
d) uma hidra.  
e) uma lula.

5. **UPF-RS 2021** As águas-vivas são animais pertencentes ao filo dos cnidários. Apesar da sua beleza, elas têm causado, com frequência, queimaduras em pessoas que nadam ou mergulham no mar. Segundo o corpo de bombeiros, o litoral gaúcho registrou, até fevereiro deste ano, 93 577 ocorrências de lesões causadas por águas-vivas.

(Gaúcha ZH, 25/02/2020).

Analise as afirmativas sobre os cnidários apresentadas a seguir.

- I. São aquáticos, exclusivamente de água salgada, triblásticos, com simetria radial e encontrados em duas formas: pólipos (fixos) e medusa (livres).
- II. Os coanócitos, células da epiderme desse grupo de animais, apresentam um líquido tóxico capaz de causar a morte de pequenos peixes e queimaduras em humanos.
- III. Podem ser sésseis, como os corais; nadar ativamente, como as águas-vivas; ou ainda flutuar como as caravelas.
- IV. A digestão é extra e intracelular, não há sistema respiratório, circulatório ou excretor, e o sistema nervoso é difuso.

Estão corretas as afirmativas:

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

- 6. Fuvest-SP 2019** O processo de acidificação dos oceanos, decorrente das mudanças climáticas globais, afeta diretamente as colônias de corais, influenciando na formação de recifes. Assinale a alternativa que completa corretamente a explicação para esse fenômeno.

O dióxido de carbono dissolvido no oceano

- a) gera menor quantidade de íons de hidrogênio, o que diminui o pH da água, liberando maior quantidade de íons cálcio, que, por sua vez, se ligam aos carbonatos, aumentando o tamanho dos recifes.
- b) é absorvido pelo fitoplâncton, entrando no processo fotossintético, e o oxigênio liberado permanece na água do mar, oxidando e matando os recifes de coral.
- c) leva à formação de ácido carbônico, que, dissociado, gera, ao final, íons de hidrogênio e de carbonato, que se ligam, impedindo a formação do carbonato de cálcio que compõe os recifes de coral.
- d) é absorvido pelo fitoplâncton, entrando no processo fotossintético, e o oxigênio liberado torna a água do mar mais oxigenada, aumentando a atividade dos corais e o tamanho de seus recifes.
- e) reage com a água, produzindo ácido carbônico, que permanece no oceano e corrói os recifes de coral, que são formados por carbonato de cálcio.

- 7. Udesc 2019** Normalmente pensamos na existência dos recifes de corais em águas quentes, rasas e limpas, com muita luz e poucos nutrientes, no entanto na foz do rio Amazonas, é o contrário, os sedimentos carregados pelo rio deixam a água turva, mas trazem muitos nutrientes, compensando a escassez de luz. Outra peculiaridade é a variação de acidez, da salinidade e da turbidez da água, como resultado do encontro do rio com o oceano.

Disponível em <http://revistapesquisa.fapesp.br/2018/07/16/floresta-submarina/>. Acesso em 09 de setembro de 2018. [adaptado]

Assinale a alternativa **correta**, em relação ao grupo animal que forma os corais.

- a) Neles encontram-se as primeiras células nervosas no reino animal.
  - b) Podem ser encontrados nos ecossistemas marinho e terrestre.
  - c) São animais com simetria bilateral.
  - d) Sua reprodução ocorre por brotamento, sendo incapazes de produzir gametas.
  - e) Possuem tubo digestório completo.
- 8. Unicamp-SP 2021** Os recifes de coral constituem importantes ecossistemas do planeta, oferecendo abrigo, áreas de desova e proteção contra predadores, e são o hábitat de organismos na base das cadeias alimentares oceânicas.

Considerando os conhecimentos de biologia, é correto afirmar que os corais

- a) com organização corporal polipoide são animais fixos ao substrato, com reprodução sexuada, e os com organização medusoide correspondem aos animais móveis, com reprodução assexuada.
- b) têm vários tentáculos junto à boca, compostos por cnidoblastos, os quais são células dotadas de flagelos que auxiliam na movimentação da água para favorecer a filtração do alimento e trocas gasosas.
- c) são animais triblásticos, pois em sua fase embrionária distinguem-se três folhetos embrionários (endoderme, mesoderme e ectoderme), com ausência do celoma e presença de disco basal.
- d) têm duas superfícies epiteliais, a epiderme, que reveste externamente o animal, e a gastroderme, que delimita a cavidade gastrovascular; entre elas, encontram-se células pertencentes à mesogleia.

- 9. UFSC 2018 (Adapt.)** Os recifes coralíferos são muitas vezes comparados às florestas tropicais em termos de biodiversidade. Basta escolher qualquer grupo e os resultados são inacreditáveis. Certa vez, um pesquisador australiano abriu um pedaço de coral do tamanho de uma bola de vôlei e descobriu, vivendo no seu interior, mais de 1.400 vermes poliquetas de 103 espécies diferentes. Mais recentemente, pesquisadores americanos abriram nacos de coral em busca de crustáceos e encontraram mais de cem espécies.

KOLBERT, E. A sexta extinção, uma história não natural. 1. ed. Tradução de M. Pinheiro. Rio de Janeiro: Intrínseca, p. 148. [Adaptado].

Sobre os assuntos relacionados ao texto, é correto afirmar que:

- 01 recifes de coral são construídos pela ação dos poliquetas e dos crustáceos.
- 02 recifes de coral são formações que ocorrem em diferentes ambientes marinhos, incluindo águas tropicais, polares e regiões abissais.
- 04 recifes de coral são restritos às regiões costeiras dos continentes.
- 08 os corais suportam grandes variações na temperatura da água, justamente por viverem e se desenvolverem em águas tropicais.
- 16 nas formações coralíferas, existe uma relação simbiótica entre cnidários e algas zooxantelas.
- 32 os recifes coralíferos são locais de alimentação, reprodução e desenvolvimento de várias espécies do ecossistema marinho.

Soma:

## Guia de estudos

### Biologia • Livro 1 • Frente 3 • Capítulo 4

- I. Leia as páginas de **326 a 330**.
- II. Faça os exercícios de **1 a 3** da seção “Revisando”.
- III. Faça os exercícios propostos de **1 a 13**.
- IV. Faça os exercícios complementares de **1 a 14**.

# Platelmintos e nematódeos

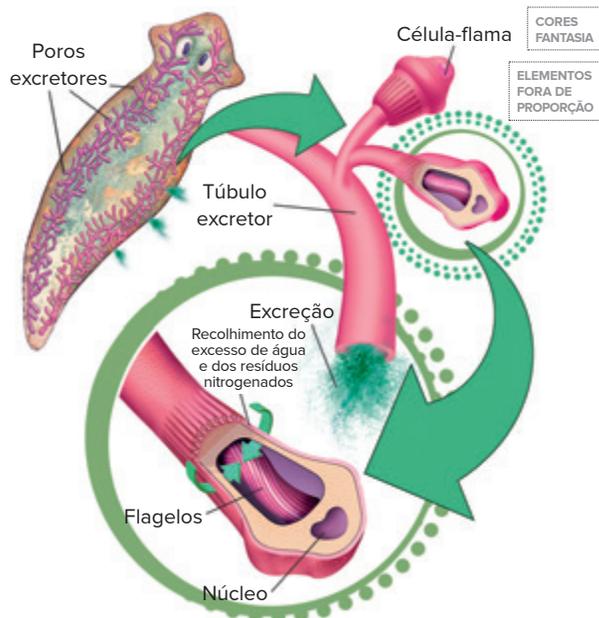
## Platelmintos (vermes achatados)

### Características gerais

- Vida livre ou parasitas.
- Acelomados.
- Triblásticos.
- Simetria bilateral.

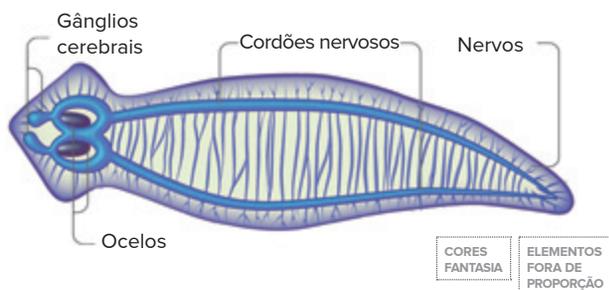
### Morfologia e fisiologia

- **Digestão:** tubo digestório incompleto com digestão extracelular e intracelular.
- **Transporte de substâncias:** pelas ramificações da cavidade digestória (**cavidade gastrovascular**) e por difusão entre as células.
- **Trocas gasosas:** por difusão através da superfície corporal.
- **Excreção:** protonefrídeos.



Representação esquemática do mecanismo de excreção por meio dos protonefrídeos.

- **Sistema nervoso:** ganglionar, com evidente cefalização.



Representação esquemática do sistema nervoso de uma planária, que possui um par de gânglios cerebrais ligados a cordões nervosos dispostos longitudinalmente no corpo do animal. Nervos interligam os cordões nervosos, resultando em um formato semelhante ao de uma escada.

### Classificação e reprodução

- Os representantes do filo platelmintos estão distribuídos em três classes principais.

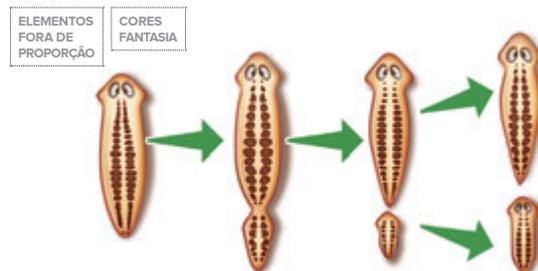
### Turbellaria (turbelários)

- Platelmintos de vida livre, como a **planária**.



Planária terrestre pertencente ao gênero *Bipalium* sp. (mede cerca de 25 cm de comprimento).

- **Reprodução assexuada:** bipartição (fissão binária) e regeneração.



Representação esquemática da reprodução assexuada em planárias.

- **Reprodução sexuada:** monoicas; fecundação interna e cruzada; desenvolvimento direto.

### Cestoda (cestódeos)

- **Tênias**, vermes parasitas, são importantes exemplos de platelmintos cestódeos.



*Taenia solium*, platelminto causador da teníase. Mede cerca de 3 m de comprimento.

- **Reprodução:** monoicas; autofecundação; desenvolvimento indireto.

## Trematoda (trematódeos)

- **Esquistossomos** são os principais exemplos de platemintos trematódeos.



Electromicrografia de varredura de um casal da espécie *Schistosoma mansoni*, platelminto causador da esquistossomose. Em rosa, é possível ver o macho (mede cerca de 1 cm de comprimento) e, em amarelo, a fêmea (mede cerca de 1,5 cm de comprimento). Os indivíduos dessa espécie apresentam ventosas que auxiliam na fixação do animal às estruturas internas do hospedeiro. Colorido artificialmente.

- **Reprodução:** dioicos com dimorfismo sexual; fecundação interna; desenvolvimento indireto.

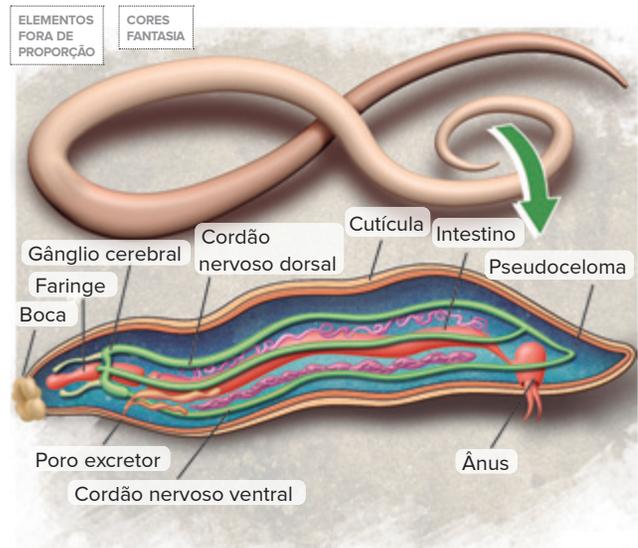
## Nematódeos (vermes cilíndricos)

### Características gerais

- Vida livre ou parasitas.
- Triblásticos.
- Pseudocelomados.
- Protostômios.
- Simetria bilateral.

### Morfologia e fisiologia

- **Digestão:** tubo digestório completo com digestão exclusivamente extracelular.
- **Transporte de substâncias:** por difusão entre as células e por meio do líquido pseudocelomático.
- **Trocas gasosas:** por difusão através da superfície corporal.
- **Excreção:** tubos em H.
- **Sistema nervoso:** gânglio nervoso em forma de anel que circunda o tubo digestório na altura da faringe. Desse anel partem cordões nervosos longitudinais, um dorsal e outro ventral.



Representação esquemática das estruturas internas de um macho de lombriga. A lombriga (*Ascaris lumbricoides*) está entre os principais representantes do filo Nematoda. Os nematódeos possuem sobre a epiderme uma cutícula resistente que atua na sua proteção.

### Classificação

- Pertencem ao grupo Ecdysozoa (ecdisozoários). Esse grupo inclui filões de animais que trocam seu revestimento externo à medida que crescem. Os dois maiores filões de animais ecdisozoários são os nematódeos e os artrópodes.

### Reprodução

- Em geral, são dioicos com dimorfismo sexual, com fecundação interna e desenvolvimento indireto.



Fotografia de uma fêmea (mais externa) e um macho (mais interno) de *Ascaris lumbricoides*. Note que a extremidade posterior do corpo do macho apresenta uma curvatura. Nessa região, existem espículas que são usadas para introduzir os gametas masculinos no sistema reprodutor da fêmea durante a cópula. Em geral, as fêmeas são maiores que os machos, podendo atingir até 40 cm de comprimento, enquanto os machos adultos atingem até 30 cm de comprimento.

## Exercícios de sala

**1. Unioeste-PR 2018** Os alimentos fornecem aos organismos a energia necessária para a realização de seus processos celulares e metabólicos. Também são fontes de matéria-prima para o desenvolvimento e manutenção do organismo. A digestão é um processo fisiológico a partir do qual os alimentos são reduzidos a pequenas partículas absorvíveis e disponíveis para a utilização metabólica.

Considerando-se o processo da digestão e a estrutura do sistema digestório dos organismos, é CORRETO afirmar que

- a) a digestão intracelular ocorre totalmente no interior da célula e o alimento fica armazenado em vacúolos digestivos, repletos de enzimas. Este tipo de digestão é exclusivo dos organismos unicelulares tais como bactérias e protozoários.
- b) em alguns animais, por exemplo, poríferos e cnidários, o alimento é parcialmente digerido no meio extracelular e depois o processo é finalizado no interior das células que revestem a cavidade digestiva.
- c) o sistema digestório é dito incompleto quando ele possui apenas uma abertura que se comunica com o meio externo através da qual os alimentos são captados e os restos não digeridos são eliminados. Ocorrem em cnidários e platelmintos.
- d) a bile é uma enzima digestiva produzida pelo fígado e armazenada na vesícula biliar, que tem a função de emulsificar as gorduras presentes no intestino delgado.
- e) o papo, uma dilatação do tubo digestivo, cuja função é umedecer e armazenar temporariamente o alimento ingerido, é exclusivo e característico do sistema digestório das aves.



Texto para a questão 2.

### O poder criativo da imperfeição

Já escrevi sobre como nossas teorias científicas sobre o mundo são aproximações de uma realidade que podemos compreender apenas em parte. Nossos instrumentos de pesquisa, que tanto ampliam nossa visão de mundo, têm necessariamente limites de precisão. Não há dúvida de que Galileu, com seu telescópio, viu mais longe do que todos antes dele. Também não há dúvida de que hoje vemos muito mais longe do que Galileu poderia ter sonhado em 1610. E certamente, em cem anos, nossa visão cósmica terá sido ampliada de forma imprevisível.

No avanço do conhecimento científico, vemos um conceito que tem um papel essencial: simetria. Já desde os tempos de Platão, há a noção de que existe uma linguagem secreta da natureza, uma matemática por trás da ordem que observamos.

Platão – e, com ele, muitos matemáticos até hoje – acreditava que os conceitos matemáticos existiam em uma espécie de dimensão paralela, acessível apenas através da razão. Nesse caso, os teoremas da matemática (como o famoso teorema de Pitágoras) existem como verdades absolutas, que a mente humana, ao menos as mais aptas, pode ocasionalmente descobrir. Para os platônicos, a matemática é uma descoberta, e não uma invenção humana.

Ao menos no que diz respeito às forças que agem nas partículas fundamentais da matéria, a busca por uma teoria final da natureza é a encarnação moderna do sonho platônico de um código secreto da natureza. As teorias de unificação, como são chamadas, visam justamente a isso, formular todas as forças como manifestações de uma única, com sua simetria abrangendo as demais.

Culturalmente, é difícil não traçar uma linha entre as fés monoteístas e a busca por uma unidade da natureza nas ciências. Esse sonho, porém, é impossível de ser realizado.

Primeiro, porque nossas teorias são sempre temporárias, passíveis de ajustes e revisões futuras. Não existe uma teoria que possamos dizer final, pois nossas explicações mudam de acordo com o conhecimento acumulado que temos das coisas. Um século atrás, um elétron era algo muito diferente do que é hoje. Em cem anos, será algo muito diferente outra vez. Não podemos saber se as forças que conhecemos hoje são as únicas que existem.

Segundo, porque nossas teorias e as simetrias que detectamos nos padrões regulares da natureza são em geral aproximações. Não existe uma perfeição no mundo, apenas em nossas mentes. De fato, quando analisamos com calma as “unificações” da física, vemos que são aproximações que funcionam apenas dentro de certas condições.

O que encontramos são assimetrias, imperfeições que surgem desde as descrições das propriedades da matéria até as das moléculas que determinam a vida, as proteínas e os ácidos nucleicos (RNA e DNA). Por trás da riqueza que vemos nas formas materiais, encontramos a força criativa das imperfeições.

MARCELO GLEISER

Adaptado de *Folha de S.Paulo*, 25/08/2013.

**2. Uerj 2018** A simetria também é observada na estrutura corporal dos animais, influenciando, por exemplo, a distribuição interna dos órgãos.

Uma característica associada à simetria bilateral, presente em todos os animais com esse padrão corporal, é:

- a) grande cefalização
- b) organização metamérica
- c) sistema circulatório aberto
- d) sistema digestório incompleto

**3. Unisinos-RS 2016** Os platelmintos (Filo Platyhelminthes) são animais invertebrados que possuem o corpo achatado. As características que os diferenciam dos outros invertebrados são: sistema circulatório \_\_\_\_\_; sistema digestivo \_\_\_\_\_; e excreção realizada através de \_\_\_\_\_.

Sobre as características diferenciais dos platelmintos descritas acima, qual das alternativas abaixo preenche correta e respectivamente as lacunas?

- a) presente; incompleto; metanefrídeos.
- b) ausente; incompleto; túbulos de Malpighi.
- c) ausente; incompleto; células-flama.
- d) presente; completo; túbulos de Malpighi.
- e) presente; incompleto; células-flama.





# Introdução à Biologia

## O que é Biologia?

**Biologia** é uma área das Ciências da Natureza que estuda os seres vivos e os processos biológicos que ocorrem neles, dos processos microscópicos (como a divisão celular) à interação dos seres vivos em escala global.

## Características gerais dos seres vivos

### Composição química

- **Moléculas orgânicas:** carboidratos, lipídios, proteínas, vitaminas e ácidos nucleicos (DNA e RNA).
- **Moléculas inorgânicas:** água e minerais.

### Metabolismo

- Conjunto de todas as reações químicas ocorridas em um organismo.
- **Catabolismo:** reações de quebra de moléculas complexas em moléculas mais simples. Ex.: digestão dos alimentos.

- **Anabolismo:** síntese de moléculas complexas a partir de moléculas mais simples. Ex.: fotossíntese.

### Homeostase

- Propriedade de regulação do ambiente interno dos seres vivos, de modo a manter uma condição estável mediante múltiplos ajustes controlados por mecanismos de regulação.

### Nutrição

- Organismos autótrofos: são capazes de produzir seu próprio alimento (matéria orgânica) a partir de moléculas inorgânicas e energia presentes no ambiente. Ex.: diversas bactérias, arqueas, algas e plantas.
- Organismos heterótrofos: precisam ingerir matéria orgânica de outros seres vivos ou do ambiente para utilizá-la em seu próprio metabolismo. Ex.: fungos, protozoários, animais e diversas bactérias.

## Níveis de organização dos seres vivos



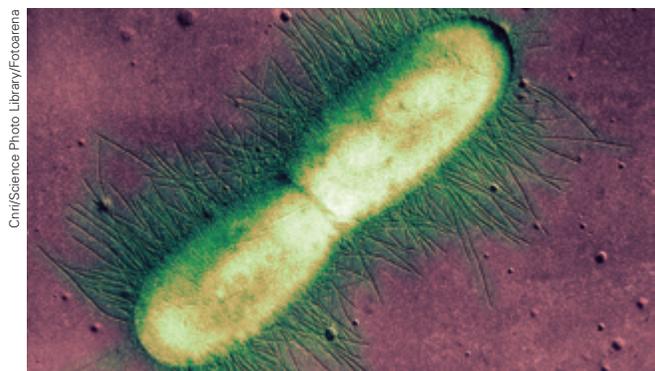
Representação esquemática dos principais níveis de organização dos seres vivos.

## Hereditariedade

- Capacidade que os seres vivos têm de transmitir características entre gerações.

## Reprodução

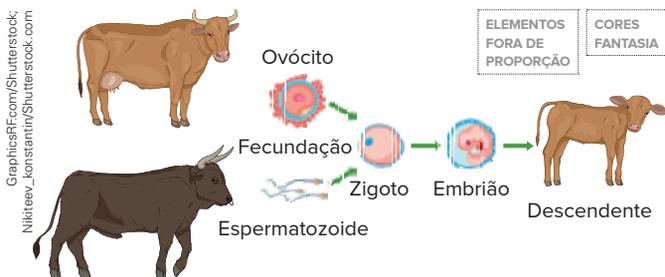
- Capacidade que os seres vivos têm de gerar descendentes e perpetuar a espécie no planeta.
- **Reprodução assexuada**
  - Ocorre sem a presença de gametas e de fecundação.
  - Os descendentes, em geral, são geneticamente iguais ao organismo parental (são clones).
  - Ex.: bipartição e brotamento.



Bactéria (*Escherichia coli*, mede cerca de 1 µm de comprimento) se reproduzindo por bipartição (vista ao microscópio eletrônico de transmissão e colorida artificialmente).

### • Reprodução sexuada

- Ocorre por meio do encontro de gametas (fecundação) e há formação do zigoto.
- Promove variabilidade genética.



Representação esquemática da reprodução sexuada em animais.

## Evolução

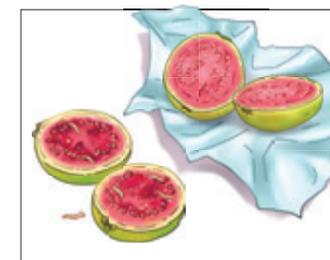
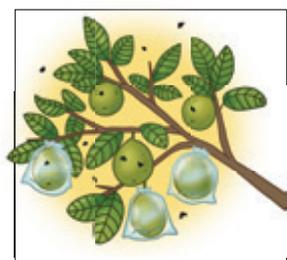
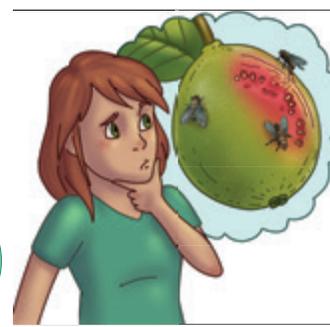
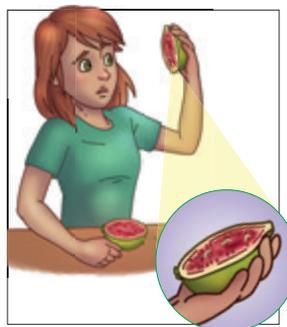
- Modificações que ocorrem nas características hereditárias de uma população ao longo das gerações.

## Método científico

Conjunto de procedimentos rigorosos que devem ser executados para garantir a qualidade na prática científica. As principais etapas são:

- **Observação** de um fenômeno natural.
- Elaboração de uma **pergunta** sobre o fenômeno observado.
- Formulação de uma **hipótese** para responder à pergunta.
- Proposição de **deduções** a partir da hipótese.
- Teste das deduções, por meio de observações adicionais ou **experimentos controlados**.
  - **Grupo experimental:** aquele em que se promove uma alteração em um fator a ser testado.
  - **Grupo controle:** aquele submetido aos fatores sem alteração.
- **Análise dos resultados** e **conclusão** com relação à validade da hipótese.

ELEMENTOS FORA DE PROPORÇÃO  
CORES FANTASIA



AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. *Biologia*. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2015.

Exemplo de algumas etapas do método científico aplicadas na investigação de uma situação cotidiana. 1. Observação: existem larvas dentro da goiaba. 2. Hipótese: se forem larvas de mosca, proteger os frutos impedirá a formação de larvas. 3. Experimento: algumas goiabas permanecem descobertas (grupo controle) e outras, são cobertas com sacos plásticos (grupo experimental). 4. Conclusão: hipótese confirmada, pois as larvas surgiram apenas nas goiabas descobertas.

## Hipótese e teoria científica

- **Hipótese:** uma resposta factível/possível para uma pergunta sobre determinado fenômeno natural.
- **Teoria:** ideia ampla que explica, de forma coerente e racional, um conjunto de fenômenos abrangentes da natureza.

## Exercícios de sala

1. UFRGS 2017 Observe a tira abaixo.

Armandinho Alexandre Beck



BECK, A. Armandinho, Zero hora. 10 ago. 2015.

A biologia como ciência começou a ser estruturada no século XIX. Assinale com V (verdadeiro) ou F (falso) as afirmações abaixo, referentes a essa área de conhecimento.

- As células são unidades estruturais básicas que provêm de células preexistentes.
- Os seres vivos são geneticamente relacionados e capazes de evoluir.
- A maioria das reações químicas que mantêm os organismos vivos ocorre no ambiente extracelular.
- Conclusões obtidas a partir de um determinado organismo não podem servir de base para investigações em outros seres vivos.

A sequência correta de preenchimento dos parênteses, de cima para baixo, é

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

2. PUC-RS 2014 Os organismos vivos são assim denominados por apresentarem, entre outras propriedades, metabolismo próprio. Considerando essa informação, das seguintes alternativas, qual NÃO é uma característica dos organismos vivos?

- a) Podem ser celulares ou acelulares.                      d) São mantidos por reações enzimáticas.
- b) São estruturados por proteínas.                      e) Possuem genoma composto por bases nucleotídicas.
- c) São baseados em soluções aquosas.

3. Unicamp-SP 2015 Os fósseis são uma evidência de que nosso planeta foi habitado por organismos que já não existem atualmente, mas que apresentam semelhanças com organismos que o habitam hoje.

- a) Por que espécies diferentes apresentam semelhanças anatômicas, fisiológicas e bioquímicas?

\_\_\_\_\_

- b) Cite quatro características que todos os seres vivos têm em comum.

\_\_\_\_\_

4. Enem 2019 A lenda diz que, em um belo dia ensolarado, Newton estava relaxando sob uma macieira. Pássaros gorjeavam em suas orelhas. Havia uma brisa gentil. Ele cochilou por alguns minutos. De repente, uma maçã caiu sobre a sua cabeça e ele acordou com um susto. Olhou para cima. “Com certeza um pássaro ou um esquilo derrubou a maçã da árvore”, supôs. Mas não havia pássaros ou esquilos na árvore por perto. Ele, então, pensou: “Apenas alguns minutos antes, a maçã estava pendurada na árvore. Nenhuma força externa fez ela cair. Deve haver alguma força subjacente que causa a queda das coisas para a terra”.

SILVA, C. C.; MARTINS, R. A. *Estudos de história e filosofia das ciências*. São Paulo: Livraria da Física, 2006 (adaptado).

Em contraponto a uma interpretação idealizada, o texto aponta para a seguinte dimensão fundamental da ciência moderna:

- a) Falsificação de teses.                      d) Contemplação da natureza.
- b) Negação da observação.                      e) Universalização de conclusões.
- c) Proposição de hipóteses.

## 5. Uerj 2018

### Coleção de pássaros e de insetos do Museu Nacional de História Natural dos Estados Unidos



super.abril.com.br

Os zoólogos em seus museus de História Natural, sem se deslocarem mais do que poucos metros e abrindo apenas algumas gavetas, puderam viajar através de todos os continentes. Muitos aspectos comuns, que não podiam ser vistos em espécies perigosas distantes no tempo e no espaço, passaram a aparecer facilmente entre o conteúdo de uma vitrina e o da próxima.

Adaptado de LOPES, M. *O Brasil descobre a pesquisa científica: os museus e as ciências naturais no século XIX*. São Paulo: HUCITEC; Brasília: UnB, 2009.

No decorrer dos séculos XIX e XX, museus de História Natural foram criados em diversos países. Esses espaços buscavam não só expor curiosidades, como também promover, em novas bases, o conhecimento científico de fenômenos e seres vivos. A promoção dessa forma de conhecimento sobre a natureza se relacionava com a seguinte sequência de procedimentos:

- coletar, observar e classificar.
  - analisar, colecionar e organizar.
  - experimentar, reunir e desmistificar.
  - descobrir, uniformizar e hierarquizar.
- 6. Unitau-SP 2020** Apesar de os genes terem sido descritos somente 20 anos após a morte de Gregor Mendel, a contribuição do monge para a compreensão dos mecanismos de hereditariedade é de extrema importância. Com base em hipóteses, na experimentação e na regularidade de resultados observados por Mendel em seus experimentos, ele desenvolveu a Lei denominada “Lei da pureza dos gametas”. Em essência, essa lei afirma que cada característica é determinada por um par de fatores que se separam na formação dos gametas, nos quais ocorrem em dose simples. Assim como Mendel, muitos cientistas buscam encontrar respostas para questões reais que, se solucionadas, promoverão o avanço da humanidade. O caminho utilizado por eles está baseado no método científico, que envolve uma sequência de procedimentos, os quais devem ser realizados para que as respostas obtidas sejam confiáveis. Acerca do método científico, assinale a alternativa INCORRETA.
- Quando um cientista, ao testar sua hipótese por experimentos, tem suas deduções refutadas, ele pode modificar a hipótese ou a substituir.
  - Quando a hipótese é confirmada, será denominada teoria, não podendo ser questionada, pois foi comprovada cientificamente.
  - Geralmente, os passos iniciais do método científico são: observar, conceber uma pergunta sobre o observado e formular uma hipótese.
  - Nem sempre o método científico envolve etapas como: observação, formulação de uma hipótese, experimentação, interpretação de resultados e conclusão.
  - Por meio da utilização do método científico, pode-se chegar a teorias científicas que explicam fenômenos da natureza e a leis que descrevem esses fenômenos.

## Guia de estudos

### Biologia • Livro 1 • Frente 1 • Capítulo 1

- Leia as páginas de **6 a 10**.
- Faça os exercícios **3, 8 e 9** da seção “Revisando”.
- Faça os exercícios propostos **4** e de **7 a 14**.
- Faça os exercícios complementares **3, 5**, de **7 a 10, 12 e 13**.

## FRENTE 4

### AULAS 3 A 7

# Protozoários e protozooses

## Protozoários

### Características gerais

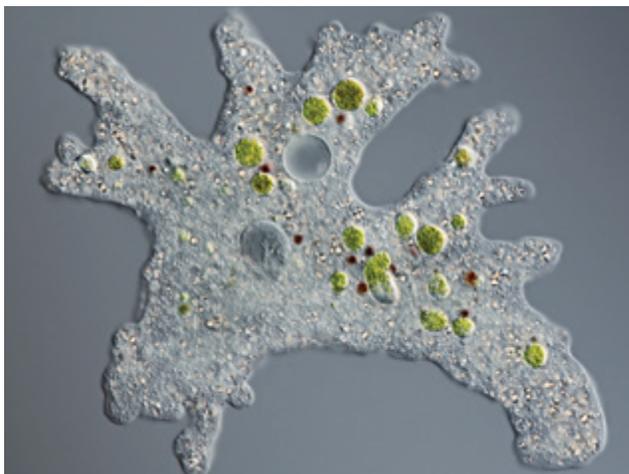
- Eucariontes;
- Unicelulares;
- Heterótrofos;
- Desprovidos de parede celular;
- Podem ser de vida livre ou parasitas.

### Classificação tradicional

- Baseada nas formas de locomoção.

### Rizópodes ou sarcodíneos

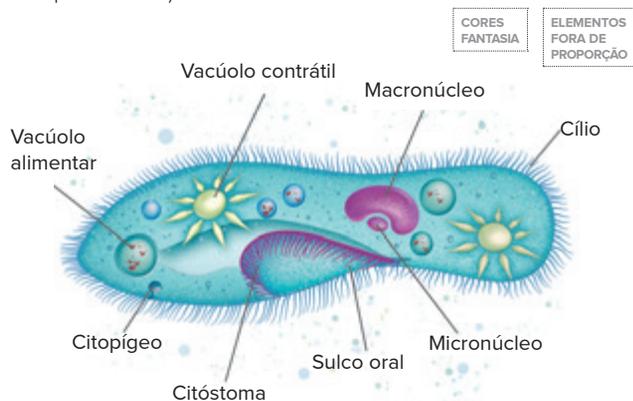
- Locomoção por pseudópodes (ex.: ameba).



Fotomicrografia de ameba emitindo pseudópodes. Mede entre 200  $\mu\text{m}$  e 500  $\mu\text{m}$ .

### Cilióforos ou ciliados

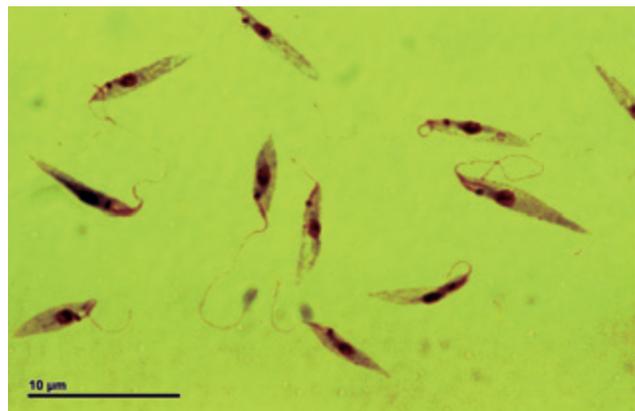
- Locomoção por meio do batimento de cílios (ex.: paramécio).



Representação esquemática de um paramécio, com destaque para suas estruturas principais.

### Mastigóforos (zoomastigóforos) ou flagelados

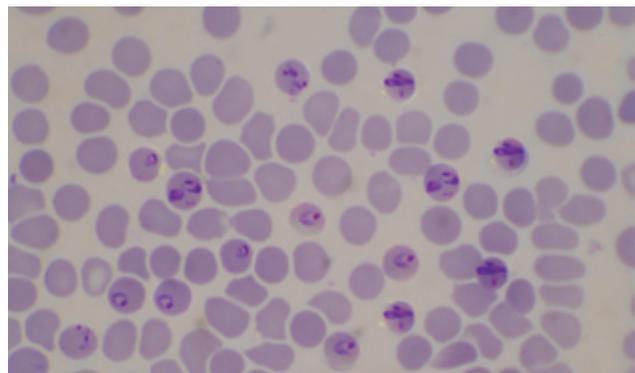
- Locomoção por meio do batimento de flagelos (ex.: *Trypanosoma* sp., *Leishmania* sp. e *Giardia* sp.).



Fotomicrografia de protozoários flagelados do gênero *Leishmania*. Aumento de 2 mil vezes.

### Apicomplexa ou esporozoários

- Sem estruturas locomotoras (ex.: *Plasmodium* sp.).



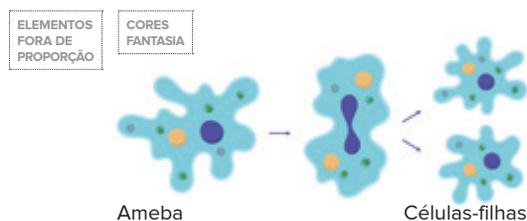
Fotomicrografia de protozoários *Plasmodium* sp. (em roxo escuro) em células sanguíneas (em roxo claro). Aumento de 900 vezes.

## Reprodução

- Nos protozoários, a reprodução pode ser assexuada ou sexuada.

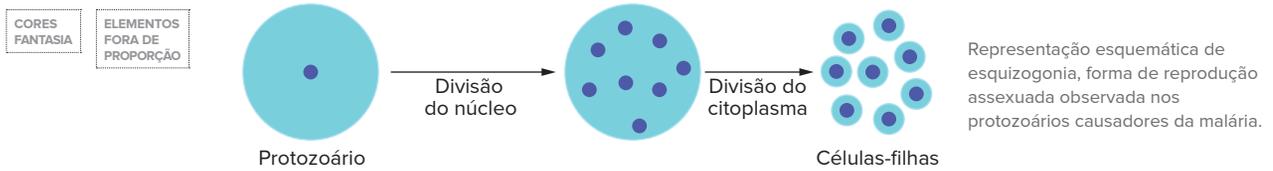
### Assexuada

- Bipartição, divisão binária ou cissiparidade.



Representação esquemática da bipartição em ameba.

- Divisão múltipla ou esquizogonia.



## Sexuada

- Fusão de gametas (observada em *Plasmodium* spp).

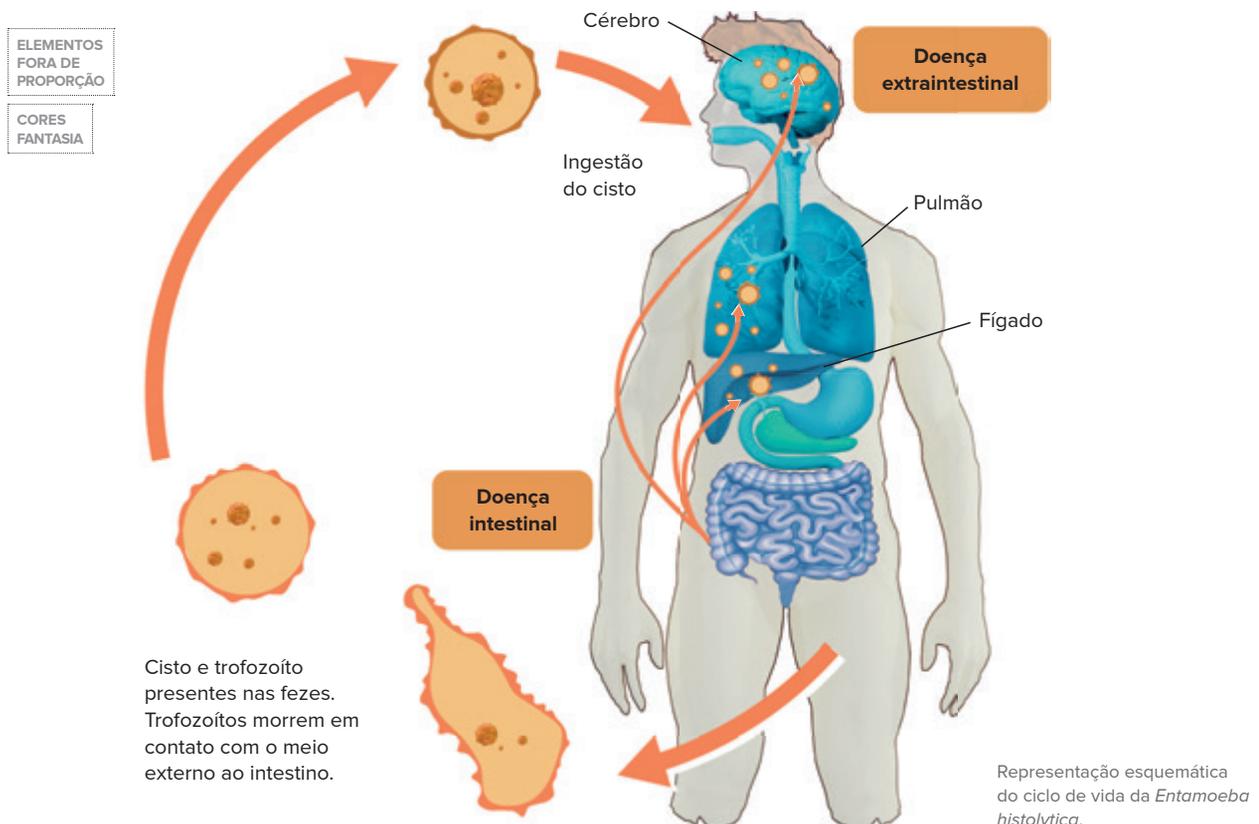
## Introdução à parasitologia

- **Agente etiológico:** ser vivo causador de uma parasitose.
- **Hospedeiro definitivo:** aquele no qual o parasita encontra-se em sua forma madura (adulto) e/ou praticando reprodução sexuada.
- **Hospedeiro intermediário:** aquele no qual o parasita encontra-se em sua forma imatura, a exemplo dos estágios larvais, e/ou praticando reprodução assexuada.
- **Parasita monoxênico:** apresenta ciclo reprodutivo com apenas um hospedeiro.
- **Parasita heteroxênico:** possui ciclo reprodutivo com hospedeiros pertencentes a espécies distintas.
- **Transmissão:** saída do agente etiológico do hospedeiro em que está instalado e a sua entrada em outro.
- **Profilaxia:** conjunto de medidas que têm como objetivo prevenir, controlar ou, até mesmo, erradicar uma doença.

## Principais protozooses humanas

### Amebíase

- **Agente etiológico:** *Entamoeba histolytica*.
- **No ser humano:** em geral, causa lesões no intestino grosso.
- **Transmissão:** ingestão de cistos de protozoário presentes, por exemplo, em água e alimentos contaminados.
- **Profilaxia:** tratamento das pessoas contaminadas pelo protozoário, saneamento básico, como tratamento de esgoto e de água, higiene pessoal e higiene alimentar.

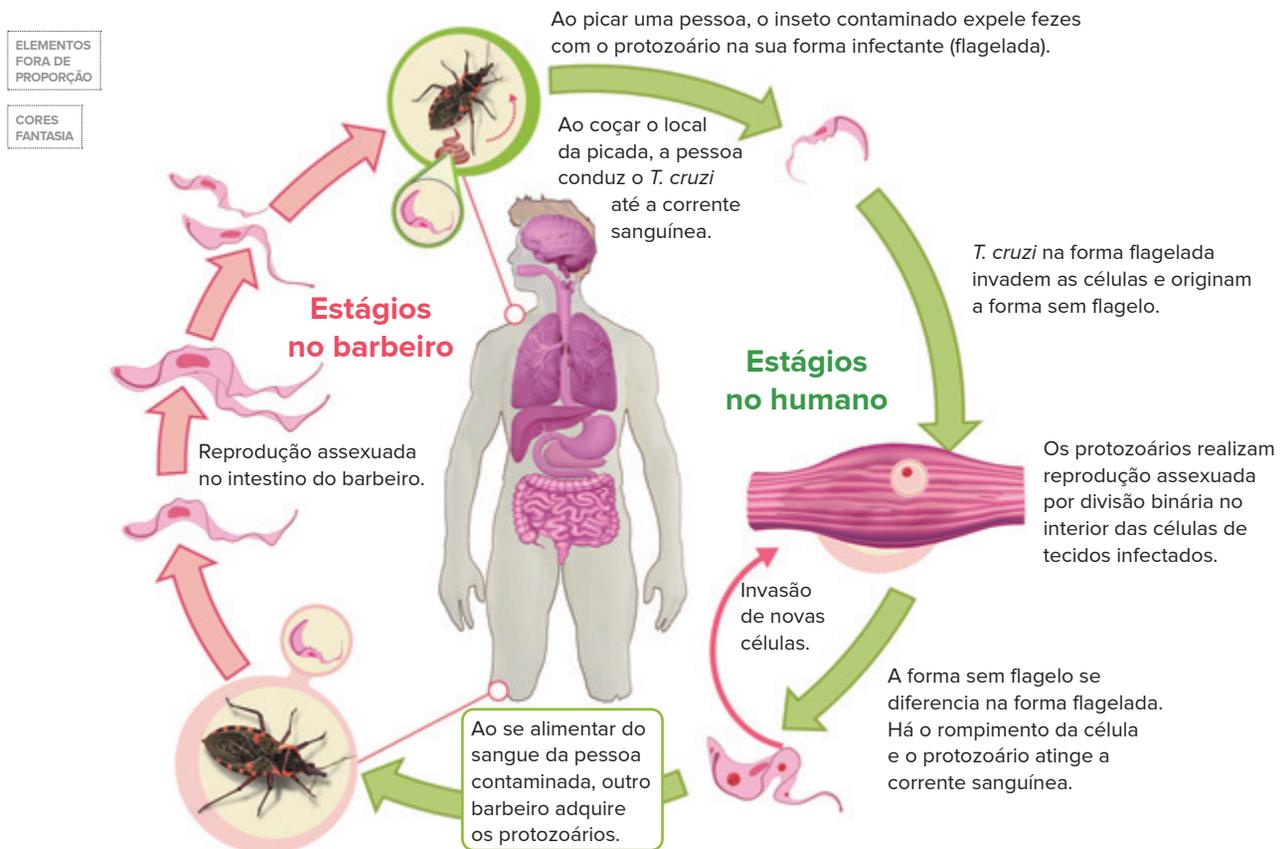


## Leishmaniose

- **Agentes etiológicos:** *Leishmania braziliensis* (leishmaniose cutânea); *Leishmania chagasi* e *Leishmania donovani* (leishmaniose visceral).
- **No ser humano:** a leishmaniose cutânea causa lesões na pele e/ou nas mucosas. A leishmaniose visceral afeta estruturas internas como baço, fígado, medula óssea e intestino, causando anemia, emagrecimento e aumento da susceptibilidade a infecções.
- **Transmissão:** picada da fêmea do mosquito-palha ou birigui, inseto pertencente ao gênero *Lutzomyia*.
- **Profilaxia:** combate ao mosquito vetor, uso de repelentes, instalação de telas em janelas e de mosquiteiros, tratamento dos infectados, incluindo cães, e controle do desmatamento.

## Doença de Chagas

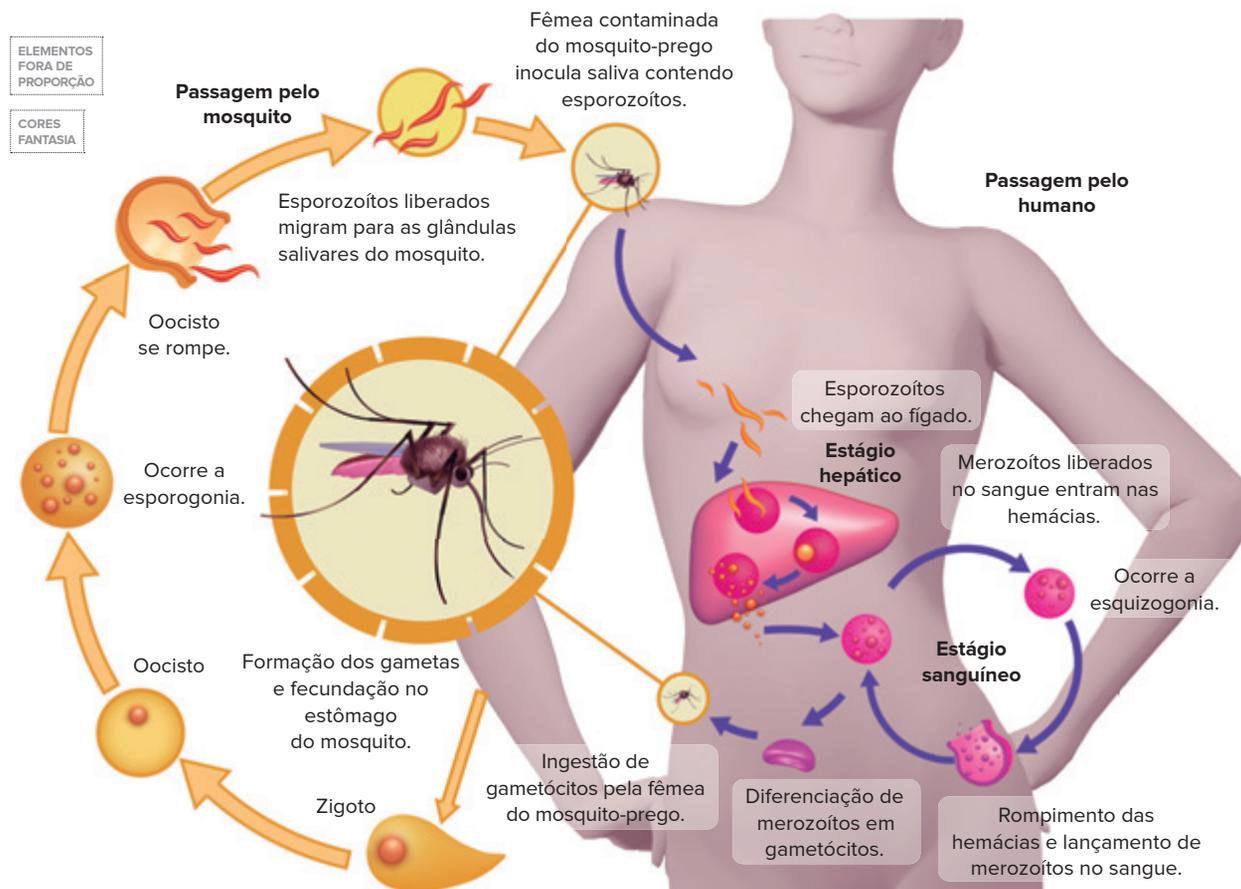
- **Agente etiológico:** *Trypanosoma cruzi*.
- **No ser humano:** na **fase aguda**, a pessoa infectada pode apresentar febre, linfonodos inflamados, inchaço do fígado e do baço, inflamação do coração, meninges e cérebro, chegando, inclusive, a apresentar risco de morte. Apesar disso, a fase aguda pode passar despercebida por ser, em geral, assintomática. Na **fase crônica**, os sintomas podem levar até 30 anos para serem observados. É caracterizada, principalmente, por problemas cardíacos, como aumento do tamanho do coração (**cardiomegalia**), arritmia e insuficiência cardíaca.
- **Transmissão:** vetorial, por meio do contato com as fezes do inseto barbeiro infectado; transfusão de sangue; transplante de órgãos; transmissão de mãe contaminada para o filho durante a gravidez ou por meio do leite materno; consumo de alimentos contaminados, como açaí e caldo de cana, com fezes de barbeiro que contém o protozoário.
- **Profilaxia:** combate ao vetor, melhorias nas condições de moradia, uso de telas em janelas, controle em bancos de sangue, controle do desmatamento, higienização do açaí e da cana-de-açúcar antes da moagem. O tratamento dos infectados pode ser eficaz durante a fase aguda da doença.



Representação esquemática do ciclo de vida do *Trypanosoma cruzi*. É importante salientar que, nesse ciclo, não é observada reprodução sexual. Assim, o ser humano é o **hospedeiro vertebrado**, e o inseto é o **hospedeiro invertebrado**. Por ter hospedeiros de espécies diferentes em seu ciclo de vida, o *T. cruzi* é um parasita heteroxênico.

## Malária

- **Agente etiológico:** *Plasmodium* spp.
- **No ser humano:** causa lesões no fígado, anemia e acessos maláricos periódicos caracterizados por picos de febre, sudorese e calafrios.
- **Transmissão:** vetorial, por meio da picada da fêmea do mosquito-prego pertencente ao gênero *Anopheles*. Pode ocorrer também por transfusões sanguíneas e de mãe para feto por meio da placenta, durante a gestação.
- **Profilaxia:** combate ao mosquito vetor, uso de repelentes, instalação de telas em janelas e de mosquiteiros, tratamento dos doentes, controle em bancos de sangue e redução do desmatamento.



Representação esquemática de ciclo de vida do *Plasmodium* spp. A reprodução sexual do protozoário ocorre na fêmea do mosquito-prego, portanto, ela é o **hospedeiro definitivo**. O ser humano é o organismo no qual acontece a reprodução assexuada; por isso, é o **hospedeiro intermediário**.

## Outras protozooses humanas

### Giardíase

- **Agente etiológico:** *Giardia lamblia*.
- **No ser humano:** afeta o intestino delgado.
- **Transmissão:** ingestão de cistos de protozoário presentes, por exemplo, em água e alimentos contaminados.
- **Profilaxia:** tratamento das pessoas contaminadas, saneamento básico adequado, como tratamento de esgoto e de água, higiene pessoal e higiene alimentar.

### Toxoplasmose

- **Agente etiológico:** *Toxoplasma gondii*.
- **No ser humano:** em geral, a doença é assintomática. Pode se manifestar agressivamente, sobretudo em indivíduos imunodeprimidos, como os portadores do HIV. Os sintomas incluem febre, manchas e dores no corpo, linfonodos dilatados (ínguas), problemas visuais e danos neurológicos. A toxoplasmose cerebral é uma das infecções oportunistas mais comuns em pacientes com aids.
- **Transmissão:** ingestão de oocistos do *T. gondii* presentes nas fezes de felinos contaminados, consumo de carnes cruas ou malcozidas de animais contaminados com cistos do *T. gondii*, transmissão da mãe para o feto durante a gestação.
- **Profilaxia:** evitar contato com fezes de gatos domésticos e outros felinos, não comer carne crua ou malcozida, higiene pessoal e alimentar; gestantes devem evitar contato com fezes de gatos e realizar acompanhamento pré-natal.

## Tricomoníase

- **Agente etiológico:** *Trichomonas vaginalis*.
- **No ser humano:** afeta a uretra e a vagina, causando irritação, prurido e corrimento. Os sintomas são mais comuns no organismo feminino, mas pode causar inflamações dos epidídimos e da próstata no organismo masculino.
- **Transmissão:** via sexual.
- **Profilaxia:** uso de preservativos em todas as relações sexuais e tratamento das pessoas contaminadas e de seus parceiros sexuais.

## Doença do sono

- **Agente etiológico:** *Trypanosoma brucei*.
- **No ser humano:** causa sonolência, alterações comportamentais, problemas para caminhar e confusão mental. Pode levar à morte.
- **Transmissão:** picada da mosca tsé-tsé infectada.
- **Profilaxia:** combate ao vetor e tratamento dos doentes.

## Exercícios de sala

1. **UEPG-PR 2022** Sobre os principais grupos de protozoários, analise as proposições abaixo e assinale o que for correto.

- 01 O grupo Rhizopoda tem como característica marcante a locomoção através de estruturas denominadas pseudópodes (“falsos pés”), que são expansões do citoplasma as quais permitem o deslocamento e a captura de alimento. Um representante desse grupo de protozoários são as amebas.
- 02 O grupo Mastigophora caracteriza-se por apresentar uma estrutura filamentosa denominada flagelo que permite movimentos ondulatórios. São exemplos de protozoários flagelados o *Trypanosoma cruzi* e a *Giardia intestinalis*, agentes etiológicos da doença de Chagas e da giardíase, respectivamente.
- 04 Apicomplexos, também chamados de esporozoários, agrupa protozoários desprovidos de estruturas especializadas para locomoção. São representantes dos esporozoários *Toxoplasma gondii*, *Trichomonas vaginalis* e *Paramecium* sp.
- 08 *Balantidium coli* é considerado um protozoário Ciliophora de vida livre muito comum em lagoas, tanques e poças de água doce. São organismos dotados de flagelos, estruturas utilizadas apenas para filtração.
- 16 Em geral, os protozoários realizam reprodução do tipo assexuada, sendo mais comum a cissiparidade ou bipartição simples. No entanto, alguns protozoários de vida livre, como os ciliados, realizam a reprodução por meio da conjugação.

Soma:

2. **Ulbra-RS 2016** Leia o texto abaixo:

O problema em definir o grupo Protista reside, principalmente, na falsa ideia de que deve ser tratado como uma entidade taxonômica, sendo uma consequência da atitude genuinamente humana de classificar a natureza hierarquicamente. Desde Haeckel (1866) até o moderno conceito dos Cinco Reinos, tem sido conveniente tratar Protista como um Reino, para facilitação dos sistemas de recuperação de informação, educação e vulgarização. O conceito de Reino também serve para aumentar a autoestima dos cientistas que estudam estes organismos. Afinal de contas, quem quer estudar organismos inferiores, simples e primitivos quando se pode estudar organismos superiores e complexos?

(Adaptado de “What is a Protist?”, editorial da revista Protist, v. 150, março de 1999, escrito por Michael Melkonian).

Apesar da discussão acima proposta pelo autor, o grupo apresenta diversas características compartilhadas.

- I. Todos os protistas formam colônias e possuem como hábitat ambientes úmidos.
- II. Podem ser autótrofos ou heterótrofos, parasitos, mutualistas e de vida livre.
- III. Apresentam sistema de controle osmótico, como vacúolo contrátil e pulsátil, e podem ou não apresentar macronúcleo e micronúcleo.
- IV. Protistas apresentam estruturas que permitem o deslocamento, como cílios, flagelos ou pseudópodos.

Estão corretas:

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

- 3. Famema-SP 2021 (Adapt.)** Paramécios de água doce frequentemente recebem água do meio por osmose e poderiam sofrer lise e morrer se não fossem as organelas osmorreguladoras. Estas removem a água excedente de dentro da célula e a expulsam para o meio ambiente. O funcionamento destas organelas envolve a participação de bombas de prótons, que lançam esses íons para o interior dessas estruturas osmorreguladoras.
- Cite a organela osmorreguladora presente nos paramécios. Qual a tonicidade do hialoplasma dos paramécios, em relação à tonicidade da água do meio ambiente, que os fazem deixar a organela ativa?

---



---



---



---

- 4. Famerp-SP 2018** Paramécios, tripanossomos e leishmânias são protozoários que se locomovem de forma autônoma em seu hábitat. Paramécios vivem em água doce e tripanossomos e leishmânias são parasitas humanos.

- a) Quais são as estruturas locomotoras desses protozoários?

---



---



---



---

- b) Se colocados em um tubo de ensaio contendo água destilada, o tripanossomo sofre lise celular, e o paramécio não. Explique por que o paramécio não sofre lise celular.

---



---



---

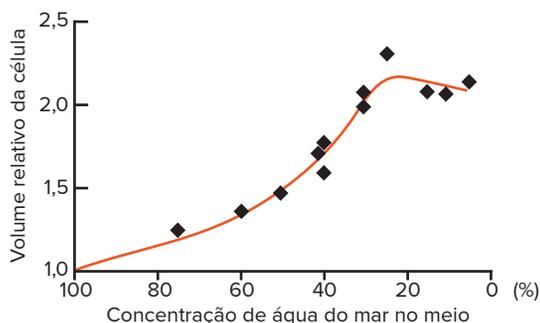


---



---

- 5. Fuvest-SP 2022** O gráfico representa o volume celular de um protozoário ciliado em um gradiente de salinidade:



A partir desses dados, é correto afirmar que o protozoário ciliado é

- de água salobra e seu equilíbrio osmótico ocorre por difusão passiva em ambientes hiposmóticos.
- de água doce e possui mecanismos de controle osmótico em ambientes hiperosmóticos.
- marinho e possui mecanismos de controle osmótico em ambientes hiperosmóticos.
- de água doce e não possui mecanismos de controle osmótico em ambientes hiposmóticos.
- marinho e não possui mecanismos de controle osmótico em ambientes hiposmóticos.

► **Note e adote:** O volume celular do ciliado em seu habitat natural é o referencial 1. 0% corresponde a água doce pura.

- 6. Unioeste-PR** Entre janeiro e março de 2019 foram registrados 6029 casos de diarreia em Cascavel/PR. A contaminação pelo agente etiológico *Cryptosporidium* foi apontada como um dos principais fatores dos casos investigados. Os sintomas mais comuns da contaminação por *Cryptosporidium* são diarreia líquida e cólica abdominal, além de náuseas, diminuição do apetite, febre e mal-estar.

<https://g1.globo.com/pr/oeste-sudoeste/noticia/2019/03/07/surto-de-diarreia-em-cascavel-deixa-autoridades-e-populacao-em-alerta.ghtml>

*Cryptosporidium* é um protozoário apicomplexo. Assinale a alternativa que contém outro protozoário apicomplexo.

- Plasmodium vivax*.
- Entamoeba histolytica*.
- Trypanosoma cruzi*.
- Paramecium* sp.
- Amoeba proteus*.

- 7. Famerp-SP 2019** A leishmaniose visceral humana é uma doença que afeta o baço e o fígado, provocando problemas imunológicos e quadros hemorrágicos.

Em casos mais graves, pode causar a morte. Uma pessoa pode adquirir essa doença quando

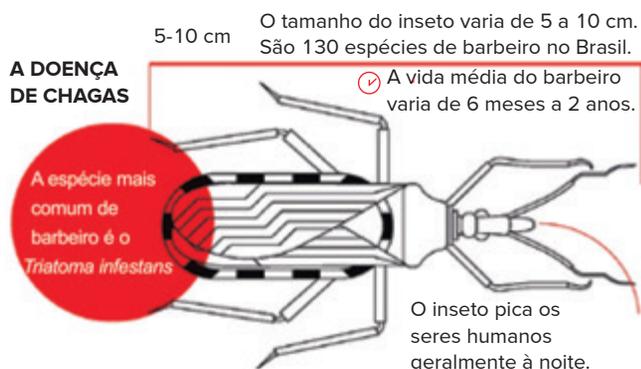
- é picada por fêmeas do mosquito *Lutzomyia* sp.
- entra em contato com fezes contaminadas de percevejos.
- nada em águas contaminadas com cercárias.
- anda descalça em solos úmidos com larvas de vermes.
- ingere verduras contaminadas com ovos de parasitas.

- 8. FMABC-SP 2021** A doença de Chagas é uma importante protozoose cujo agente etiológico, o *Trypanosoma cruzi*, utiliza dois hospedeiros, o ser humano e o inseto *Triatoma* spp, para completar seu ciclo reprodutivo. No ser humano e no inseto ocorrem diferentes etapas do ciclo do protozoário.

Com relação às etapas do ciclo reprodutivo realizadas pelo agente etiológico no organismo dos hospedeiros, pode-se afirmar que

- a) a liberação dos gametas do protozoário ocorre após a formação dos esporos nos leucócitos humanos.
- b) a reprodução assexuada do protozoário ocorre tanto no organismo do inseto como no organismo humano.
- c) a reprodução sexuada do protozoário ocorre no interior dos eritrócitos humanos.
- d) a fecundação dos gametas do protozoário ocorre no tecido muscular humano.
- e) a formação de gametas do protozoário ocorre na porção final do intestino do inseto.

9. **FCMSCSP 2019** A figura apresenta algumas características do barbeiro, inseto relacionado à doença de Chagas.



a) A que reino biológico pertence o agente etiológico da doença de Chagas? Em que órgão humano ocorre, preferencialmente, a reprodução assexuada do agente etiológico da doença?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

b) Explique como a picada do inseto em pessoas saudáveis e em pessoas contaminadas permite a continuidade do ciclo de vida do agente etiológico da doença.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

10. **Famerp-SP 2017** Estima-se que, no Brasil, mais de 2 milhões de pessoas sofram da doença de Chagas, sobretudo na região Norte. A transmissão dessa doença ocorre quando as fezes contaminadas do barbeiro entram em contato com mucosas ou escoriações na pele, mas também pode ocorrer por meio

- a) da transfusão sanguínea e da ingestão de leite materno.
- b) da picada de mosquitos e da ingestão de açai *in natura*.
- c) do contato direto com gotículas de saliva e da ingestão de leite materno.
- d) do contato direto com gotículas de saliva e da ingestão de açai *in natura*.
- e) da transfusão sanguínea e da picada de mosquitos.

11. **Unisinos-RS 2022** Após várias décadas de pesquisa, em outubro do corrente ano (2021), foi anunciada a descoberta de uma vacina contra a malária.

“Este é um momento histórico. A tão esperada vacina contra a malária para crianças é um avanço para a ciência, a saúde infantil e o controle da malária”, declarou o diretor-geral da OMS, Tedros Adhanom Ghebreyesus. “Usar esta vacina além das ferramentas existentes para prevenir a malária pode salvar dezenas de milhares de jovens vidas a cada ano.” A malária continua sendo a principal causa de doença infantil e morte na África Subsaariana. Mais de 260 mil crianças africanas com menos de cinco anos morrem por malária anualmente.

Disponível em <https://www.paho.org/pt/noticias/6-10-2021-oms-recomenda-vacina-inovadora-contra-malaria-para-criancas-em-risco>. Acesso em 04/11/21.

Sobre o tema abordado, indique a alternativa correta:

- a) A vacina contra a malária atua contra o protozoário *Plasmodium falciparum*, transmitido pela fêmea infectada de mosquitos do gênero *Anopheles*. O agente causal se multiplica na corrente sanguínea, destruindo hemácias e provocando um quadro de anemia grave.
- b) A vacina contra a malária atua contra o vírus *Plasmodium malariae*, transmitido pela fêmea infectada de mosquitos do gênero *Anopheles*. O agente causal se multiplica na corrente sanguínea, destruindo hemácias e provocando um quadro de anemia grave.
- c) A vacina contra a malária atua contra o protozoário *Plasmodium falciparum*, transmitido pela fêmea infectada de mosquitos do gênero *Aedes*. O agente causal se multiplica na corrente sanguínea, destruindo linfócitos.
- d) A vacina contra a malária atua contra o protozoário *Plasmodium falciparum*, transmitido pela fêmea infectada de mosquitos do gênero *Anopheles*. O agente causal se multiplica na corrente sanguínea, destruindo leucócitos e provocando um quadro de anemia grave.
- e) A vacina contra a malária atua contra o bacteriófago *Plasmodium falciparum*, transmitido pela fêmea infectada de mosquitos da espécie *Aedes aegypti*. O agente causal se multiplica na corrente sanguínea, destruindo hemácias e provocando um quadro de anemia grave.

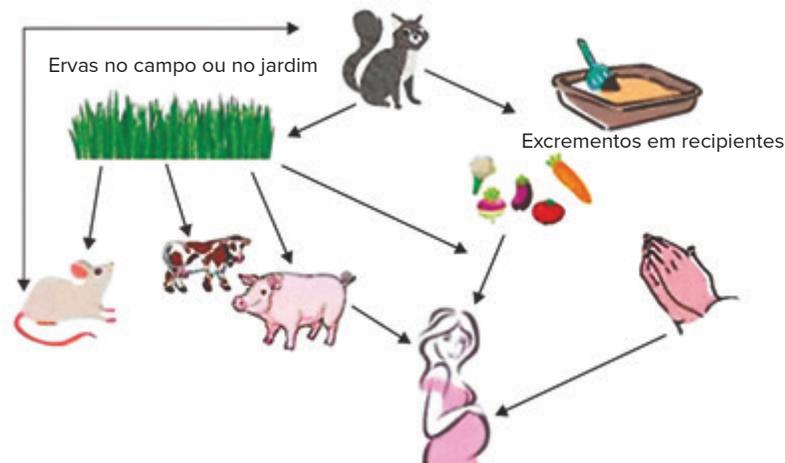


14. **Mackenzie-SP 2018** Algumas doenças humanas são causadas por protozoários pertencentes ao Filo Mastigophora, como mostra o quadro abaixo.

Doença	Agente causador	Sintomas	Forma de contágio
Leishmaniose (úlcer de Bauru)	<i>Leishmania brasiliensis</i>	Ulcerações de pele, principalmente no rosto, braço e pernas	<b>A</b>
Doença do sono	<b>B</b>	Sonolência e torpor devido a lesões do sistema nervoso	Picada da mosca tsé-tsé
Giardíase	<i>Giardia lamblia</i>	Diarreia e dores abdominais	<b>C</b>

A, B e C, devem ser preenchidos correta e respectivamente por

- Picada do mosquito-palha, *Trypanosoma gambiense* e ingestão de água ou alimentos contaminados.
  - Picada do mosquito *Culex*, *Trypanosoma cruzi* e ingestão de verduras mal lavadas.
  - Picada do mosquito *Anopheles*, *Trypanosoma gambiense* e ingestão de carne de porco.
  - Picada do inseto barbeiro, *Trypanosoma cruzi* e ingestão de alimentos contaminados.
  - Picada do mosquito *Anopheles*, *Trypanosoma cruzi* e ingestão de água não potável.
15. **USCS-SP 2022** O ciclo representado na imagem é referente a uma doença causada por um protozoário que pode atingir o ser humano, mas muitas vezes sem causar sintoma algum. Essa doença é particularmente preocupante às mulheres grávidas, uma vez que ela pode ser extremamente grave aos fetos ou recém-nascidos.



(www.saudebemestar.pt. Adaptado.)

- a) Que doença está representada no ciclo da imagem? Quem é considerado o hospedeiro definitivo desse parasito?

---



---



---

- b) Cite uma possível consequência para o feto caso a mãe seja infectada durante a gravidez e explique como ocorre a transmissão do agente etiológico da mãe ao feto.

---



---



---



---

## Guia de estudos

### Biologia • Livro 1 • Frente 3 • Capítulo 2

- Leia as páginas de **280 a 287**.
- Faça os exercícios de **1 a 10** da seção "Revisando".
- Faça os exercícios propostos de **1 a 28**.
- Faça os exercícios complementares **1, 2**, de **4 a 6**, de **16 a 18**, **22, 23, 27 e 28**.

# Verminoses

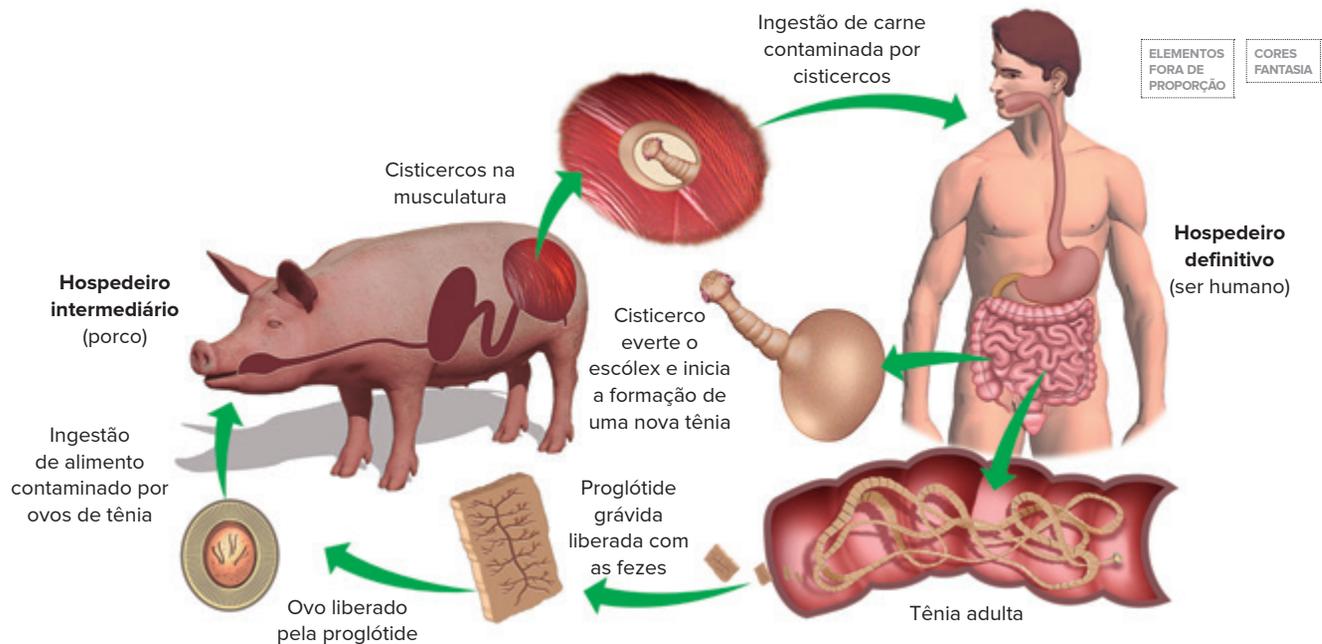
- Doenças causadas por vermes, como os platelmintos e os nematódeos.

## Verminoses causadas por platelmintos

### Teníase

<b>Agentes etiológicos</b>	<i>Taenia solium</i> e <i>Taenia saginata</i> , espécies monoicas que realizam autofecundação e apresentam desenvolvimento indireto.
<b>Sintomas</b>	Dores abdominais, náuseas, diarreia, perda de peso, aumento do apetite, fraqueza, deficiências nutricionais e insônia.
<b>Transmissão</b>	Ingestão de cisticercos ativos por meio do consumo de carne crua ou malcozida dos hospedeiros intermediários infectados.
<b>Profilaxia</b>	Saneamento básico, tratamentos dos doentes, cozimento adequado das carnes bovina e suína (o cozimento adequado mata os cisticercos), inspeção sanitária em frigoríficos e açougues e cuidados com a alimentação fornecida a bovinos e suínos.

### Ciclo de vida



Representação esquemática do ciclo da teníase causada pela *Taenia solium*. No ciclo da teníase causada pela *Taenia saginata*, o hospedeiro intermediário é um bovino.

## Cisticercose humana

<b>Agente etiológico</b>	Cisticercos da <i>Taenia solium</i> . Nessa doença, a espécie humana atua como hospedeiro intermediário acidental da <i>T. solium</i> .
<b>Sintomas</b>	Dores musculares; lesões cardíacas; lesões nos olhos. Os sintomas mais graves surgem na neurocisticercose, situação na qual os cisticercos se alojam em estruturas do sistema nervoso central, como o cérebro, resultando em dores de cabeça, desmaios e convulsões.
<b>Transmissão</b>	Ingestão de ovos da <i>T. solium</i> . Os ovos podem ser ingeridos por meio do consumo de água e de alimentos contaminados. É comum ocorrer autoinfestação em portadores de teníase causada pela <i>T. solium</i> .
<b>Profilaxia</b>	Saneamento básico, tratamento das pessoas infectadas pela <i>T. solium</i> , higiene pessoal, higiene alimentar e consumo de água tratada.

## Esquistossomose

<b>Agente etiológico</b>	<i>Schistosoma mansoni</i> , espécie dioica com dimorfismo sexual que realiza fecundação interna e apresenta desenvolvimento indireto.
<b>Sintomas</b>	Náuseas, vômitos, diarreias, lesões no fígado, hemorragias intestinais e, principalmente, acúmulo de líquido na cavidade abdominal (ascite).
<b>Transmissão</b>	Penetração ativa das larvas cercárias pela pele ou por mucosas.
<b>Profilaxia</b>	Tratamento das pessoas contaminadas, saneamento básico, controle da população do hospedeiro intermediário e não nadar em águas suspeitas.

## Ciclo de vida



Eletromicrografia de varredura de um casal da espécie *Schistosoma mansoni*, platelminto causador da esquistossomose. Em rosa, é possível ver o macho (mede cerca de 1 cm de comprimento) e, em amarelo, a fêmea (mede cerca de 1,5 cm de comprimento).

ELEMENTOS FORA DE PROPORÇÃO

CORES FANTASIA

Nibisc/Science Photo Library/Folarena

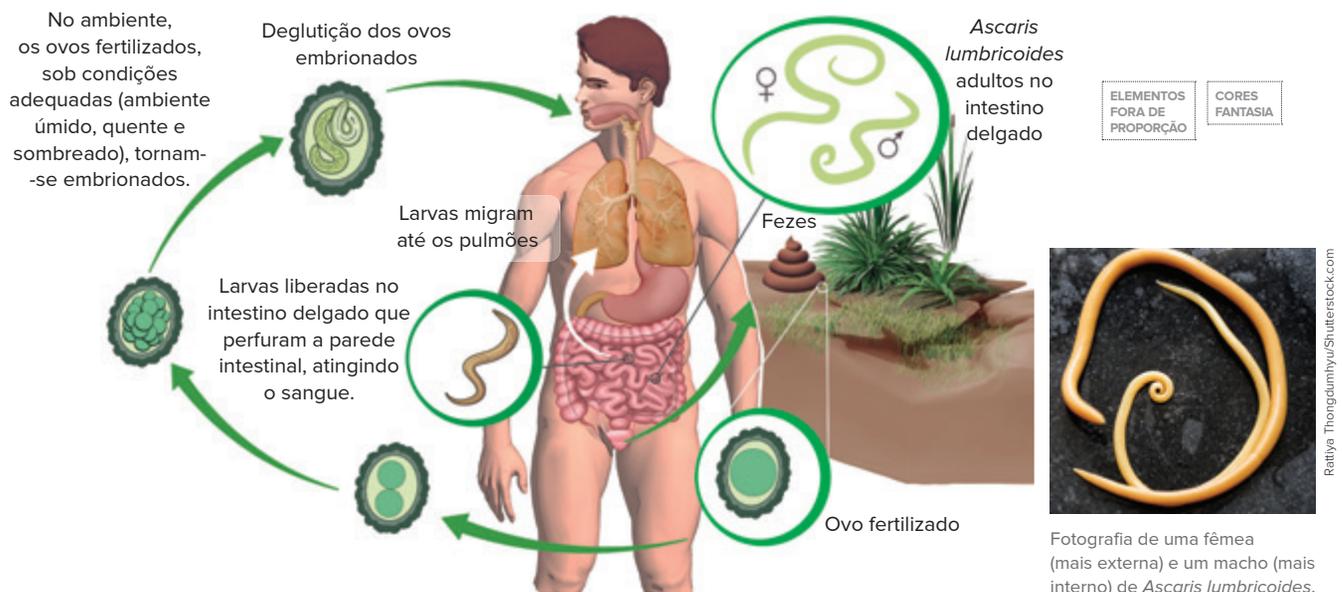
Representação esquemática do ciclo do *Schistosoma mansoni*. Por apresentar hospedeiros de espécies diferentes em seu ciclo de vida, os esquistossomos são parasitas heteroxênicos. Em função do prurido causado pela penetração da larva na pele, o ambiente onde ocorre a contaminação é conhecido por "lagoa da coceira".

# Verminoses causadas por nematódeos

## Ascaridíase

<b>Agente etiológico</b>	<i>Ascaris lumbricoides</i> , espécie dioica com dimorfismo sexual que realiza fecundação interna e apresenta desenvolvimento indireto.
<b>Sintomas</b>	<b>Respiratórios:</b> tosse, expectoração com larvas, pneumonia larval, bronquite, lesões pulmonares e asfixia. <b>Digestivos:</b> dor abdominal, diarreia, náusea, vômito, deficiências nutricionais e, em casos mais graves, obstrução intestinal devido à grande quantidade de indivíduos parasitando o intestino. Apesar dos sintomas apresentados, existem muitos casos nos quais a ascaridíase é assintomática.
<b>Transmissão</b>	Ingestão de ovos de <i>Ascaris lumbricoides</i> . Os ovos podem ser ingeridos por meio do consumo de água e de alimentos contaminados.
<b>Profilaxia</b>	Saneamento básico, tratamento dos doentes, higiene pessoal e alimentar e consumo de água tratada.

### Ciclo de vida

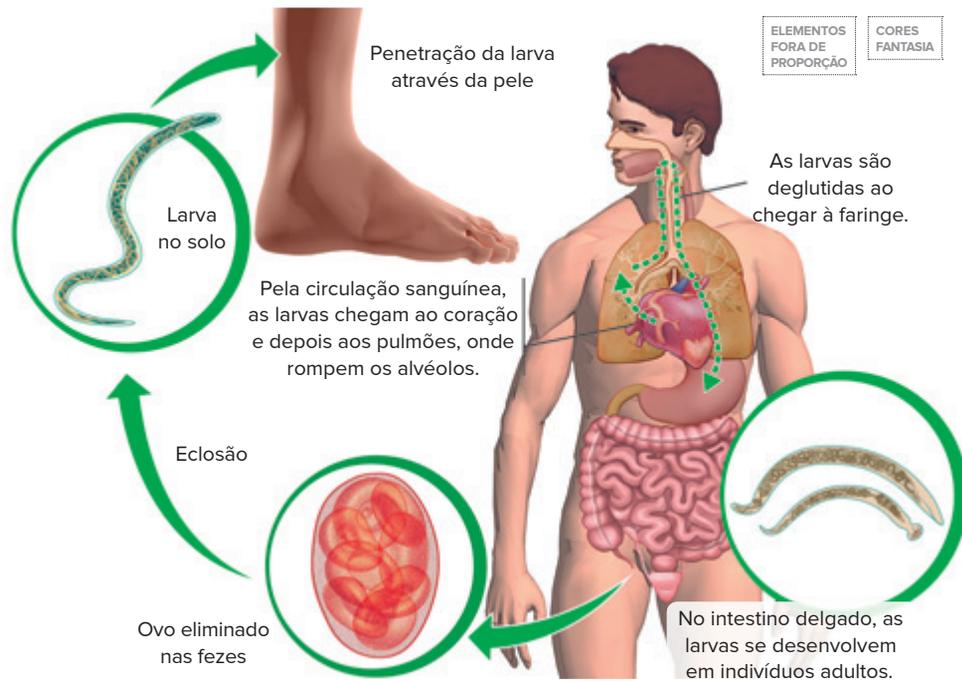


Representação esquemática do ciclo de vida do *Ascaris lumbricoides*, verme causador da ascaridíase.

## Ancilostomose

<b>Agentes etiológicos</b>	<i>Ancylostoma duodenale</i> e <i>Necator americanus</i> , espécies dioicas com dimorfismo sexual que realizam fecundação interna e apresentam desenvolvimento indireto. Esses parasitas são hematófagos, pois se alimentam do sangue de seu hospedeiro. Possuem na boca estruturas adaptadas a esse hábito alimentar.
<b>Sintomas</b>	<b>Respiratórios:</b> similares aos causados pelo ciclo pulmonar na ascaridíase. <b>Digestivos:</b> dor abdominal, náusea e vômito. Devido ao hábito hematófago dos agentes causadores, a ancilostomose pode levar ao surgimento de sintomas mais característicos, como diarreia sanguinolenta, anemia, fraqueza e palidez.
<b>Transmissão</b>	Penetração ativa das larvas pela pele.
<b>Profilaxia</b>	Tratamento dos doentes, saneamento básico e proteção da pele, principalmente na região dos pés por meio do uso de calçados.

## Ciclo de vida

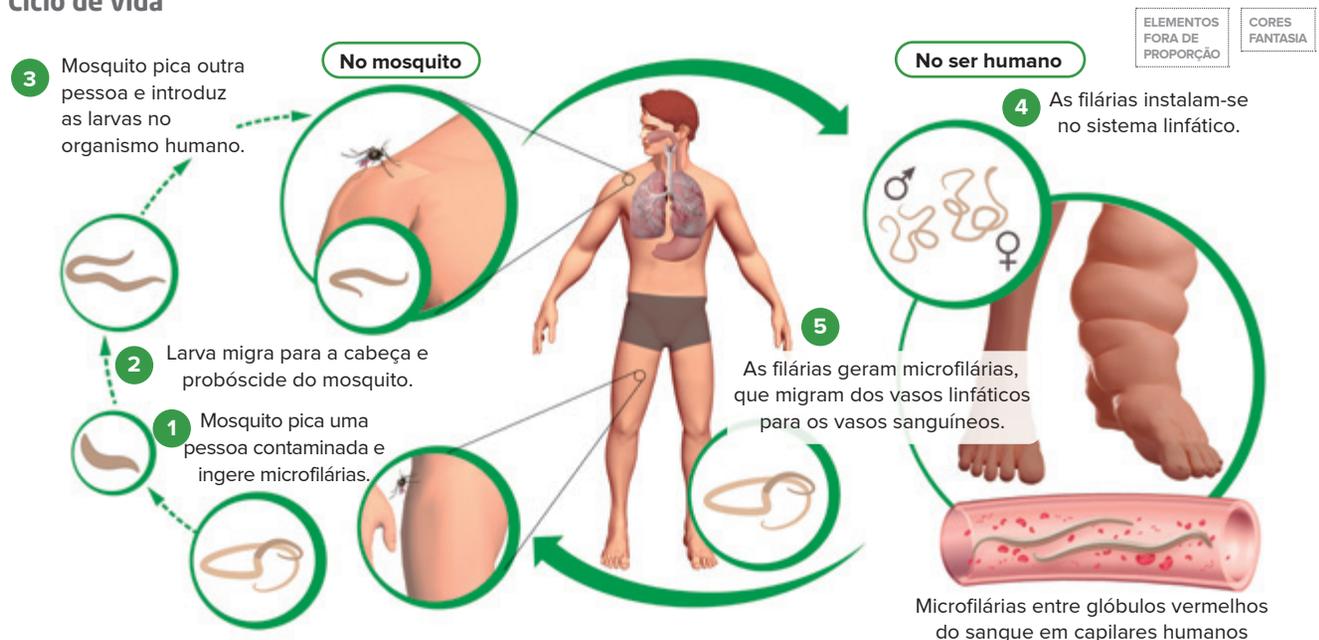


Representação esquemática do ciclo de vida dos agentes etiológicos causadores da ancilostomose.

## Filariose

<b>Agente etiológico</b>	<i>Wuchereria bancrofti</i> , verme dioico com dimorfismo sexual que realiza fecundação interna e apresenta desenvolvimento indireto.
<b>Sintomas</b>	Inchaços das áreas afetadas, principalmente as pernas.
<b>Transmissão</b>	Picada de mosquito <i>Culex</i> fêmea infectado introduz as larvas no organismo humano.
<b>Profilaxia</b>	Tratamento dos infectados, combate ao mosquito transmissor, uso de repelentes, telas em janelas e mosquiteiros e controle do desmatamento.

## Ciclo de vida

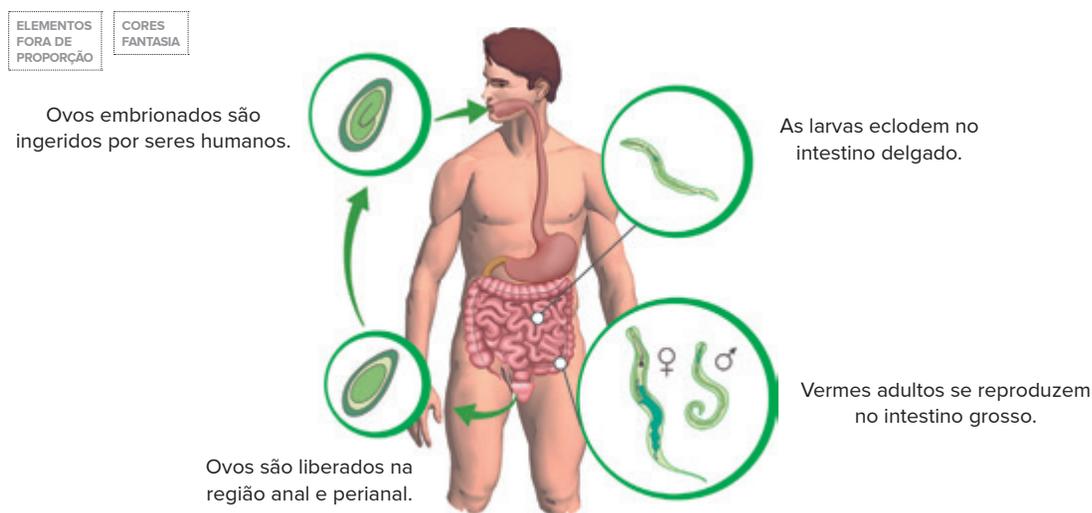


Representação esquemática do ciclo de vida do *Wuchereria bancrofti*. Nesse ciclo, o ser humano é o hospedeiro definitivo e o mosquito é o hospedeiro intermediário do parasita.

## Enterobiose

<b>Agente etiológico</b>	<i>Enterobius vermicularis</i> , espécie dioica na qual as fêmeas adultas atingem aproximadamente 1 cm de comprimento e os machos, cerca de 0,5 cm.
<b>Sintomas</b>	Prurido (coceira) na região anal. Coceiras mais intensas acontecem no período noturno, prejudicando o sono da pessoa infectada e causando irritabilidade.
<b>Transmissão</b>	Ingestão de ovos do verme encontrados, sobretudo, em alimentos e água contaminados.
<b>Profilaxia</b>	Tratamento dos doentes e de seus familiares, saneamento básico, higiene pessoal e alimentar, consumo de água tratada e limpeza cuidadosa das roupas de cama, banho e íntimas usadas por pessoas contaminadas.

## Ciclo de vida



Representação esquemática do ciclo de vida do *Enterobius vermicularis*, verme causador da enterobiose.

## Bicho geográfico ou larva migrans

<b>Agentes etiológicos</b>	<i>Ancylostoma braziliensis</i> e <i>Ancylostoma caninum</i> , parasitas intestinais de cães e gatos. O ser humano é um hospedeiro acidental.
<b>Sintomas</b>	Coceira e lesões na pele.
<b>Transmissão</b>	Penetração das larvas pela pele.
<b>Profilaxia</b>	Tratamento de cães e gatos com vermífugos, controle do acesso de cães e gatos à areia de parques e praias, cuidado adequado dos dejetos desses animais e uso de calçados.

## Exercícios de sala

- FICSAE-SP 2020** Tênia ou solitária são nomes populares dos vermes parasitas do gênero *Taenia*. A *Taenia solium*, adquirida quando uma pessoa ingere carne de porco com cisticercos crua ou mal cozida, pode atingir até 5 metros de comprimento no intestino humano. Como normalmente só há um exemplar adulto no intestino, é chamada de solitária. Sobre a *Taenia solium*, é correto afirmar que se reproduzem de forma
  - sexuada, podem ser machos ou fêmeas e quando ambos parasitam um mesmo hospedeiro realizam reprodução cruzada, originando ovos com variabilidade genética.
  - assexuada, são sempre fêmeas e geram, por fragmentação, indivíduos geneticamente idênticos entre si.
  - assexuada, são hermafroditas e realizam autofecundação, razão de seus ovos serem geneticamente iguais.
  - assexuada, são sempre fêmeas e produzem ovos diploides, por partenogênese, entre os quais não há variabilidade genética.
  - sexuada, são hermafroditas, realizam autofecundação e entre seus ovos há variabilidade genética.

2. **FMP-RJ 2019** A neurocisticercose é um importante problema de saúde pública, principalmente em regiões onde as condições sanitárias são deficientes. É a infecção parasitária mais comum do sistema nervoso central e se caracteriza pela instalação, no cérebro, de uma larva da *Taenia solium* que pode causar sequelas neurológicas graves.

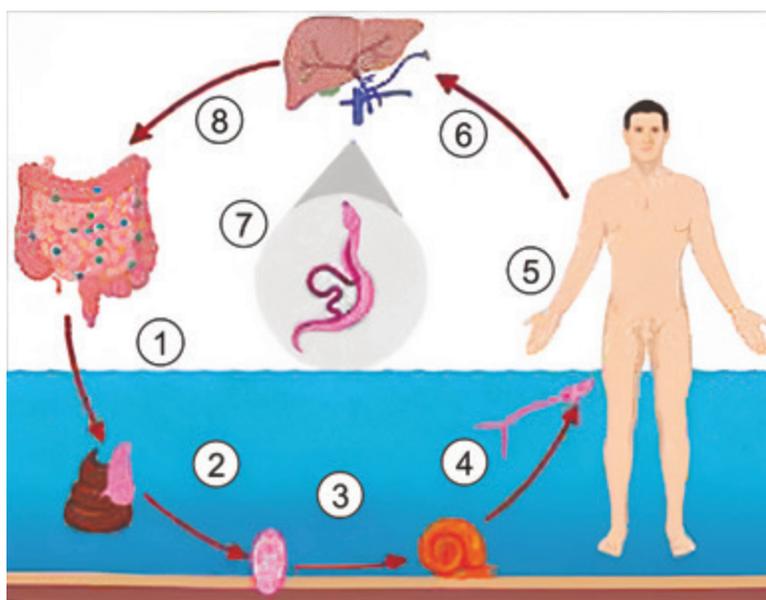
Um indivíduo adquire a neurocisticercose por meio da

- a) ingestão da carne de porco com cisticercos viáveis do nematódeo.
- b) absorção de larvas do parasita ingeridas com a carne de boi.
- c) penetração ativa de larvas do helminto através da pele.
- d) deglutição dos ovos ou proglotes gravídicos do platelminto.
- e) picada do mosquito contendo formas larvais do verme.

3. **Fuvest-SP 2019** A esquistossomose é uma doença que tem forte impacto na saúde pública brasileira. Os grupos do parasita (I) e do seu hospedeiro intermediário (II) e a forma de infestação (III) são:

- a) I – protozoário; II – artrópode; III – picada de mosquito.
- b) I – nematódeo; II – molusco; III – penetração pela pele.
- c) I – protozoário; II – artrópode; III – picada de barbeiro.
- d) I – platelminto; II – mamífero; III – ingestão de carne crua.
- e) I – platelminto; II – molusco; III – penetração pela pele.

4. **FCMSCSP 2022** Analise a figura que representa, de forma simplificada, o ciclo de vida de um verme parasita.



(www.frontiersin.org. Adaptado.)

a) Qual parasitose está esquematizada na figura? No que cabe ao poder público, qual a melhor forma para prevenção dessa parasitose?

---



---



---



---



---



---



---

b) Analisando na imagem o ciclo de vida e considerando a produção de gametas desse parasita, cite o número que representa o estágio de vida onde há maior chance de gerar vermes descendentes com maior variabilidade genética. O que ocorre nessa fase que permite essa variabilidade?

---



---



---

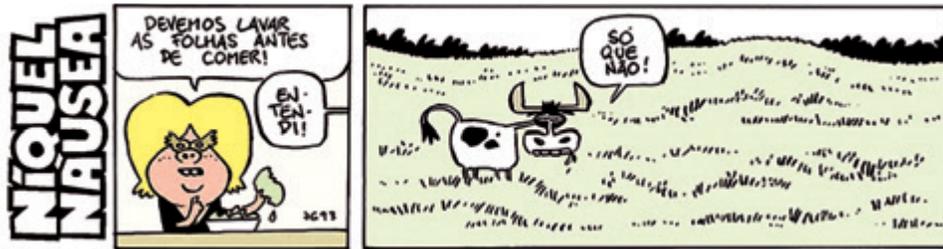


---



---

5. FICSAE-SP 2017



Fonte: Folha de São Paulo, 06/11/2015

A tirinha apresenta uma medida profilática adotada contra uma série de doenças parasitárias. Assinale a alternativa que contém exemplos de doenças cuja prevenção inclui a orientação da tirinha.

- a) ascaridíase, cisticercose e amebíase.
  - b) amarelão, elefantíase e leishmaniose.
  - c) giardíase, cólera e febre amarela.
  - d) esquistossomose, enterobiose e tripanossomíase.
6. **FCMSCSP 2018** Uma pessoa ingeriu verduras contaminadas com ovos de um verme popularmente conhecido como lombriga e contraiu uma verminose cujos sintomas foram: obstrução intestinal, infecção pulmonar e tosse intensa.
- a) Que doença foi adquirida por essa pessoa? A que grupo de invertebrados pertence o verme?

---

---

---

- b) Explique a importância da tosse do paciente para o ciclo de vida do verme.

---

---

---

 Guia de estudos

**Biologia • Livro 1 • Frente 3 • Capítulo 4**

- I. Leia as páginas de **334 a 339**.
- II. Faça os exercícios de **6 a 10** da seção “Revisando”.
- III. Faça os exercícios propostos **24, 27, 29, 36, 39, 41 e 42**.
- IV. Faça os exercícios complementares **24, 26, de 33 a 36, 41 e 42**.

**Frente 1****Aulas 1 a 3**

1. C      3. A      5. E      7. B  
2. E      4. E      6. A      8. C
9. a) O paciente que carece de suplementação de vitamina A é o 1. Essa vitamina compõe pigmentos visuais e, por isso, a falta dela causa problemas de visão e dificuldade de enxergar no escuro, condição conhecida como cegueira noturna.
- b) O paciente que carece de vitamina C é o 4. A deficiência dessa vitamina causa escorbuto, uma doença que causa lesões na mucosa intestinal, sangramento das gengivas e fraqueza. A vitamina C é uma substância utilizada na síntese de colágeno, que dá sustentação às estruturas do corpo.
- c) O paciente que carece de vitamina D é o 5, que apresenta enfraquecimento e deformação dos ossos, sintomas causados pela deficiência dessa vitamina, responsável por controlar o metabolismo do cálcio e do fósforo, que fortalecem os ossos.

**Aulas 4 a 6**

1. C      3. D      5. A      7. B  
2. E      4. E      6. E      8. C
9. a) A proteína representada na figura é uma enzima. Nas reações químicas, as enzimas atuam se ligando apenas a determinados substratos específicos, da mesma forma que uma chave se liga a uma fechadura específica. Obs: atualmente aceita-se o modelo de encaixe induzido.
- b) O gráfico 3. Com o aumento da concentração de substrato, há aumento da velocidade de reação até atingir o ponto de saturação enzimática, no qual, mesmo com o aumento de substrato, a velocidade se mantém, pois todas as enzimas já estão ligadas aos substratos.

**Aulas 7 e 8**

1. A    2. C    3. C    4. C    5. E    6. B

**Aulas 9 e 10**

1. B
2. a) As bases nitrogenadas complementares se ligam por meio de ligações de hidrogênio. A fita complementar será 5'TATGAG3'.
- b) Após a transcrição, o RNA mensageiro continua com a mesma sequência de códons, que dará origem a novas proteínas com as mesmas sequências de aminoácidos. O término da

síntese proteica ocorre quando o ribossomo chega ao códon de parada.

3. B      4. A      5. B
6. a) Será formado um RNA mensageiro com a sequência GCC UUU UGU UCC. Essa sequência codifica os aminoácidos ALA – PHE – CYS – SER. Os aminoácidos são conduzidos até o local de síntese proteica pelo RNA transportador.
- b) O código genético é degenerado, ou seja, um aminoácido pode ser codificado por diferentes códons. Nesse sentido, os RNA mensageiros podem ter sequências diferentes e ainda formar proteínas com a mesma composição de aminoácidos.

**Aulas 11 e 12**

1. B
2. C
3. a) O experimento de Needham reforçou a teoria da abiogênese (ou geração espontânea). Essa teoria defende que os seres vivos podem surgir da matéria inanimada, como os seres microscópicos que teriam surgido no caldo.
- b) Com o longo gargalo do frasco, o ar podia entrar, mas os microrganismos ficavam retidos nas curvaturas, o que impedia que eles contaminassem o caldo. Foi importante manter o frasco aberto para possibilitar a entrada do ar e do "princípio vital", que seria o responsável pela criação dos seres vivos, de acordo com os adeptos da abiogênese.
4. B
5. a) O experimento de Miller tinha como objetivo testar a hipótese de Oparin e Haldane, segundo a qual seria possível a formação de moléculas orgânicas a partir de moléculas inorgânicas (como metano, gás hidrogênio, amônia e água) sob as condições da Terra primitiva. Ao final do experimento, Miller teve como resultado a formação de aminoácidos e hidrocarbonetos (moléculas orgânicas).
- b) As investigações de Darwin contribuíram para o entendimento de como as espécies evoluíram ao longo do tempo a partir de seus ancestrais, por meio da seleção natural. Darwin não conseguiu esclarecer a origem da variabilidade de características entre os indivíduos de uma mesma espécie.
6. E

**Aulas 13 a 15**

1. C      2. B
3. a) Podem ser citados: ribossomos (síntese proteica), retículo endoplasmático granuloso (transporte de proteínas), retículo endoplasmático não granuloso

(síntese de lipídios ou desintoxicação da célula), complexo golgiense (secreção de substâncias), mitocôndrias (produção de ATP) e peroxissomos (metabolismo de lipídios e degradação da água oxigenada).

- b) As estruturas são: parede celular, vacúolo e cloroplasto.
4. B      5. E
6. Soma:  $01 + 02 = 03$
7. Soma:  $02 + 04 + 08 = 14$
8. As evidências que podem ser citadas são: mitocôndrias e cloroplastos têm forma e tamanho semelhantes aos de bactérias, além de alguns processos bioquímicos em comum; mitocôndrias e cloroplastos têm DNA próprio, circular e sem histonas, como o dos procariontes; mitocôndrias e cloroplastos têm seus próprios ribossomos e sintetizam suas próprias proteínas; a membrana das mitocôndrias e dos cloroplastos é dupla, o que pode ser evidência de uma fagocitose; cloroplastos e mitocôndrias têm capacidade de autoduplicação, independentemente da célula; alguns antibióticos, medicamentos que combatem bactérias podem afetar a síntese de proteínas de mitocôndrias e cloroplastos.
9. D

**Aulas 16 a 18**

1. D
2. a) As organelas são as mitocôndrias, pois essas células precisam de ATP, produzido na respiração celular, para realizar os movimentos ciliares.
- b) Os cílios e os flagelos são formados pela proteína tubulina, então, em um indivíduo no qual ela não é formada, podem surgir problemas respiratórios e infertilidade, já que o ar não será corretamente filtrado e os espermatozoides não conseguirão se deslocar até o ovócito.
3. E      4. D
5. a) As enzimas lisossômicas são produzidas pelos ribossomos. Os lisossomos são responsáveis pela digestão intracelular, degradando componentes da própria célula ou partículas vindas por fagocitose ou pinocitose.
- b) Para que as enzimas atuem no pH ideal (ácido, em torno de 5), é necessária a entrada de íons  $H^+$ , como ocorre na figura 2.
6. C
7. A organela fragmentada é o complexo golgiense, pois há alteração no empacotamento e no encaminhamento de proteínas para o exterior da célula, funções realizadas por essa organela. O complexo golgiense é responsável pela formação do acrossomo, uma vesícula dos espermatozoides que contém enzimas que degradam a zona pelúcida do ovócito II.
8. D      9. B

## Frente 2

### Aulas 1 e 2

- C
  - Soma:  $01 + 02 = 03$
  - C
  - Afirmativa I: correta. As asas de mamíferos e as de aves têm a mesma origem embrionária e evolutiva, isto é, são estruturas homólogas.  
Afirmativa II: incorreta. As asas de mamíferos e as de insetos têm origem embrionária diferente, apesar de terem a mesma função, isto é, são estruturas análogas.
5. D      6. B

### Aulas 3 e 4

1. E    2. A    3. A    4. A    5. B    6. E

### Aulas 5 e 6

- B
  - a) Está ocorrendo seleção natural. Na lagoa em que predominam os peixes-mosquito com cauda longa há muitos predadores, então, por seleção natural, sobreviveram os indivíduos com cauda larga e nado potente, características vantajosas para aquela condição.
  - b) O processo de especiação foi desencadeado pelo isolamento geográfico das populações nas duas lagoas. Os pesquisadores sugerem que está havendo um processo de especiação porque o fluxo gênico entre as populações das lagoas é nulo ou muito reduzido.
  - a) As duas subespécies de corujas surgiram por especiação alopátrica, que é caracterizada pelo isolamento geográfico, devido ao surgimento de uma barreira geográfica.
  - b) O isolamento etológico ocorre quando há incompatibilidade de comportamentos reprodutivos entre duas espécies. No caso dos ovos postos pela coruja, ocorreu inviabilidade dos híbridos, pois houve fecundação e formação do zigoto, mas os embriões não se desenvolveram.
4. C      5. D
6. Soma:  $01 + 04 = 05$

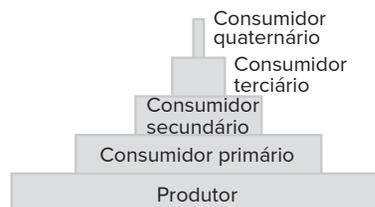
### Aula 7

1. D      2. D      3. E

### Aulas 8 a 10

- A      2. B
- a) Palmeira → Macaco-prego → Harpia (gavião, onça ou jaguatirica). O macaco-prego é consumidor primário e ocupa o segundo nível trófico.

- b) Disponibilidade de alimento, predadores, parasitas e competidores são fatores bióticos que influenciam a densidade populacional. A densidade de macacos-prego não poderá aumentar indefinidamente, pois o alimento escasso e a competição intraespecífica controlarão o crescimento populacional.
- a) O lobo-guará ocupa quatro níveis tróficos diferentes: consumidor primário (ao se alimentar da lobeira), consumidor secundário (ao se alimentar do gafanhoto e da rolinha-roxa), consumidor terciário (ao se alimentar do teiú e da rã-manteiga) e consumidor quaternário (ao se alimentar da jararaca-pintada). A jararaca-pintada ocupa dois níveis tróficos diferentes: consumidora secundária (ao se alimentar da rolinha-roxa) e consumidora terciária (ao se alimentar do teiú).
- b) Cadeia alimentar: capim-cabelo-de-porco → gafanhoto-verde → teiú → jararaca-pintada → lobo-guará.  
Pirâmide de energia:



- c) A extinção do bem-te-vi promoveria aumento da população de gafanhoto-verde (sua presa), o que determinaria um aumento na população de seus consumidores, como o teiú, a rã-manteiga e, conseqüentemente, aumento na população do lobo-guará, o predador de topo. A interação biológica esperada no caso da queda da biomassa de capim-cabelo-de-porco é a competição interespecífica pelo alimento.
5. B    6. A    7. D    8. E    9. C

### Aulas 11 e 12

1. Ciclo curto ou pequeno: a água dos rios e oceanos e a infiltrada no solo evaporam, formando o vapor de água. Nas camadas mais altas da atmosfera, o vapor sofre condensação e forma as nuvens, que causam as chuvas, o granizo ou a neve (precipitação). A água precipitada infiltra-se outra vez no solo, originando os lençóis freáticos, ou flui pela superfície até os rios e oceanos.  
Ciclo longo ou grande: a água absorvida pelas raízes das plantas é eliminada para a atmosfera pela transpiração e pela gutação. Os animais obtêm água por ingestão direta e pelos alimentos. A água retorna ao ambiente por meio da respiração e da excreção, e a maior parte é perdida pela transpiração.
2. D    3. D    4. B    5. E    6. A

### Aula 13

1. C      2. E      3. D

### Aulas 14 a 16

1. D    2. A    3. B    4. B    5. B
6. Soma:  $01 + 02 + 04 + 08 + 16 = 31$
7. D    8. A    9. D

### Aula 17

- E      2. D
- a) Sucessão ecológica. Os líquens realizam fotossíntese e produzem matéria orgânica no ambiente colonizado, além de produzirem ácidos que transformam as rochas em solo. Alguns líquens possuem cianobactérias que realizam a fixação do nitrogênio e aumentam a fertilidade do ambiente, facilitando o estabelecimento de plantas no local.
- b) A PPL é alta no início da sucessão, pois a respiração da comunidade é menor que a fotossíntese. Ao longo da sucessão, aumenta o consumo de matéria orgânica pela respiração e, no final, boa parte da matéria orgânica produzida pela fotossíntese é consumida.

### Aula 18

- C      2. D
- a) Essas árvores perdem as folhas no final do outono, o que é vantajoso porque permite a redução do metabolismo durante o inverno, uma estação fria e desfavorável ao gasto energético; assim, as árvores gastam menos energia, reduzem a perda de água e evitam o acúmulo de neve em suas folhas.
- b) Um dos principais hormônios que promove a queda das folhas é o etileno. O fator que induz a perda de folhas nas árvores de florestas temperadas é a diminuição do fotoperíodo e da temperatura.

## Frente 3

### Aulas 1 a 4

1. C      3. D      5. B      7. B
2. D      4. D      6. B
8. Soma:  $02 + 16 = 18$
9. B    10. B    11. A    12. A

### Aula 5

1. Soma:  $04 + 08 = 12$
2. C      3. A

### Aulas 6 a 11

1. B      2. B      3. C

4. a) A nidação ocorre quando o embrião está na fase de blastocisto (blástula nos mamíferos).

b) Na fase de blastocisto, os blastômeros formam uma camada externa, o trofoblasto, ao redor de uma cavidade chamada blastocelo. Nessa cavidade, há uma massa de células, o embrioblasto, a partir do qual se formarão os tecidos do corpo do animal.

5. Na fase de nêurula, as estruturas que podem ser observadas no embrião são:

- tubo neural, formado a partir da ectoderme, que originará o sistema nervoso;
- notocorda, formada a partir da mesoderme, que dará origem à coluna vertebral;
- celoma, cavidade corporal dos animais, também de origem mesodérmica;
- arquêntero, cavidade formada a partir da endoderme, que dará origem ao sistema digestivo.

6. C      7. E      8. D

9. Soma:  $01 + 02 + 04 + 08 + 16 = 31$

10. A      12. C      14. A

11. E      13. A

15. a) A estrutura X corresponde à notocorda, com origem na mesoderme.

b) O tubo neural origina órgãos do sistema nervoso, como cérebro, cerebelo, bulbo e medula espinal.

16. A estrutura é a notocorda. Ao longo do desenvolvimento embrionário, ela é substituída pela coluna vertebral.

17. A      18. C

## Aulas 12 a 14

1. D      3. C      5. C      7. A

2. E      4. D      6. E      8. D

9. Soma:  $16 + 32 = 48$

## Aulas 15 a 18

1. C      2. A      3. C      4. B      5. E      6. C

7. a) As lombrigas são nemátodos, que apresentam tubo digestório completo e digestão extracelular, assim como ocorre nos seres humanos. Já as tênias, pertencentes ao filo dos platelmintos, não possuem sistema

digestório, e a obtenção de nutrientes ocorre por difusão e pinocitose através da parede do corpo.

b) As lombrigas e as tênias não possuem sistema circulatório. Nas lombrigas, os nutrientes são distribuídos por meio do líquido que preenche o pseudoceloma. Já nas tênias, que são acelomadas, os nutrientes são distribuídos por difusão.

8. B      9. D

10. A espécie *Ascaris lumbricoides* é dioica, pois seus representantes têm sexos separados, e a fecundação deve ser interna, uma vez que o macho, por meio das espículas, lança gametas masculinos no interior do corpo da fêmea.

## Frente 4

### Aulas 1 e 2

1. A      2. A

3. a) As semelhanças decorrem da ancestralidade comum entre as espécies e da influência do ambiente em que elas vivem.

b) Os seres vivos são formados por células, têm metabolismo próprio, têm material genético, evoluem e são capazes de se reproduzir e de transmitir características hereditárias à próxima geração.

4. C      5. A      6. B

### Aulas 3 a 7

1. Soma:  $01 + 02 + 16 = 19$

2. B

3. A organela osmorreguladora dos paramécios é o vacúolo contrátil. O hialoplasma dos paramécios é hipertônico em relação à água doce, isto é, tem maior concentração de solutos.

4. a) As estruturas locomotoras dos tripanossomos e das leishmanias são os flagelos, e as dos paramécios são os cílios.

b) O meio intracelular do paramécio é hipertônico em relação ao meio extracelular, o que faz com que a água entre na célula por osmose. O vacúolo contrátil, que bombeia para fora da célula o excesso de água, evita a lise celular.

5. E      6. A      7. A      8. B

9. a) O *Trypanosoma cruzi*, agente etiológico da doença de Chagas, pertence ao reino protista. A reprodução assexuada ocorre, preferencialmente, nas células do músculo cardíaco (miocárdio).

b) O barbeiro pica uma pessoa (ou animal) que está infectada pelo protozoário e, ao sugar seu sangue, ele se contamina. Quando o inseto pica outra pessoa, ele elimina suas fezes com os protozoários, e, ao se coçar, a pessoa acaba se contaminando, fechando o ciclo de vida do *Trypanosoma cruzi*.

10. A      12. D      14. A

11. A      13. B

15. a) A doença representada é a toxoplasmose, causada pelo protozoário *Toxoplasma gondii*, cujo hospedeiro definitivo é o gato (entre outros felídeos).

b) Caso a mãe seja infectada durante a gravidez, o feto pode se desenvolver com malformações congênitas. A transmissão do *T. gondii* da mãe para o feto se dá por meio da placenta.

### Aulas 8 e 9

1. E      2. D      3. E

4. a) A parasitose é a esquistossomose, ou barriga-d'água. A melhor forma de prevenção, no que cabe ao poder público, é o fornecimento de serviços de saneamento básico, que envolvem a distribuição de água tratada e a criação de rede coletora de esgoto e de tratamento de esgoto.

b) Há maior chance de gerar vermes com maior variabilidade genética na fase de vida representada pelo número 7, devido à produção de gametas e à fecundação na reprodução sexual.

5. A

6. a) A doença causada pela lombriga é a ascariíase. A lombriga pertence ao filo dos nematódeos.

b) A tosse faz com que o verme chegue até o sistema digestório e seja deglutido. Assim, a larva pode se alojar no intestino novamente e recomençar o ciclo.