

COLÉGIO
SANTA MARIA

Apostila de

BIOLOGIA



Ensino Médio

**Questões de
Vestibulares e ENEM**

SOCIEDADE MINEIRA DE CULTURA
Mantenedora da PUC MINAS e do
COLÉGIO SANTA MARIA



ÍNDICE

CITOLOGIA	05
COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS CÉLULAS	21
METABOLISMO ENERGÉTICO DAS CÉLULAS	28
SERES VIVOS	30
FISIOLOGIA DOS VERTEBRADOS	65
GENÉTICA	87
EVOLUÇÃO	89
ECOLOGIA.....	111

BIOLOGIA



MUDE O MUNDO

Pequenas ações individuais são a maior força transformadora que se conhece. Ter uma atitude consciente em relação aos nossos hábitos de consumo é a melhor maneira de mudar o mundo.

Economize água e luz, recicle seu lixo, faça a sua parte e ajude a construir um futuro melhor para todos.

3.^a SÉRIE DO ENSINO MÉDIO 2020

Prof. Luis Bar
COORDENADOR DE ÁREA E REVISOR DA APOSTILA

Prof.^a Iaci Belo
AUTORA DA APOSTILA DE BIOLOGIA

CITOLOGIA

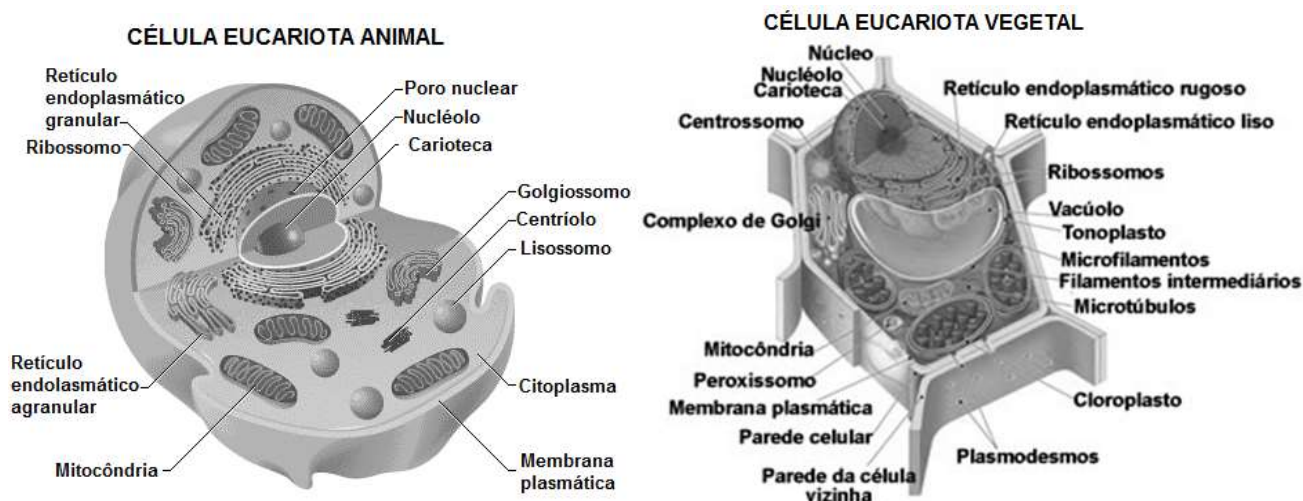
01. CÉLULA

Todos os seres vivos, com exceção dos vírus, têm sua estrutura fundamentada na célula. As células são as unidades morfológicas e funcionais dos seres vivos e apresentam um admirável arranjo na disposição de microestruturas diferentes, as organelas celulares. A elas cabe a realização de importantes funções, como o determinismo genético, a síntese de proteínas, o armazenamento e a liberação de energia, a produção de várias substâncias liberadas para o meio extracelular e outras.

1.1 CÉLULA PROCARIOTA

Apresenta membrana plasmática, um nucleóide com o DNA circular e um citoplasma que contém ribossomos, enzimas dissolvidas, água e pequenas moléculas. Bactérias e arqueas são os únicos seres vivos procariontes. (Domínios Bacteria e Archaea)

1.2 CÉLULA EUCARIOTA



Célula com núcleo bem individualizado, delimitado pela carioteca. Imersas no hialoplasma encontram-se as organelas citoplasmáticas e o citoesqueleto. (Domínio Eukarya)

A) **Membrana plasmática**

Presente em todas as células, sem exceção. Formada por uma dupla camada de fosfolípidios onde se inserem moléculas de proteínas. Apresenta permeabilidade seletiva.

B) **Parede celular**

Estrutura rígida e permeável, não exercendo controle sobre as substâncias que penetram ou saem da célula. Presente em bactérias, arqueas, fungos, plantas e alguns protistas. Sua constituição química varia nos diversos grupos.

C) **Organelas citoplasmáticas**

As estruturas básicas de uma célula apresentam maior ou menor complexidade e desenvolvimento conforme o tipo de atividade exercido pela célula ou a natureza do organismo ao qual elas pertencem. As organelas podem ser ou não delimitadas por membranas.

São elas:

- **Ribossomos:** formados basicamente por proteínas e RNA, participam do processo de síntese proteica. Presentes em células procariotas e eucariotas.
- **Retículo endoplasmático:** sistema de canais delimitados por membranas lipoproteicas, com função principalmente de transporte. Pode ser granular ou rugoso (ergastoplasma), se possuir ribossomos aderidos à membrana, ou agranular (liso), sem ribossomos.
- **Complexo golgiense (de Golgi):** conjunto de bolsas achatadas ou cisternas, cuja função é o armazenamento, a modificação e a eliminação de secreções celulares.

- **Mitocôndrias:** encontradas em todas as células eucarióticas, frequentemente qualificadas como as centrais energéticas da célula por serem responsáveis pela respiração. Possuem ribossomos em seu interior, uma membrana dupla e moléculas de DNA e RNA próprias, sendo, portanto, capazes de autoduplicação. A teoria da endossimbiose afirma que essas organelas (assim como os cloroplastos) foram originadas quando eucariotos fermentadores englobaram, mas não digeriram, procariotos menores que respiravam. Benefícios mútuos permitiram que essa relação simbiótica fosse mantida e evoluísse para as organelas eucarióticas observadas hoje.
- **Lisossomos:** vesículas delimitadas por membrana lipoproteica, contendo em seu interior enzimas hidrolisantes, desempenhando importante papel na realização da digestão intracelular. Atuam também na autólise e na autofagia.
- **Cloroplastos:** organelas responsáveis pela fotossíntese, presentes nas plantas e nas algas multicelulares.

D) **Citoesqueleto**

Consiste da interação de três tipos de proteínas fibrosas. O citoesqueleto dentro do citoplasma de células eucarióticas resulta na forma, na resistência e no movimento.

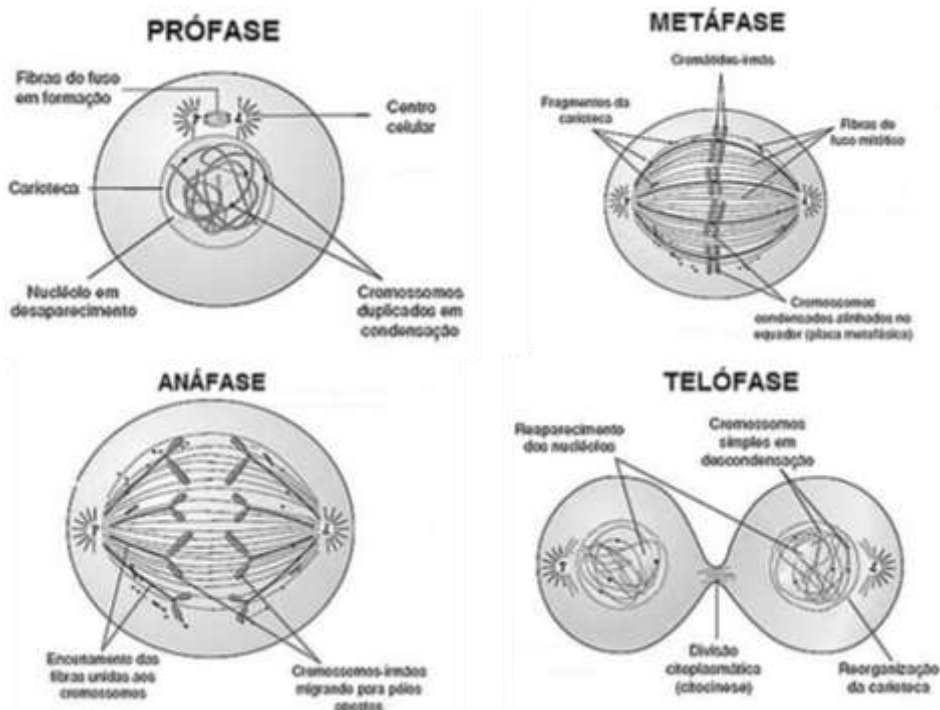
02. DIVISÃO CELULAR

Dá-se o nome de divisão celular ao processo pelo qual uma célula se reproduz e origina células-filhas.

2.1 MITOSE

Uma célula dá origem a duas outras idênticas, e com o mesmo número de cromossomos da célula inicial. Tanto organismos unicelulares, quanto pluricelulares realizam mitose. Nesses últimos, esse processo de divisão celular é importante para o crescimento dos indivíduos, substituição de células velhas ou mortas e recuperação de lesões.

Compreende quatro fases fundamentais: prófase, metáfase, anáfase e telófase. O período de atividade celular, em que a célula não está se dividindo, recebe o nome de intérfase, e é nessa fase que ocorre a duplicação do material genético.

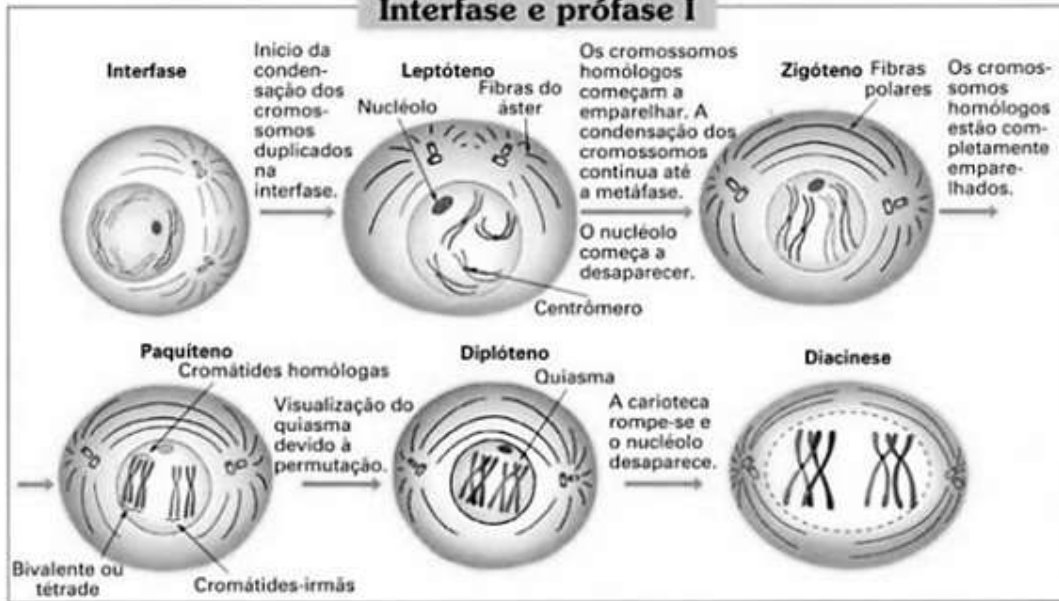


2.2 MEIOSE

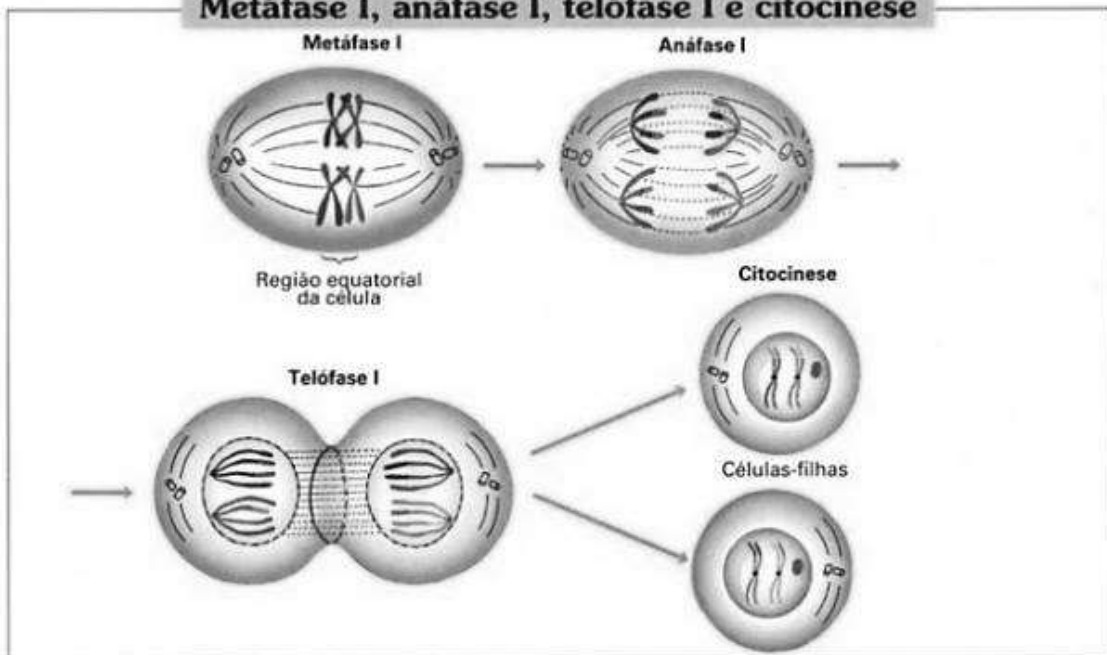
Nesse processo de divisão celular, uma célula diploide ($2n$) origina quatro células-filhas haploides, com recombinação gênica, o que ocorre, na maior parte das vezes, na formação dos gametas e, em outros casos, na formação de esporos. Consiste em duas divisões celulares sucessivas: uma reducional (meiose I) e uma equacional (meiose II).

Fases da meiose I

Interfase e prófase I



Metáfase I, anáfase I, telófase I e citocinese

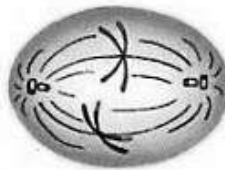


Fases da meiose II

Prófase II
Cromossomos condensam-se. Centríolo duplica-se. Carioteca e nucléolo desaparecem.



Cromossomos espalham-se pela célula, e fibras do fuso passam a ocupar a região

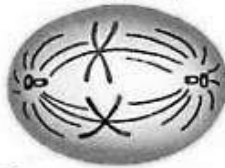


Diades no equador celular ligadas às fibras do cinetócoro.

correspondente ao núcleo. Surgem as fibras do cinetócoro.



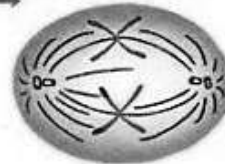
Metáfase II



Anáfase II

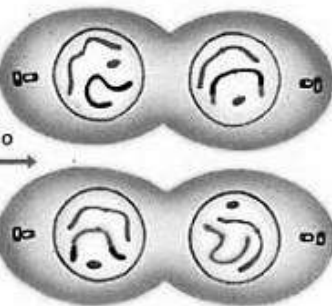


As cromátides-irmãs separam-se e cada uma delas é puxada para um pólo da célula. Cada cromátide-irmã passa a ser chamada de cromossomo-irmão.

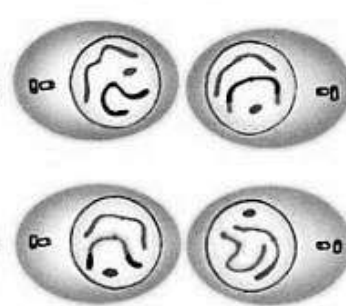


Cromossomos-irmãos nos pólos da célula. Fibras do fuso desaparecem e a carioteca e o nucléolo reorganizam-se. Cromossomos desespiralizam-se. Ocorre a citocinese.

Telófase II

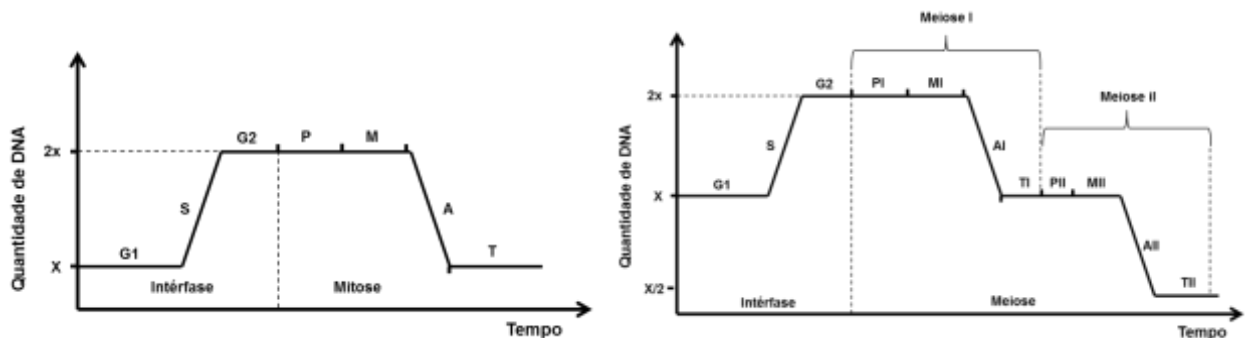


Citocinese

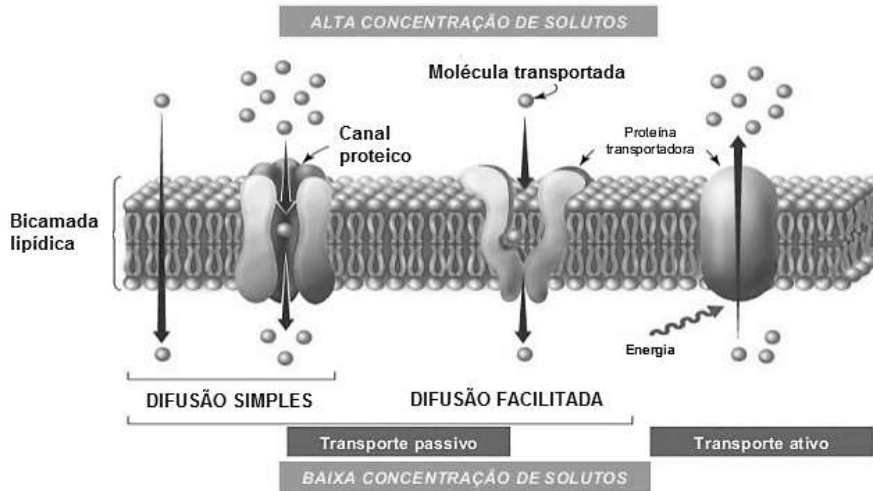


Formam-se quatro células haplóides.

Os processos de divisão celular podem ser representados graficamente, como mostram as imagens a seguir:



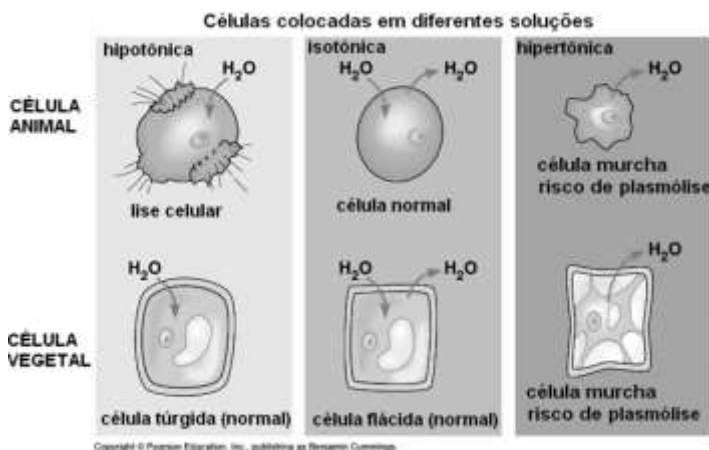
03. PROCESSOS DE TROCA ENTRE A CÉLULA E O MEIO EXTRACELULAR



3.1 DIFUSÃO

Processo passivo que corresponde ao movimento de partículas, através da membrana plasmática, do meio hipertônico para o hipotônico, no sentido de igualar as concentrações. Substâncias que demorariam muito tempo para atravessar a membrana têm sua entrada facilitada pelas permeases, proteínas da membrana (difusão facilitada). A passagem de O_2 pelas membranas plasmáticas é um exemplo de difusão simples. A entrada da glicose nas células é um exemplo de difusão facilitada.

3.2 OSMOSE

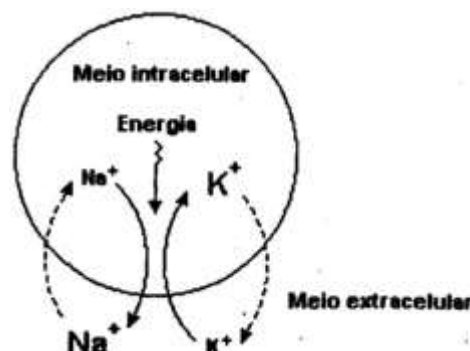


Processo passivo de difusão da água (solvente) através de uma membrana plasmática semipermeável. A água difunde-se em maior quantidade da solução hipotônica para a hipertônica, no sentido de igualar as concentrações.

Células animais podem sofrer ruptura com a entrada excessiva de água, o que não ocorre em células vegetais devido à presença da parede celular rígida.

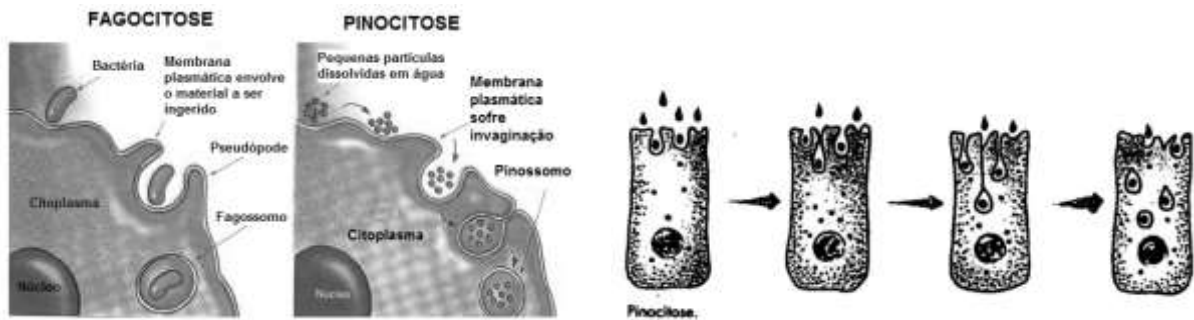
3.3 TRANSPORTE ATIVO: BOMBA DE SÓDIO E POTÁSSIO

Ocorre com gasto de energia pela célula. Corresponde ao movimento de solutos do meio hipotônico para o hipertônico, ou seja, contra o gradiente de concentração. A bomba de sódio e potássio mantém a maior concentração de K^+ no interior da célula e de Na^+ no exterior da célula, o que é fundamental para o metabolismo celular.



3.4 ENDOCIToses

Processos de incorporação de partículas que não podem atravessar a membrana celular. Os processos básicos são a fagocitose, englobamento de partículas sólidas, e a pinocitose, englobamento de partículas líquidas.



3.5 EXOCIToses

Processos de eliminação de partículas. Frequente em células secretoras.

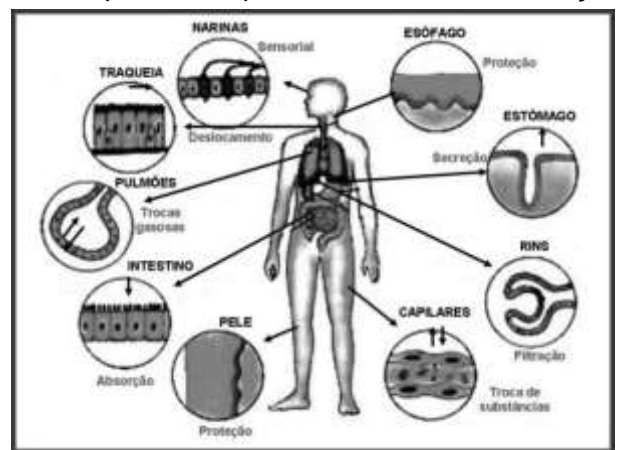
04. HISTOLOGIA

É o estudo dos tecidos, conjuntos de células semelhantes que desempenham determinada função.

Há quatro grupos de tecidos, cujos critérios de classificação são, basicamente: tipo de célula, tipo de disposição das fibras e quantidade de composição química da substância fundamental que preenche os espaços entre as células.

1. **TECIDO EPITELIAL:** tem células justapostas, unidas por pouca substância intercelular. Tem funções de revestimento e secreção. Os epitélios possuem especializações, como, por exemplo, as microvilosidades, de acordo com o local em que se encontram e com a função do órgão que revestem.

2. **TECIDO CONJUNTIVO:** em geral tem predominância de substância fundamental, intercelular, de consistência gelatinosa, onde as fibras se distribuem. É constituído por vários tipos de células.



Apresenta-se com variados aspectos e funções. São tecidos conjuntivos:

2.1. Tecido conjuntivo propriamente dito

- frouxo
- denso

2.2 Tecido conjuntivo de propriedades especiais

- Adiposo
- Hemocitopoiético ou reticular

2.3 Tecido cartilaginoso

2.4 Tecido ósseo

2.5 Tecido sanguíneo

ATENÇÃO: Alguns autores consideram o sangue como um tecido conjuntivo cuja substância intercelular, o plasma, é líquida. Outros consideram o sangue e a linfa apenas como fluidos corpóreos que, além da função de transporte de substâncias no corpo, participam ativamente dos mecanismos de defesa.

3. **TECIDO MUSCULAR:** tem fibras musculares, que são células alongadas, com capacidade de contração.

4. **TECIDO NERVOSO:** tem células, os neurônios, que transmitem impulsos nervosos, e as células da glia, relacionadas com a sustentação e a nutrição dos neurônios.

QUESTÕES OBJETIVAS

QUESTÃO 01 (ENEM 2010)

A lavoura arrozeira na planície costeira da região sul do Brasil comumente sofre perdas elevadas devido à salinização da água de irrigação, que ocasiona prejuízos diretos, como a redução de produção da lavoura. Solos com processo de salinização avançado não são indicados, por exemplo, para o cultivo de arroz. As plantas retiram a água do solo quando as forças de embebição dos tecidos das raízes são superiores às forças com que a água é retida no solo.

WINKEL, H. L. TSCHIEDEL, M. **Cultura do arroz: salinização dos solos em cultivos de arroz.** Disponível em: <http://agropage.tripod.com/saliniza.html>. Acesso em: 25 jun. 2010 (adaptado).

A presença de sais na solução do solo faz com que seja dificultada a absorção de água pelas plantas, o que provoca o fenômeno conhecido por seca fisiológica, caracterizado pelo (a)

- A) aumento da salinidade, em que a água do solo atinge uma concentração de sais maior que a das células das raízes das plantas, impedindo, assim, que a água seja absorvida.
- B) aumento da salinidade, em que o solo atinge um nível muito baixo de água, e as plantas não têm força de sucção para absorver a água.
- C) diminuição da salinidade, que atinge um nível em que as plantas não têm força de sucção, fazendo com que a água não seja absorvida.
- D) aumento da salinidade, que atinge um nível em que as plantas têm muita sudação, não tendo força de sucção para superá-la.
- E) diminuição da salinidade, que atinge um nível em que as plantas ficam túrgidas e não têm força de sudação para superá-la.

QUESTÃO 02 (ENEM 2011)

A cal (óxido de cálcio, CaO), cuja suspensão em água é muito usada como uma tinta de baixo custo, dá uma tonalidade branca aos troncos de árvores. Essa é uma prática muito comum em praças públicas e locais privados, geralmente usada para combater a proliferação de parasitas. Essa aplicação, também chamada de caiação, gera um problema: elimina microrganismos benéficos para a árvore.

Disponível em: <http://super.abril.com.br>. Acesso em: 1 abr. 2010 (adaptado).

A destruição do microambiente, no tronco de árvores pintadas com cal, é devida ao processo de

- A) difusão, pois a cal se difunde nos corpos dos seres do microambiente e os intoxica.
- B) osmose, pois a cal retira água do microambiente, tornando-o inviável ao desenvolvimento de microrganismos.
- C) oxidação, pois a luz solar que incide sobre o tronco ativa fotoquimicamente a cal, que elimina os seres vivos do microambiente.
- D) aquecimento, pois a luz do Sol incide sobre o tronco e aquece a cal, que mata os seres vivos do microambiente.
- E) vaporização, pois a cal facilita a volatilização da água para a atmosfera, eliminando os seres vivos do microambiente.

QUESTÃO 03 (ENEM 2012)

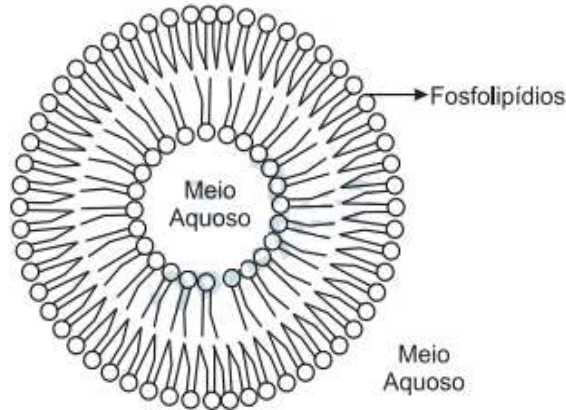
Osmose é um processo espontâneo que ocorre em todos os organismos vivos e é essencial à manutenção da vida. Uma solução 0,15 mol/L de NaCl (cloreto de sódio) possui a mesma pressão osmótica das soluções presentes nas células humanas.

A imersão de uma célula humana em uma solução 0,20 mol/L de NaCl tem, como consequência, a

- A) adsorção de íons Na^+ sobre a superfície da célula.
- B) difusão rápida de íons Na^+ para o interior da célula.
- C) diminuição da concentração das soluções presentes na célula.
- D) transferência de íons Na^+ da célula para a solução.
- E) transferência de moléculas de água do interior da célula para a solução.

QUESTÃO 04 (ENEM 2012)

Quando colocados em água, os fosfolipídios tendem a formar lipossomos, estruturas formadas por uma bicamada lipídica, conforme mostrado na figura. Quando rompida, essa estrutura tende a se reorganizar em um novo lipossomo.



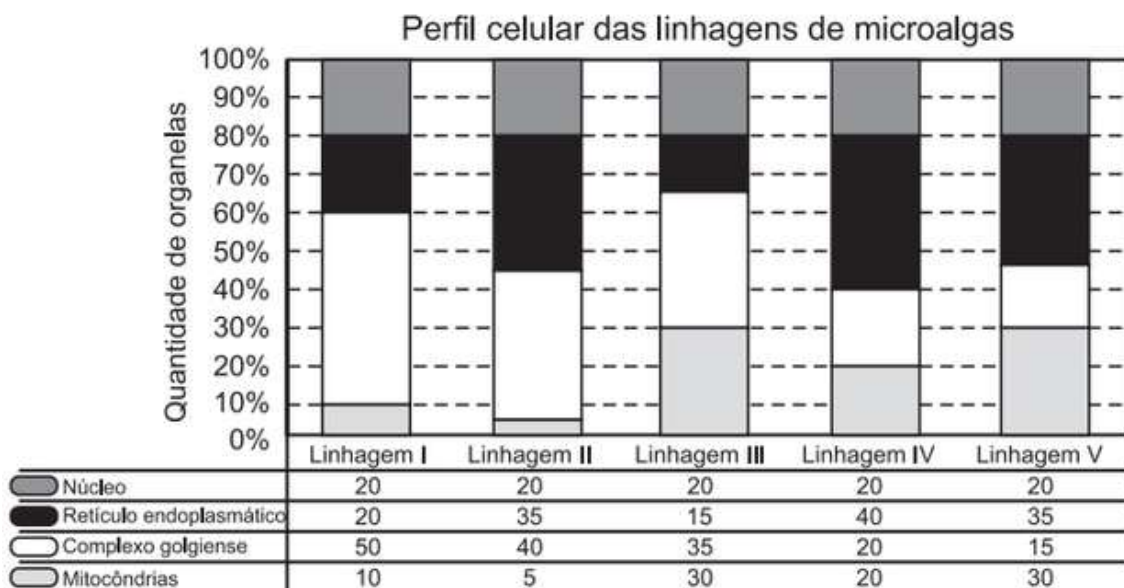
Disponível em: <http://course1.winona.edu>.
Acesso em 1 mar. 2012 (adaptado).

Esse arranjo característico se deve ao fato de os fosfolipídios apresentarem uma natureza

- A) polar, ou seja, serem inteiramente solúveis em água.
- B) apolar, ou seja, não serem solúveis em solução aquosa.
- C) anfotérica, ou seja, podem comportar-se como ácidos e bases.
- D) insaturada, ou seja, possuírem duplas ligações em sua estrutura.
- E) anfílica, ou seja, possuírem uma parte hidrofílica e outra hidrofóbica.

QUESTÃO 05 (ENEM 2012)

Uma indústria está escolhendo uma linhagem de microalgas que optimize a secreção de polímeros comestíveis, os quais são obtidos do meio de cultura de crescimento. Na figura podem ser observadas as proporções de algumas organelas presentes no citoplasma de cada linhagem.



Qual é a melhor linhagem para se conseguir maior rendimento de polímeros secretados no meio de cultura?

- A) I
- B) II
- C) III
- D) IV
- E) V

QUESTÃO 06 (ENEM 2012)

A estratégia de obtenção de plantas transgênicas pela inserção de transgenes em cloroplastos, em substituição à metodologia clássica de inserção do transgene no núcleo da célula hospedeira, resultou no aumento quantitativo da produção de proteínas recombinantes com diversas finalidades biotecnológicas. O mesmo tipo de estratégia poderia ser utilizada para produzir proteínas recombinantes em células de organismos eucarióticos não fotossintetizantes, como as leveduras, que são usadas para produção comercial de várias proteínas recombinantes e que podem ser cultivadas em grandes fermentadores.

Considerando a estratégia metodológica descrita, qual organela celular poderia ser utilizada para inserção de transgenes em leveduras?

- A) Lisossomo.
- B) Mitocôndria.
- C) Peroxissomo.
- D) Complexo golgiense.
- E) Retículo endoplasmático.

QUESTÃO 07 (ENEM 2013)

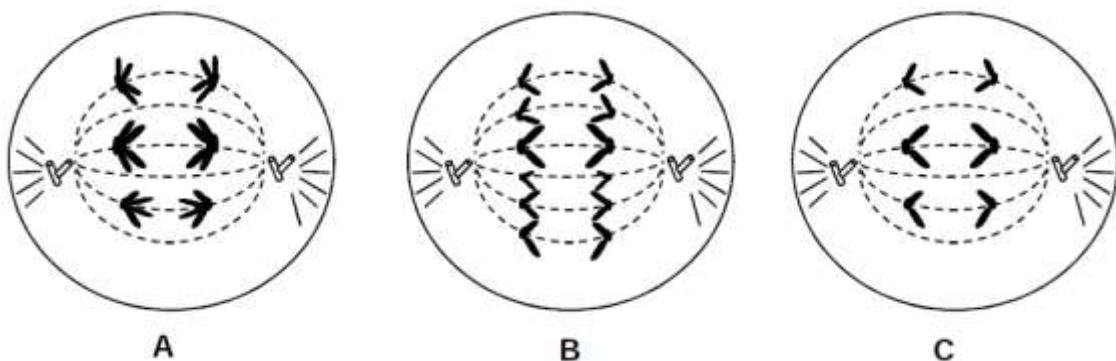
Para a identificação de um rapaz vítima de acidente, fragmentos de tecidos foram retirados e submetidos à extração de DNA nuclear, para comparação com o DNA disponível dos possíveis familiares (pai, avô materno, avó materna, filho e filha). Como o teste com o DNA nuclear não foi conclusivo, os peritos optaram por usar também DNA mitocondrial, pra dirimir dúvidas.

Para identificar o corpo, os peritos devem verificar se há homologias entre o DNA mitocondrial do rapaz e o DNA mitocondrial do(a)

- A) pai.
- B) filho.
- C) filha.
- D) avó materna.
- E) avô materno.

QUESTÃO 08 (PUCMINAS 2013)

As figuras representam fases de divisões celulares (A, B e C) em células de um mesmo animal.



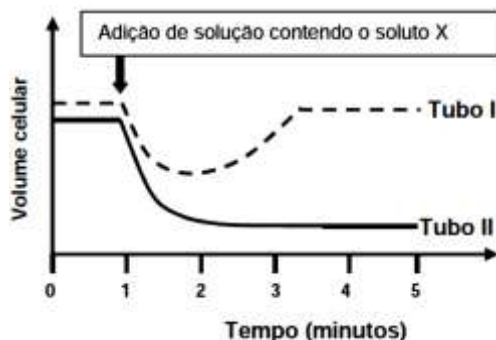
De acordo com as figuras e com seus conhecimentos sobre o assunto, é **INCORRETO** afirmar que:

- A) a espécie é diploide com três pares de cromossomos homólogos.
- B) em **A**, pode estar ocorrendo a separação de cromossomos recombinados.
- C) a célula mostrada em **C** é haploide, mesmo antes de originar duas novas células.
- D) as células em **B** e **C** estão, respectivamente, em anáfase I e anáfase II da meiose.

QUESTÃO 09 (PUCMINAS 2013)

Para se estudar o transporte de determinado soluto X através da membrana plasmática de duas espécies de protozoários parasitas humanos, que não representam vacúolos contráteis, foi montado o seguinte experimento.

No tubo I foram colocadas células do protozoário **A** e, no tubo II, a mesma quantidade de células do protozoário **B** em soluções com a mesma composição e concentração, mas sem o soluto X. Após 1 minuto de incubação, foram adicionados aos dois tubos volumes de uma solução do soluto X. A variação do volume celular foi monitorada em função do tempo e os resultados estão representados no gráfico a seguir.



Pela análise dos resultados, é **INCORRETO** afirmar:

- A) O protozoário **B** absorve o soluto **X** por difusão facilitada, enquanto o **A** realiza transporte ativo de **X**.
- B) A adição de soluto **X** tornou os meios dos dois tubos hipertônicos em relação aos protozoários.
- C) As variações observadas nos volumes celulares estão ligadas a processos de osmose.
- D) O soluto **X** pode ser capaz de atravessar a membrana plasmática do protozoário **A**, por difusão facilitada.

QUESTÃO 10 (ENEM 2014)

Na década de 1990, células do cordão umbilical de recém-nascidos humanos começaram a ser guardadas por criopreservação, uma vez que apresentam alto potencial terapêutico em consequência de suas características peculiares.

O poder terapêutico dessas células baseia-se em sua capacidade de

- A) multiplicação lenta.
- B) comunicação entre células.
- C) adesão a diferentes tecidos.
- D) diferenciação em células especializadas.
- E) reconhecimento de células semelhantes.

QUESTÃO 11 (ENEM 2014)

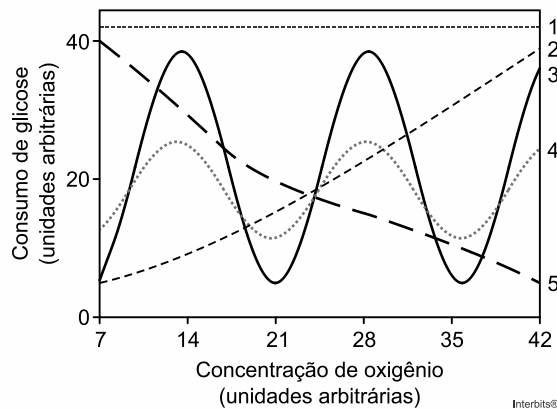
Segundo a teoria evolutiva mais aceita hoje, as mitocôndrias, organelas celulares responsáveis pela produção de ATP em células eucariotas, assim como os cloroplastos, teriam sido originados de procariontes ancestrais que foram incorporados por células mais complexas.

Uma característica da mitocôndria que sustenta essa teoria é a

- A) capacidade de produzir moléculas de ATP.
- B) presença de parede celular semelhante à de procariontes.
- C) presença de membranas envolvendo e separando a matriz mitocondrial do citoplasma.
- D) capacidade de autoduplicação dada por DNA circular próprio semelhante ao bacteriano.
- E) presença de um sistema enzimático eficiente às reações químicas do metabolismo aeróbio.

QUESTÃO 12 (ENEM 2015)

Normalmente, as células do organismo humano realizam a respiração aeróbica, na qual o consumo de uma molécula de glicose gera moléculas de ATP. Contudo em condições anaeróbicas, o consumo de uma molécula de glicose pelas células é capaz de gerar apenas duas moléculas de ATP.

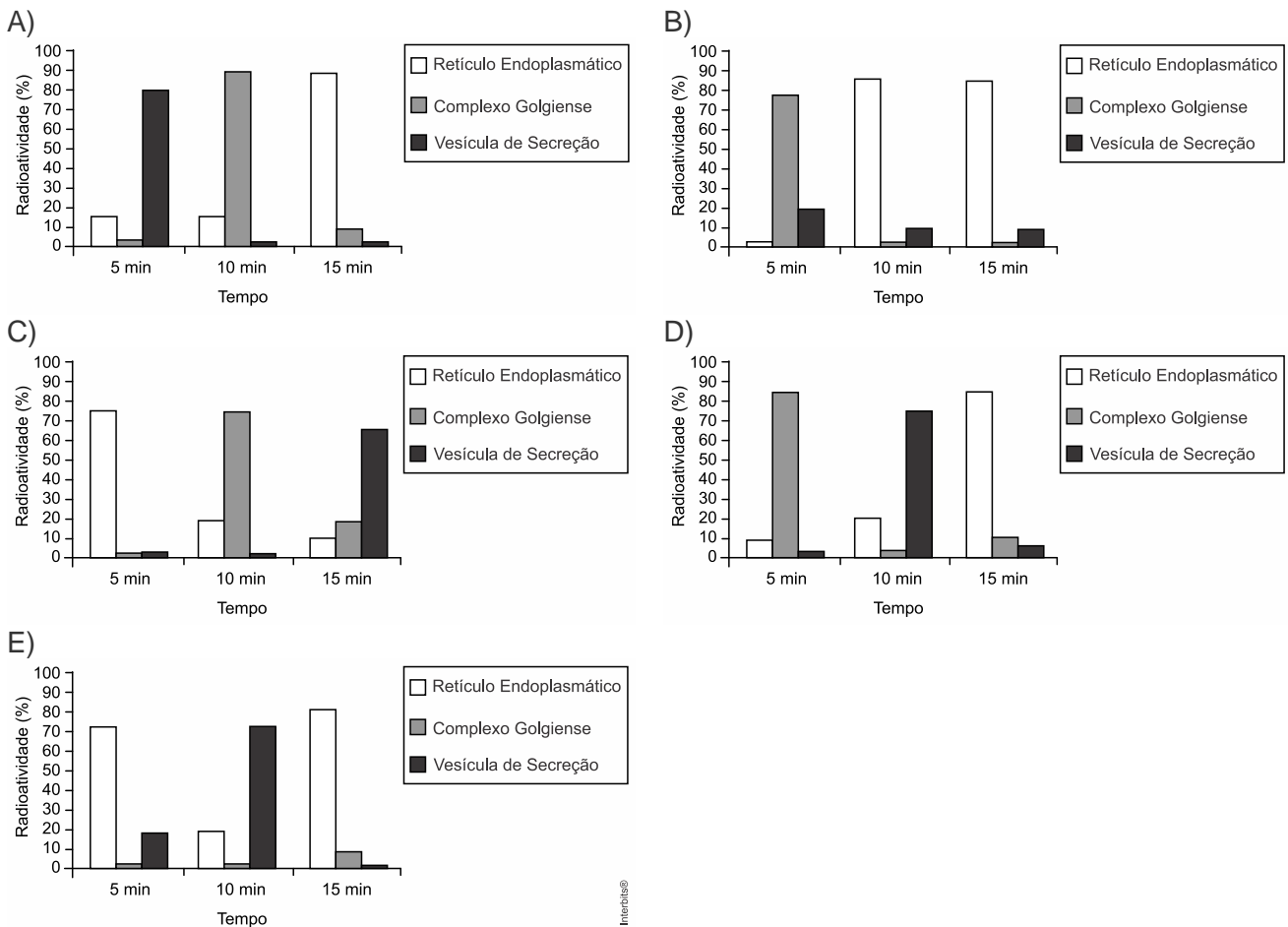


Qual curva representa o perfil de consumo de glicose, para manutenção da homeostase de uma célula que inicialmente está em uma condição anaeróbica e é submetida a um aumento gradual de concentração de oxigênio?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

QUESTÃO 13 (ENEM 2015)

Muitos estudos de síntese e endereçamento de proteínas utilizam aminoácidos marcados radioativamente para acompanhar as proteínas, desde fases iniciais de sua produção até seu destino final. Esses ensaios foram muito empregados para estudo e caracterização de células secretoras. Após esses ensaios de radioatividade, qual gráfico representa a evolução temporal da produção de proteínas e sua localização em uma célula secretora?



QUESTÃO 14 (ENEM 2016 2ª aplicação)

Companheira viajante

Suavemente revelada? Bem no interior de nossas células, uma clandestina e estranha alma existe. Silenciosamente, ela trama e aparece mantendo entropia em apuros, em ciclos variáveis noturnos e diurnos. Contudo, raramente ela nos acende, apesar de sua fornalha consumi-la. Sua origem? Microbiana, supomos. Julga-se adaptada às células eucariontes, considerando-se como escrava – uma serva a serviço de nossa verdadeira evolução.

McMURRAY, W.C. The traveler. Trends in Biochemical Sciences, 1994 (adaptado).

A organela celular descrita de forma poética no texto é o (a)

- A) centríolo
- B) lisossomo
- C) mitocôndria
- D) complexo golgiense
- E) retículo endoplasmático liso

QUESTÃO 15 (ENEM 2016 2.ª aplicação)

O paclitaxel é um triterpeno poli-hidroxiado que foi originalmente isolado da casca de *Taxus brevifolia*, árvore de crescimento lento e em risco de extinção, mas agora é obtido por rota química semissintética. Esse fármaco é utilizado como agente quimioterápico no tratamento de tumores de ovário, mama e pulmão. Seu mecanismo de ação antitumoral envolve sua ligação à tubulina, interferindo na função dos microtúbulos.

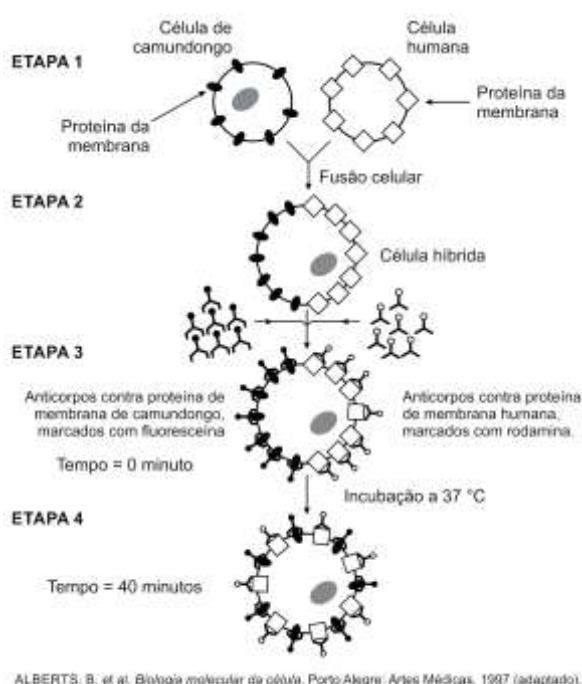
KRETZER, I. F. Terapia antitumoral combinada de derivados do paclitaxel e etoposídeo associados à nanoemulsão lipídica rica em colesterol – LDE. Disponível em: www.teses.usp.br. Acesso em: 29 fev. 2012 (adaptado).

De acordo com a ação antitumoral descrita, que função celular é diretamente afetada pelo paclitaxel?

- A) Divisão celular.
- B) Transporte passivo.
- C) Equilíbrio osmótico.
- D) Geração de energia.
- E) Síntese de proteínas.

QUESTÃO 16 (ENEM 2017)

Visando explicar uma das propriedades da membrana plasmática, fusionou-se uma célula de camundongo com uma célula humana, formando uma célula híbrida. Em seguida, com o intuito de marcar as proteínas de membrana, dois anticorpos foram inseridos no experimento, um específico para as proteínas de membrana do camundongo e outro para as proteínas de membrana humana. Os anticorpos foram visualizados ao microscópio por meio de fluorescência de cores diferentes.



A mudança observada da etapa 3 para a etapa 4 do experimento ocorre porque as proteínas

- A) movimentam-se livremente no plano da bicamada lipídica
- B) permanecem confinadas em determinadas regiões da bicamada.
- C) auxiliam o deslocamento dos fosfolípidios da membrana plasmática
- D) são mobilizadas em razão da inserção de anticorpos.
- E) são bloqueadas pelos anticorpos.

QUESTÃO 17 (ENEM 2017)

Uma das estratégias para conservação de alimentos é o salgamento, adição de cloreto de sódio (NaCl) historicamente utilizado por tropeiros, vaqueiros e sertanejos para conservar carnes de boi, porco e peixe.

O que ocorre com as células presentes nos alimentos preservados com essa técnica?

- A) O sal adicionado diminui a concentração de solutos em seu interior.
- B) O sal adicionado desorganiza e destrói suas membranas plasmáticas.
- C) A adição de sal altera as propriedades de suas membranas plasmáticas.
- D) Os íons Na^+ e Cl^- provenientes da dissociação do sal entram livremente nelas.
- E) A grande concentração de sal no meio extracelular provoca a saída de água de dentro delas.

QUESTÃO 18 (ENEM 2017)

A terapia celular tem sido amplamente divulgada como revolucionária, por permitir a regeneração de tecidos a partir de células novas. Entretanto, a técnica de se introduzirem novas células em um tecido, para o tratamento de enfermidades em indivíduos, já era aplicada rotineiramente em hospitais.

A que técnica refere-se o texto?

- A) Vacina.
- B) Biópsia.
- C) Hemodiálise
- D) Quimioterapia.
- E) Transfusão de sangue.

QUESTÃO 19 (ENEM 2017)

Pesquisadores criaram um tipo de plaqueta artificial, feita com um polímero gelatinoso coberto de anticorpos, que promete agilizar o processo de coagulação quando injetada no corpo. Se houver sangramento, esses anticorpos fazem com que a plaqueta mude sua forma e se transforme em uma espécie de rede que gruda nas lesões dos vasos sanguíneos e da pele.

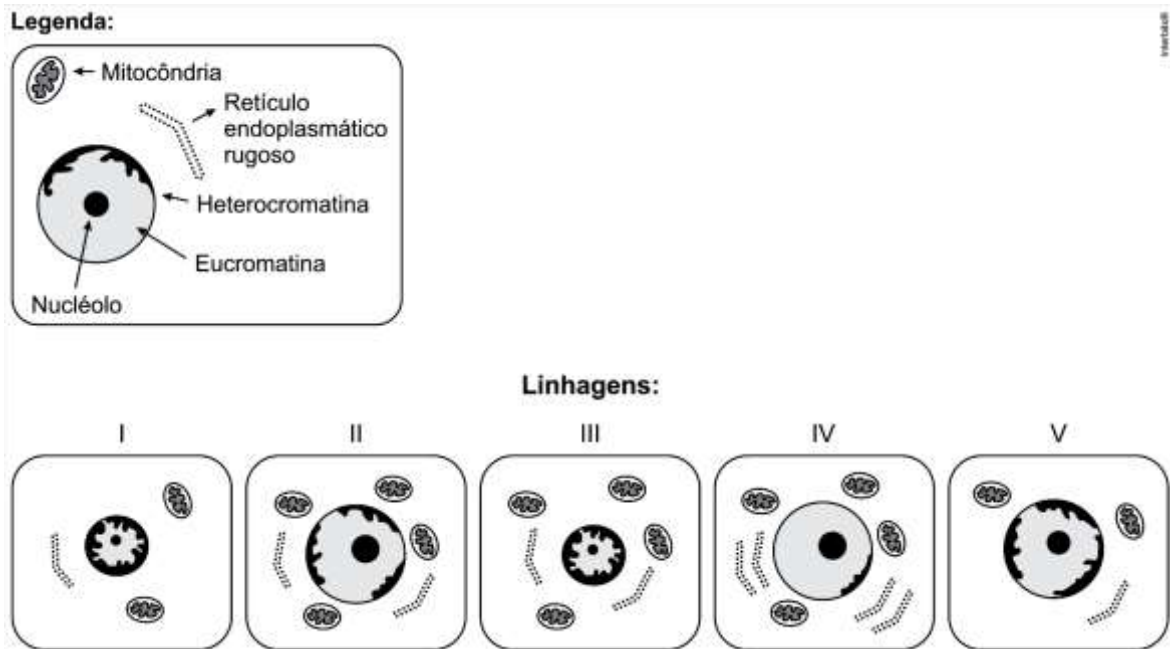
MOUTINHO, S. Coagulação acelerada. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br>. Acesso em: 19 fev. 2013 (adaptado).

Qual a doença cujos pacientes teriam melhora de seu estado de saúde com o uso desse material?

- A) Filariose.
- B) Hemofilia.
- C) Aterosclerose.
- D) Doença de Chagas.
- E) Síndrome da imunodeficiência adquirida.

QUESTÃO 20 (ENEM 2018)

O nível metabólico de uma célula pode ser determinado pela taxa de síntese de RNAs e proteínas, processos dependentes de energia. Essa diferença na taxa de síntese de biomoléculas é refletida na abundância e características morfológicas dos componentes celulares. Em uma empresa de produção de hormônios proteicos a partir do cultivo de células animais, um pesquisador deseja selecionar uma linhagem com o metabolismo de síntese mais elevado, dentre as cinco esquematizadas na figura.



Qual linhagem deve ser escolhida pelo pesquisador?

- A) I
- B) II
- C) III
- D) IV
- E) V

QUESTÃO 21 (ENEM 2018)

No ciclo celular atuam moléculas reguladoras. Dentre elas, a proteína p53 é ativada em resposta a mutações no DNA, evitando a progressão do ciclo até que os danos sejam reparados, ou induzindo a célula à autodestruição.

ALBERTS, B. et al. *Fundamentos da biologia celular*. Porto Alegre: Artmed, 2011 (adaptado).

A ausência dessa proteína poderá favorecer a

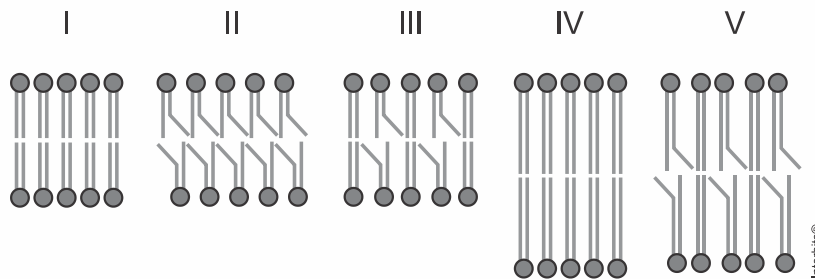
- A) redução da síntese de DNA, acelerando o ciclo celular.
- B) saída imediata do ciclo celular, antecipando a proteção do DNA.
- C) ativação de outras proteínas reguladoras, induzindo a apoptose.
- D) manutenção da estabilidade genética, favorecendo a longevidade.
- E) proliferação celular exagerada, resultando na formação de um tumor.

QUESTÃO 22 (ENEM 2019)

A fluidez da membrana celular é caracterizada pela capacidade de movimento das moléculas componentes dessa estrutura. Os seres vivos mantêm essa propriedade de duas formas: controlando a temperatura e/ou alterando a composição lipídica da membrana. Neste último aspecto, o tamanho e o grau de insaturação das caudas hidrocarbônicas dos fosfolípidios, conforme representados na figura, influenciam significativamente a fluidez. Isso porque quanto maior for a magnitude das interações entre os fosfolípidios, menor será a fluidez da membrana.



Assim, existem bicamadas lipídicas com diferentes composições de fosfolípidios, como as mostradas de I a V.

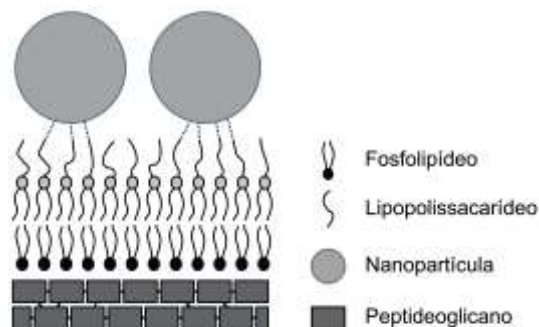


Qual das bicamadas lipídicas apresentadas possui maior fluidez?

- A) I
- B) II
- C) III
- D) IV
- E) V

QUESTÃO 23 (ENEM PPL 2019)

Nanopartículas de sílica recobertas com antibióticos foram desenvolvidas com sucesso como material bactericida, pois são eficazes contra bactérias sensíveis e resistentes, sem citotoxicidade significativa a células de mamíferos. As nanopartículas livres de antibióticos também foram capazes de matar as bactérias *E. coli* sensíveis e resistentes ao antibiótico estudado. Os autores sugerem que a interação entre os grupos hidroxil da superfície das nanopartículas e os lipopolissacarídeos da parede celular da bactéria desestabilizaria sua estrutura.



CAPELETTI, L. B. et al. Tailored Silica – Antibiotic Nanoparticles: Overcoming Bacterial Resistance with Low Cytotoxicity. *Langmuir*, n. 30, 2014 (adaptado).

A interação entre a superfície da nanopartícula e o lipopolissacarídeo ocorre por uma ligação

- A) de hidrogênio.
- B) hidrofóbica.
- C) dissulfeto.
- D) metálica.
- E) iônica.

QUESTÃO 24 (ENEM 2019)

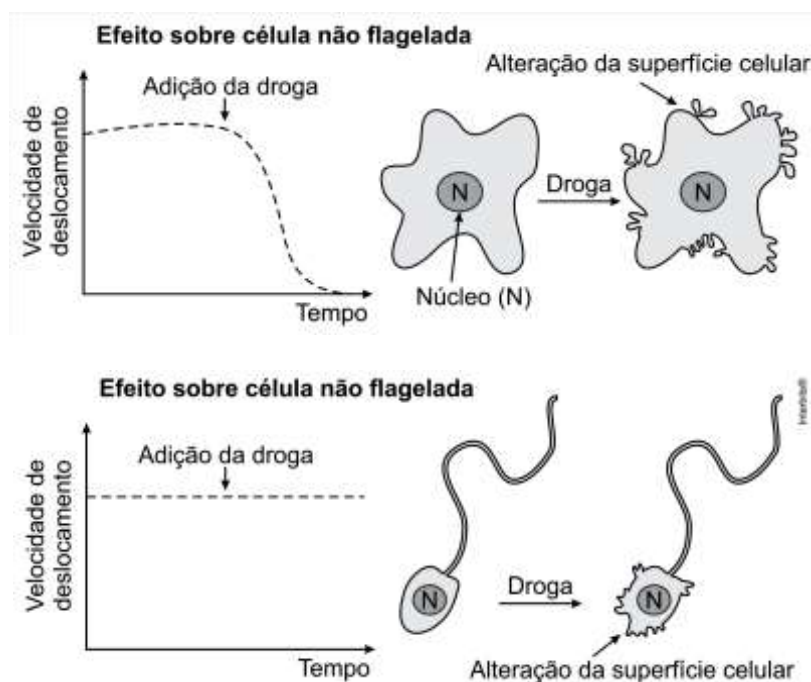
Uma cozinheira colocou sal a mais no feijão que estava cozinhando. Para solucionar o problema, ela acrescentou batatas cruas e sem tempero dentro da panela. Quando terminou de cozinhá-lo, as batatas estavam salgadas, porque absorveram parte do caldo com excesso de sal. Finalmente, ela adicionou água para completar o caldo do feijão.

O sal foi absorvido pelas batatas por

- A) osmose, por envolver apenas o transporte do solvente.
- B) fagocitose, porque o sal transportado é uma substância sólida.
- C) exocitose, uma vez que o sal foi transportado da água para a batata.
- C) pinocitose, porque o sal estava diluído na água quando foi transportado.
- E) difusão, porque o transporte ocorreu a favor do gradiente de concentração.

QUESTÃO 25 (ENEM PPL – 2019)

A ação de uma nova droga antitumoral sobre o citoesqueleto foi investigada. O pesquisador comparou o efeito da droga na velocidade de deslocamento celular e na integridade de filamentos do córtex celular e de flagelos, conforme apresentado na figura.



O pesquisador concluiu que a droga age sobre os

- A) microtúbulos apenas.
- B) filamentos de actina apenas.
- C) filamentos intermediários apenas.
- D) filamentos de actina e microtúbulos.
- E) filamentos de actina e filamentos intermediários.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS CÉLULAS

01. ÁGUA

A água é o principal componente da matéria viva. A estrutura molecular da água e sua capacidade de formar ligações de hidrogênio conferem a ela propriedades incomuns que são significativas para a vida. Nenhum ser vivo pode permanecer biologicamente ativo sem água. Dentro das células, a água participa diretamente em muitas reações químicas e é o meio em que acontece a maioria das reações biológicas.

02. CARBOIDRATOS

Compostos orgânicos formados fundamentalmente por carbono, hidrogênio e oxigênio. Primeiras substâncias orgânicas formadas na natureza, graças à fotossíntese realizada por organismos autótrofos. Constituem a principal fonte de energia para os seres vivos.

DISSACARÍDEOS E POLISSACARÍDEOS IMPORTANTES				
CARBOIDRATOS	MONOSSACARÍDEOS CONSTITUINTES	OCORRÊNCIA	PAPEL BIOLÓGICO	
DISSACARÍDEOS	Sacarose	glicose + frutose	Em muitos vegetais. Abundante na cana-de-açúcar e na beterraba	Papel energético
	Lactose	glicose + galactose	Encontrada no leite.	Papel energético
	Maltose	glicose + glicose	Encontrada em alguns vegetais; provém também da digestão do amido no tubo digestivo de animais.	Papel energético
POLISSACARÍDEOS	Amido	muitas moléculas de glicose	Encontrado em raízes, caules e folhas. O excesso de glicose produzido na fotossíntese é armazenado sob a forma de amido.	Reserva energética
	Celulose	muitas moléculas de glicose	Componente esquelético da parede de células vegetais. É o carboidrato mais abundante na natureza.	Funciona como reforço da parede celular
	Glicogênio	muitas moléculas de glicose	Encontrado no fígado e nos músculos.	Constitui a reserva energética dos animais

(FONTE: Biologia Vol. único. César e Sezar)

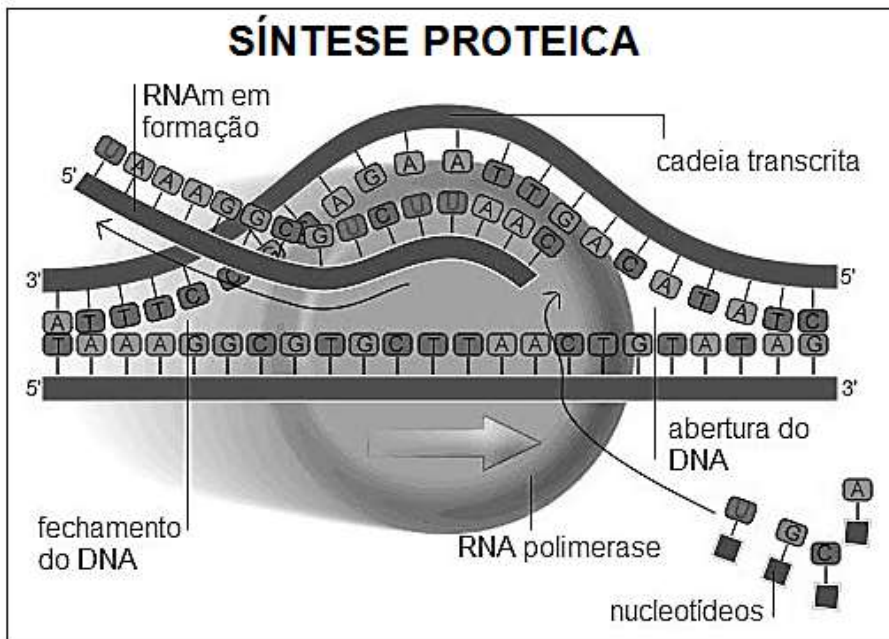
03. LIPÍDIOS

Substâncias orgânicas como as gorduras, os óleos, as ceras e os esteroides, insolúveis em água. Têm diversos papéis nos organismos vivos como: armazenamento de energia, constituição das membranas celulares, papel regulatório como alguns hormônios e vitaminas, isolamento térmico, impermeabilização.

04. PROTEÍNAS

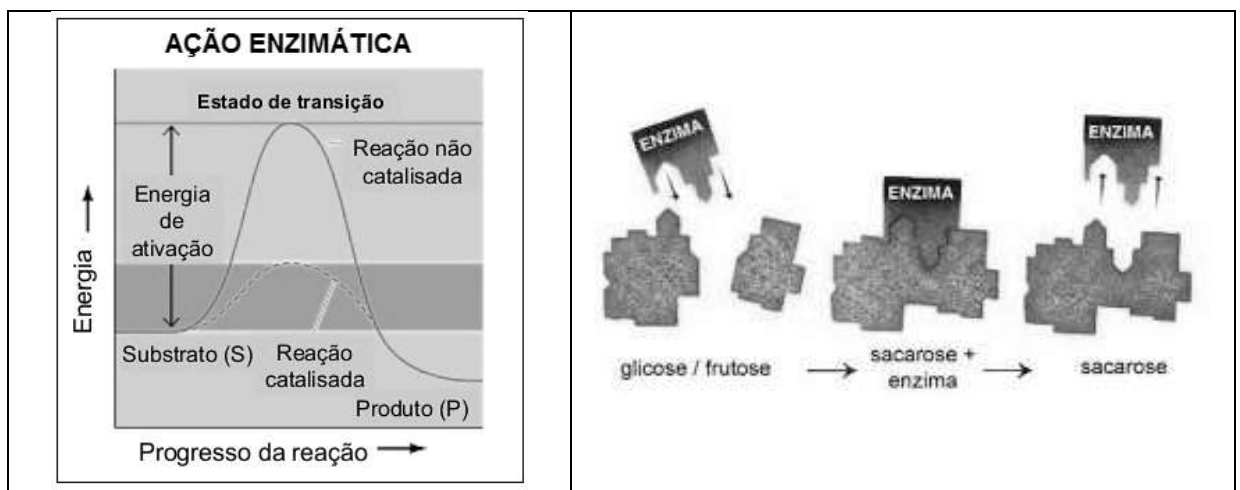
Formadas pela polimerização de centenas de aminoácidos. Existem 20 aminoácidos encontrados nas proteínas. As funções das proteínas incluem suporte estrutural, proteção, catálise, transporte, defesa, regulação e movimento. Cada proteína consiste de uma cadeia polipeptídica dobrada em uma forma tridimensional específica que é necessária para a função da proteína. Submetidas ao calor e a determinadas mudanças de pH, desnaturam-se e se inativam.

Praticamente todas as atividades da célula estão, de alguma forma, dependentes da ação das proteínas. A síntese das proteínas é comandada por moléculas de DNA existentes no interior do núcleo das células, particularmente nos genes, situados nos cromossomos. Um gene é expresso em duas etapas: primeira, o DNA é transcrito para o RNA; segunda, o RNA é traduzido em proteína. O RNA é transcrito a partir do molde de DNA e sua mensagem será traduzida pelos ribossomos. Na tradução, os aminoácidos são ligados em uma ordem específica, formando os polipeptídeos (proteínas).



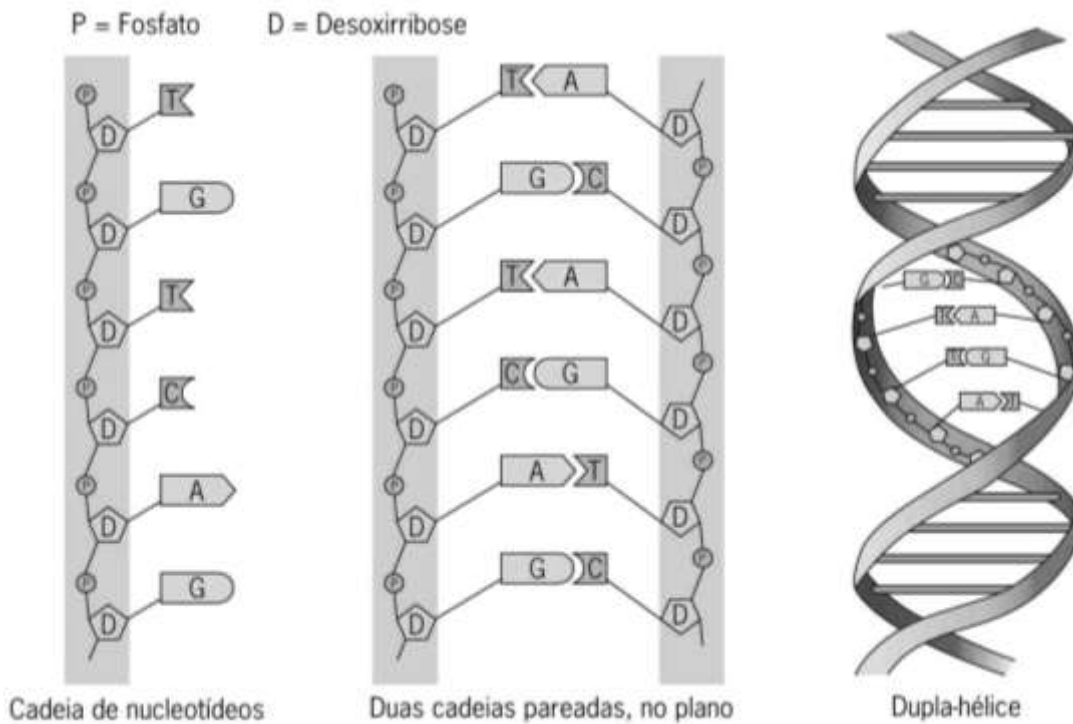
4.1 ENZIMAS

Proteínas especiais que têm ação catalisadora, aumentando a velocidade das reações biológicas pela diminuição da energia de ativação necessária para que elas ocorram. Sempre produzidas pelas células, atuam exclusivamente sobre determinado substrato, têm atividade reversível e permanecem intactas após a reação. Atividade influenciada pela temperatura, pelo pH e pela concentração do substrato.



05. ÁCIDOS NUCLEICOS

Substâncias orgânicas que coordenam a síntese de todas as proteínas celulares e transmitem as informações genéticas de ascendentes a descendentes, em todas as categorias de organismos. São formados por subunidades chamadas nucleotídeos. Os ácidos nucleicos são o DNA (ácido desoxirribonucleico) e o RNA (ácido ribonucleico).



06. SAIS MINERAIS

Substâncias inorgânicas formadas por partículas eletricamente carregadas, os íons. Os seres vivos necessitam de diversos tipos de íons minerais para o funcionamento das células, como os íons Ca^{++} (cálcio), Na^+ (sódio), K^+ (potássio), Fe^+ (ferro) e outros.

SAIS MINERAIS	FUNÇÕES	PRINCIPAIS ALIMENTOS
Cálcio (Ca)	Forma ossos e dentes; atua no funcionamento dos músculos e nervos e na coagulação do sangue.	Laticínios e hortaliças de folhas verdes (brócolis, espinafre, etc.).
Fósforo (P)	Forma ossos e dentes; participa da transferência de energia e da molécula dos ácidos nucleicos.	Carnes, aves, peixes, ovos, laticínios, feijões e ervilhas.
Sódio (Na)	Ajuda no equilíbrio dos líquidos do corpo e no impulso nervoso e nas membranas da célula.	Sal de cozinha e sal natural dos alimentos.
Cloro (Cl)	Forma ácido clorídrico do estômago.	Encontra-se combinado ao sódio no sal comum.
Potássio (K)	Age com o sódio no equilíbrio de líquidos e no funcionamento dos nervos e das membranas.	Frutas, verduras, feijão, leite, cereais.
Magnésio (Mg)	Forma a clorofila; atua em várias reações químicas junto com enzimas e vitaminas; ajuda na formação dos ossos e no funcionamento de nervos e músculos.	Hortaliças de folhas verdes, cereais, peixes, carnes, ovos, feijão, soja e banana.
Ferro (Fe)	Forma a hemoglobina, que ajuda a levar oxigênio e atua na respiração celular.	Fígado, carnes, gema de ovo, pinhão, legumes e hortaliças de folhas verdes.
Iodo (I)	Faz parte dos hormônios da tireóide, que controlam a taxa de oxidação da célula e o crescimento.	Sal de cozinha iodado, peixes e frutos do mar.
Flúor (F)	Fortalece ossos e dentes.	Água fluoretada, peixes e chás.

bio biga-no-vestibular.blogspot.com

07. VITAMINAS

Compostos orgânicos que atuam na célula como desencadeadores da atividade de muitas enzimas de relevante importância no metabolismo dos seres vivos. Imprescindíveis à vida, mas necessárias em quantidades mínimas.

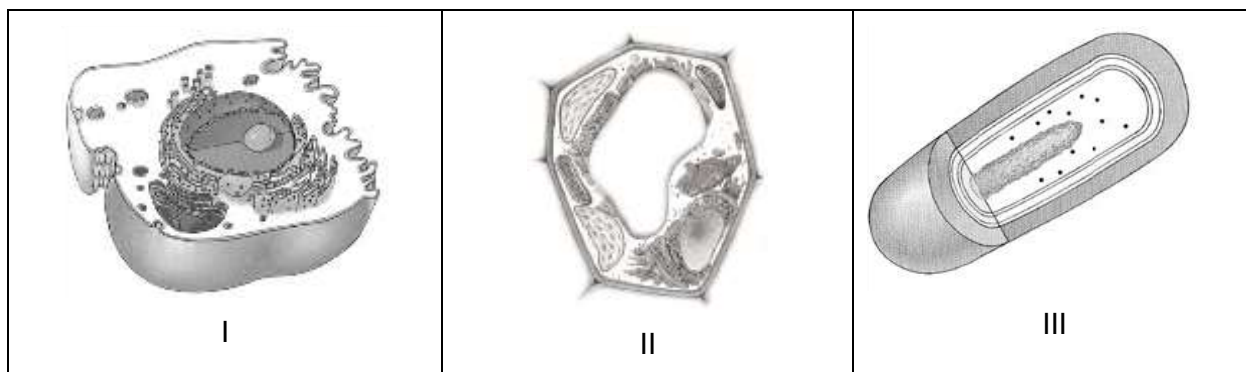
	VITAMINAS	FONTES	PAPÉIS METABÓLICOS	DISTÚRBIOS
HIDROSSOLÚVEIS	B ₁ (tiamina)	Carnes, fígado, cereais integrais, leguminosas	Coenzima da respiração celular	Beribéri (deficiência cardíaca, neurite)
	B ₃ (niacina)	Fígado, carnes, cereais integrais, leguminosas	Componentes do NAD e do NADP	Pelagra (diarreia crônica, dermatite e demência)
	B ₆ (piridoxina)	Carnes, cereais integrais, verduras, fígado	Coenzima do metabolismo dos aminoácidos	Alterações neurológicas, dermatite, fraqueza muscular
	B ₁₂ (cianocobalamina)	Fígado, ovos, carnes, leite e derivados	Coenzima do metabolismo dos ácidos nucleicos, divisão celular	Anemia perniciosa, alterações neurológicas
	Ácido fólico	Folhas verdes, cereais integrais, fígado	Coenzima do metabolismo dos ácidos nucleicos e dos aminoácidos	Anemia, diarreia
	C (ácido ascórbico)	Frutas cítricas, acerola, kiwi, tomate, folhas verdes	Importante para a manutenção da matriz intercelular	Escorbuto (lesões da pele, sangramento nasal e gengival, lesões nas articulações)
LIPOSSOLÚVEIS	A (retinol)	Ovos, leite e derivados, provitamina (caroteno) de vegetais amarelos e vermelhos	Componente de pigmentos visuais, manutenção da integridade dos epitélios	Cegueira noturna, espessamento da córnea, lesões de pele
	D (calciferol)	Ovos, leite e derivados	Participa da mineralização dos ossos, facilita a absorção do cálcio dos alimentos	Raquitismo (descalcificação e deformidades ósseas)
	E (tocoferol)	Sementes oleaginosas, folhas verdes	Antioxidante, previne lesões das membranas celulares	Anemia (questionável), esterilidade (em roedores, apenas)
	K (naftoquinona)	Folhas verdes, cereais e carnes, síntese pelas bactérias da flora intestinal	Produção de fatores da coagulação pelo fígado	Hemorragias graves, sangramentos internos

(FONTE: *Biologia*. Vol. único - Favareto e outros)

QUESTÕES OBJETIVAS

QUESTÃO 01 (UFMG 2010)

Observe estas figuras:



Considerando-se as informações contidas nessas figuras e outros conhecimentos sobre o assunto, é **CORRETO** afirmar que,

- A) em II, ocorre fixação de dióxido de carbono.
- B) em III, a obtenção de energia depende de mitocôndrias.
- C) em I e II, a transcrição e a tradução ocorrem no mesmo compartimento.
- D) em I e III, os tipos de bases nitrogenadas são diferentes.

QUESTÃO 02 (ENEM 2014)

Na década de 1940, na Região do Centro-Oeste, produtores rurais, cujos bois, porcos, aves e cabras estavam morrendo por uma peste desconhecida, fizeram uma promessa, que consistiu em não comer carne e derivados até que a peste fosse debelada. Assim, durante três meses, arroz, feijão, verduras e legumes formaram o prato principal desses produtores.

Para suprir o déficit nutricional a que os produtores rurais se submeteram durante o período da promessa, foi importante eles terem consumido alimentos ricos em

- A) vitaminas A e E.
- B) frutose e sacarose.
- C) aminoácidos naturais.
- D) aminoácidos essenciais.
- E) ácidos graxos saturados.

QUESTÃO 03 (ENEM 2014)



Embora sejam produzidos e utilizados em situações distintas, os imunobiólogos I e II atuam de forma semelhante nos humanos e equinos, pois

- A) conferem imunidade passiva.
- B) transferem células de defesa.
- C) suprimem a resposta imunológica.
- D) estimulam a produção de anticorpos.
- E) desencadeiam a produção de antígenos.

QUESTÃO 04 (ENEM 2015)

A toxina botulínica (produzida pelo bacilo *Clostridium botulinum*) pode ser encontrada em alimentos malconservados, causando até a morte de consumidores. No entanto, essa toxina modificada em laboratório está sendo usada cada vez mais para melhorar a qualidade de vida das pessoas com problemas físicos e/ou estéticos, atenuando problemas como o blefaroespasm, que provoca contrações involuntárias das pálpebras.

BACHUR, T. P. R. et al. Toxina botulínica: de veneno a tratamento. Revista Eletrônica Pesquisa Médica. n.1. jan.-mar. 2009 (adaptado).

O alívio dos sintomas do blefaroespasm é consequência da ação da toxina modificada sobre o tecido

- A) glandular, uma vez que ela impede a produção de secreção de substâncias na pele.
- B) muscular, uma vez que ela provoca a paralisia das fibras que formam esse tecido.
- C) epitelial, uma vez que ela leva ao aumento da camada de queratina que protege a pele.
- D) conjuntivo, uma vez que ela aumenta a quantidade de substância intercelular no tecido.
- E) adiposo, uma vez que ela reduz a espessura da camada de células de gordura do tecido.

QUESTÃO 05 (UFPEL 2007)

Durante muito tempo acreditou-se que os carboidratos tinham funções apenas energéticas para os organismos. O avanço do estudo desses compostos, porém, permitiu descobrir outros eventos biológicos relacionados aos carboidratos.

Ciência hoje. V.39., 206. (adaptado).

Baseado no texto e em seus conhecimentos é **INCORRETO** afirmar que:

- A) os carboidratos são fundamentais no processo de transcrição e replicação, pois participam da estrutura dos ácidos nucléicos.
- B) os carboidratos são importantes no reconhecimento celular, pois estão presentes externamente na membrana plasmática, onde eles formam o glicocálix.
- C) os triglicérides ou triacilglicerídeos, carboidratos importantes como reserva energética, são formados por carbono, hidrogênio e oxigênio.
- D) tanto quitina, que forma a carapaça dos artrópodes, quanto a celulose, que participa da formação da parede celular, são tipos de carboidratos.
- E) o amido, encontrado nas plantas, e o glicogênio, encontrado nos fungos e animais, são exemplos de carboidratos e têm como função a reserva de energia.

QUESTÃO 06 (ENEM 2018)

Um estudante relatou que o mapeamento do DNA da cevada foi quase todo concluído e seu código genético desvendado. Chamou atenção para o número de genes que compõem esse código genético e que a semente da cevada, apesar de pequena, possui um genoma mais complexo que o humano, sendo boa parte desse código constituída de sequências repetidas.

Nesse contexto, o conceito de código genético está abordado de forma equivocada.

Cientificamente esse conceito é definido como

- A) trincas de nucleotídeos que codificam os aminoácidos.
- B) localização de todos os genes encontrados em um genoma.
- C) codificação de sequências repetidas presentes em um genoma.
- D) conjunto de todos os RNAs mensageiros transcritos em um organismo.
- E) todas as sequências de pares de bases presentes em um organismo.

QUESTÃO 07 (ENEM PPL 2019)

As algas são uma opção sustentável na produção de biocombustível, pois possuem estrutura simples e se reproduzem mais rapidamente que os vegetais, além da grande capacidade de absorverem dióxido de carbono. Esses organismos não são constituídos por tecidos heterogêneos, entretanto, assim como os vegetais, possuem parede celular.

Algas podem substituir metade do petróleo e inaugurar química verde (Agência Fapesp, 16/08/2010). Disponível em: www.inovacaotecnologica.com.br. Acesso em: 1 ago. 2012 (adaptado).

Para obtenção de biocombustível a partir de algas e vegetais, é necessário utilizar no processo a enzima

- A) amilase.
- B) maltase.
- C) celulase.
- D) fosfatase.
- E) quitinase.

QUESTÃO 08 (ENEM PPL 2019)

Atualmente, uma série de dietas alimentares têm sido divulgadas com os mais diferentes propósitos: para emagrecer, para melhorar a produtividade no trabalho e até mesmo dietas que rejuvenescem o cérebro. No entanto, poucas têm embasamento científico, e o consenso dos nutricionistas é que deve ser priorizada uma dieta balanceada, constituída de frutas e vegetais, uma fonte de carboidrato, uma de ácido graxo insaturado e uma de proteína. O quadro apresenta cinco dietas com supostas fontes de nutrientes.

Supostas fontes de nutrientes de cinco dietas			
Dieta	Carboidrato	Ácido graxo insaturado	Proteína
1	Azeite de oliva	Peixes	Carne de aves
2	Carne de aves	Mel	Nozes
3	Nozes	Peixes	Mel
4	Mel	Azeite de oliva	Carne de aves
5	Mel	Carne de boi	Azeite de oliva

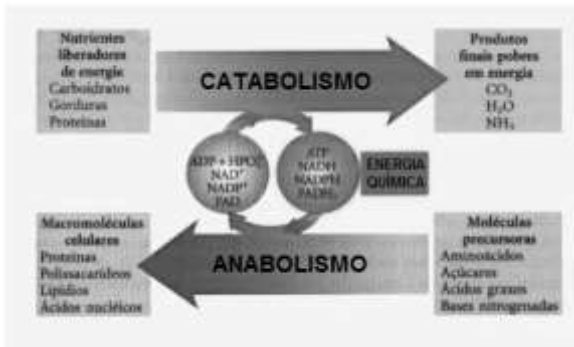
A dieta que relaciona adequadamente as fontes de carboidrato, ácido graxo insaturado e proteína é a

- A) 1.
- B) 2.
- C) 3.
- D) 4.
- E) 5.

METABOLISMO ENERGÉTICO DAS CÉLULAS

01. METABOLISMO

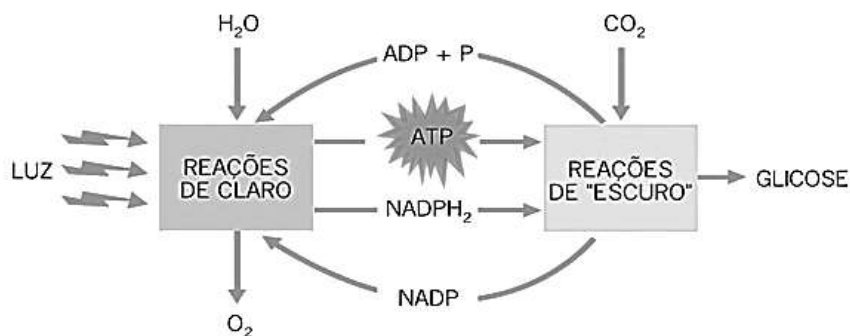
Todos os seres vivos necessitam obter energia do ambiente - nenhuma célula produz energia. A energia pode ser transformada de um tipo para outro. As transformações de energia estão relacionadas a alterações químicas que ocorrem nas células. O metabolismo é a atividade química total de um organismo vivo; a cada instante, ele consiste de milhares de reações químicas.



Em todas as células de todos os organismos ocorrem dois tipos de reações metabólicas: anabólicas, que ligam moléculas simples formando moléculas mais complexas e armazenam energia nas ligações químicas que são formadas, e catabólicas, que decompõem moléculas complexas em moléculas mais simples e liberam energia armazenada.

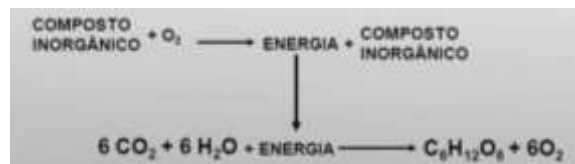
1.1 FOTOSÍNTESE

Processo de conversão de energia solar em energia química, armazenada em alimentos orgânicos. Os seres fotossintetizantes absorvem a luz solar e, utilizando gás carbônico e água, produzem matéria orgânica e liberam, como subproduto, oxigênio para o ar. O principal pigmento capaz de absorver a energia proveniente do Sol é a clorofila.



1.2 QUIMIOSSÍNTESE

Síntese de matéria orgânica em que a energia utilizada não é proveniente da luz, mas sim de reações de oxidação que o organismo ou a célula promove previamente. As bactérias quimioossintetizantes compreendem três variedades: as sulfobactérias, as ferrobactérias e as nitrobactérias.



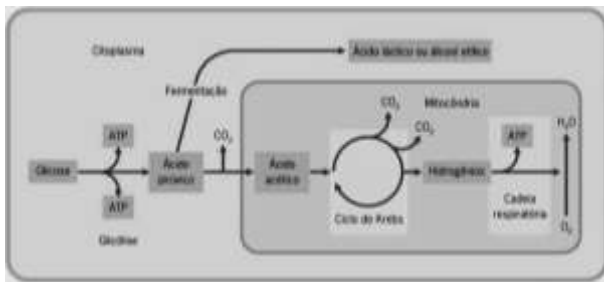
1.3 FERMENTAÇÃO

Degradação da glicose, na ausência do oxigênio, em substâncias mais simples, como o ácido láctico ou o álcool etílico, por exemplo.

1.4 RESPIRAÇÃO AERÓBICA

Processo de quebra da glicose formando gás carbônico e água, liberando energia suficiente para um saldo de 36 ou 38 moléculas de ATP.

A respiração acontece em três etapas: glicólise, ciclo de Krebs (ciclo do ácido cítrico) e cadeia respiratória.



SALDO ENERGÉTICO DA RESPIRAÇÃO AERÓBICA

Fase	Onde ocorre	Moléculas de ATP formadas
glicólise	citoplasma	2
ciclo de Krebs	matriz mitocondrial	2
cadeia respiratória	membrana da crista mitocondrial	
NADH ₂		30
FADH ₂		4
total de moléculas de ATP por molécula de glicose utilizada		38

QUESTÕES OBJETIVAS

QUESTÃO 01 (ENEM 2017)

Pesquisadores conseguiram estimular a absorção de energia luminosa em plantas graças ao uso de nanotubos de carbono. Para isso, nanotubos de carbono “se inseriram” no interior dos cloroplastos por uma montagem espontânea, através das membranas dos cloroplastos. Pigmentos da planta absorvem as radiações luminosas, os elétrons são “excitados” e se deslocam no interior de membranas dos cloroplastos, e a planta utiliza em seguida essa energia elétrica para a fabricação de açúcares. Os nanotubos de carbono podem absorver comprimentos de onda habitualmente não utilizados pelos cloroplastos, e os pesquisadores tiveram a ideia de utilizá-los como “antenas”, estimulando a conversão de energia solar pelos cloroplastos, com o aumento do transporte de elétrons.

Nanotubos de carbono incrementam a fotossíntese de plantas. Disponível em: <http://lqes.iqm.unicamp.br>. Acesso em: 14 nov. 2014 (adaptado).

O aumento da eficiência fotossintética ocorreu pelo fato de os nanotubos de carbono promoverem diretamente a:

- A) utilização de água.
- B) absorção de fótons.
- C) formação de gás oxigênio.
- D) proliferação dos cloroplastos.
- E) captação de dióxido de carbono.

QUESTÃO 02 (ENEM PPL 2019)

Um dos processos biotecnológicos mais antigos é a utilização de microrganismos para a produção de alimentos. Num desses processos, certos tipos de bactérias anaeróbicas utilizam os açúcares presentes nos alimentos e realizam sua oxidação parcial, gerando como produto final da reação o ácido láctico.

Qual produto destinado ao consumo humano tem sua produção baseada nesse processo?

- A) Pão.
- B) Vinho.
- C) Iogurte.
- D) Vinagre.
- E) Cachaça.

QUESTÃO 3 (ENEM 2019)

O 2,4-dinitrofenol (DNP) é conhecido como desacoplador da cadeia de elétrons na mitocôndria e apresenta um efeito emagrecedor. Contudo, por ser perigoso e pela ocorrência de casos letais, seu uso como medicamento é proibido em diversos países, inclusive no Brasil. Na mitocôndria, essa substância captura, no espaço intermembranas, prótons (H⁺) provenientes da atividade das proteínas da cadeia respiratória, retornando-os à matriz mitocondrial. Assim, esses prótons não passam pelo transporte enzimático, na membrana interna.

GRUNDLINGH, J. et al. 2,4-Dinitrophenol (DNP): a Weight Loss Agent with Significant Acute Toxicity and Risk of Death. *Journal of Medical Toxicology*, v. 7, 2011 (adaptado).

O efeito emagrecedor desse composto está relacionado ao(à)

- A) obstrução da cadeia respiratória, resultando em maior consumo celular de ácidos graxos.
- B) bloqueio das reações do ciclo de Krebs, resultando em maior gasto celular de energia.
- C) diminuição da produção de acetil CoA resultando em maior gasto celular de piruvato.
- D) inibição da glicólise de ATP, resultando em maior gasto celular de nutrientes.
- E) redução da produção de ATP, resultando em maior gasto celular de nutrientes.

SERES VIVOS

As seguintes características são compartilhadas por todos os seres vivos: composição química complexa, organização celular, metabolismo, capacidade de reação e movimento, capacidade de reprodução, hereditariedade e evolução.

Para facilitar o estudo dos seres vivos, os biólogos dão nomes às espécies, ordenando-as em grupos, segundo certos critérios. A classificação biológica está baseada nas semelhanças entre as espécies, que indicam seus graus de parentesco e, portanto, suas origens evolutivas.

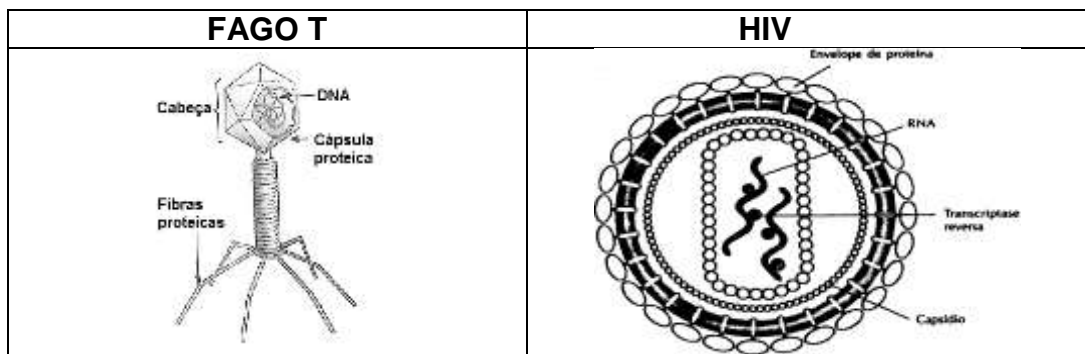
Hoje, as categorias taxonômicas são: Domínio, Reino, Filo, Classe, Ordem, Família, Gênero e Espécie.

São considerados da mesma espécie, pelo conceito biológico, os grupos de populações naturais real ou potencialmente intercruzantes, que são reprodutivamente isolados de outros grupos de organismos.

01. VÍRUS

Os vírus são, até hoje, fonte de divergência entre cientistas. A maioria os considera formas particulares da vida.

Considerando-os como seres vivos, eles diferem dos demais pela ausência de organização celular, por não possuírem metabolismo próprio e por só serem capazes de se reproduzir dentro de uma célula hospedeira (são parasitas intracelulares obrigatórios). São formados, basicamente, por uma cápsula proteica envolvendo o material genético: DNA ou RNA.



Os vírus têm que ser capazes de reconhecer e entrar nas células-alvo apropriadas, se replicar e então infectar outras células. A célula atua como uma fábrica, providenciando os substratos, energia e maquinaria para a replicação do genoma viral e para síntese das proteínas virais.

O vírus adapta-se e compete pela mesma maquinaria usada pela célula para sintetizar o RNA_m e as proteínas requeridas para a sua própria estrutura e função. As enzimas para os processos não providenciados pela célula têm que ser codificadas pelo genoma do vírus. O resultado da competição entre os processos metabólicos da célula e os do vírus determinam o resultado da infecção.

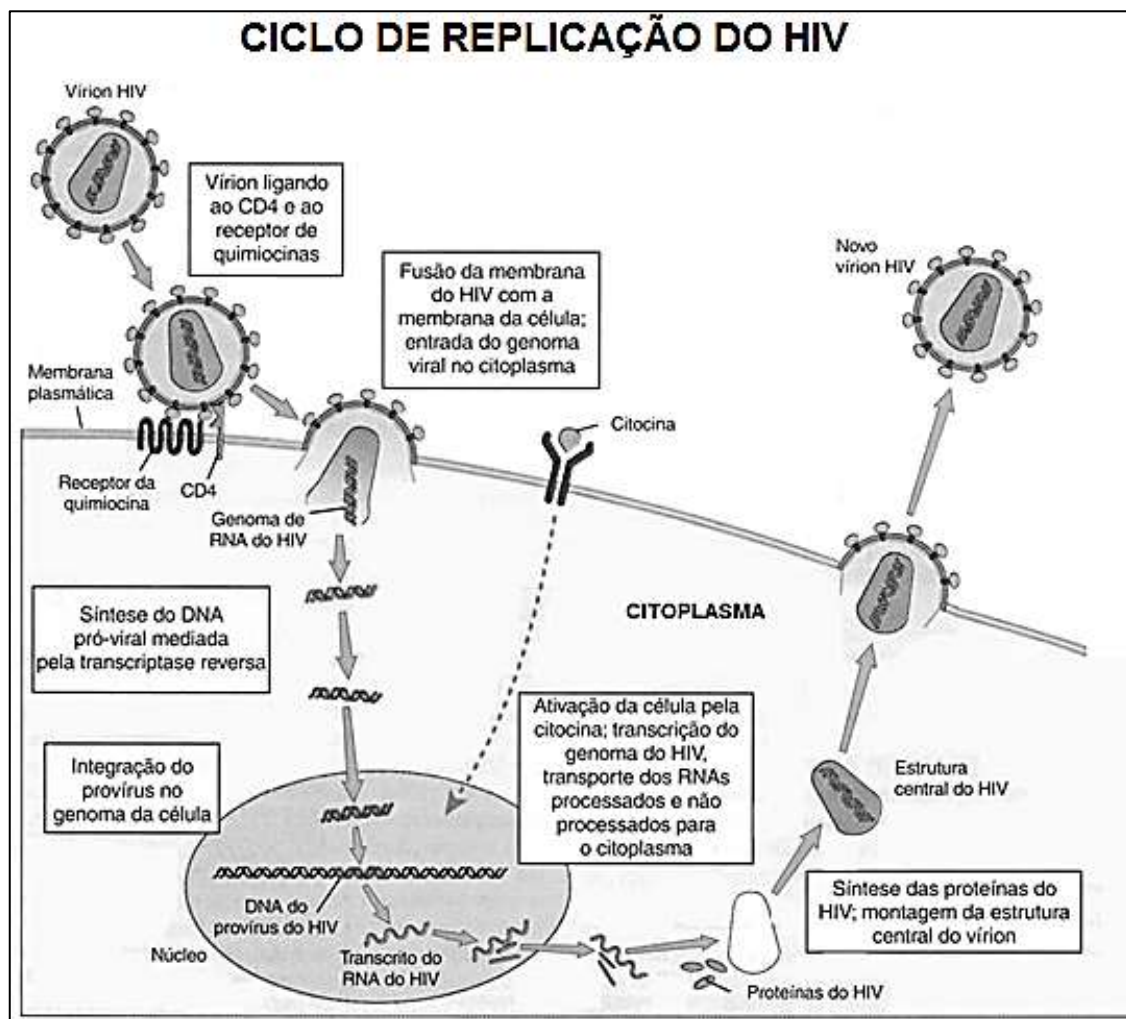
Os passos mais importantes na replicação viral são comuns a todos os tipos de vírus.



PRINCIPAIS VIROSES HUMANAS

VIROSE	MODO DE TRANSMISSÃO	MODO DE INFECÇÃO	MEDIDAS DE CONTROLE
FEBRE AMARELA	Através da picada das fêmeas do mosquito <i>Aedes aegypti</i> . O mosquito contamina-se ao picar um homem ou outro mamífero contaminado.	O vírus é introduzido juntamente com a saliva do mosquito.	Vacinação, destruição do mosquito vetor.
SARAMPO	Gotículas de saliva.	O vírus penetra pela mucosa das vias respiratórias.	Vacinação.
POLIOMIELITE	Gotículas de saliva ou ingestão de água e alimentos contaminados.	O vírus penetra pela boca. Se atingir células nervosas, ele as destrói, o que causa paralisia e atrofia da musculatura esquelética, geralmente nas pernas.	Vacinação (vacina Salk ou vacina Sabin).
VIROSE	MODO DE TRANSMISSÃO	MODO DE INFECÇÃO	MEDIDAS DE CONTROLE
RAIVA	Pela mordedura de animal infectado, geralmente cão ou gato.	O vírus penetra pelo ferimento da mordedura juntamente com a saliva do animal.	Vacinação dos cães e gatos.
ENCEFALITES VIRAIS	Picada de mosquitos e de carrapatos.	O vírus é introduzido na corrente sanguínea pela picada do artrópodo portador.	Combate aos artrópodos vetores. Não existem vacinas.
CAXUMBA	Gotículas de saliva, contato direto, objetos contaminados (copos, garfos, etc.).	O vírus ataca normalmente as glândulas salivares parótidas, podendo, entretanto, localizar-se nos testículos, ovários, pâncreas e cérebro.	Vacinação.
GRIPE	Gotículas de saliva.	O vírus ataca os tecidos das porções superiores do aparelho respiratório; raramente atinge os pulmões.	Vacinação.
HEPATITE A	Contaminação de água e objetos por fezes de indivíduos contaminados.	Ingestão	Medida de saneamento; fiscalização dos manipuladores de alimentos e vacinação.
HEPATITES B E C	Os vírus são transmitidos por meio de relações sexuais, transfusões com sangue contaminado e de mãe para filho através da placenta	Afetam o fígado. Podem se tornar crônicas em cerca de 10% das pessoas infectadas e provocar cirrose e câncer de fígado.	Evitar o contato com sangue infectado ou de quem se desconheça o estado de saúde, não partilhar objetos cortantes e perfurantes, nem instrumentos usados para a preparação de drogas injetáveis, e usar sempre preservativo nas relações sexuais. Existe vacina para a hepatite B, mas não para a hepatite C.

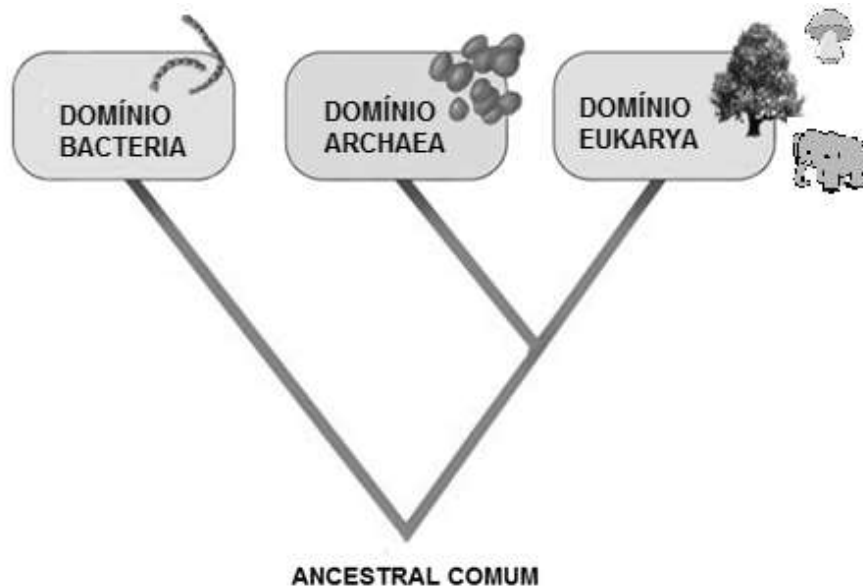
SÍNDROME DA IMUNODEFICIÊNCIA ADQUIRIDA (AIDS)	Contaminação através de transfusão de sangue de pessoas infectadas pelo HIV, do uso de instrumentos cirúrgicos ou seringas contaminados e também através do ato sexual, quando o vírus penetra por microfissuras das mucosas dos órgãos genitais ou do ânus. Pode ocorrer também transmissão do vírus durante o parto e na amamentação.	O vírus ataca os linfócitos T(CD4), que são as células encarregadas da defesa imunitária do organismo, tornando-o incapaz de resistir às infecções oportunistas. O indivíduo afetado geralmente morre de infecção generalizada.	Fiscalização rigorosa dos bancos de sangue, para evitar distribuição de sangue contaminado. Esterilização rigorosa dos instrumentos cirúrgicos e uso de agulhas e seringas descartáveis. Prevenção de possível contágio no ato sexual pelo uso de preservativos (camisinhãs).
DENGUE	Através da picada das fêmeas contaminadas do <i>Aedes aegypti</i>	O vírus é introduzido com a saliva do mosquito.	Combate ao vetor.
FEBRE CHIKUNGUNYA	Picada do mosquito <i>Aedes aegypti</i> infectado.	Os vírus são introduzidos juntamente com a saliva do mosquito vetor.	Combate ao vetor.
ZIKA VÍRUS	Picada do mosquito <i>Aedes aegypti</i> infectado.	Os vírus são introduzidos juntamente com a saliva do mosquito vetor.	Combate ao vetor.



02. MONERA

Usaremos o termo Monera como coletivo para todos os seres procariontes, mas sem valor taxonômico, não sendo, portanto, considerado um reino. Os procariontes são divididos em dois domínios: Archaea e Bacteria.

O domínio Bacteria compreende as bactérias e as cianobactérias. As arqueas constituem um grupo relativamente pouco conhecido, encontradas, geralmente, em locais onde as condições ambientais são desfavoráveis aos demais seres vivos, como ambientes com altas concentrações salinas, fontes sulfurosas e fontes termais. As arqueas estão mais intimamente relacionadas aos eucariontes do que às bactérias e provavelmente deram origem aos eucariontes.



A diversidade metabólica e de exigências nutricionais nos procariontes é enorme. Apenas poucas espécies de bactérias causam doenças, mas a maioria dos indivíduos desse reino é fundamental para a manutenção da vida no nosso planeta.

Existem algumas bactérias que conseguem absorver o nitrogênio do ar. Essas bactérias se fixam nas raízes de algumas plantas leguminosas, como o feijão e a soja, repassando à planta todo o nitrogênio absorvido por elas. Com a presença do nitrogênio, a planta consegue crescer mais e gerar melhores frutos; e em troca, a planta oferece às bactérias alimento e moradia. Essa relação que a bactéria mantém com a planta é uma relação harmoniosa que favorece os dois lados.

Existem também bactérias, chamadas de saprófagas, que se alimentam de matéria orgânica (decomposição). Elas são muito importantes para o meio ambiente, pois são capazes de degradar todo e qualquer tipo de substância orgânica, transformando-a em sais minerais que retornam ao ciclo dos elementos.

Certas bactérias, ao realizarem fermentação, produzem um composto chamado de ácido láctico, muito utilizado na produção de alguns alimentos como queijo, coalhadas e iogurtes. Outras, também pelo processo da fermentação, originam álcool etílico, que é utilizado na produção de bebidas alcoólicas e combustíveis.

Há bactérias, ainda, que vivem em nosso organismo e não nos causam nenhum mal. É o caso dos lactobacilos, que vivem em diversas partes do nosso corpo, como o intestino, e impedem o desenvolvimento de outras bactérias que causam doenças.

PRINCIPAIS DOENÇAS BACTERIANAS DO HOMEM

DOENÇA	BACTÉRIA	TRANSMISSÃO	SINTOMAS
LEPTOSPIROSE	<i>Leptospira icterohemorrhagiae</i> (espiroqueta)	Ferimentos e mucosas em contato com águas contaminadas por urina de ratos	Febre, dores musculares, lesão hepática.
PNEUMONIA	<i>Diplococcus pneumoniae</i>	Secreções nasobuciais	Febre alta e fortes dores pulmonares na região dorsal.
MENINGITE MENINGOCÓCICA	<i>Neisseria meningitidis</i> (meningococo)	Secreções nasobuciais	Febre alta, vômito em jato, rigidez da nuca.
GONORREIA (BLENORRAGIA)	<i>Neisseria gonorrhoeae</i> (gonococo)	Doença sexualmente transmissível (DST)	Uretrite, com corrimento que se propaga para outros órgãos do sistema genital.
SÍFILIS	<i>Treponema pallidum</i> (espiroqueta)	Doença sexualmente transmissível (DST)	Evolução lenta. Inicialmente lesão primária, o cancro duro. Generalização no sangue e tardiamente graves lesões no sistema nervoso central.
TÉTANO	<i>Clostridium tetani</i> (bacilo)	Ferimentos profundos, provocados por objetos contaminados	Intoxicação aguda, com enrijecimento muscular.
DIFTERIA	<i>Corynebacterium diphtheriae</i> (bacilo)	Secreção do nariz e garganta	Placas na faringe e na laringe. Febre alta.
COQUELUCHE (TOSSE COMPRIDA)	<i>Haemophilus pertussis</i> (bacilo)	Saliva. Secreções da laringe e brônquios	Acessos de tosse forte e prolongada.
TUBERCULOSE	<i>Mycobacterium tuberculosis</i> (bacilo de Koch)	Saliva, catarro	Tosse, expectoração, inapetência, cansaço, sudorese noturna.
HANSENÍASE (LEPRA)	<i>Mycobacterium leprae</i> (bacilo de Hansen)	Secreções em contato com narinas, boca e pele	Lesões cutâneas, perda da sensibilidade, manchas na pele.
DOENÇA	BACTÉRIA	TRANSMISSÃO	SINTOMAS
DISENTERIA BACILAR	<i>Shigella dysenteriae</i> (bacilo)	Contaminação fecal de água e alimentos	Febre, cólicas e diarreia. Em consequência, desidratação.
FEBRE TIFOIDE (FEBRE ENTÉRICA)	<i>Salmonella typhi</i> (bacilo)	Contaminação fecal e urinária de água e alimentos. Moscas	Problemas digestivos, febre contínua, dores musculares.
PESTE (PESTE BUBÔNICA)	<i>Pasteurella pestris</i> (bacilo)	Do rato para o homem, pela picada de pulgas	Inflamação e ruptura de gânglios linfáticos (bubões).
CÓLERA	<i>Vibrio cholerae</i> (vibrião)	Contaminação fecal da água e alimentos	Forte diarreia, com desidratação e prostração.

(FONTE: *Biologia* - vol. único. César e Sezar)

03. PROTISTAS

Protistas são todos os eucariotos que não são plantas, animais ou fungos. Não são um grupo monofilético. O termo **protozoário** é empregado como designação coletiva, sem valor taxonômico, para os unicelulares heterótrofos que obtêm seus alimentos por absorção ou ingestão. O termo **alga** também não tem valor taxonômico, sendo empregado coletivamente para designar os seres fotossintetizantes sem organização complexa do corpo, podendo ser procariontes (cianobactérias), eucariontes uni ou multicelulares.

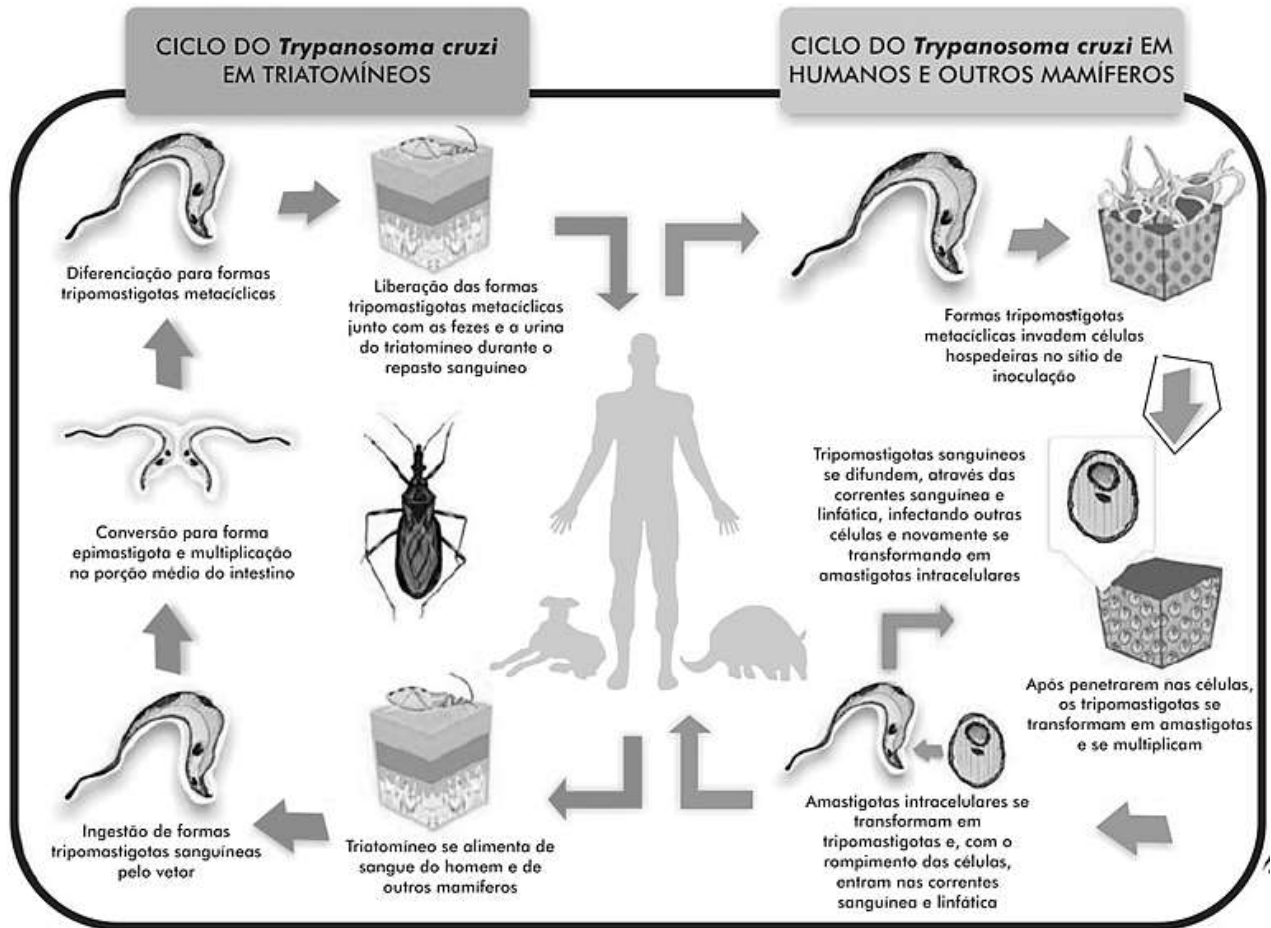


Muitos protistas são causadores de doenças para o homem.

PRINCIPAIS PROTOZOÁRIOS PARASITAS DO HOMEM

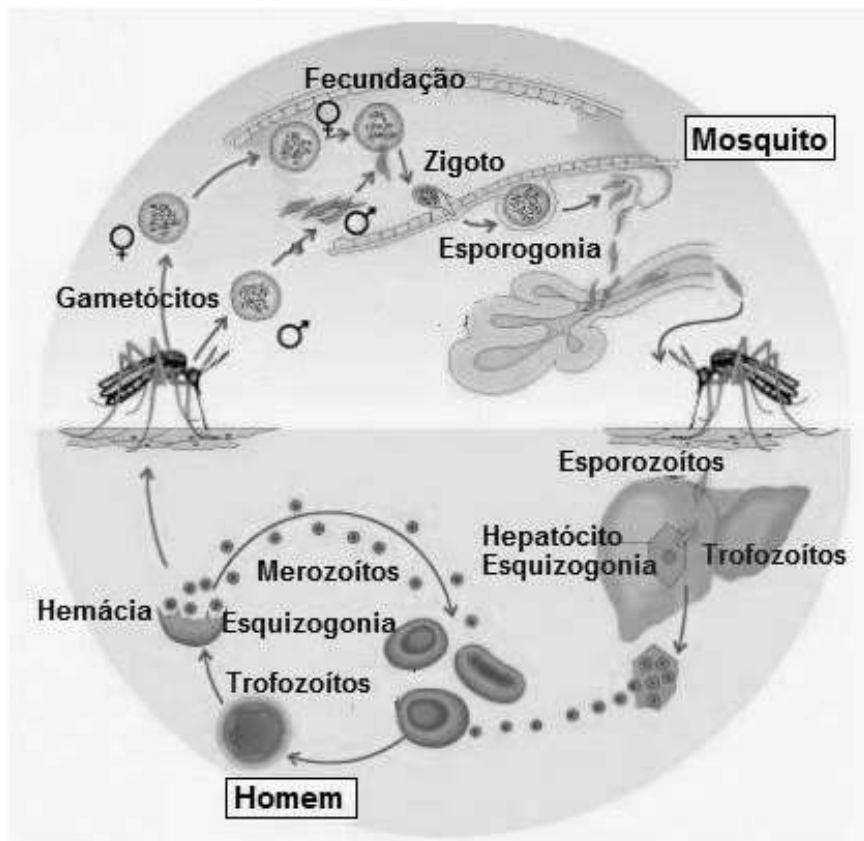
ESPÉCIE	DOENÇA	SINTOMAS	TRANSMISSÃO
<i>Entamoeba histolytica</i>	Amebíase	Ulcerações intestinais, diarreia, enfraquecimento	Ingestão de cistos eliminados com as fezes humanas
<i>Trypanosoma cruzi</i>	Doença de Chagas	Miocardite, lesões da musculatura do tubo digestório (esôfago e reto)	Fezes do inseto <i>Triatoma</i> (barbeiro) através de lesões na pele
<i>Trypanosoma gambiense</i>	Doença do sono	Lesões meningoencefálicas	Picada de mosca tsé-tsé (<i>Glossina</i>). Ocorre na África
<i>Leishmania brasiliensis</i>	Leishmaniose tegumentar americana (úlcer de Bauru)	Ulcerações no rosto, braços e pernas. Necrose de tecidos conjuntivos	Picada do mosquito-palha ou birigui (<i>Lutzomyia</i>)
<i>Leishmania donovani</i>	Leishmaniose visceral (calazar)	Hipertrofia do baço e fígado, febre, enfraquecimento	Picada do mosquito <i>Lutzomyia</i>
<i>Trichomonas vaginalis</i>	Tricomoníase	Vaginite, uretrite, corrimento	Relação sexual ou toalhas e objetos úmidos conta-minados
<i>Giardia lamblia</i>	Giardiase	Colite, com dores intestinais. Diarreia	Ingestão de cistos eliminados com as fezes humanas.
ESPÉCIE	DOENÇA	SINTOMAS	TRANSMISSÃO
<i>Plasmodium</i>	Malária	Febre, anemia. Lesões no baço, fígado e medula óssea	Picada do mosquito-prego (<i>Anopheles</i> ♀)
<i>Toxoplasma gondii</i>	Toxoplasmose	Cegueira, aborto, problemas neurológicos	Ingestão de cistos expelidos com as fezes de gatos, que ficam em tanques de areia e no lixo

(FONTE: *Biologia*, Vol. único, César e Sezar)



MALÁRIA

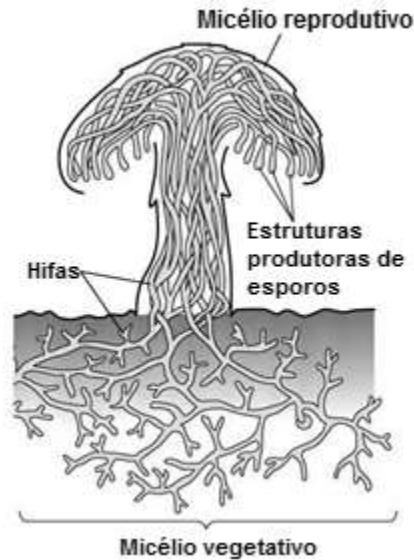
Ciclo do *Plasmodium*



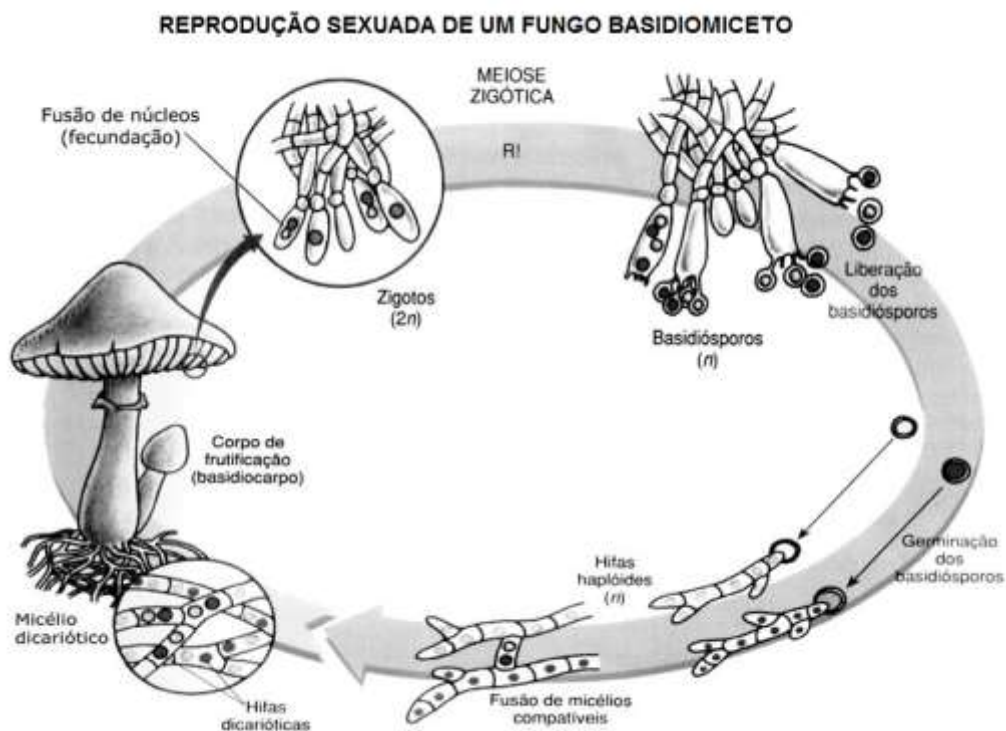
04. REINO FUNGI

Até 1969, os fungos foram considerados como vegetais. Por apresentarem características próprias, tais como: não sintetizar clorofila (são todos **heterótrofos**), a maioria não possui celulose na sua parede celular (a parede celular é de **quitina**), e não armazenar amido como substância de reserva (armazenam **glicogênio**), eles foram classificados no Reino Fungi, separados das plantas.

Os fungos são compostos por **hifas**, que são filamentos de células que formam uma rede, chamada de **micélio**, que realiza a absorção de seus nutrientes após a liberação de enzimas digestivas no substrato.



Os fungos terrestres podem se reproduzir sexuadamente e assexuadamente, sempre envolvendo a formação de esporos.



QUESTÕES OBJETIVAS

QUESTÃO 01 (ENEM 2010)

A vacina, o soro e os antibióticos submetem os organismos a processos diferentes. Pessoas que viajam para regiões em que correm altas incidências de febre amarela, de picadas de cobras peçonhentas e de leptospirose e querem evitar ou tratar problemas de saúde relacionados a essas ocorrências devem seguir determinadas orientações.

Ao procurar um posto de saúde, um viajante deveria ser orientado por um médico a tomar preventivamente ou como medida de tratamento:

- A) antibiótico contra o vírus da febre amarela, soro antiofídico caso seja picado por uma cobra e vacina contra a leptospirose.
- B) vacina contra o vírus da febre amarela, soro antiofídico caso seja picado por uma cobra e antibiótico caso entre em contato com a *Leptospira sp.*
- C) soro contra o vírus da febre amarela, antibiótico caso seja picado por uma cobra e soro contra toxinas bacterianas
- D) antibiótico ou soro, tanto contra o vírus da febre amarela como para veneno de cobras, e vacina contra a leptospirose.
- E) soro antiofídico e antibiótico contra a *Leptospira sp* e vacina contra a febre amarela caso entre em contato com vírus causador da doença.

QUESTÃO 02 (ENEM 2011)

O vírus do papiloma humano (HPV, na sigla em inglês) causa o aparecimento de verrugas e infecção persistente, sendo o principal fator ambiental do câncer de colo de útero nas mulheres. O vírus pode entrar pela pele ou por mucosas do corpo, o qual desenvolve anticorpos contra a ameaça, embora em alguns casos a defesa natural do organismo não seja suficiente. Foi desenvolvida uma vacina contra o HPV, que reduz em até 90% as verrugas e 85,6% dos casos de infecção persistente em comparação com pessoas não vacinadas.

Disponível em: <http://g1.globo.com>. Acesso em: 12 jun. 2011.

O benefício da utilização dessa vacina é que pessoas vacinadas, em comparação com as não vacinadas, apresentam diferentes respostas ao vírus HPV em decorrência da

- A) alta concentração de macrófagos.
- B) elevada taxa de anticorpos específicos anti-HPV circulantes.
- C) aumento na produção de hemácias após a infecção por vírus HPV.
- D) rapidez na produção de altas concentrações de linfócitos matadores.
- E) presença de células de memória que atuam na resposta secundária.

QUESTÃO 03 (ENEM 2011)

Os sintomas mais sérios da Gripe A, causada pelo vírus H1N1, foram apresentados por pessoas mais idosas e por gestantes. O motivo aparente é a menor imunidade desses grupos contra o vírus. Para aumentar a imunidade populacional relativa ao vírus da gripe A, o governo brasileiro distribuiu vacinas para os grupos mais suscetíveis.

A vacina contra o H1N1, assim como qualquer outra vacina contra agentes causadores de doenças infectocontagiosas, aumenta a imunidade das pessoas porque

- A) possui anticorpos contra o agente causador da doença.
- B) possui proteínas que eliminam o agente causador da doença.
- C) estimula a produção de glóbulos vermelhos pela medula óssea.
- D) possui linfócitos B e T que neutralizam o agente causador da doença.
- E) estimula a produção de anticorpos contra o agente causador da doença.

QUESTÃO 04 (ENEM 2011)

Durante as estações chuvosas, aumentam no Brasil as campanhas de prevenção à dengue, que têm como objetivo a redução da proliferação do mosquito *Aedes aegypti*, transmissor do vírus da dengue.

Que proposta preventiva poderia ser efetivada para diminuir a reprodução desse mosquito?

- A) Colocação de telas nas portas e janelas, pois o mosquito necessita de ambientes cobertos e fechados para a sua reprodução.
- B) Substituição das casas de barro por casas de alvenaria, haja vista que o mosquito se reproduz na parede das casas de barro.
- C) Remoção dos recipientes que possam acumular água, porque as larvas do mosquito se desenvolvem nesse meio.
- D) Higienização adequada de alimentos, visto que as larvas do mosquito se desenvolvem nesse tipo de substrato.
- E) Colocação de filtros de água nas casas, visto que a reprodução do mosquito acontece em águas contaminadas.

QUESTÃO 05 (ENEM 2011)

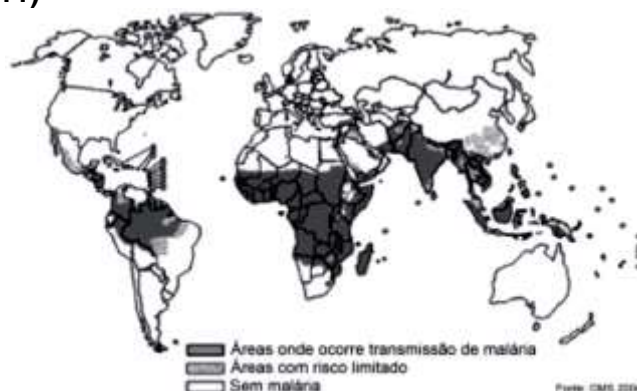
Moradores sobreviventes da tragédia que destruiu aproximadamente 60 casas no Morro do Bumba, na Zona Norte de Niterói (RJ), ainda defendem a hipótese de o deslizamento ter sido causado por uma explosão provocada por gás metano, visto que esse local foi um lixão entre os anos 1960 e 1980.

Jornal Web. Disponível em: <http://www.ojornalweb.com>. Acesso em: 12 abr. 2010 (adaptado).

O gás mencionado no texto é produzido

- A) como subproduto da respiração aeróbia bacteriana.
- B) pela degradação anaeróbia de matéria orgânica por bactérias.
- C) como produto da fotossíntese de organismos pluricelulares autotróficos.
- D) pela transformação química do gás carbônico em condições anaeróbias.
- E) pela conversão, por oxidação química, do gás carbônico sob condições aeróbias.

QUESTÃO 06 (ENEM 2011)



O mapa mostra a área de ocorrência da malária no mundo. Considerando-se sua distribuição na América do Sul, a malária pode ser classificada como

- A) endemia, pois se concentra em uma área geográfica restrita desse continente.
- B) peste, já que ocorre nas regiões mais quentes do continente.
- C) epidemia, já que ocorre na maior parte do continente.
- D) surto, pois apresenta ocorrência em áreas pequenas.
- E) pandemia, pois ocorre em todo o continente.

QUESTÃO 07 (ENEM 2012)

Medidas de saneamento básico são fundamentais no processo de promoção de saúde e qualidade de vida da população. Muitas vezes, a falta de saneamento está relacionada com o aparecimento de várias doenças. Nesse contexto, um paciente dá entrada em um pronto atendimento relatando que há 30 dias teve contato com águas de enchente. Ainda informa que nesta localidade não há rede de esgoto e drenagem de águas pluviais e que a coleta de lixo é inadequada. Ele apresenta os seguintes sintomas: febre, dor de cabeça e dores musculares.

Disponível em: <http://portal.saude.gov.br>. Acesso em: 27 fev. 2012 (adaptado).

Relacionando os sintomas apresentados com as condições sanitárias da localidade, há indicações de que o paciente apresenta um caso de

- A) difteria.
- B) botulismo.
- C) tuberculose.
- D) leptospirose.
- E) meningite meningocócica.

QUESTÃO 08 (ENEM 2012)

Há milhares de anos o homem faz uso da biotecnologia para a produção de alimentos como pães, cervejas e vinhos. Na fabricação de pães, por exemplo, são usados fungos unicelulares, chamados de leveduras, que são comercializados como fermento biológico. Eles são usados para promover o crescimento da massa, deixando-a leve e macia. O crescimento da massa do pão pelo processo citado é resultante da

- A) liberação de gás carbônico.
- B) formação de ácido lático.
- C) formação de água.
- D) produção de ATP.
- E) liberação de calor.

QUESTÃO 09 (ENEM 2013)

A contaminação pelo vírus da rubéola é especialmente preocupante em grávidas, devido à síndrome da rubéola congênita (SRC), que pode levar ao risco de aborto e malformações congênitas. Devido a campanhas de vacinação específicas, nas últimas décadas houve uma grande diminuição de casos de rubéola entre as mulheres, e, a partir de 2008, as campanhas se intensificaram e têm dado maior enfoque à vacinação de homens jovens.

BRASIL. Brasil livre de rubéola: campanha nacional de vacinação para eliminação da rubéola. Brasília: Ministério da Saúde, 2009 (adaptado)

Considerando a preocupação com a ocorrência da SRC, as campanhas passaram a dar enfoque à vacinação dos homens, porque eles

- A) ficam mais expostos a esses vírus.
- B) transmitem o vírus a mulheres gestantes.
- C) passam a infecção diretamente para o feto.
- D) transferem imunidade às parceiras grávidas.
- E) são mais suscetíveis a esse vírus que as mulheres.

QUESTÃO 10 (ENEM 2013)

Milhares de pessoas estavam morrendo de varíola humana no final do século XVIII. Em 1796, o médico Edward Jenner (1749-1823) inoculou em um menino de 8 anos o pus extraído de feridas de vacas contaminadas com o vírus de varíola bovina, que causa uma doença branda em humanos. O garoto contraiu uma infecção benigna e, dez dias depois, estava recuperado. Meses depois, Jenner inoculou, no mesmo menino, o pus varioloso humano, que causava muitas mortes. O menino não adoeceu.

Disponível em: www.bbc.co.uk. Acesso em: 5 dez. 2012 (adaptado).

Considerando o resultado do experimento, **qual** a contribuição desse médico para a saúde humana?

- A) A prevenção de diversas doenças infectocontagiosas em todo o mundo.
- B) A compreensão de que vírus podem se multiplicar em matéria orgânica.
- C) O tratamento para muitas enfermidades que acometem milhões de pessoas.
- D) O estabelecimento da ética na utilização de crianças em modelos experimentais.
- E) A explicação de que alguns vírus de animais podem ser transmitidos para os humanos.

QUESTÃO 11 (PUCMINAS 2013)

Verrugas são tumores benignos de células da pele causadas pelo vírus do papiloma humano (HPV). Após inserir o seu material genético (DNA) no genoma de células epidérmicas, esses vírus expressam proteínas capazes de induzir o crescimento anormal dessas células formando as verrugas. O contágio pode ocorrer nas relações sexuais e por contato direto com pessoas e objetos infectados, bem como por autoinoculação através de pequenos ferimentos que servem de porta de entrada para o vírus.



Sobre esse assunto, é **INCORRETO** afirmar que:

- A) o vírus HPV cresce nas células queratinizadas mortas das camadas mais externas da epiderme.
- B) alguns sorotipos de HPV estão envolvidos com o desenvolvimento de câncer de colo uterino.
- C) esses vírus se valem da multiplicação celular para reproduzir seu material genético inserido no genoma da célula.
- D) somente o material genético desses vírus não tem poder infectante, sendo a cápsula fundamental para sua disseminação.

QUESTÃO 12 (PUCMINAS 2014)

SER PORTADOR DO HIV NÃO É O MESMO QUE TER AIDS

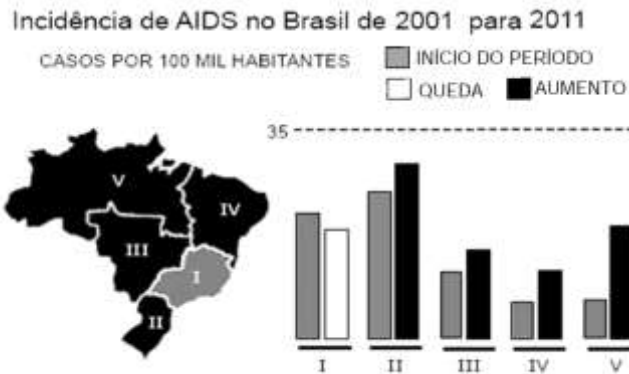
A Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (AIDS) se manifesta através de um conjunto de sintomas como: febre alta; diarreias constantes; crescimento dos gânglios linfáticos; perda de peso; manifestação cutânea do sarcoma de Kaposi e recorrência de doenças oportunistas. Não se obteve até o momento uma vacina ou uma terapia curativa definitivas para a AIDS, mas um conjunto de medicamentos antirretrovirais, conhecidos como “coquetel antiaids”, tem sido usado para frear o desenvolvimento da doença, sendo também eficaz na redução da presença dos vírus nos fluidos corporais. O Departamento de Aids e Hepatites Virais do Ministério da Saúde estimou que em 2009 cerca de 630 mil brasileiros seriam soropositivos para o HIV, mas 40% (255 mil) não sabiam, porque ainda não haviam feito o teste.

A esse respeito, **assinale** a alternativa **INCORRETA**.

- A) O tratamento com o “coquetel antiaids” pode dificultar a transmissão viral para pessoas não infectadas.
- B) Mutações virais que produzem vírus resistentes a drogas e vacinas afetam a eficácia de qualquer medida profilática adotada na luta contra a AIDS.
- C) O aumento nos testes sorológicos para o HIV pode representar uma ferramenta auxiliar na prevenção da transmissão sanguínea e sexual da AIDS.
- D) Alguns indivíduos infectados pelo HIV podem ser geneticamente refratários ao vírus, o que impede o desenvolvimento da síndrome.

QUESTÃO 13 (PUCMINAS 2014)

A figura retrata a evolução da incidência de AIDS no Brasil, por região, em um período de 10 anos (entre 2001 e 2011). A taxa de incidência caiu no Sudeste de 22,9 para 21,0 casos por 100 mil habitantes. Nas outras regiões, a taxa cresceu: de 27,1 para 30,9 no Sul; de 9,1 para 20,8 no Norte; de 14,3 para 17,5 no Centro-Oeste; e 7,5 para 13,9 no Nordeste.



Fonte: Departamento de DST, Aids e Hepatites Virais do Ministério da Saúde

Quanto à forma de transmissão entre os maiores de 13 anos de idade, prevalece a sexual. As transmissões sanguíneas foram bastante reduzidas pela triagem clínica e sorológica dos doadores de sangue. A transmissão vertical (criança infectada durante a gestação, o parto ou por meio da amamentação) caiu de 40% para menos de 3% devido ao uso profilático do AZT (inibidor da enzima transcriptase reversa), administrado na mãe durante o pré-natal (via oral) e no período anteparto (via endovenosa), e no recém-nascido (via oral).

Com base nas informações, é **CORRETO** afirmar, **EXCETO**:

- A) O maior aumento proporcional na incidência ocorreu na região Sul devido ao aumento no diagnóstico sorológico.
- B) O aumento na prevenção pode ter sido responsável pela redução da incidência da AIDS na região Sudeste no período acima referido.
- C) A redução da transmissão vertical pode ter sido devido, em parte, ao efeito do AZT, que reduz a carga viral no sangue e no leite materno.
- D) A triagem clínica pode revelar que um indivíduo pertence a um ou mais grupos de risco de contaminação, mesmo que apresente teste sorológico negativo.

QUESTÃO 14 (ENEM 2015)

Um gel vaginal poderá ser um recurso para as mulheres na prevenção contra a AIDS. Esse produto tem como princípio ativo um composto que inibe a transcriptase reversa viral.

Essa ação inibidora é importante, pois a referida enzima

- A) corta a dupla hélice do DNA, produzindo um molde para o RNA viral.
- B) produz moléculas de DNA viral que vão infectar células sadias.
- C) polimeriza molécula de DNA, tendo como molde o RNA viral.
- D) promove a entrada do vírus da aids nos linfócitos T.
- E) sintetiza os nucleotídeos que compõem o DNA viral.

QUESTÃO 15 (ENEM 2012)

A doença de Chagas afeta mais de oito milhões de brasileiros, sendo comum em áreas rurais. É uma doença causada pelo protozoário *Trypanosoma cruzi* e transmitida por insetos conhecidos como barbeiros ou chupanças. Uma ação do homem sobre o meio ambiente que tem contribuído para o aumento dessa doença é

- A) o consumo de carnes de animais silvestres que são hospedeiros do vetor da doença.
- B) a utilização de adubos químicos na agricultura que aceleram o ciclo reprodutivo do barbeiro.
- C) a ausência de saneamento básico que favorece a proliferação do protozoário em regiões habitadas por humanos.
- D) a poluição dos rios e lagos com pesticidas que exterminam o predador das larvas do inseto transmissor da doença.
- E) o desmatamento que provoca a migração ou o desaparecimento dos animais silvestres dos quais o barbeiro se alimenta.

QUESTÃO 16 (ENEM 2017)

Os medicamentos são rotineiramente utilizados pelo ser humano com o intuito de diminuir ou, por muitas vezes, curar possíveis transtornos de saúde. Os antibióticos são grupos de fármacos inseridos no tratamento de doenças causadas por bactérias.

Na terapêutica das doenças mencionadas, alguns desses fármacos atuam

- A) ativando o sistema imunológico do hospedeiro.
- B) interferindo na cascata bioquímica da inflamação.
- C) removendo as toxinas sintetizadas pelas bactérias.
- D) combatendo as células hospedeiras das bactérias.
- E) danificando estruturas específicas da célula bacteriana.

QUESTÃO 17 (ENEM 2017)

A classificação biológica proposta por Whittaker permite distinguir cinco grandes linhas evolutivas utilizando, como critérios de classificação, a organização celular e o modo de nutrição. Woese e seus colaboradores, com base na comparação das sequências que codificam o RNA ribossômico dos seres vivos, estabeleceram relações de ancestralidade entre os grupos e concluíram que os procariontes do reino Monera não eram um grupo coeso do ponto de vista evolutivo.

Whittaker (1969) Cinco Reinos	Woese (1990) Três domínios
Monera	Archaea
	Eubacteria
Protista	Eukarya
Fungi	
Plantae	
Animalia	

A diferença básica nas classificações citadas é que a mais recente se baseia fundamentalmente em

- A) tipos de células.
- B) aspectos ecológicos.
- C) relações filogenéticas.
- D) propriedades fisiológicas.
- E) características morfológicas.

QUESTÃO 18 (ENEM PPL 2019)

As fêmeas do mosquito da dengue, *Aedes aegypti*, têm um olfato extremamente refinado. Além de identificar as coleções de águas para oviposição, elas são capazes de detectar de forma precisa e eficaz a presença humana pela interpretação de moléculas de odor eliminadas durante a sudorese. Após perceber o indivíduo, voam rapidamente em direção à fonte alimentar, iniciando o repasto sanguíneo durante o qual podem transmitir o vírus da dengue. Portanto, o olfato desempenha um papel importante para a sobrevivência dessa espécie.

GUIDOBALDI, F.; MAY-CONCHA, I. J.; GUERENSTEIN, P. G. Morphology and Physiology of the Olfactory System of Blood-Feeding Insects. *Journal of Physiology-Paris*, n. 2-3, abr.-jun. 2014 (adaptado).

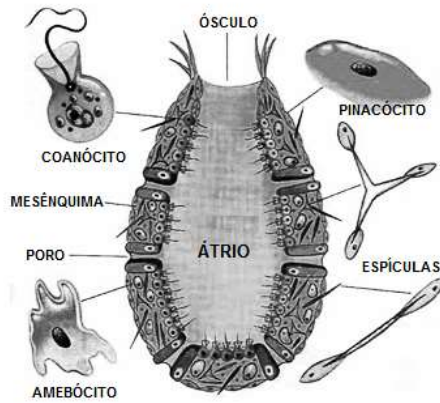
Medidas que interferem na localização do hospedeiro pelo vetor por meio dessa modalidade sensorial incluem a

- A) colocação de telas nas janelas.
- B) eliminação de locais de oviposição.
- C) instalação de borrifadores de água em locais abertos.
- D) conscientização para a necessidade de banhos diários.
- E) utilização de cremes ou pomadas com princípios ativos.

5. REINO ANIMALIA

Animais são organismos pluricelulares e heterótrofos, que obtêm seus alimentos por ingestão de nutrientes do meio. Em Zoologia, é comum o uso dos termos invertebrado e vertebrado. O termo invertebrado refere-se aos animais que não possuem vértebras, mas não tem nenhum valor taxonômico (não corresponde a nenhum grupo como filo ou classe); é um termo vulgar. Os vertebrados constituem uma categoria taxonômica, e correspondem aos animais que possuem vértebras, dentro do Filo dos Cordados.

5.1 PORÍFEROS (póros = poro; phoru = portador de)

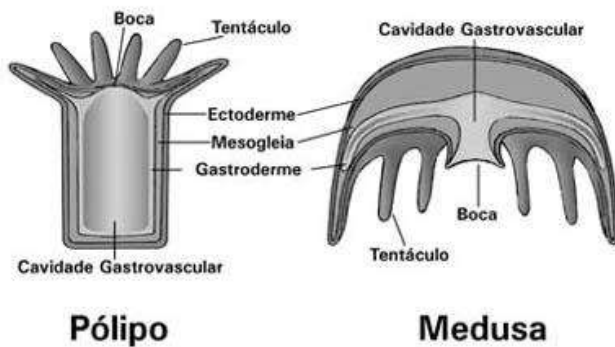


Ausência de simetria, tecidos ou órgãos. Todos aquáticos fixos, filtradores, sem cavidade digestiva, com digestão intracelular. Representam os animais mais simples na escala zoológica.

Reprodução assexuada e sexuada.

5.2 CNIDÁRIOS

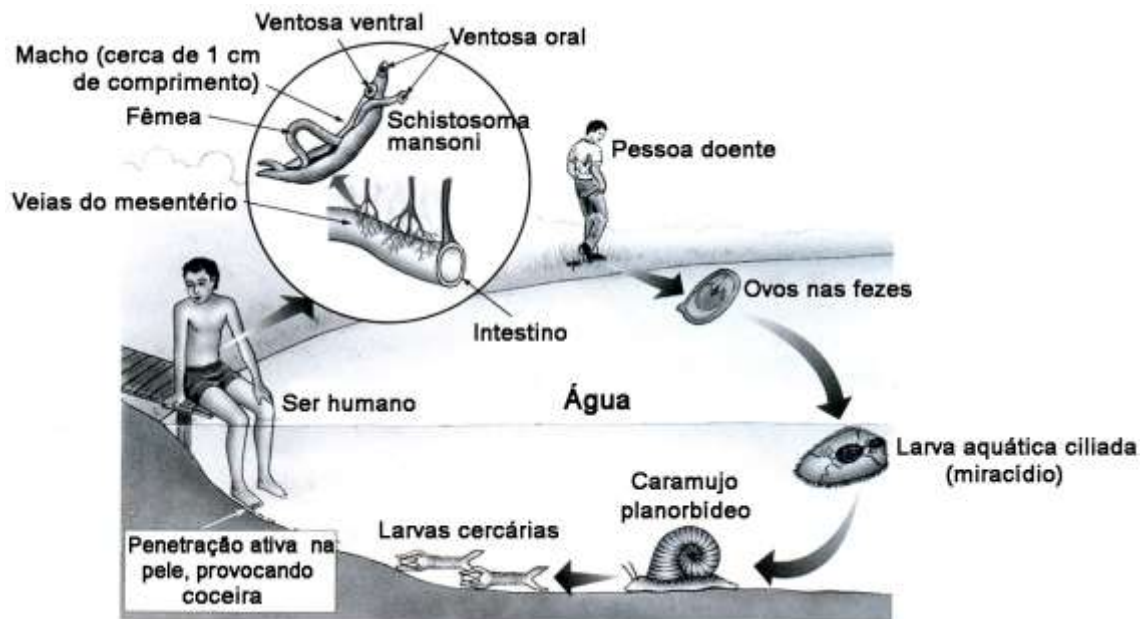
Aquáticos, diblásticos. Presença de uma cavidade gastrovascular e de cnidoblastos, células especializadas contendo uma substância urticante, uma toxina. Uma característica marcante do grupo é a existência de duas formas corporais típicas: pólipo e medusa. Em alguns cnidários, essas duas formas aparecem alternadamente em um mesmo ciclo vital, caracterizando o fenômeno conhecido como **alternância de gerações** ou **metagênese**.



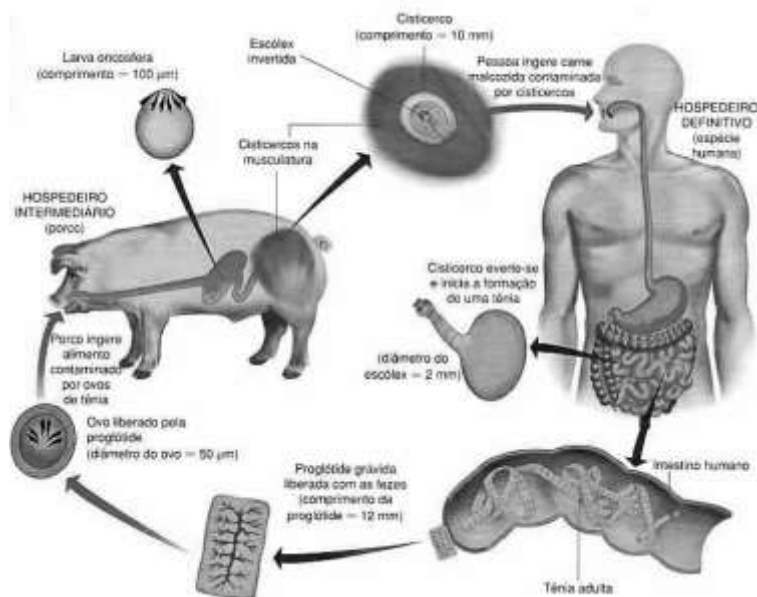
5.3 PLATELMINTOS (platy = chato; helminto = verme)

Corpo achatado, simetria bilateral, triblásticos, acelomados. Tubo digestório incompleto (sem ânus). Espécies de vida livre e espécies parasitas. Ausência de sistemas respiratório e circulatório. As principais parasitoses humanas provocadas por platelmintos são a esquistossomose e a teníase.

CICLO DO *Schistosoma mansoni*



CICLO DA *Taenia*



5.4 Nematódeos (nema = fio)

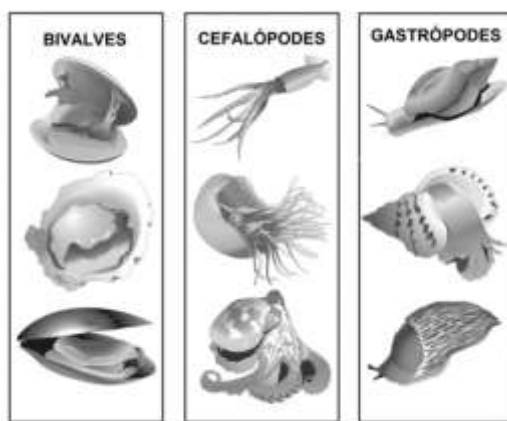
Possuem corpo alongado e cilíndrico. Simetria bilateral, triblásticos e pseudocelomados. Possuem sistema digestório completo. Respiração cutânea. Ausência de sistema circulatório. Espécies parasitas e de vida livre. As principais parasitoses humanas provocadas por nematodas são: ascariíase, ancilostomose ou amarelão, filariose e enterobiose. Reprodução sexuada.

NEMATÓDEOS PARASITAS HUMANOS

NOME DA ESPÉCIE	NOME DA DOENÇA	PRINCIPAIS SINTOMAS	TRANSMISSÃO	PROFILAXIA
<i>Ascaris lumbricoides</i> (lombriga)	Ascariose ou ascaridíase	Bronquite, complicações pulmonares, convulsões, cólicas, enjoo, obstrução intestinal	Via oral, pela ingestão de ovos	Higiene com água e alimentos. Saneamento básico
<i>Ancylostoma duodenale</i> e <i>Necator americanus</i>	Ancilostomose (amarelão)	Ulcerações intestinais, diarreia, anemia, enfraquecimento, geofagia (hábito de comer terra)	As larvas penetram na pele	Uso de calçados; saneamento básico
<i>Ancylostoma braziliensis</i>	Bicho geográfico	Parasita normal do cão; parasita acidental da pele humana, onde causa prurido e infecção	As larvas <i>migrans</i> penetram na pele	Evitar o contato da pele com a areia das praias frequentadas por cães
<i>Wuchereria bancrofti</i> (filária)	Filariose (elefantíase)	Edema nas pernas, seios e escroto	Pela picada do <i>Culex fatigans</i>	Combate ao vetor
<i>Enterobius vermicularis</i> (<i>Oxyurus vermicularis</i>)	Enterobiose (oxiurose)	Forte irritação e prurido anal; distúrbios intestinais	Ingestão de ovos	Higiene pessoal
<i>Strongyloides stercoralis</i>	Estrongiloidose	Distúrbios gastrointestinais, anemia, lesões pulmonares	As larvas filariformes penetram na pele	Higiene pessoal; saneamento básico

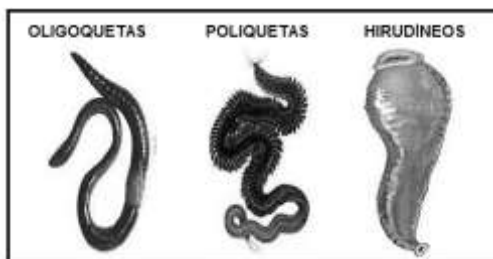
5.5 MOLUSCOS (mollis = mole)

Animais de corpo mole, alguns protegidos por conchas calcárias. Apresentam simetria bilateral, são triblásticos e celomados. Apresentam sistema circulatório e estruturas especializadas para respiração, que pode ser branquial, pulmonar ou cutânea. Sistema digestório completo. Reprodução sexuada.



5.6 ANELÍDEOS

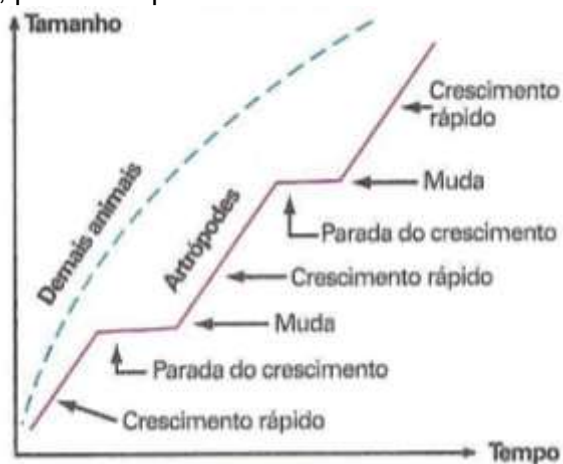
Animais triblásticos celomados, com o corpo metamerizado. Sistema digestório completo e sistema circulatório fechado. Respiração cutânea ou branquial. Reprodução sexuada.



5.7 ARTRÓPODES (arthos = articulação; poda = pé)

Caracterizam-se pela presença de um exoesqueleto de quitina e apêndices articulados. São triblásticos, celomados, de simetria bilateral. Circulação aberta. Sistema digestório completo. As estruturas respiratórias e excretoras variam nos grupos: insetos, crustáceos, aracnídeos, diplópodes e quilópodes. Reprodução sexuada.

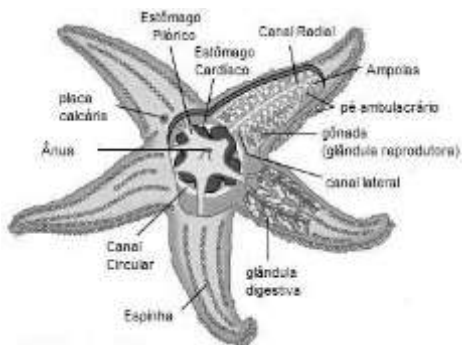
Importante conquista evolutiva dos artrópodes, o exoesqueleto (do grego, exos = fora) é uma estrutura rígida que recobre o corpo desses animais total ou parcialmente, conferindo proteção aos órgãos internos e suporte à musculatura. Conforme o animal cresce ao longo do seu ciclo de vida, esse exoesqueleto é trocado, processo que recebe o nome de **ecdise** ou muda.



A ecdise pode ocorrer diversas vezes na vida de um animal, número ilimitado que varia de espécie para espécie.

GRUPOS	CARACTERÍSTICAS						
	Divisão do corpo	Números de pernas	Números de antenas	Quelícera s	Pedipalpos	Mandíbulas	
Aracnídeos	Cefalotórax e abdome	4 pares	—	1 par	1 par	—	
Crustáceos	Cabeça, tórax e abdome	Vários pares	2 pares	—	—	1 par	
Insetos	Cabeça, tórax, abdome	3 pares	1 par	—	—	1 par	
Diplópodes	Cabeça e tronco	2 pares por segmento do tronco	1 par	—	—	1 par	
Quilópodes	Cabeça e tronco	1 par por segmento do tronco	1 par	—	—	1 par	

5.8 EQUINODERMOS (echinos = espinhos; derma = pele)

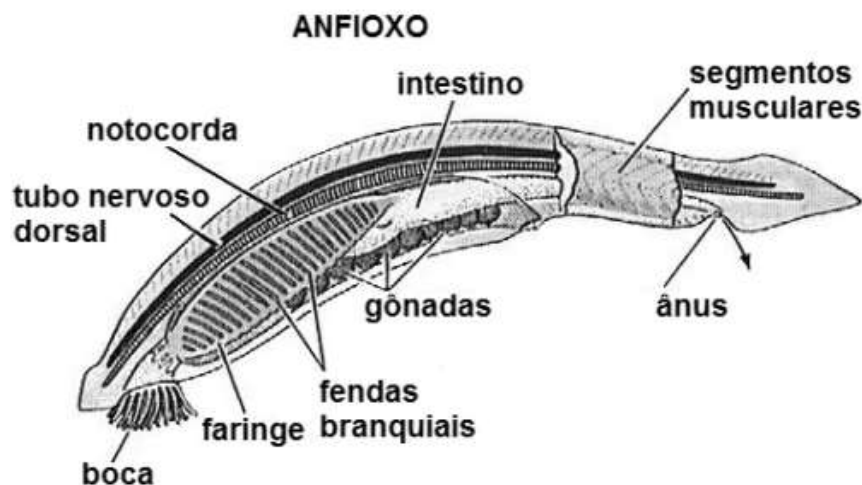


Animais triblásticos, celomados e deuterostômios. Possuem um esqueleto interno de origem mesodérmica e espinhos na pele. Caracterizam-se pela presença do sistema hidrovascular, relacionado com a locomoção, com trocas gasosas e excreção. Reprodução sexuada.

5.9 CORDADOS

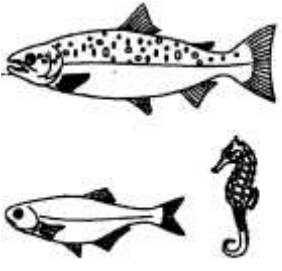
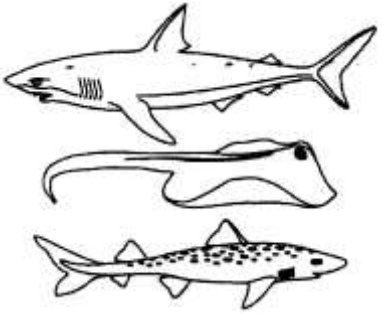
Animais que possuem em comum: notocorda, fendas branquiais na faringe e cordão nervoso único e dorsal. Essas características estão presentes pelo menos na fase embrionária de todos os cordados. São todos triblásticos, celomados, bilatérios e deuterostômios.

- A) **Protocordados:** não possuem vértebras. Distinguem-se os urocordados, com notocorda na região caudal das larvas (Ex: Ascídia) e os cefalocordados, com notocorda persistente no adulto, da cabeça até a cauda (Ex: anfioxo).

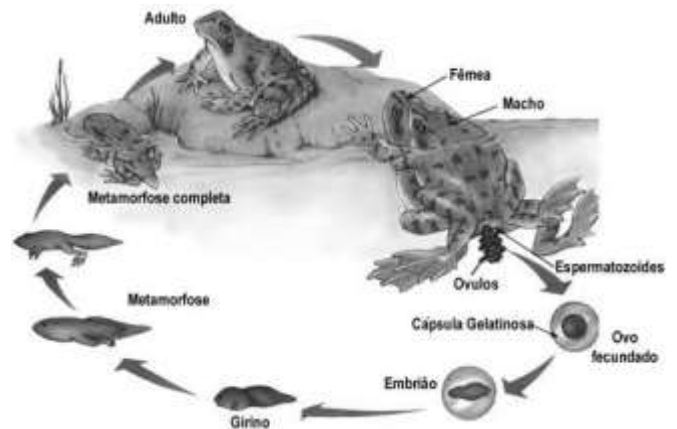
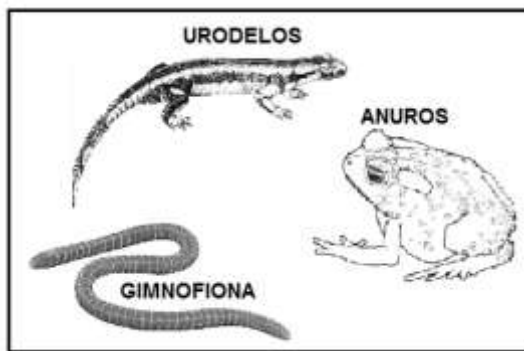


- B) **Vertebrados:** possuem coluna vertebral, formada por vértebras. Dividem-se em Agnatas, Condricíes, Osteicíes, Anfíbios, Répteis, Aves e Mamíferos.

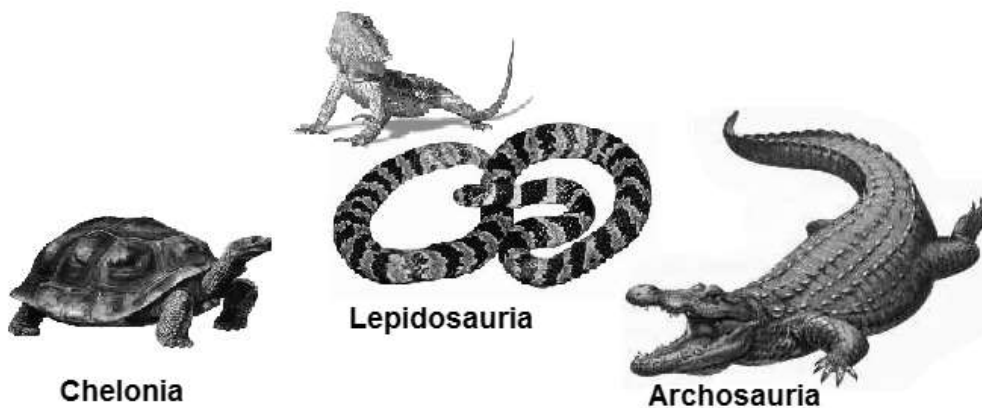
- **Agnatas ou Ciclostomados:** vertebrados desprovidos de mandíbulas. Possuem o corpo alongado, sem escamas e sem nadadeiras pares. Seus representantes são as lampreias e feiticeiras.
- **Condricíes (peixes cartilagosos):** apresentam esqueleto cartilaginoso, fendas branquiais não protegidas por opérculo, nadadeira caudal heterocerca e pele recoberta por escamas placoides.
- **Osteicíes (peixes ósseos):** apresentam o corpo recoberto por escamas, brânquias recobertas por opérculos, nadadeira caudal geralmente homocerca e presença de bexiga natatória.

ÓSSEOS	CARTILAGINOSOS
	

- **Anfíbios (anfi = duas; bio = vida):** a maioria das espécies passa parte da vida na água e parte na terra. Fecundação externa e desenvolvimento indireto (apresentam metamorfose). Pele lisa, úmida e permeável. Respiração branquial nas larvas e pulmonar e cutânea nos adultos. Circulação dupla e incompleta. As larvas são amoniotéticas e os adultos são ureotéticos. Exemplos: sapos, salamandras, tritões, cecílias, etc.



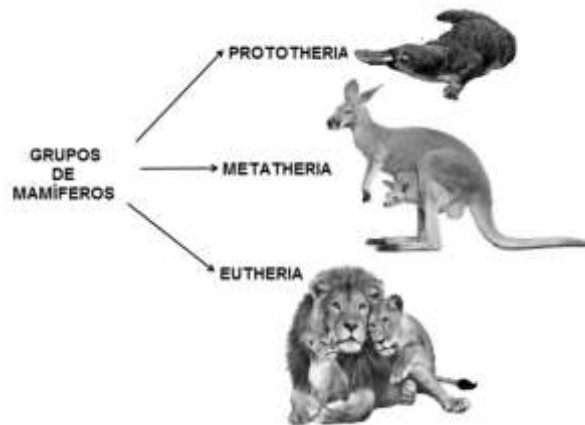
- **Répteis:** primeiro grupo de vertebrados a conquistar definitivamente o ambiente terrestre. Pele seca, recoberta por escamas, impermeável. Respiração pulmonar. Independência da água para reprodução. Ovos com casca. Ectotérmicos. Excretam ácido úrico. Exemplos: crocodilos, jacarés, tartarugas, cobras, lagartos, etc.



- **Aves:** a característica mais marcante é a presença das penas, relacionadas ao voo e à endotermia. Esqueleto com ossos pneumáticos. Bico desprovido de dentes. Pulmões compactos e presença dos sacos aéreos. São ovíparos e excretam ácido úrico, não possuindo bexiga urinária. A pele é seca, sem glândulas, com exceção da uropígeana.



- **Mamíferos:** todos apresentam glândulas mamárias e pelos. São endotérmicos. Em função da reprodução, são classificados em prototérios, metatérios e eutérios. As 4500 espécies de mamíferos atuais mostram uma grande irradiação adaptativa, pois ocuparam os mais diversos ambientes, terrestres e aquáticos, além daqueles que adquiriram a capacidade de voar. A respiração é sempre pulmonar. O coração tem quatro cavidades e a circulação é dupla e completa. Excretam ureia.



QUESTÕES OBJETIVAS

QUESTÃO 01 (ENEM 2013)

As serpentes que habitam regiões de seca podem ficar em jejum por um longo período de tempo devido à escassez de alimento. Assim, a sobrevivência desses predadores está relacionada ao aproveitamento máximo dos nutrientes obtidos com a presa capturada. De acordo com essa situação, essas serpentes apresentam alterações morfológicas e fisiológicas, como a aumento das vilosidades intestinais e a intensificação da irrigação sanguínea na porção interna dessas estruturas.

A função do aumento das vilosidades intestinais para essas serpentes é maximizar o(a)

- comprimento do trato gastrointestinal para caber mais alimento.
- área de contato com o conteúdo intestinal para absorção dos nutrientes.
- liberação de calor via irrigação sanguínea para controle térmico do sistema digestório.
- secreção de enzimas digestivas para aumentar a degradação proteica no estômago.
- processo de digestão para diminuir o tempo de permanência do alimento no intestino.

QUESTÃO 02 (PUCMINAS 2013)

As figuras I e II mostram, respectivamente, dois animais popularmente denominados de tatu-bola e tatu-bolinha. São nomes parecidos para animais muito diferentes; o primeiro um vertebrado placentário e o segundo, pertencente a um grupo de crustáceos que invadiu com sucesso o *habitat* terrestre. Em comum, a capacidade de se enrolar inteiro no formato de uma bola, protegendo as partes moles do corpo no interior da carapaça rígida.



Os animais nas figuras I e II apresentam, respectivamente, **EXCETO**:

- A) dioicos com fecundação interna e monoicos com fecundação externa.
- B) endoesqueleto ósseo e exoesqueleto quitinoso.
- C) sistema circulatório fechado e sistema circulatório lacunar.
- D) respiração pulmonar e respiração branquial.

QUESTÃO 03 (PUCMINAS 2013)

O tatu-bola foi escolhido como mascote da Copa do Mundo de 2014. Ele possui esse nome porque, quando é ameaçado, é capaz de se enrolar inteiro no formato de uma bola, protegendo as partes moles do corpo no interior da carapaça rígida. Seu nome científico é *Tolypeutes tricinctus* linnaeus, sendo a única espécie de tatu-bola endêmica do Brasil, pois a sua distribuição se restringe à caatinga e aos cerrados brasileiros.

Em 2013, o Ministério do Meio Ambiente deve incluir o *Tolypeutes tricinctus* na lista vermelha da IUCN (União Internacional para a Conservação da Natureza), que classifica os animais em risco de extinção. Esse risco pode ser em parte creditado a alterações no seu *habitat* e por causa da sua exploração como alimento. Sua dieta consiste principalmente de formigas e cupins e, como não cavam bem como os outros tatus, é mais fácil de ser caçado na região de seca. Durante a época de acasalamento, observa-se mais de um macho acompanhando uma mesma fêmea. Cada fêmea tem um ou, mais raramente, dois filhotes por ninhada, que nascem completamente formados.



Com base no texto e em seus conhecimentos sobre o assunto, é **INCORRETO** afirmar que:

- A) o comportamento social do tatu facilita a captura de até vários exemplares por vez.
- B) trata-se de um mamífero sem pelo e com uma carapaça quitinosa sobre a epiderme.
- C) alterações no *habitat* podem reduzir a oferta de alimentos para esses tatus.
- D) são animais eutérios com fecundação interna e desenvolvimento direto

QUESTÃO 04 (PUCMINAS 2013)

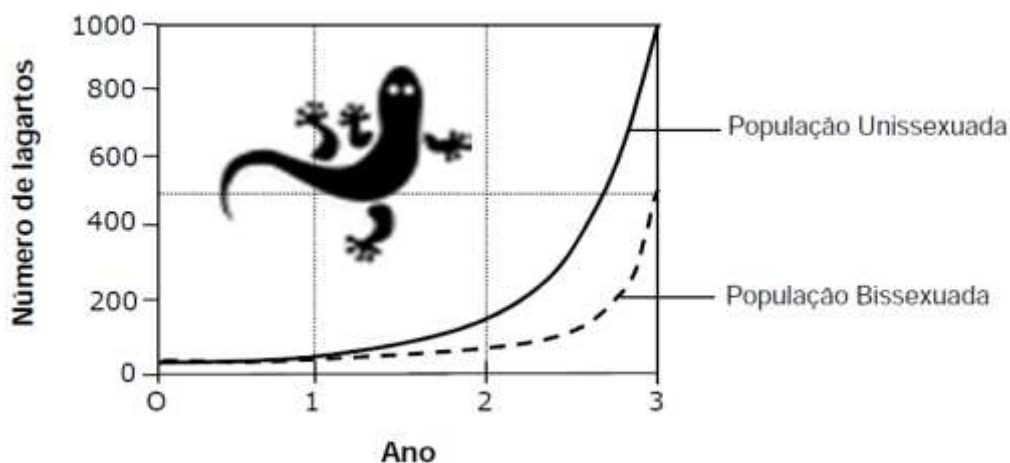
 <p>20mm 15mm 18mm</p> <p>RAINHA OPERÁRIA ZANGÃO</p>	<p>Na sociedade das abelhas, distinguem-se três castas: a da rainha, a dos zangões e a das operárias (ver figura ao lado). A rainha é a única fêmea fértil da colônia. Os zangões são machos férteis e as operárias são fêmeas estéreis.</p> <p>Os óvulos fecundados formam larvas. As larvas que recebem mel e pólen como alimento transformam-se em operárias. Larvas que recebem como alimento geleia real evoluem para formar rainhas. Os zangões são formados por partenogênese de óvulos e recebem como alimento mel e pólen.</p>
---	---

É **CORRETO** afirmar sobre os indivíduos da colmeia:

- A) As operárias surgem por desenvolvimento direto.
- B) A rainha e operárias são diferentes na ploidia.
- C) Os zangões sofrem meiose na fase larvária.
- D) Os zangões produzem gametas por mitose.

QUESTÃO 05 (PUCMINAS 2013)

O gráfico mostra a comparação entre o crescimento de uma população de lagartos *Cnemidophorus* unissexuados com uma população de lagartos bissexuados de igual gênero, a partir de populações do mesmo tamanho, acompanhadas durante três anos em uma mesma área.

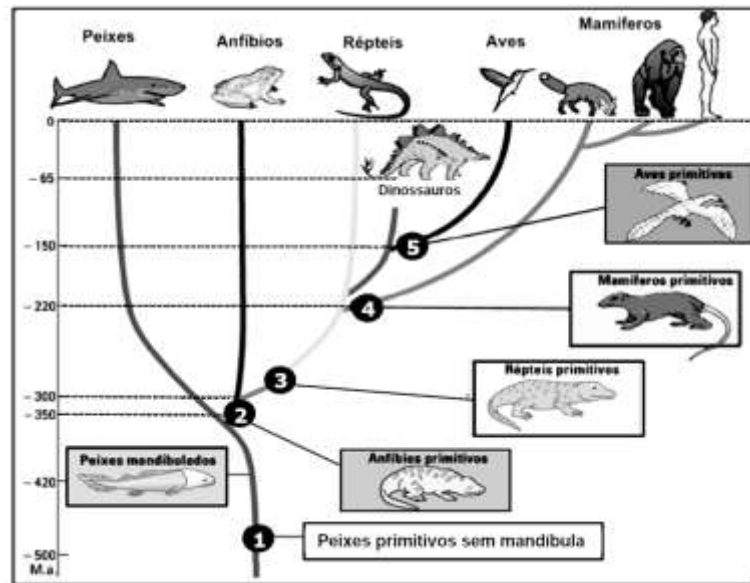


Com base nas informações dadas e outros conhecimentos sobre o assunto, é **INCORRETO** afirmar que:

- A) somente metade da população de lagartos bissexuados é capaz de produzir ovos, e isso pode explicar o menor crescimento populacional em relação aos unissexuados.
- B) os lagartos unissexuados se reproduzem por partenogênese e, por isso, devem apresentar menor variabilidade genética que os bissexuados.
- C) todos os indivíduos da população unissexuada são fêmeas e não dependem de machos para a reprodução.
- D) a população de lagartos unissexuados cresce mais rapidamente, é mais evoluída e mais bem adaptada ao meio que a população bissexuada.

QUESTÃO 06 (PUCMINAS 2013)

A figura mostra a provável origem evolutiva do grupo de animais representados num período de 500 milhões de anos (M.a) até os dias atuais. Os números 1, 2, 3, 4 e 5 no cladograma indicam o momento do surgimento de determinados grupos de animais.



Analisando-se o cladograma, foram feitas as seguintes afirmações:

- I. Os peixes sem mandíbula foram completamente extintos há mais de 400 M.a. e hoje não há representantes desse grupo de animais.
- II. Em 2, surge o grupo dos tetrápodes cujos representantes atuais são pulmonados e com circulação sanguínea dupla.
- III. A fecundação interna e o desenvolvimento embrionário com proteção amniótica são características dos atuais animais originados de 3.
- IV. O coração tetracavitário pode ter surgido em um grupo de animais anteriores ao mamífero primitivo destacado em 4.
- V. Foi a extinção dos dinossauros que permitiu o surgimento das aves a partir do grupo dos crocodilianos.

São afirmações **VERDADEIRAS**:

- A) I, II e IV
- B) I, III e V
- C) II, III e IV
- D) II, IV e V

QUESTÃO 07 (PUCMINAS 2014)

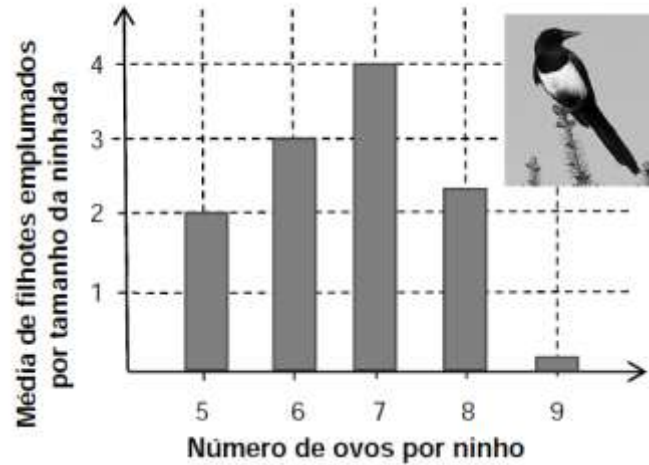
Tanto os vertebrados quanto os invertebrados transportam oxigênio para seus tecidos através de estruturas funcionais, características de cada grupo animal.

Sobre essa temática, marque a alternativa **INCORRETA**.

- A) Os insetos difundem oxigênio para seus tecidos corporais através do sistema traqueal.
- B) A circulação contracorrente das guelras de peixes aumenta a eficiência da captação de oxigênio.
- C) Nas aves, o fluxo unidirecional do ar em oposição ao do sangue possibilita maior entrega de oxigênio necessário para suas atividades vitais.
- D) A hematose pulmonar é dificultada pela grande vascularização alveolar, que recebe sangue venoso vindo do coração.

QUESTÃO 08 (PUCMINAS 2014)

Um pesquisador sueco manipulou artificialmente o tamanho de ninhadas de pega-rabuda europeia, adicionando ou retirando ovos para fabricar ninhadas de cinco a nove ovos, com o objetivo de determinar o número máximo de filhotes que um casal consegue criar até o ponto em que eles deixam o ninho, quando estão emplumados. O tamanho médio de ninhada natural desses pássaros é a que apresenta maior percentual de sobrevivência dos filhotes. Os resultados desse experimento são mostrados no gráfico.



Analisando-se as informações, é **INCORRETO** afirmar:

- A) O tamanho da ninhada que apresentou maior taxa de sobrevivência foi a de sete ovos.
- B) A sobrevivência de toda a ninhada fica comprometida pela adição de dois ovos a mais numa ninhada de sete ovos.
- C) A taxa de sobrevivência é maior para ninhos com oito do que com cinco ovos.
- D) Os pais poderiam ser incapazes de criar filhotes adicionais por não conseguirem obter alimento adicional exigido por uma ninhada maior que a de sete ovos.

QUESTÃO 9 (PUCMINAS 2014)

Os animais necessitam excretar o excesso de nitrogênio resultante do catabolismo de proteínas. Sobre esse assunto, foram feitas as seguintes afirmações:

- I. Os mamíferos placentários e anfíbios adultos eliminam ureia, um metabólito menos tóxico que a amônia.
- II. Todos os animais aquáticos eliminam amônia na urina ou através das superfícies corporais como as guelras.
- III. Aves e répteis excretam nitrogênio na forma de ácido úrico, que eliminam junto com as fezes, economizando água.
- IV. Excretar ureia e/ou ácido úrico é uma forma de perder menos água, mas é energeticamente mais dispendioso que excretar amônia.

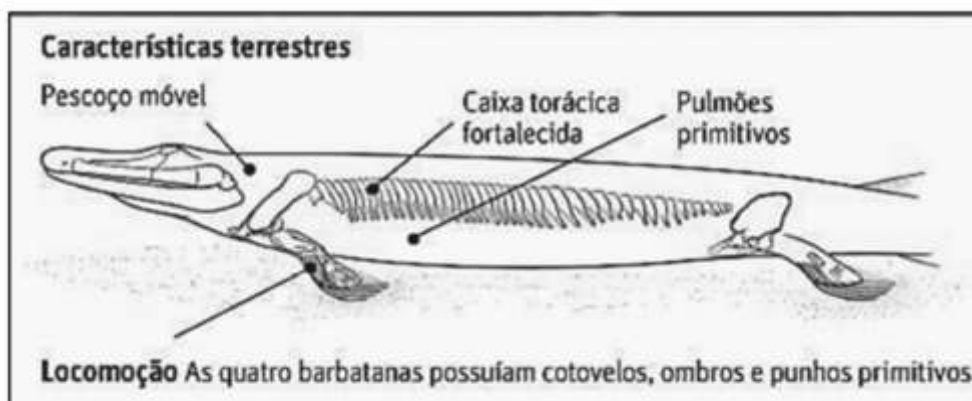
São afirmações **CORRETAS**:

- A) I, II, III e IV.
- B) II, III e IV apenas.
- C) I, III e IV apenas.
- D) I, II e III apenas.

QUESTÃO 10 (PUCMINAS 2014)

FÓSSIL PRÉ-HISTÓRICO REVELA EVOLUÇÃO DE PEIXE PARA ANIMAIS DE QUATRO PATAS

Fósseis de um animal que viveu há 375 milhões de anos revelam características anatômicas e funcionais transicionais de uma espécie de peixe para os primeiros tetrápodes terrestres. O peixe apresentava quatro grandes nadadeiras com ossos articulados formando ombros, cotovelos e punhos que poderiam permitir seu apoio e deslocamento no solo. Vivendo e caçando em ambientes de águas pouco profundas, o animal tinha guelras, escamas e nadadeiras, mas também um pescoço móvel, costelas robustas e pulmões primitivos. Além da tetrapodia (que definiu o grupo ao qual pertencem anfíbios, répteis, aves e mamíferos), outras aquisições evolutivas foram selecionadas por favorecer a colonização do ambiente terrestre pelos vertebrados.



Fonte: Extraído de Globo.com - Ciência e Saúde 15/01/2014. Disponível em: <http://m.g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2014/01>

Além da tetrapodia (que definiu o grupo ao qual pertencem anfíbios, répteis, aves e mamíferos), outras aquisições evolutivas foram selecionadas por favorecer a colonização do ambiente terrestre pelos vertebrados.

São aquisições evolutivas dos tetrápodes atuais em relação aos peixes, **EXCETO**:

- A) Circulação sanguínea dupla a partir dos anfíbios.
- B) Excreção de ureia a partir de mamíferos vivíparos.
- C) Respiração cutânea e pulmonar em anfíbios adultos.
- D) Fecundação interna e desenvolvimento direto a partir de répteis.

QUESTÃO 11 (ENEM 2015)

A remoção de petróleo derramado em ecossistemas marinhos é complexa e muitas vezes envolve a adição de mais substâncias ao ambiente. Para facilitar o processo de recuperação dessas áreas, pesquisadores têm estudado a bioquímica de bactérias encontradas em locais sujeitos a esse tipo de impacto. Eles verificaram que algumas dessas espécies utilizam as moléculas de hidrocarbonetos como fonte energética, atuando como biorremediadores, removendo o óleo de ambiente.

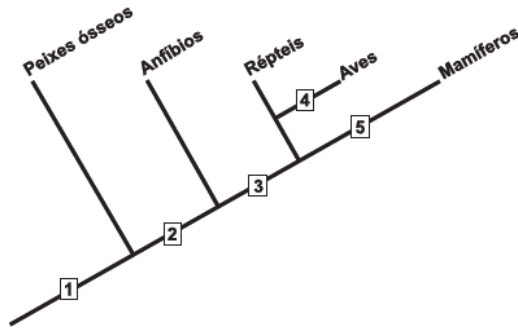
KREPPSKY, N. Silva Sobrinho, F. CRAPEZ. M. A. **Ciência Hoje**, n. 223, jan.-fev. 2006 (adaptado).

Para serem eficientes no processo de biorremediação citado, as espécies escolhidas devem possuir

- A) células flageladas, que capturem as partículas de óleo presentes na água.
- B) altas taxas de mutação, para se adaptarem ao ambiente impactado pelo óleo.
- C) enzimas, que catalisem reações de quebra das moléculas constituintes de óleo.
- D) parede celular espessa, que impossibilite que as bactérias se contaminem com o óleo.
- E) capacidade de fotossíntese que possibilite a liberação de oxigênio para a renovação do ambiente poluído.

QUESTÃO 12 (ENEM 2015)

O cladograma representa, de forma simplificada, o processo evolutivo de diferentes grupos de vertebrados. Nesses organismos, o desenvolvimento de ovos protegidos por casca rígida (pergaminácea ou calcárea) possibilitou a conquista do ambiente terrestre.



O surgimento da característica mencionada está representado, no cladograma pelo número

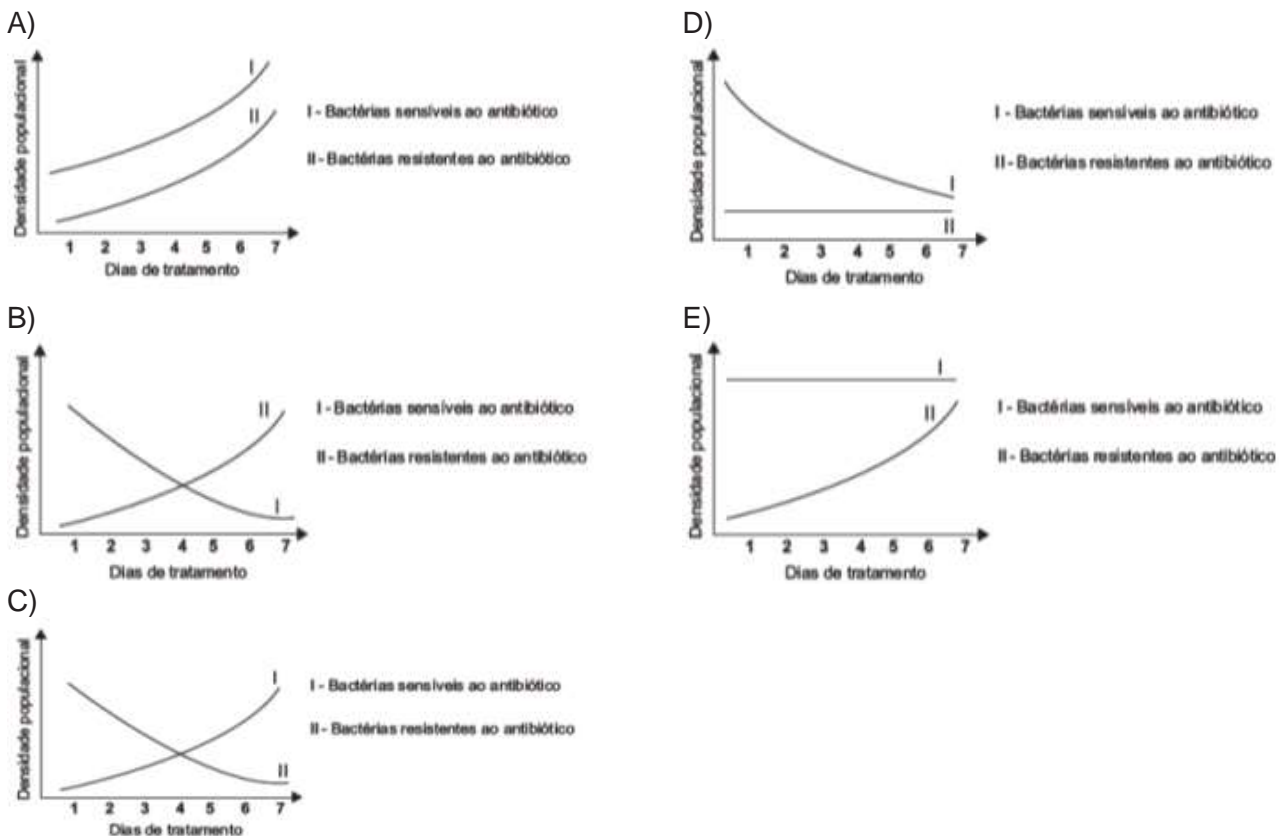
- A) 1. B) 2. C) 3. D) 4. E) 5.

QUESTÃO 13 (ENEM 2015)

As superbactérias respondem por um número crescente de infecções e mortes em todo o mundo. O termo superbactérias é atribuído às bactérias que apresentam resistência a praticamente todos os antibióticos. Dessa forma, no organismo de um paciente, a população de uma espécie bacteriana patogênica pode ser constituída principalmente por bactérias sensíveis a antibióticos usuais e por um número reduzido de superbactérias que, por mutação ou intercâmbio de material genético, tornaram-se resistentes aos antibióticos existentes.

FERREIRA, F. A.; CRUZ, R. S.; FIGUEIREDO, A. M. S. Superbactérias: o problema mundial da resistência a antibióticos. *Ciência Hoje*, n. 287, nov. 2011 (adaptado).

Qual figura representa o comportamento populacional das bactérias ao longo de uma semana de tratamento com um antibiótico comum?



QUESTÃO 14 (ENEM 2018)

Insetos podem apresentar três tipos de desenvolvimento. Um deles, a holometabolia (desenvolvimento completo), é constituído pelas fases de ovo, larva, pupa e adulto sexualmente maduro, que ocupam diversos habitats. Os insetos com holometabolia pertencem às ordens mais numerosas em termos de espécies conhecidas.

Esse tipo de desenvolvimento está relacionado a um maior número de espécies em razão da

- A) proteção na fase de pupa, favorecendo a sobrevivência de adultos férteis.
- B) produção de muitos ovos, larvas e pupas, aumentando o número de adultos.
- C) exploração de diferentes nichos, evitando a competição entre as fases da vida.
- D) ingestão de alimentos em todas as fases de vida, garantindo o surgimento do adulto.
- E) utilização do mesmo alimento em todas as fases, otimizando a nutrição do organismo.

QUESTÃO 15 (ENEM 2018)

A utilização de extratos de origem natural tem recebido a atenção de pesquisadores em todo o mundo, principalmente nos países em desenvolvimento que são altamente acometidos por doenças infecciosas e parasitárias. Um bom exemplo dessa utilização são os produtos de origem botânica que combatem insetos.

O uso desses produtos pode auxiliar no controle da

- A) esquistossomose.
- B) leptospirose.
- C) leishmaniose.
- D) hanseníase.
- E) aids.

QUESTÃO 16 (ENEM 2019)

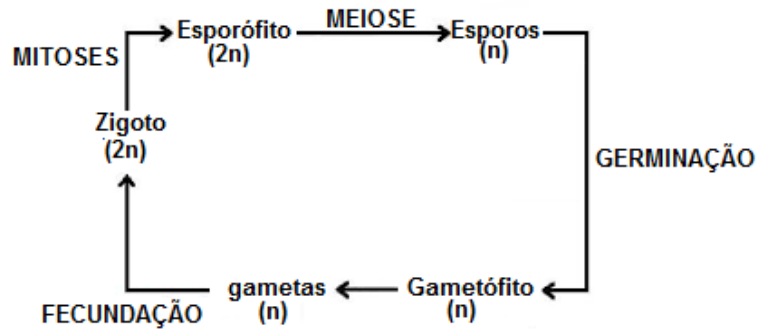
Na piscicultura, costumam-se usar larvas de *Artemia* (crustáceo) para alimentar larvas de peixes. Ovos de *Artemia* são colocados em garrafas com água salgada e, sob condições ótimas de temperatura, luz e oxigênio, eles eclodem, liberando suas larvas, também conhecidas como náuplios. Para recolher os náuplios, coloca-se uma lâmpada branca fluorescente na boca da garrafa e estes começam a subir em direção ao gargalo.

Esse comportamento das artêmias é chamado de

- A) geotropismo positivo.
- B) fototropismo positivo.
- C) hidrotropismo negativo.
- D) termotropismo negativo.
- E) quimiotropismo negativo.

06. REINO PLANTAE

As plantas são eucariotos fotossintetizantes, que armazenam carboidrato na forma de amido. Os ciclos de vida apresentam alternância das gerações gametofítica (haploide) e esporofítica (diploide).



As plantas são classificadas em briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas.

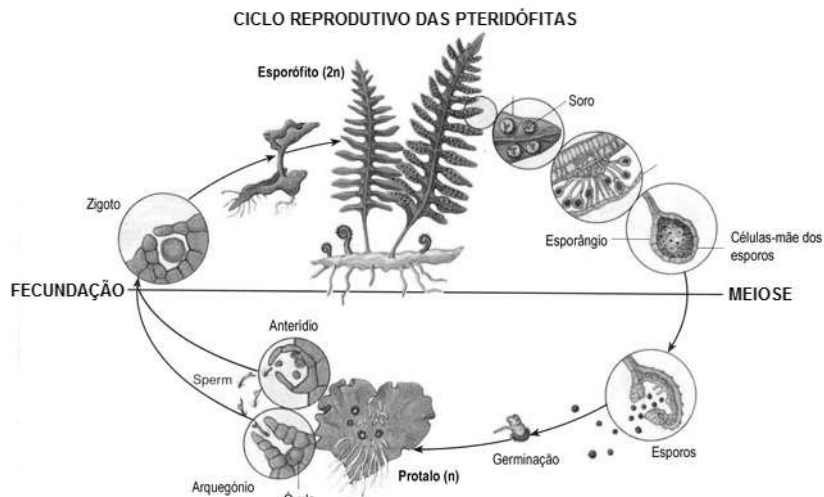
6.1. BRIÓFITAS

As briófitas são plantas avasculares (atraqueófitas - sem vasos condutores de seiva) e não ultrapassam os 2 cm de altura. São encontradas somente em locais úmidos, pois dependem da água para o encontro dos gametas (os anterozoides, gametas masculinos, são flagelados). O gametófito (n) é a geração duradoura e o esporófito (2n) é temporário.



6.2. PTERIDÓFITAS

São plantas vasculares, podendo atingir vários metros de altura. Assim como as briófitas, as pteridófitas também necessitam da água para sua reprodução. O esporófito (2n) é a geração duradoura.



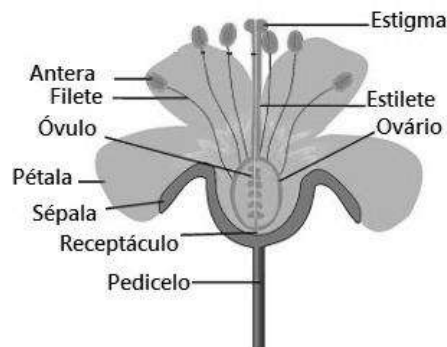
6.3. GIMNOSPERMAS

As gimnospermas são plantas vasculares que possuem raiz, caule e folhas. São as primeiras plantas a apresentarem sementes e, por esse motivo, não necessitam de água para que ocorra a fecundação de seus gametas. O gametófito masculino (grão de pólen) é levado pelo vento ao encontro do gametófito feminino. A geração esporofítica é a geração duradoura.



6.4. ANGIOSPERMAS

São plantas vasculares que apresentam raiz, caule, folhas, flores e frutos. As angiospermas constituem mais de 70% de todas as espécies de plantas existentes no planeta, e seu tamanho varia desde pequenas ervas até grandes árvores. A estrutura reprodutiva das angiospermas é a flor.



Dentro das anteras ocorre a meiose para a formação dos esporos masculinos. Os esporos sofrem mitose formando os grãos de pólen que são os gametófitos masculinos.










No interior do ovário, são encontrados os óvulos. A célula-mãe sofre meiose dando origem a quatro esporos haploides, que originam os gametófitos femininos, os sacos embrionários.

A polinização pode acontecer pela ação do vento, por insetos ou outros animais, tornando a fecundação independente da água. As plantas possuem atrativos como tamanho da flor, cor ou cheiro que atraem certos tipos de polinizadores. Algumas angiospermas que não possuem essas flores atrativas, como é o caso das gramíneas (capim, trigo, entre outros), possuem adaptações para que consigam ser polinizadas pelo vento. Estas possuem como adaptação, estigmas grandes, bem expostos e com ramificações em forma de plumas para facilitar a interceptação do grão de pólen.

Após a fecundação, o ovário transforma-se em fruto e os óvulos, em sementes. Os frutos carnosos colaboram para dispersão da semente atraindo animais. Frutos que não possuem essa reserva nutritiva se dispersam de outras maneiras, como, por exemplo, frutos alados ou que se prendem aos pelos dos animais.

As angiospermas também podem se reproduzir de forma assexuada a partir de seus botões vegetativos.

As angiospermas são divididas em duas classes: monocotiledôneas e eudicotiledôneas.

	MONOCOTILEDÔNEAS	DICOTILEDÔNEAS
Cotilédones	 Um cotilédono Embrião	 Dois cotilédones Embrião
Estrutura interna do caule	 Feixes vasculares espalhados pelo caule	 Feixes vasculares dispostos em círculo
Sistema radicular	 Fasciculado	 Pivotante
Folhas	 Nervuras paralelas Folhas invaginantes	 Pecíolo Nervuras reticuladas Folhas pecioladas
Número de elementos que compõem a flor	 Compostas por 3 elementos ou seus múltiplos (flores trímeras)	 Compostas por 2 ou 5 elementos ou seus múltiplos (flores tetrameras ou pentâmeras, respectivamente)
Exemplos	Alho, cebola, aspargo, abacaxi, íris, bambu, grama, arroz, trigo, centeio, aveia, cana-de-açúcar, milho, palmeira, coco, carnaúba, tabaco, banana, gengibre, orquídea e o gênero <i>Wolffia</i> .	Vitória-régia, eucalipto, abacete, rosa, morango, pêra, maçã, feijão, ervilha, goiaba, jabuticaba, algodão, cacau, limão, laranja, mamão, maracujá, cacto, mamona, mandioca, seringueira, batata, tomate, jericandá, café, abóbora, melancia.

QUESTÕES OBJETIVAS

QUESTÃO 01 (PUCMINAS 2010)

As angiospermas compõem o grupo mais recente na história evolutiva das plantas com abundante número de espécies existentes hoje na Terra. Seu surgimento ocorreu há milhões de anos e tornaram-se dominantes com a grande irradiação animal no Cretáceo.

Assinale a opção que **NÃO** contribuiu para o sucesso das angiospermas na relação de plantas e animais.

- A) A conquista do ambiente terrestre, com o desenvolvimento do sistema radicular pivotante.
- B) Os processos coevolutivos com animais polinizadores e certas particularidades das estruturas florais.
- C) As adaptações morfofuncionais nos animais polinizadores, nas plantas ou em ambos, contribuindo para a reprodução vegetal.
- D) As adaptações de interdependência quanto à alimentação animal e reprodução vegetal.

QUESTÃO 02 (ENEM 2012)

Muitas espécies de plantas lenhosas são encontradas no cerrado brasileiro. Para a sobrevivência nas condições de longos períodos de seca e queimadas periódicas, próprias desse ecossistema, essas plantas desenvolveram estruturas muito peculiares. As estruturas adaptativas mais apropriadas para a sobrevivência desse grupo de plantas nas condições ambientais de referido ecossistema são:

- A) Cascas finas e sem sulcos ou fendas.
- B) Caules estreitos e retilíneos.
- C) Folhas estreitas e membranosas.
- D) Gemas apicais com densa pilosidade.
- E) Raízes superficiais, em geral, aéreas.

QUESTÃO 03 (ENEM 2013)

Plantas terrestres que ainda estão em fase de crescimento fixam grandes quantidades de CO_2 , utilizando-o para formar novas moléculas orgânicas, e liberam grande quantidade de O_2 . No entanto, em florestas maduras, cujas árvores já atingiram o equilíbrio, o consumo de O_2 pela respiração tende a igualar sua produção pela fotossíntese. A morte natural de árvores nessas florestas afeta temporariamente a concentração de O_2 e de CO_2 próximo à superfície do solo onde elas caíram.

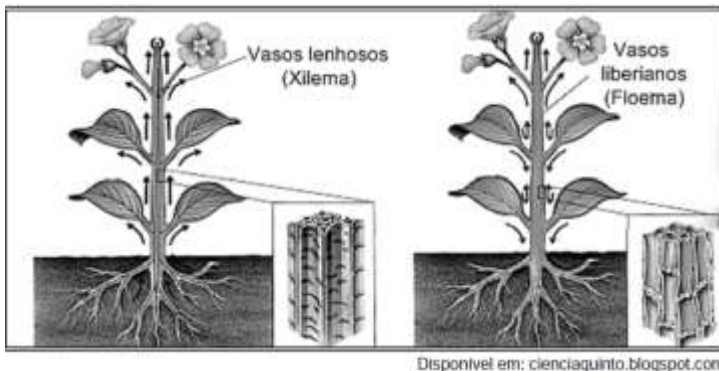
A concentração de O_2 próximo ao solo, no local da queda, será

- A) menor, pois haverá consumo de O_2 durante a decomposição dessas árvores.
- B) maior, pois haverá economia de O_2 pela ausência das árvores mortas.
- C) maior, pois haverá liberação de O_2 durante a fotossíntese das árvores jovens.
- D) igual, pois haverá consumo e produção de O_2 pelas árvores maduras restantes.
- E) menor, pois haverá redução de O_2 pela falta da fotossíntese realizada pelas árvores mortas.

QUESTÃO 04 (PUCMINAS 2013)

Nas angiospermas, o sistema condutor de água e de sais minerais é constituído de células mortas com substâncias impermeáveis que dão também sustentação aos vasos. O floema é formado por células vivas, apresentando ao longo de sua extensão placas crivadas.

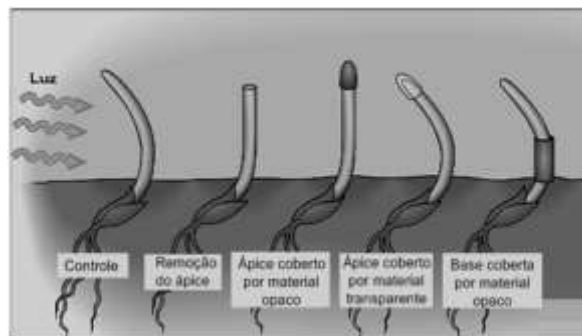
São atividades funcionais que envolvem a participação desses vasos, ou pelo menos de um deles, **EXCETO**:



Disponível em: cienciaquinto.blogspot.com

- A) transpiração, que favorece o transporte nos vasos lenhosos.
- B) gutação, que favorece o aumento da pressão de raiz e a descida da seiva elaborada.
- C) fotossíntese, cujos produtos orgânicos são transportados pelo floema.
- D) perda de vapor d'água, que favorece a subida da seiva bruta.

QUESTÃO 05 (PUCMINAS 2013)

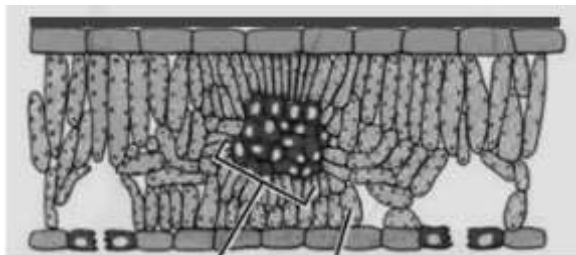


A figura mostra experimento realizado para evidenciar efeitos fisiológicos no crescimento e desenvolvimentos vegetais. Observando-se o experimento e seus efeitos, é **INCORRETO** afirmar que:

- A) a substância que induz o crescimento é estimulada pela ação da luz e aumenta sua produção na região de incidência luminosa.
- B) a curvatura fototrópica positiva ocorre com maior concentração de hormônio no lado oposto da luz lateral incidente.
- C) com o coleótilo vedado, o fotorreceptor não transmite a mensagem para que ocorra a curvatura fototrópica positiva.
- D) a extremidade do coleótilo contém o fotorreceptor que responde à luz ocorrendo a curvatura fototrópica por substância química que atua na região de crescimento.

QUESTÃO 06 (PUCMINAS 2013)

A figura representa estruturas presentes em uma folha de angiosperma onde determinadas funções específicas podem ocorrer.



Assinale a opção que fala de uma estrutura e/ou função específica que **NÃO** está contemplada na figura.

- A) trocas gasosas para realização de respiração e fotossíntese.
- B) estrutura para realização de excreção nitrogenada.
- C) estrutura para impermeabilização de superfície foliar.
- D) transporte de seiva bruta para produção de seiva elaborada.

QUESTÃO 07 (ENEM 2014)

Uma região de Cerrado possui lençol freático profundo, estação seca e bem marcada, grande insolação e recorrência de incêndios naturais. Cinco espécies de árvores nativas, com as características apresentadas no quadro, foram avaliadas quanto ao seu potencial para uso em projetos de reflorestamento nessa região.

CARACTERÍSTICA	ÁRVORE 1	ÁRVORE 2	ÁRVORE 3	ÁRVORE 4	ÁRVORE 5
Superfície foliar	Coberta por tricomas	Coberta Por cera	Coberta Por cera	Coberta por espinhos	Coberta por espinhos
Profundidade das raízes	Baixa	Alta	Baixa	Baixa	Alta

Qual é a árvore adequada para o reflorestamento dessa região

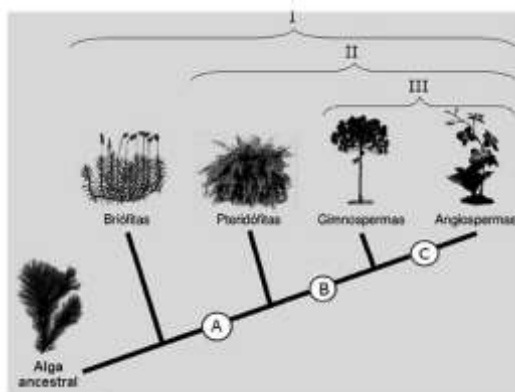
- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4
- E) 5

QUESTÃO 08 (PUCMINAS 2014)

O esquema representa a sequência evolutiva das plantas a partir de uma alga ancestral. No esquema, os números I, II e III representam características comuns a dois ou mais dos grupos de plantas representados, enquanto as letras A, B e C, ao longo do cladograma, correspondem a aquisições evolutivas dos grupos que se seguem em relação aos grupos anteriores.

De acordo com o esquema e seus conhecimentos sobre o assunto, é **INCORRETO** afirmar que:

- A) o número I corresponde ao grupo das plantas vasculares.
- B) a aquisição A poderia ser folhas e caules.
- C) o número III agrupa as plantas com semente.
- D) a aquisição C poderia ser a produção de frutos.



QUESTÃO 09 (PUCMINAS 2014)

A frase **“Pensar global, plantar local”**, tema de um congresso de Fisiologia Vegetal, sugere que os investigadores botânicos pesquisem e discutam o impacto das alterações climáticas no comportamento e sobrevivência das plantas, as doenças e pragas que as afetam, a utilização das plantas na alimentação e saúde humana e animal, e ainda a questão da biodiversidade.

A esse respeito, foram feitas as seguintes afirmações:

- I. A propagação de uma planta pode depender de animais que, por sua vez, podem depender de outras espécies de plantas cuja sobrevivência pode afetar a primeira.
- II. A vegetação é crítica para o desenvolvimento e a manutenção da fertilidade do solo em muitos ecossistemas tropicais.
- III. Mudanças no clima do planeta podem afetar a distribuição geográfica de plantas e de animais associados.
- IV. A área plantada para garantir direta ou indiretamente a alimentação humana teria de ser muito aumentada caso os humanos consumissem mais produtos vegetais do que animais.
- V. A decomposição de detritos orgânicos é fundamental para gerar nutrientes para as plantas em ecossistemas terrestres.

São afirmativas **CORRETAS**:

- A) I, II, III e IV.
- B) II, III, IV e V.
- C) I, II, III e V.
- D) I, III, IV e V.

QUESTÃO 10 (ENEM 2015)

Dentre outras características, uma determinada vegetação apresenta folhas durante três a quatro meses ao ano, com limbo reduzido, mecanismo rápido de abertura e fechamento dos estômatos e caule suculento. Essas são algumas características adaptativas das plantas ao bioma onde se encontram.

Que fator ambiental é o responsável pela ocorrência dessas características adaptativas?

- A) Escassez de nutrientes no solo.
- B) Estratificação da vegetação.
- C) Elevada insolação.
- D) Baixo pH do solo.
- E) Escassez de água.

QUESTÃO 11 (ENEM 2018)

O cruzamento de duas espécies da família das Anonáceas, a cherimoia (*Annona cherimola*) com a fruta-pinha (*Annona squamosa*), resultou em uma planta híbrida denominada de atemoia. Recomenda-se que o seu plantio seja por meio de enxertia.

Um dos benefícios dessa forma de plantio é a

- A) ampliação da variabilidade genética.
- B) produção de frutos das duas espécies.
- C) manutenção do genótipo da planta híbrida.
- D) reprodução de clones das plantas parentais.
- E) modificação do genoma decorrente da transgenia.

QUESTÃO 12 (ENEM 2018)

A polinização, que viabiliza o transporte do grão de pólen de uma planta até o estigma de outra, pode ser realizada biótica ou abioticamente. Nos processos abióticos, as plantas dependem de fatores como o vento e a água.

A estratégia evolutiva que resulta em polinização mais eficiente quando esta depende do vento é o(a)

- A) diminuição do cálice.
- B) alongamento do ovário.
- C) disponibilização do néctar.
- D) intensificação da cor das pétalas.
- E) aumento do número de estames.

QUESTÃO 13 (ENEM PPL 2019)

O mangue é composto por três tipos de árvores (*Rhizophora mangle* – mangue-bravo ou vermelho, *Avicennia schaueriana* – mangue-seriba, e *Laguncularia racemosa* – mangue-branco). Uma característica morfológica comum aos três tipos de árvores encontradas no mangue está relacionada à pouca disponibilidade de oxigênio encontrado em seu solo.

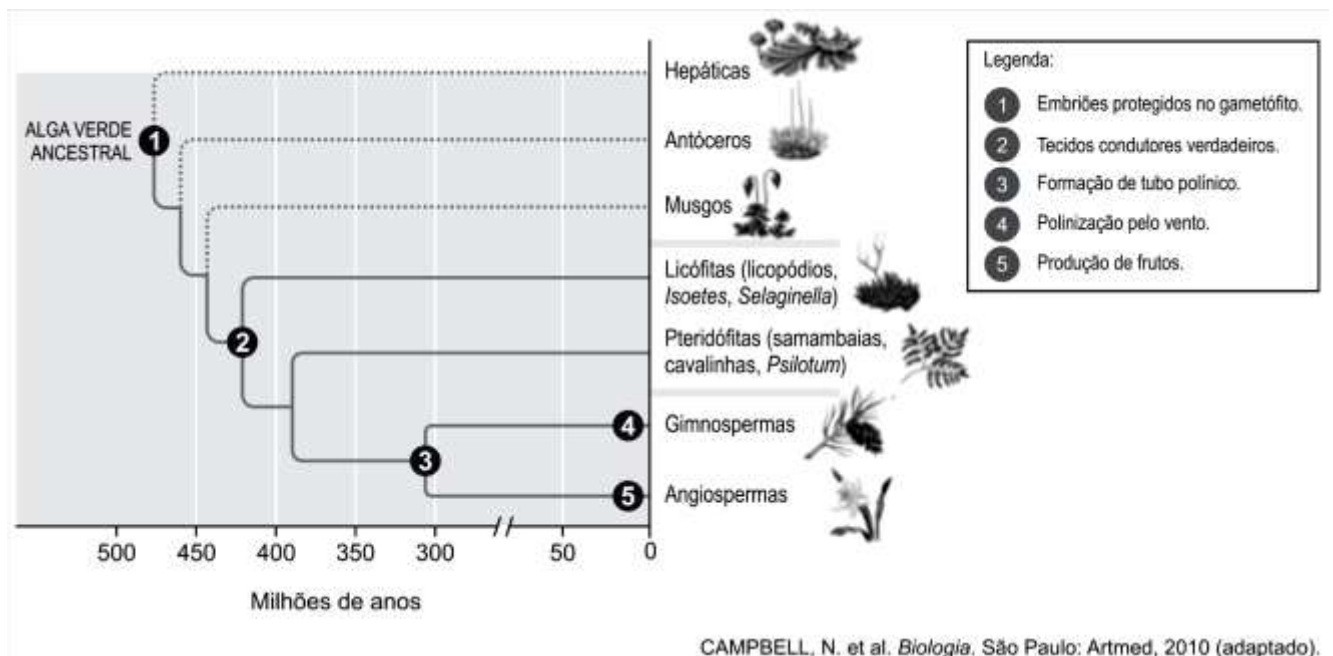
ALVES, J. R. P. (Org.). *Manguezais: educar para proteger*. Rio de Janeiro: Femar; Semads, 2001 (adaptado).

A característica morfológica de valor adaptativo referenciada no texto é a

- A) ausência de frutos.
- B) ausência de estômatos.
- C) presença de folhas largas.
- D) presença de raízes-escoras.
- E) presença de pneumatóforos.

QUESTÃO 14 (ENEM 2019)

Durante sua evolução, as plantas apresentaram grande diversidade de características, as quais permitiram sua sobrevivência em diferentes ambientes. Na imagem, cinco dessas características estão indicadas por números.



A aquisição evolutiva que permitiu a conquista definitiva do ambiente terrestre pelas plantas está indicada pelo número

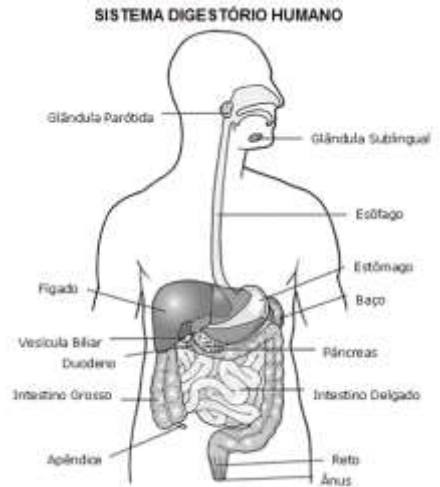
- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4
- E) 5.

FISIOLOGIA DOS VERTEBRADOS

01. SISTEMA DIGESTÓRIO

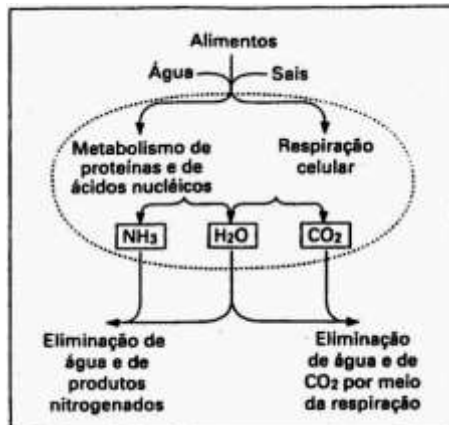
A digestão envolve a quebra de moléculas alimentares complexas em monômeros que podem ser absorvidos e utilizados pelas células. Na maioria dos animais, a digestão é extracelular, ocorrendo em sistema digestório tubular que possui diferentes regiões especializadas para as diferentes funções digestivas.

A transformação química dos alimentos acontece por processos mecânicos, como a mastigação, a deglutição e os movimentos peristálticos. Já a transformação química dos nutrientes ocorre pela ação das enzimas digestórias.

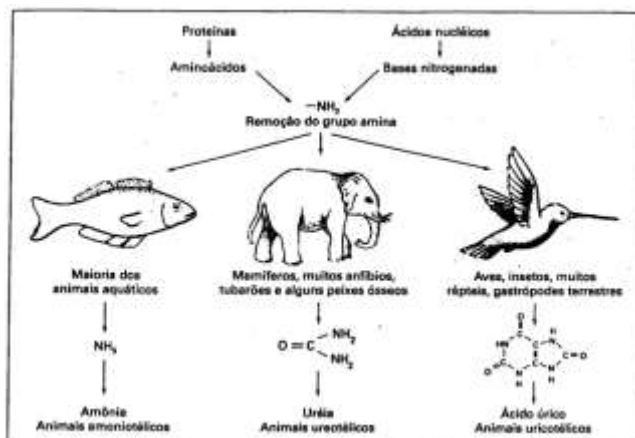


02. SISTEMA URINÁRIO

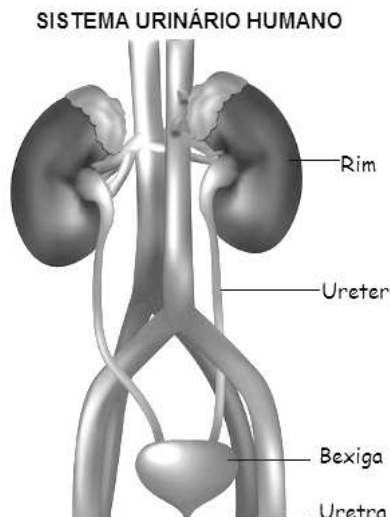
Os problemas de balanço de sais, água e excreção de nitrogênio que os animais enfrentam dependem do ambiente em que vivem. A manutenção das condições de normalidade, compatíveis com as necessidades do animal, é realizada por meio da excreção.



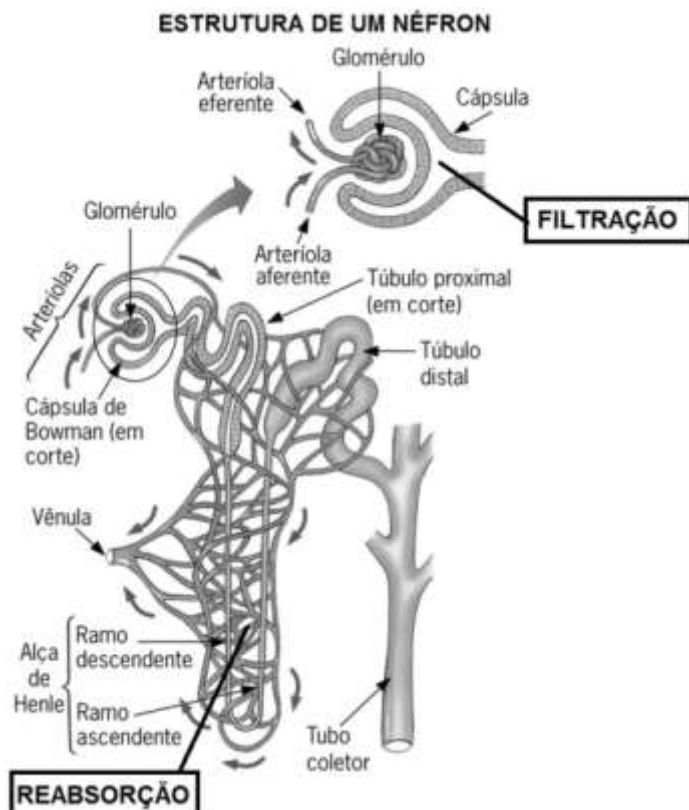
Todas as adaptações para essas funções empregam os mesmos mecanismos básicos: filtração dos fluidos corporais e secreção e reabsorção ativa de íons específicos.



O aparelho urinário tem a tarefa de separar do sangue as substâncias tóxicas ou em excesso e eliminá-las sob a forma de urina. Nos seres humanos, ele é composto de dois rins, dois ureteres, bexiga e uretra.



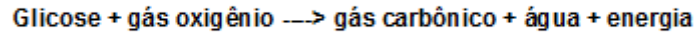
A urina se forma dentro dos rins, em estruturas chamadas **néfrons**, em três etapas: a filtração glomerular, a reabsorção renal e a secreção tubular. É na cápsula glomerular que ocorre a **filtração glomerular**, que consiste no extravasamento de parte do plasma sanguíneo do glomérulo renal para a cápsula glomerular. O líquido extravasado é chamado filtrado. Esse filtrado contém substâncias úteis ao organismo, como água, glicose, vitaminas, aminoácidos e sais minerais diversos. Mas contém também substâncias tóxicas ou inúteis ao organismo, como a ureia e o ácido úrico. Da cápsula glomerular, o filtrado passa para os túbulos renais. O processo em que há o retorno ao sangue das substâncias úteis ao organismo presentes no filtrado é chamado **reabsorção renal** e ocorre nos túbulos renais. Essas substâncias úteis que retornam ao sangue são retiradas do filtrado pelas células dos túbulos renais. Daí passam para os vasos capilares sanguíneos que envolvem esses túbulos. A **secreção tubular** ocorre em sentido oposto à reabsorção renal. Nesse processo, alguns produtos presentes no sangue são secretados, de maneira passiva ou ativa, para o interior do néfron para serem eliminados posteriormente na urina.



03. SISTEMA RESPIRATÓRIO

A maioria das células precisa de um constante suprimento de O_2 e de contínua remoção de CO_2 . Esses gases respiratórios são trocados entre os fluidos corporais de um animal e seu ambiente, sempre por difusão.

A função do oxigênio é reagir com a glicose, um os principais “combustíveis” utilizados pelas células vivas na respiração.



Essa reação ocorre no interior das células vivas, liberando a energia que garante a atividade dos nossos órgãos.

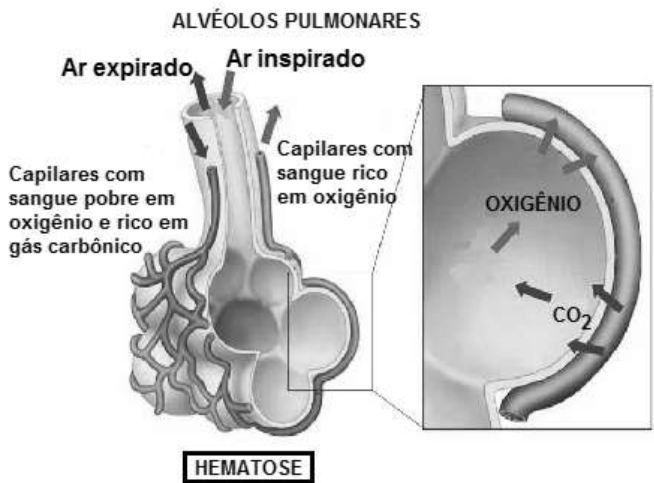
Os diversos sistemas respiratórios são adaptados aos diferentes ambientes, sejam eles terrestres ou aquáticos.



O sistema respiratório humano é formado pelos seguintes órgãos: nariz, cavidades nasais, faringe, laringe, traqueia, brônquios e pulmões.

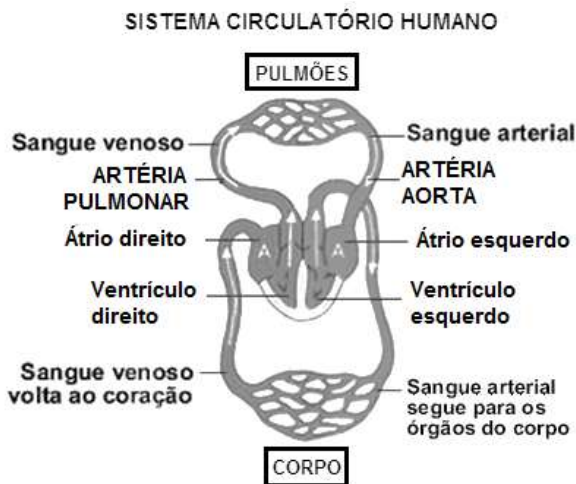


A **hematose**, troca gasosa, ocorre nos alvéolos pulmonares.



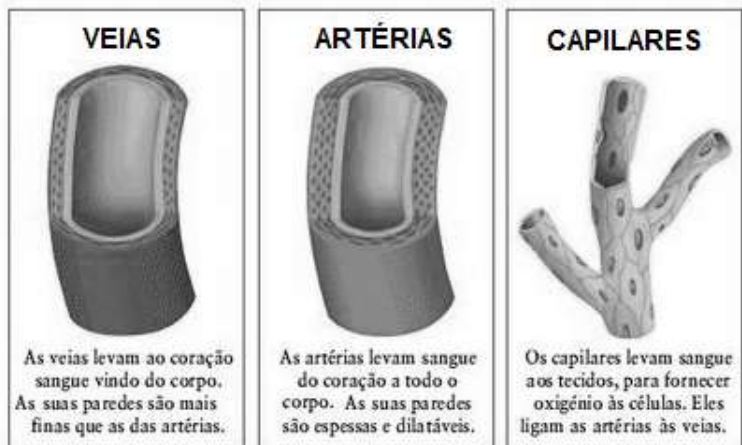
04. SISTEMA CARDIOVASCULAR

O sistema cardiovascular ou circulatório é formado pelo coração, pelos vasos sanguíneos e pelo sangue. A circulação do sangue permite o transporte e a distribuição de nutrientes, gás oxigênio e hormônios para as células de vários órgãos. O sangue também transporta resíduos do metabolismo para que possam ser eliminados do corpo.



No coração tetracavitário, o sangue que entra no átrio direito passa para o ventrículo direito e o sangue que entra no átrio esquerdo passa para o ventrículo esquerdo. Valvas impedem o retorno do sangue dos ventrículos para os átrios, durante as contrações do músculo cardíaco.

Existem três tipos básicos de vasos sanguíneos em nosso corpo: **artérias**, **veias** e **capilares**.



05. SISTEMA NERVOSO

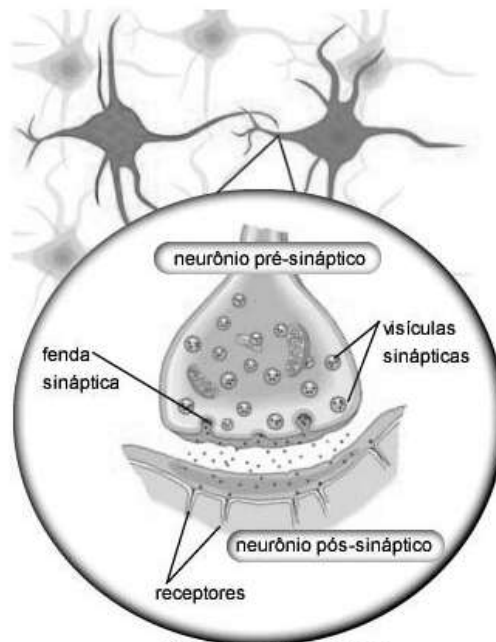
No sistema nervoso, a unidade morfológica e funcional é a célula nervosa ou neurônio, que recebe e transmite o impulso nervoso.



Um impulso nervoso é a transmissão de um estímulo dado ao longo da membrana do neurônio, a partir de seu ponto de aplicação. Os impulsos nervosos podem passar de uma célula a outra, criando assim uma cadeia de informação dentro de uma rede de neurônios.

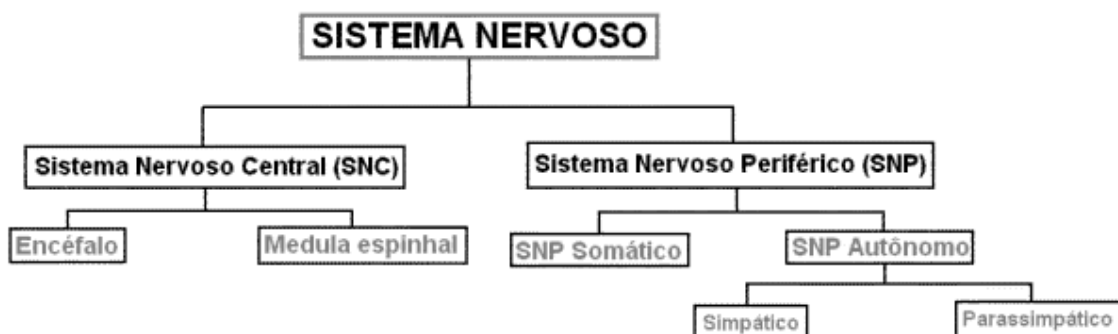
O sinal de um neurônio a outro ou de um neurônio para uma célula muscular é passado por meio de substâncias químicas, os neurotransmissores, em uma estrutura chamada sinapse. Aproximando-se do dendrito de outra célula, mas com uma fenda entre elas, o axônio libera os neurotransmissores, que ligam-se aos receptores químicos do neurônio seguinte e promove mudanças excitatórias ou inibitórias em sua membrana.

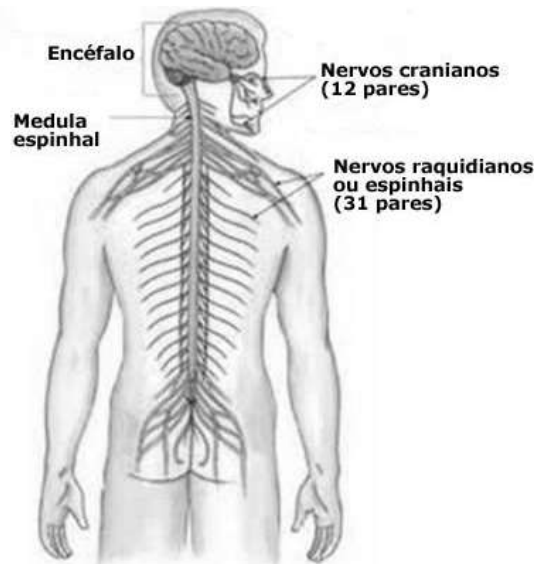
TRANSMISSÃO DO IMPULSO NERVOSO



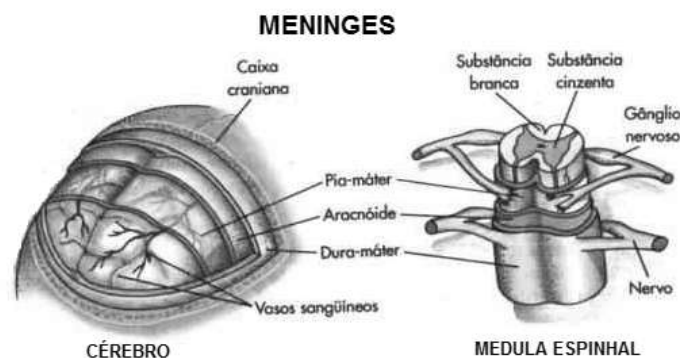
SINAPSE NEURONAL

O sistema nervoso humano divide-se da seguinte forma:





Os órgãos do SNC são protegidos pela caixa craniana, pela coluna vertebral e por membranas denominadas **meninges** (dura-máter, aracnoide e pia-máter). Entre a aracnoide e pia-máter há um espaço preenchido por um líquido denominado líquido cefalorraquidiano ou **líquor**.



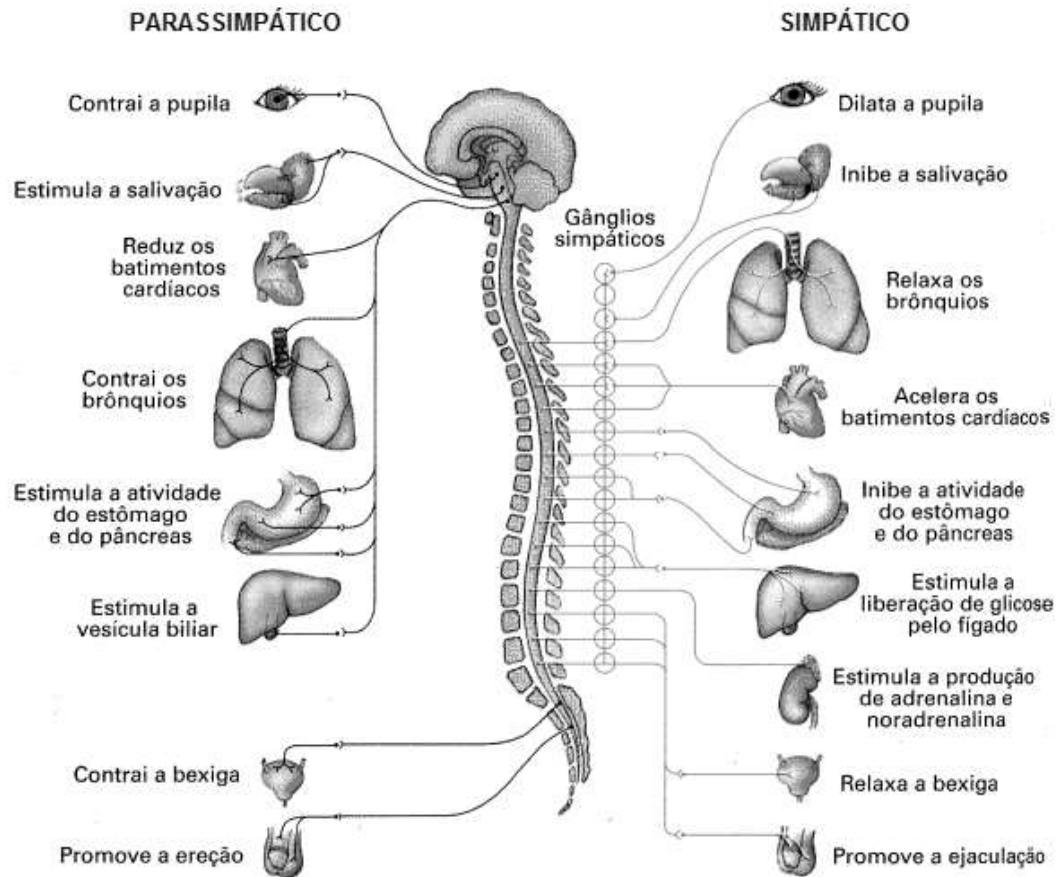
Estão relacionados ao **córtex cerebral** o pensamento, os movimentos voluntários, a linguagem, a percepção. O **cerebelo** é responsável pelo movimento, pelo equilíbrio, pela postura e pelo tônus muscular. No **tronco encefálico** estão o **bulbo**, a **ponte** e o **mesencéfalo**. Algumas destas áreas são responsáveis pelas funções básicas para a manutenção da vida como a respiração, o batimento cardíaco e a pressão arterial. O **sistema límbico** é um grupo de estruturas que inclui, entre outras, hipotálamo e tálamo. Estas áreas são muito importantes para a emoção e reações emocionais, memória e aprendizado.

O **sistema nervoso periférico (SNP)** é formado por nervos encarregados de fazer as ligações entre o sistema nervoso central e o corpo. **Nervo** é a reunião de várias fibras nervosas, que podem ser formadas de axônios ou de dendritos. Quando partem do encéfalo, os nervos são chamados de **cranianos**; quando partem da medula espinhal denominam-se **raquidianos**.

Com base na sua estrutura e função, o sistema nervoso periférico pode ainda subdividir-se em duas partes: o **sistema nervoso somático** e o **sistema nervoso autônomo**. As ações voluntárias estão sob o controle do sistema nervoso somático. Já as ações involuntárias são controladas pelo sistema nervoso autônomo.

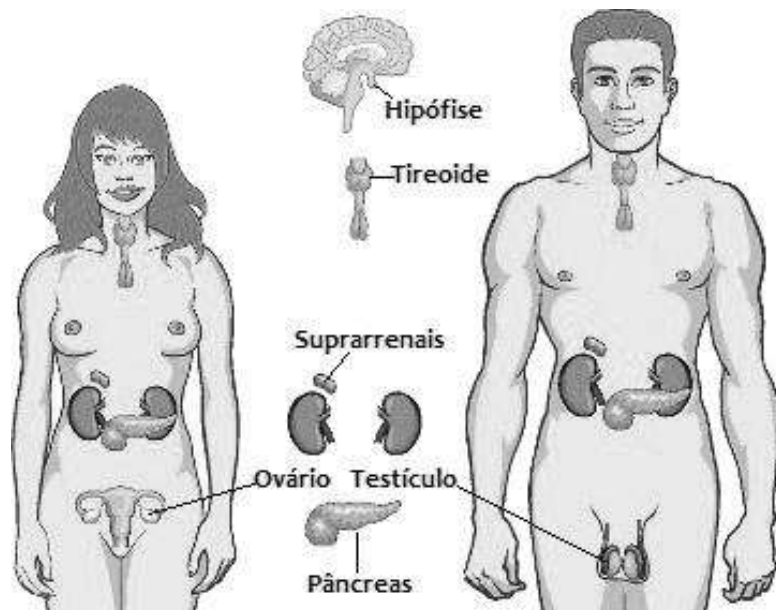
O **SNP Autônomo** ou Visceral funciona independentemente de nossa vontade e tem por função regular o ambiente interno do corpo, controlando a atividade dos sistemas digestório, cardiovascular, excretor e endócrino. O sistema nervoso autônomo divide-se em **sistema nervoso simpático** e **sistema nervoso parassimpático**. De modo geral, esses dois sistemas têm funções contrárias (antagônicas). Um corrige os excessos do outro. Uma das principais diferenças entre os nervos simpáticos e parassimpáticos é que as fibras pós-ganglionares dos dois sistemas normalmente secretam diferentes substâncias: acetilcolina no parassimpático e noradrenalina no simpático.

DIVISÕES DO SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO



06. SISTEMA ENDÓCRINO

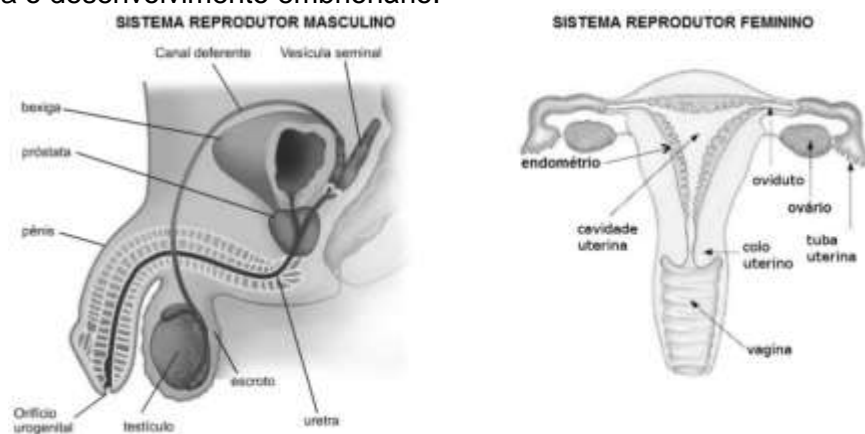
É composto pelas glândulas endócrinas, que produzem hormônios, substâncias químicas secretadas diretamente para a corrente sanguínea. Atuando como moléculas mensageiras, os hormônios circulam pelo sangue e atingem outros órgãos, onde exercerão seus efeitos.



GLÂNDULA	HORMÔNIO	PRINCIPAIS EFEITOS
NEUROIPÓFISE	Ocitocina	Estimula a contração das musculaturas do útero e das glândulas mamárias.
	Antidiurético	Promove a reabsorção de água pelos rins.
ADENOIPÓFISE	Somatotrofina	Estimula o crescimento geral do corpo; afeta o metabolismo das células.
	Prolactina	Promove a secreção de progesterona; estimula a produção e a secreção de leite.
	Folículo-estimulante	Estimula os folículos ovarianos, nas mulheres, e a espermatogênese, nos homens.
	Luteinizante	Estimula o corpo amarelo e a ovulação, nas mulheres, e as células intersticiais, nos homens.
	Tireotrofina	Estimula a tireoide a secretar seus hormônios.
	Adrenocorticotrófico	Estimula a secreção de glicocorticoides pelas glândulas adrenais.
TIREOIDE	Triiodotironina e tiroxina	Estimula e mantém os processos metabólicos.
	Calcitonina	Estimula a deposição de cálcio nos ossos, reduzindo a concentração de cálcio no sangue.
PARATIREOIDES	Paratormônio	Eleva a concentração de cálcio no sangue e estimula a liberação de cálcio dos ossos.
PÂNCREAS	Insulina	Estimula o armazenamento de glicose pelo fígado, reduzindo a concentração de glicose no sangue; estimula a síntese de proteínas.
	Glucagon	Estimula a quebra de glicogênio no fígado.
MEDULA DA ADRENAL	Adrenalina	Aumenta a concentração de glicose no sangue; causa vasoconstrição na pele, mucosas e rins.
	Noradrenalina	Acelera os batimentos cardíacos; causa vasoconstrição generalizada no corpo.
CÓRTEX DA ADRENAL	Glicocorticoides	Afetam o metabolismo de carboidratos; aumentam a concentração de glicose no sangue.
	Mineralocorticoides	Promovem a reabsorção de sódio e a excreção de potássio pelos rins.
TESTÍCULOS	Andrógenos	Estimulam a espermatogênese; desenvolvem e mantêm as características sexuais secundárias masculinas.
OVÁRIOS	Estrógenos	Estimulam o crescimento da mucosa uterina; desenvolvem e mantêm as características sexuais secundárias femininas.
	Progesterona e estrógenos	Promovem a continuação de crescimento da mucosa uterina.

07. SISTEMAS GENITAIS

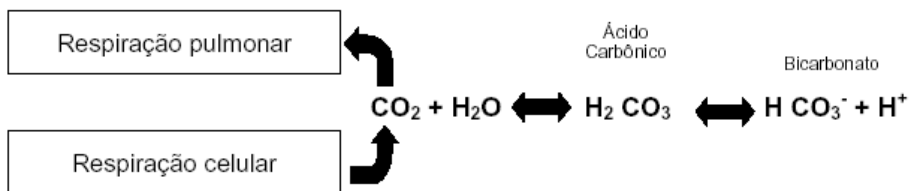
A reprodução sexuada, em todos os animais, depende da produção dos gametas feminino (óvulo) e masculino (espermatozoide), que se unem para formar o zigoto ou célula-ovo. A partir do zigoto começa o desenvolvimento embrionário.



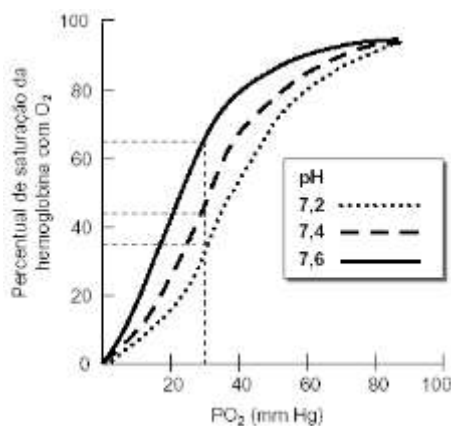
QUESTÕES OBJETIVAS

QUESTÃO 01 (UFMG 2009)

O pH do sangue pode ser afetado pela concentração de CO_2 de acordo com o esquema a seguir.



A afinidade da hemoglobina pelo oxigênio depende tanto da concentração relativa deste gás (PO_2) nos pulmões e nos tecidos quanto do pH do sangue, de acordo com o gráfico:

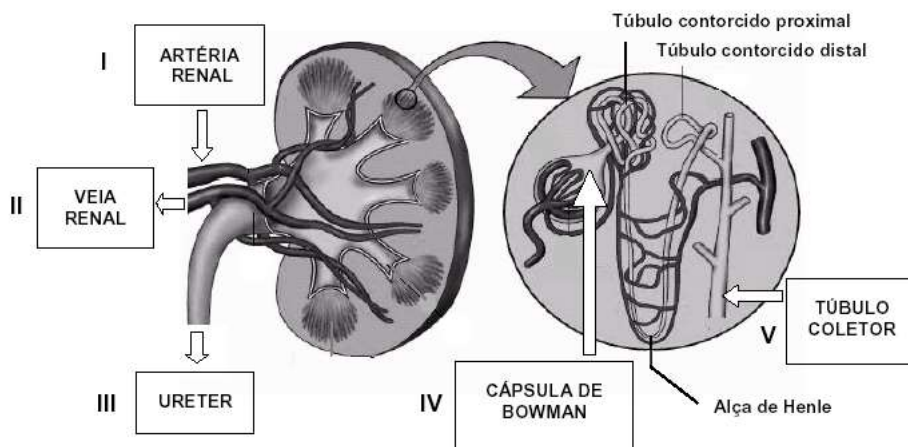


Analisando as informações acima de acordo com seus conhecimentos, é correto afirmar, **EXCETO**:

- A) A eliminação de CO_2 nos pulmões tende a alcalinizar o sangue aumentando a afinidade da hemoglobina pelo O_2 .
- B) O aumento da respiração pulmonar decorre do aumento das atividades físicas aeróbias e contribui para a manutenção do pH sanguíneo.
- C) A alcalinização do sangue favorece a liberação de oxigênio nos tecidos.
- D) A liberação de O_2 pelas hemácias pode ser influenciada pela redução da concentração de oxigênio (PO_2) nos tecidos.

QUESTÃO 02 (PUCMINAS 2009)

Na figura, está representada a estrutura anatômica de um rim humano e de um néfron.



Com base na figura e em seus conhecimentos sobre o funcionamento renal, é correto afirmar, **EXCETO**:

- A) O sangue coletado em II deve apresentar menor conteúdo de ureia e maior conteúdo de CO₂ do que o sangue coletado em I.
- B) A presença de glicose em I e IV é normal, mas sua presença em III e V é indicativo de hiperglicemia.
- C) O líquido coletado em III é normalmente mais concentrado do que o líquido coletado em IV.
- D) O aumento da permeabilidade do túbulo coletor contribui para aumentar a diurese, que torna o líquido coletado em III mais diluído.

QUESTÃO 03 (PUCMINAS 2010)

A vacinação é uma maneira de se prevenir contra doenças causadas por vírus ou bactérias.

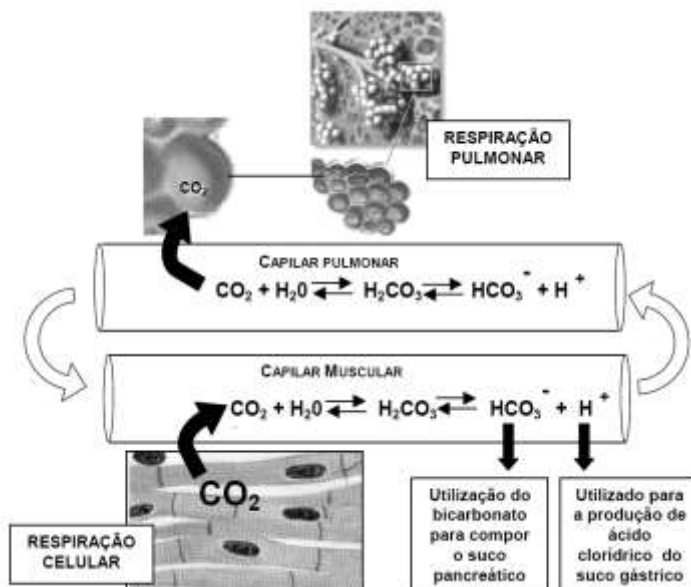


Observe o esquema anterior e marque a opção **INCORRETA**.

- A) Na recepção do antígeno, pela primeira vez, o tempo para a produção de anticorpos é maior, e sua quantidade é menor que no reforço.
- B) A imunização produzida em nosso organismo por vacinas é passiva, e normalmente a doença não se manifesta, nem mesmo de forma branda.
- C) A memória imunológica deixa o organismo preparado ou programado para reagir, mais prontamente, contra um determinado antígeno.
- D) Na recepção do mesmo antígeno pela segunda vez, o tempo de produção de anticorpos é menor, e a sua quantidade é maior.

QUESTÃO 04 (PUCMINAS 2010)

O esquema ilustra a difusão de gás carbônico para dentro e para fora dos capilares sanguíneos dos tecidos alimentados pela grande circulação e pela pequena circulação, respectivamente. De acordo com o esquema, as difusões podem deslocar o equilíbrio da reação de formação do ácido carbônico.

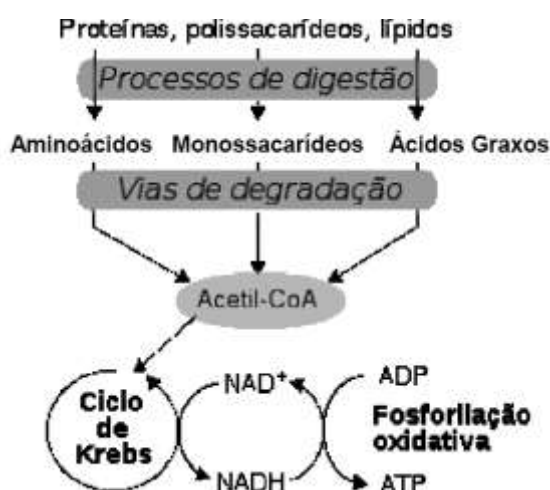


Com base no esquema, é **INCORRETO** afirmar:

- A) Nos capilares de tecidos com altas taxas de oxidação de componentes orgânicos, deve ocorrer acidificação do sangue.
- B) O aumento da frequência respiratória pulmonar decorrente de exercícios físicos é um mecanismo que favorece a acidificação sanguínea.
- C) Parte do CO₂ produzido na respiração celular pode ser liberada no intestino delgado.
- D) De uma maneira geral, deve-se esperar que o sangue venoso seja mais ácido que o sangue arterial.

QUESTÃO 05 (PUCMINAS 2010)

Uma encruzilhada metabólica celular interessante, que leva à liberação de energia química para diversos metabolismos celulares, está representada abaixo.



É **INCORRETO** afirmar:

- A) O alimento que ingerimos fornece macromoléculas que devem ser hidrolizadas em menores por enzimas digestivas, para a absorção intestinal.
- B) Aminoácidos, monossacarídeos e ácidos graxos podem ser usados na respiração celular, e os elétrons removidos são transportados na cadeia respiratória.
- C) Carboidratos e ácidos graxos podem ser completamente degradados por processos fermentativos, liberando, contudo, menos energia que a respiração dos mesmos.
- D) O ciclo de Krebs é um ponto de encontro de diferentes caminhos metabólicos representando uma economia no número de enzimas para a oxidação completa de diferentes nutrientes.

QUESTÃO 06 (ENEM 2010)

Para explicar a absorção de nutrientes, bem como a função das microvilosidades das membranas das células que revestem as paredes internas do intestino delgado, um estudante realizou o seguinte experimento: Colocou 200 ml de água em dois recipientes. No primeiro recipiente, mergulhou, por 5 segundos, um pedaço de papel liso, como na FIGURA 1; no segundo recipiente, fez o mesmo com um pedaço de papel com dobras simulando as microvilosidades. Conforme FIGURA 2. Os dados obtidos foram: a quantidade de água absorvida pelo papel liso foi de 8 ml, enquanto pelo papel dobrado foi de 12 ml.

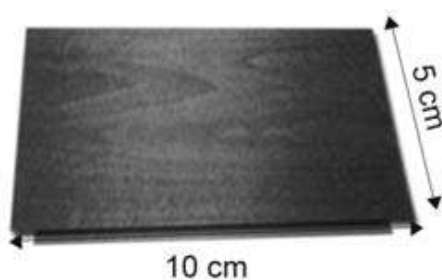


FIGURA 1

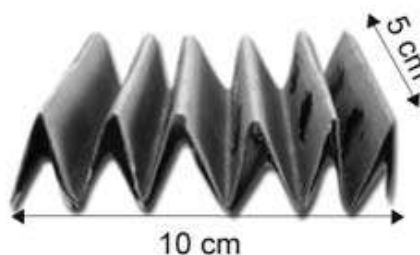


FIGURA 2

Com base nos dados obtidos, infere-se que a função das microvilosidades intestinais com relação à absorção de nutrientes pela células das paredes internas do intestino é de:

- A) manter o volume de absorção.
- B) aumentar a superfície de absorção.
- C) diminuir a velocidade de absorção.
- D) aumentar o tempo de absorção.
- E) manter a seletividade na absorção.

QUESTÃO 07 (ENEM 2011)

A produção de soro antiofídico é feita por meio da extração da peçonha de serpentes que, após tratamento, é introduzida em um cavalo. Em seguida são feitas sangrias para avaliar a concentração de anticorpos produzidos pelo cavalo. Quando essa concentração atinge o valor desejado, é realizada a sangria final para obtenção do soro. As hemácias são devolvidas ao animal, por meio de uma técnica denominada plasmaferese, a fim de reduzir os efeitos colaterais provocados pela sangria.

Disponível em: <http://www.infobibos.com>. Acesso em: 28 abr. 2010 (adaptado).

A plasmaferese é importante, pois, se o animal ficar com uma baixa quantidade de hemácias, poderá apresentar

- A) febre alta e constante.
- B) redução de imunidade.
- C) aumento da pressão arterial.
- D) quadro de leucemia profunda.
- E) problemas no transporte de oxigênio.

QUESTÃO 08 (ENEM 2011)

Um paciente deu entrada em um pronto-socorro apresentando os seguintes sintomas: cansaço, dificuldade em respirar e sangramento nasal. O médico solicitou um hemograma ao paciente para definir um diagnóstico. Os resultados estão dispostos na tabela:

Constituinte	Número normal	Paciente
Glóbulos vermelhos	4,8 milhões/mm ³	4 milhões/mm ³
Glóbulos brancos	(5 000 – 10 000)/mm ³	9 000/mm ³
Plaquetas	(250 000 – 400 000)/mm ³	200 000/mm ³

TORTORA, G. J. Corpo Humano: fundamentos de anatomia e fisiologia. Porto Alegre: Artmed, 2000 (adaptado).

Relacionando os sintomas apresentados pelo paciente com os resultados de seu hemograma, constata-se que

- A) o sangramento nasal é devido à baixa quantidade de plaquetas, que são responsáveis pela coagulação sanguínea.
- B) o cansaço ocorreu em função da quantidade de glóbulos brancos, que são responsáveis pela coagulação sanguínea.
- C) a dificuldade respiratória decorreu da baixa quantidade de glóbulos vermelhos, que são responsáveis pela defesa imunológica.
- D) o sangramento nasal é decorrente da baixa quantidade de glóbulos brancos, que são responsáveis pelo transporte de gases no sangue.
- E) a dificuldade respiratória ocorreu pela quantidade de plaquetas, que são responsáveis pelo transporte de oxigênio no sangue.

QUESTÃO 09 (ENEM 2012)



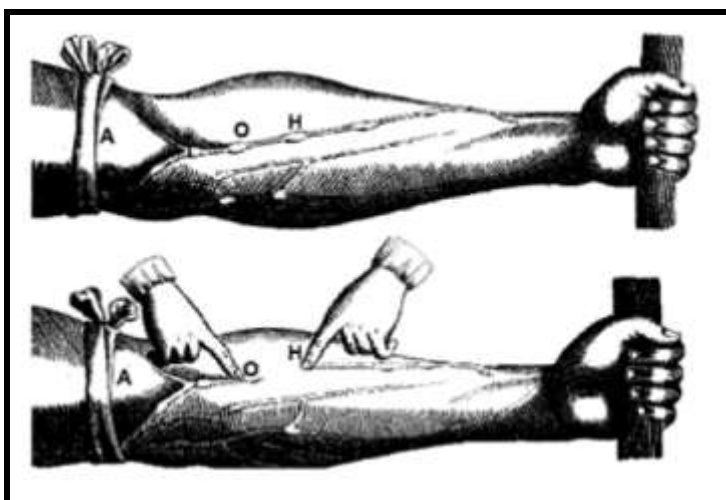
Davis, J. Garfield está de dieta. Porto alegre: L & PM, 2006.

A condição física apresentada pelo personagem da tirinha é um fator de risco que pode desencadear doenças como

- A) anemia. B) beribéri. C) diabetes. D) escorbuto. E) fenilcetonúria.

QUESTÃO 10 (ENEM 2013)

A imagem representa uma ilustração retirada do livro *De Motu cordis*, de autoria do médico inglês William Harvey, que fez importantes contribuições para o entendimento do processo de circulação do sangue no corpo humano. No experimento ilustrado, Harvey, após aplicar um torniquete (A) no braço de um voluntário e esperar alguns vasos incharem, pressionava-os em um ponto (H). Mantendo o ponto pressionado, deslocava o conteúdo de sangue em direção ao cotovelo, percebendo que um trecho do vaso sanguíneo permanecia vazio após esse processo (H-O).



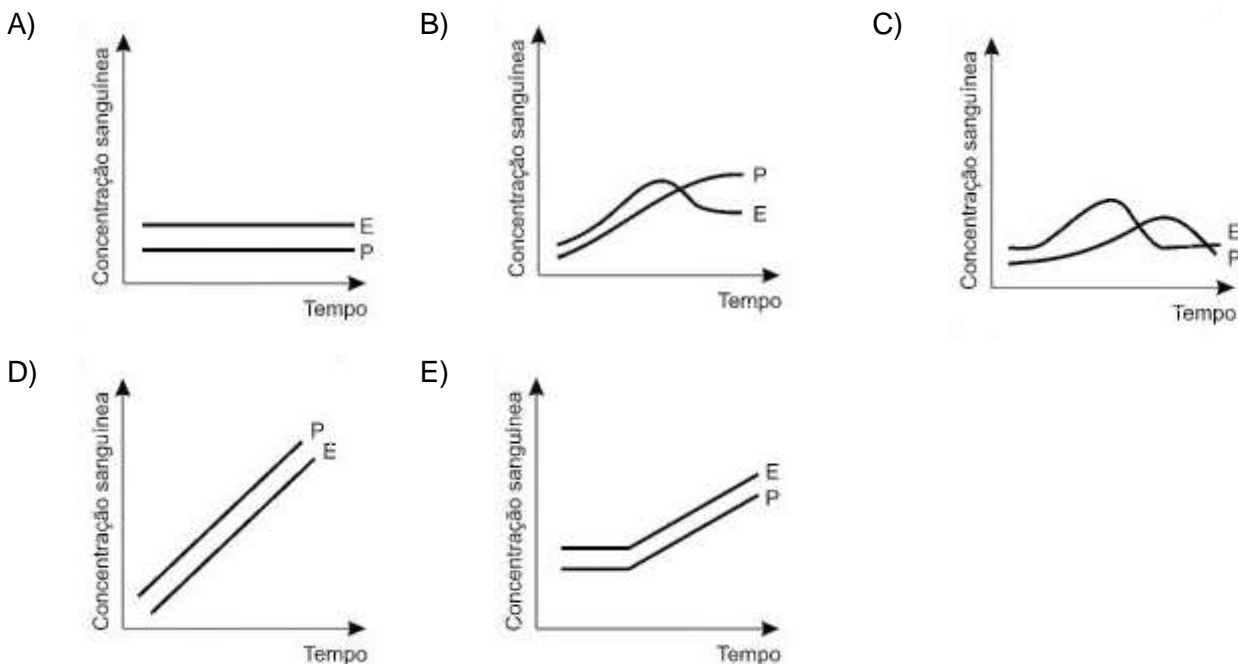
A demonstração de Harvey permite estabelecer a relação entre circulação sanguínea e

- A) pressão arterial.
B) válvulas venosas.
C) circulação linfática.
D) contração cardíaca.
E) transporte de gases.

QUESTÃO 11 (ENEM 2013)

A pílula anticoncepcional é um dos métodos contraceptivos de maior segurança, sendo constituída basicamente de dois hormônios sintéticos semelhantes aos hormônios produzidos pelo organismo feminino, o estrogênio (E) e a progesterona (P). Em um experimento médico, foi analisado o sangue de uma mulher que ingeriu ininterruptamente um comprimido desse medicamento por dia durante seis meses.

Qual gráfico representa a concentração sanguínea desses hormônios durante o período do experimento?



QUESTÃO 12 (PUCMINAS 2013)

Em um experimento para se demonstrar a digestão de amido, preparou-se um pouco de goma de amido, utilizando-se de farinha de trigo e, depois, foram utilizados quatro tubos de ensaio, colocando-se neles os ingredientes a seguir:

TUBO 1	TUBO 2	TUBO 3	TUBO 4
GOMA DE AMIDO	GOMA DE AMIDO E SALIVA	GOMA DE AMIDO, SALIVA E HCl	GOMA DE AMIDO E SALIVA FERVIDAS

Colocando-se um pouco de solução diluída de lugol (solução de iodo que cora de azul especificamente o amido) em cada tubo, é **INCORRETO** dizer que o tubo:

- A) 1 fique azulado, por falta da enzima digestiva específica.
- B) 2 não fique azulado, pois ocorrerá digestão do polissacarídeo.
- C) 3 fique azulado, pois o meio é ácido desfavorecendo a ação da enzima digestiva.
- D) 4 não fique azulado, pois o processo digestivo ocorrerá com maior intensidade.

QUESTÃO 13 (PUCMINAS 2013)

Nos seres humanos, os músculos trabalham para manter a vida vegetativa e a vida de relação com o meio ambiente. A seguir são feitas relações entre os tipos de tecido muscular e as funções por eles desempenhadas.

Assinale a relação **INCORRETA** entre o tipo de tecido muscular e sua função.

TIPO MUSCULAR	EXEMPLO DE FUNÇÃO DESEMPENHADA
A) Estriado esquelético	Executar movimentos voluntários como correr, tocar violão e gerar movimentos respiratórios.
B) Liso	Executar a movimentação do alimento ao longo do trato gastrointestinal e a constrição de vasos sanguíneos.
C) Estriado esquelético	Fornecer força contrátil para a maioria de nossos órgãos internos, os quais estão sob controle do sistema nervoso autônomo.
D) Estriado cardíaco	Realizar o movimento cardíaco, mesmo sem o comando do sistema nervoso central, facilitando a realização de transplantes cardíacos.

QUESTÃO 14 (PUCMINAS 2013)

O ciclo sexual feminino pode ser didaticamente separado em duas etapas distintas e ao mesmo tempo relacionadas: a ovariana e a uterina. A regularidade com que se repetem os ciclos sexuais se deve à ação de hormônios.

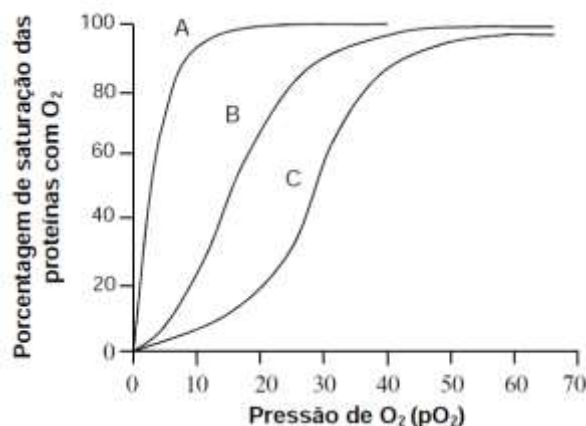
A esse respeito, é **INCORRETO** afirmar:

- A) O estrógeno produzido pelo folículo é responsável pelo espessamento do endométrio durante a primeira fase do ciclo ovariano.
- B) Na ausência da fecundação, haverá aumento na produção de estrógeno e progesterona no ovário, a mucosa uterina se descama e ocorre a menstruação.
- C) O FSH provoca a maturação do folículo, e o LH estimula a transformação do folículo em corpo amarelo no qual ocorre a secreção de progesterona.
- D) A progesterona secretada no ovário produz intensa vascularização do endométrio na fase pós-ovulatória.

QUESTÃO 15 (PUCMINAS 2013)

Os seres humanos podem apresentar três diferentes proteínas com capacidade de ligar o oxigênio. São elas: a hemoglobina A, que está envolvida com o transporte de oxigênio no sangue de indivíduos após o nascimento; a mioglobina, presente no interior de células dos músculos esqueléticos e cardíaco; a hemoglobina F, presente somente no estágio fetal e por muito pouco tempo após o nascimento.

O gráfico a seguir representa a capacidade de ligar oxigênio dessas três proteínas em função das pressões parciais de oxigênio (pO_2) no organismo.



As curvas **A**, **B** e **C** no gráfico representam, respectivamente, a capacidade de ligar oxigênio das proteínas:

- A) hemoglobina A, hemoglobina F e mioglobina.
- B) mioglobina, hemoglobina F e hemoglobina A.
- C) hemoglobina F, hemoglobina A e mioglobina.
- D) hemoglobina A, mioglobina e hemoglobina F.

QUESTÃO 16 (PUCMINAS 2013)

Doenças como o mal de *Alzheimer* (que provoca deterioração das funções cerebrais, como perda de memória, da linguagem, da razão e da habilidade de cuidar de si próprio), o mal de Parkinson (que se caracteriza por uma desordem progressiva no controle dos movimentos) bem como os efeitos da aterosclerose (afetando reconhecimento e memória de curto prazo) chamam a atenção sobre importantes funções do Sistema Nervoso Central (SNC). Contudo outras funções do SNC não são tão óbvias.

Abaixo estão listadas algumas funções orgânicas.

- I. Produzir hormônio envolvido com o controle hídrico no organismo.
- II. Controlar a ação de músculos esqueléticos voluntários bem como involuntários.
- III. Controlar o pH sanguíneo e a temperatura corporal.
- IV. Produzir tensões que representam sensações desagradáveis para o indivíduo.
- V. Produzir reflexos condicionados e participar do arco reflexo simples.

São funções desempenhadas pelo SNC:

- A) I, II, IV e V apenas.
- B) II, IV e V apenas.
- C) I, III e IV apenas.
- D) I, II, III, IV e V.

QUESTÃO 17 (ENEM 2014)

Um pesquisador percebe que o rótulo de um dos vidros em que guarda um concentrado de enzimas digestivas está ilegível. Ele não sabe qual enzima o vidro contém, mas desconfia de que seja uma protease gástrica, que age no estômago digerindo proteínas. Sabendo que a digestão no estômago é ácida e no intestino é básica, ele monta cinco tubos de ensaio com alimentos diferentes, adiciona o concentrado de enzimas em soluções com pH determinado e aguarda para ver se a enzima age em algum deles.

O tubo de ensaio em que a enzima deve agir para indicar que a hipótese do pesquisador está **CORRETA** é aquele que contém

- A) cubo de batata em solução com pH = 9
- B) pedaço de carne em solução com pH = 5
- C) clara de ovo cozida em solução com pH = 9
- D) porção de macarrão em solução com pH = 5
- E) bolinha de manteiga em solução com pH = 9

QUESTÃO 18 (PUCMINAS 2014)

Um professor de biologia explicava o perigo do veneno injetado pela ferroada do escorpião *Tityus serrulatus* (muito comum no Sudeste do país), principalmente para crianças pequenas. Quando informados de que a única terapia segura consistia na rápida administração de soro contra o veneno de escorpião (dito antiescorpiônico), alguns estudantes perguntaram se não seria melhor desenvolver e aplicar uma vacina.

Sobre os soros e as vacinas, assinale a afirmativa **INCORRETA**.

- A) Apenas as vacinas têm capacidade imunizadora para o organismo de animais que as recebem.
- B) Os soros não são eficientes por longos períodos de tempo após sua administração, podendo inclusive estimular a produção de anticorpos contra eles.
- C) Vacinar grandes contingentes populacionais contra eventos pouco frequentes como os acidentes com escorpiões pode representar desvio de recurso que poderiam ser melhor utilizados em saúde pública.
- D) O organismo vacinado demora algum tempo para estimular o desenvolvimento de memórias imunológicas necessárias para combater agentes tóxicos específicos.

QUESTÃO 19 (PUCMINAS 2014)

Um dos primeiros relatos de diabetes data do ano 70 d.C., na Grécia, em que os afetados eram retratados como pessoas que apresentavam grande volume de urina e sentiam muita sede. Hoje o termo diabetes faz referência a diferentes distúrbios orgânicos como os descritos a seguir.

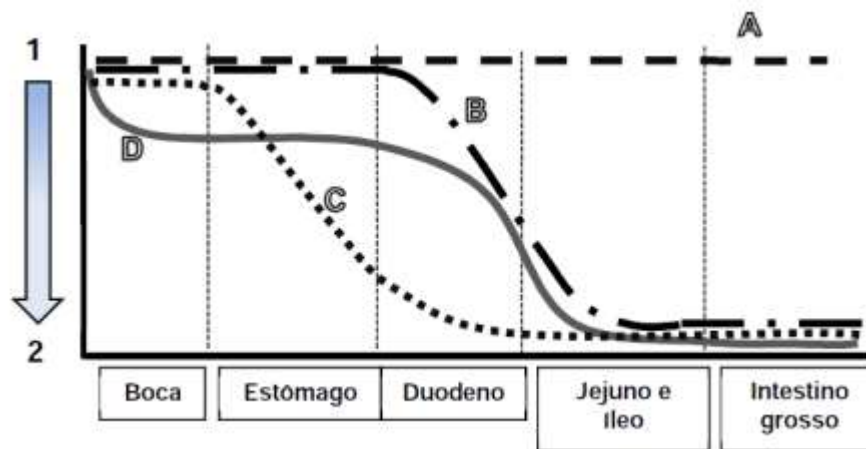
- Diabetes *Mellitus* Tipo 1 → É resultante da destruição, por autoanticorpos, das células betapancreáticas levando à deficiência na produção de insulina.
- Diabetes *Mellitus* Tipo 2 → Nesse distúrbio, a insulina pode ser produzida normalmente, porém sua ação está dificultada pela resistência insulínica no tecido alvo.
- Diabetes *Insipidus* → Distúrbio caracterizado por sede excessiva, aumento no volume e na frequência urinária e desidratação devido à deficiência do hormônio antidiurético (ADH) ou de receptores renais para esse hormônio.

Com base nas informações e em seus conhecimentos sobre o assunto, é **INCORRETO** afirmar que:

- A) apenas dois dos distúrbios descritos têm como característica a hiperglicemia.
- B) a deficiência de ADH induz o aumento da permeabilidade nos túbulos coletores renais.
- C) a incapacidade de reabsorver toda a glicose filtrada nos rins afeta o trabalho osmótico renal.
- D) a osmolaridade plasmática é regulada pela sensação de sede e pela secreção de ADH, que também apresenta efeito vasoconstritor.

QUESTÃO 20 (PUCMINAS 2014)

O gráfico representa a degradação que se processa na direção indicada pela seta (de 1 para 2) de diferentes moléculas (A, B, C e D) presentes nos alimentos, ao longo de diferentes compartimentos do tubo digestório humano.

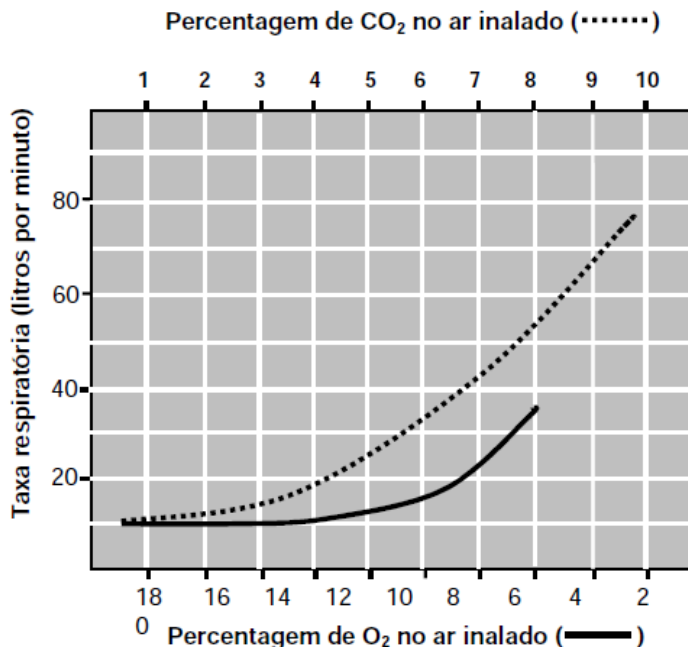


Assinale a afirmativa **INCORRETA**.

- A) A e D podem ser dois polissacarídeos de origem vegetal, sendo o primeiro estrutural e o segundo energético.
- B) A degradação de B é realizada por enzimas com capacidade emulsionante produzidas pelo fígado e liberadas no duodeno.
- C) A degradação de C produz oligopeptídeos e posteriormente aminoácidos, mas somente os últimos são normalmente absorvidos no intestino delgado.
- D) Diferentes enzimas atuam sobre C e outras sobre D em diferentes porções do tubo digestório.

QUESTÃO 21 (PUCMINAS 2014)

Quimiorreceptores no bulbo cerebral são sensíveis à pressão parcial de dióxido de carbono (PCO_2), enquanto quimiorreceptores localizados na aorta e carótida são sensíveis ao oxigênio no sangue (PO_2). Esses receptores respondem à variação na concentração desses gases na corrente sanguínea controlando a atividade dos músculos respiratórios, afetando a taxa respiratória pulmonar. O gráfico representa as variações na taxa respiratória em função de variações na porcentagem de CO_2 e de O_2 no ar inalado.



Com base nas informações e outros conhecimentos sobre o assunto, é **INCORRETO** afirmar:

- A) O aumento de O_2 no sangue venoso estimula receptores sensíveis ao PO_2 determinando aumento da taxa respiratória para até 35 litros por minuto.
- B) A taxa respiratória é mais influenciada pelo aumento da PCO_2 do que pelo decréscimo do PO_2 sanguíneo.
- C) O aumento de atividade física deve ter efeito estimulante sobre os dois tipos de receptores, para PO_2 e para PCO_2 .
- D) Os receptores aórticos e carotídeos podem estimular aumentos na taxa respiratória durante a exposição a altitudes elevadas.

QUESTÃO 22 (ENEM 2015)

Durante a aula, um professor apresentou uma pesquisa nacional que mostrava que o consumo de sódio pelos adolescentes brasileiros é superior ao determinado pela Organização Mundial da Saúde. O professor, então, destacou que esse hábito deve ser evitado. A doença associada a esse hábito é a

- A) obesidade.
- B) osteoporose.
- C) diabetes tipo II.
- D) hipertensão arterial.
- E) hipercolesterolemia.

QUESTÃO 23 (ENEM 2015)

Uma enzima foi retirada de um dos órgãos do sistema digestório de um cachorro e, após ser purificada, foi diluída em solução fisiológica e distribuídas em três tubos de ensaio com os seguintes conteúdos:

- Tubo 1: carne
- Tubo 2: macarrão
- Tubo 3: banha

Em todos os tubos foi adicionado ácido clorídrico (HCl), e o pH da solução baixou para um valor próximo a 2. Além disso, os tubos foram mantidos por duas horas a uma temperatura de 37 °C. A digestão do alimento ocorreu somente no tubo 1.

De qual órgão do cachorro a enzima foi retirada?

- A) Fígado. B) Pâncreas. C) Estômago. D) Vesícula biliar. E) Intestino delgado.

QUESTÃO 24 (ENEM 2015)

De acordo com estatísticas do Ministério da Saúde, cerca de 5% das pessoas com dengue hemorrágica morrem. A dengue hemorrágica tem como base fisiopatológica uma resposta imune anômala, causando aumento da permeabilidade de vasos sanguíneos, queda da pressão arterial e manifestações hemorrágicas, podendo ocorrer manchas vermelhas na pele e sangramento pelo nariz, boca e gengivas.

O hemograma do paciente pode apresentar como resultado leucopenia (diminuição do número de glóbulos brancos), linfocitose (aumento do número de linfócitos), aumento do hematócrito e trombocitopenia (contagem de plaquetas abaixo de 100 000/mm³).

Disponível em: www.ciencianews.com.br. Acesso em: 28 fev. 2012 (adaptado).

Relacionando os sintomas apresentados pelo paciente com dengue hemorrágica e os possíveis achados do hemograma, constata-se que

- A) as manifestações febris ocorrem em função da diminuição dos glóbulos brancos, uma vez que estes controlam a temperatura do corpo.
- B) a queda na pressão arterial é ocasionada pelo aumento do número de linfócitos, que têm como função principal a produção de anticorpos.
- C) o sangramento pelo nariz, pela boca e gengiva é ocasionado pela quantidade reduzida de plaquetas, que são responsáveis pelo transporte de oxigênio.
- D) as manifestações hemorrágicas estão associadas à trombocitopenia, uma vez que as plaquetas estão envolvidas na cascata de coagulação sanguínea.
- E) os sangramentos observados ocorrem em função da linfocitose, uma vez que os linfócitos são responsáveis pela manutenção da integridade dos vasos sanguíneos.

QUESTÃO 25 (ENEM 2016)

Portadores de diabetes *insipidus* reclamam da confusão feita pelos profissionais da saúde quanto aos dois tipos de diabetes: mellitus e *insipidus*. Enquanto o primeiro tipo está associado aos níveis ou à ação da insulina, o segundo não está ligado à deficiência desse hormônio. O diabetes *insipidus* é caracterizado por um distúrbio na produção ou no funcionamento do hormônio antidiurético (na sigla em inglês, ADH), secretado pela neuro-hipófise para controlar a reabsorção de água pelos túbulos renais.

Tendo em vista o papel funcional do ADH, qual é um sintoma clássico de um paciente acometido por diabetes *insipidus*?

- A) Alta taxa de glicose no sangue.
- B) Aumento da pressão arterial.
- C) Ganho de massa corporal.
- D) Anemia Crônica.
- E) Desidratação.

QUESTÃO 26 (ENEM 2016 - 2ª aplicação)

O eletrocardiograma, exame utilizado para avaliar o estado do coração de um paciente, trata-se do registro da atividade elétrica do coração ao longo de um certo intervalo de tempo. A figura representa o eletrocardiograma de um paciente adulto, descansado, não fumante, em um ambiente com temperatura agradável. Nessas condições, é considerado normal um ritmo cardíaco entre 60 e 100 batimentos por minuto.



Com base no eletrocardiograma apresentado, identifique-se que a frequência cardíaca do paciente é:

- A) normal
- B) acima do valor ideal
- C) abaixo do valor ideal
- D) próxima do limite inferior
- E) próxima do limite superior

QUESTÃO 27 (ENEM 2017)

A retina é um tecido sensível à luz, localizado na parte posterior do olho, onde ocorre o processo de formação de imagem. Nesse tecido, encontram-se vários tipos celulares específicos. Um desses tipos celulares são os cones, os quais convertem os diferentes comprimentos de onda da luz visível em sinais elétricos, que são transmitidos pelo nervo óptico até o cérebro.

Disponível em: www.portaldaretina.com.br. Acesso em: 13 jun. 2012 (adaptado).

Em relação à visão, a degeneração desse tipo celular irá

- A) comprometer a capacidade de visão em cores.
- B) impedir a projeção dos raios luminosos na retina.
- C) provocar a formação de imagens invertidas na retina.
- D) causar dificuldade de visualização de objetos próximos.
- E) acarretar a perda da capacidade de alterar o diâmetro da pupila.

QUESTÃO 28 (ENEM 2018)

Para serem absorvidos pelas células do intestino humano, os lipídios ingeridos precisam ser primeiramente emulsificados. Nessa etapa da digestão, torna-se necessária a ação dos ácidos biliares, visto que os lipídios apresentam uma natureza apolar e são insolúveis em água.

Esses ácidos atuam no processo de modo a

- A) hidrolisar os lipídios.
- B) agir como detergentes.
- C) tornar os lipídios anfifílicos.
- D) promover a secreção de lipases.
- E) estimular o trânsito intestinal dos lipídios.

QUESTÃO 29 (ENEM 2018)

Anabolismo e catabolismo são processos celulares antagônicos, que são controlados principalmente pela ação hormonal. Por exemplo, no fígado a insulina atua como um hormônio com ação anabólica, enquanto o glucagon tem ação catabólica e ambos são secretados em resposta ao nível de glicose sanguínea.

Em caso de um indivíduo com hipoglicemia, o hormônio citado que atua no catabolismo induzirá o organismo a

- A) realizar a fermentação láctica.
- B) metabolizar aerobicamente a glicose.
- C) produzir aminoácidos a partir de ácidos graxos.
- D) transformar ácidos graxos em glicogênio.
- E) estimular a utilização do glicogênio.

QUESTÃO 30 (ENEM PPL 2019)

Em uma atividade prática, um professor propôs o seguinte experimento:

Materiais: copo plástico pequeno, leite e suco de limão.

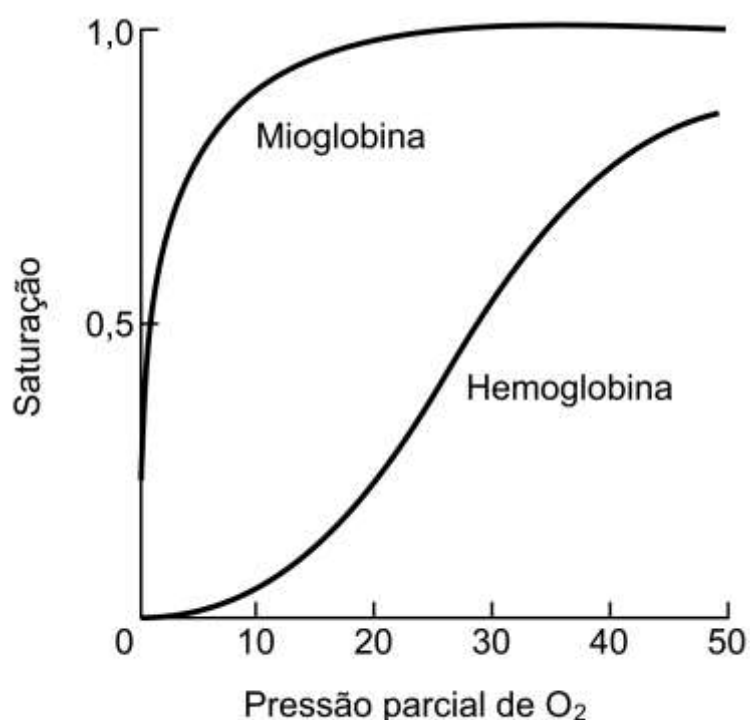
Procedimento: coloque leite até a metade do copo plástico e, em seguida, adicione lentamente 20 gotas de limão.

Levando-se em consideração a faixa de pH do suco de limão, a composição biomolecular do leite e os resultados que os alunos observariam na realização do experimento, qual processo digestório estaria sendo simulado?

- A) Ação da bile sobre as gorduras no duodeno.
- B) Ação do suco pancreático sobre as gorduras.
- C) Ação da saliva sobre os carboidratos na boca.
- D) Ação do suco entérico sobre as proteínas no íleo.
- E) Ação do suco gástrico sobre as proteínas no estômago.

QUESTÃO 31 (ENEM PPL 2019)

A figura mostra a curva de saturação da hemoglobina e da mioglobina em função da pressão parcial de oxigênio e reflete a afinidade de cada proteína pelo oxigênio. Embora ambas sejam hemoproteínas ligantes de oxigênio, a hemoglobina transporta oxigênio dos pulmões para os tecidos pela corrente sanguínea, e a mioglobina se liga ao oxigênio dentro das células musculares.



Disponível em: <http://divingphysiology.files.wordpress.com>.
Acesso em: 28 fev. 2012 (adaptado).

De que forma a oxigenação dos tecidos será afetada em indivíduos sem o gene da mioglobina?

- A) A concentração de oxigênio no sangue diminuirá.
- B) A capacidade de produção de hemoglobina diminuirá.
- C) A distribuição do oxigênio por todo o organismo será homogênea.
- D) A transferência do oxigênio do sangue para o tecido muscular será prejudicada.
- E) A hemoglobina do tecido muscular apresentará maior afinidade que a presente no sangue.

QUESTÃO 32 (ENEM 2019)

O “The Kidney Project” é um projeto realizado por cientistas que pretendem desenvolver um rim biônico que executará a maioria das funções biológicas do órgão. O rim biônico possuirá duas partes que incorporam recentes avanços de nanotecnologia, filtração de membrana e biologia celular. Esse projeto significará uma grande melhoria na qualidade de vida para aquelas pessoas que dependem da hemodiálise para sobrevivência.

Disponível em: <https://pharm.ucsf.edu>. Acesso em: 26 abr. 2019 (adaptado).

O dispositivo criado promoverá diretamente a

- A) remoção de ureia.
- B) excreção de lipídios.
- C) síntese de vasopressina.
- D) transformação de amônia.
- E) fabricação de aldosterona.

QUESTÃO 33 (ENEM 2019)

A eritropoetina (EPO) é um hormônio endógeno secretado pelos rins que influencia a maturação dos eritrócitos. Suas formas recombinantes, sintetizadas em laboratório, têm sido usadas por alguns atletas em esportes de resistência na busca por melhores resultados. No entanto, a administração da EPO recombinante no esporte foi proibida pelo Comitê Olímpico Internacional e seu uso considerado *doping*.

MARTELLI, A. Eritropoetina: síntese e liberação fisiológica e o uso de sua forma recombinante no esporte. *Perspectivas Online: biológicas & saúde*, v. 10, n. 3, 2013 (adaptado).















Uma influência que esse doping poderá exercer na melhoria da capacidade física desses atletas está relacionada ao transporte de

- A) lipídios, para aumento do gasto calórico.
- B) ATP, para aumento da síntese hormonal.
- C) oxigênio, para aumento da produção de ATP.
- D) proteínas, para aumento da massa muscular.
- E) vitamina C, para aumento da integridade dos vasos sanguíneos.

GENÉTICA

A Genética é a divisão da biologia que estuda a forma como se transmitem as características biológicas de geração para geração. O austríaco Mendel é considerado o “pai” da genética. Entre 1856 e 1865, ele realizou diversas experiências com ervilhas, revelando de maneira inédita os modelos hereditários presentes nas ervilheiras, descobrindo que eles estavam submetidos a normas estatísticas fáceis de compreender. A partir destas investigações, ele propôs a criação de várias leis que regem os procedimentos próprios da hereditariedade. Suas descobertas não podem ser aplicadas a todos os casos hoje conhecidos.

A **1.ª Lei de Mendel** pode ser enunciada da seguinte forma: “cada caráter é determinado por um par de fatores que se separam na formação dos gametas, indo um fator do par para cada gameta, que é, portanto, puro.” Mendel concluiu que os fatores responsáveis por determinadas características das ervilhas eram **dominantes** sobre outros, que chamou de **recessivos**.

CARACTERÍSTICAS DAS ERVILHAS UTILIZADAS NOS EXPERIMENTOS DE MENDEL						
Característica	Dominante	Recessiva	Característica	Dominante	Recessiva	
Forma da semente	 lisa	 rugosa	Posição da flor	 axial	 terminal	
Cor da semente	 amarela	 verde		Altura do pé	 alto	 baixo
Cor da flor	 púrpura	 branca	Forma da vagem		Forma da vagem	Forma da vagem
Forma da vagem	 lisa	 rugosa				
Cor da vagem	 verde	 amarela				

Para estabelecer a 1.ª Lei, Mendel estudou separadamente cada caráter, ou seja, cruzou plantas que diferiam em apenas uma característica (monoibridismo). Nos trabalhos seguintes, passou a utilizar algumas características ao mesmo tempo, como por exemplo, cruzou plantas de sementes rugosas e verdes com plantas de sementes lisas e amarelas.

Assim, Mendel analisava duas características simultaneamente: por exemplo, cor e textura das sementes. Mendel concluiu que os fatores determinantes de duas ou mais características segregam-se nos híbridos, distribuindo-se independentemente nos gametas. O enunciado dessa conclusão foi chamado de **2ª Lei de Mendel** ou **Lei da segregação independente**.

Dois conceitos importantes em genética são os de **fenótipo** e **genótipo**. O termo “**fenótipo**” é empregado para designar as características apresentadas por um indivíduo, sejam elas morfológicas, fisiológicas ou comportamentais. Também fazem parte do fenótipo características microscópicas e de natureza bioquímica, que necessitam de testes especiais para a sua identificação. O termo “**genótipo**” refere-se à constituição genética do indivíduo, ou seja, aos genes que ele possui. Estamos nos referindo ao genótipo quando dizemos, por exemplo, que uma planta de ervilha é **homozigota dominante** (VV) ou **heterozigota** (Vv) em relação à cor da semente. O fenótipo resulta da interação do genótipo com o ambiente.

Quando um indivíduo apresenta o fenótipo condicionado pelo alelo recessivo, conclui-se que ele é homozigoto quanto ao alelo em questão. Por exemplo, uma semente de ervilha verde é sempre homozigota **vv**. Já um indivíduo que apresenta o fenótipo condicionado pelo alelo dominante poderá ser homozigoto (**AA**) ou heterozigoto (**Aa**). Nesse caso, o genótipo do indivíduo só poderá ser determinado pela análise de seus pais e de seus descendentes.

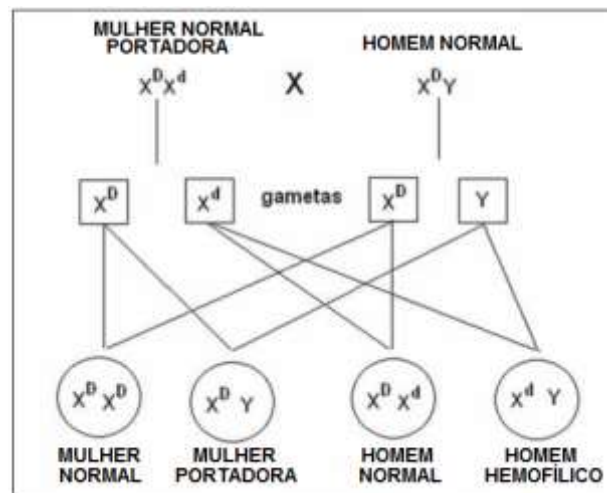
As relações de parentesco entre os indivíduos de uma família podem ser representadas por meio de um **heredograma**, usando símbolos. Cada indivíduo é representado por um símbolo que indica as suas características particulares e sua relação de parentesco com os demais.



Herança ligada ao sexo

Nas células da espécie humana existem 23 pares de cromossomos, dos quais 22 pares não apresentam diferenças entre machos e fêmeas - e são chamados de **autossomos**. Os dois outros cromossomos, chamados de **cromossomos sexuais**, apresentam diferenças: enquanto as mulheres apresentam dois cromossomos sexuais perfeitamente homólogos, que foram denominados **XX**, os homens possuem um cromossomo X e um outro, não totalmente homólogo a X, e que foi denominado Y. Todos os ovócitos formados em uma mulher possuem o cromossomo X, enquanto os homens podem formar espermatozoides que apresentam o X ou o Y.

Os genes localizados na região do cromossomo X que não possui homologia em Y seguem um padrão de herança denominada **herança ligada ao cromossomo X** ou **herança ligada ao sexo**. Daltonismo e hemofilia são exemplos de doenças ligadas ao X.



Herança dos grupos sanguíneos do sistema ABO

Os tipos sanguíneos do sistema ABO são caracterizados pela presença ou não de certas substâncias na membrana das hemácias, os **aglutinogênios**, e pela presença ou ausência de outras substâncias, as **aglutininas**, no plasma sanguíneo. Existem dois tipos de aglutinogênio, **A** e **B**, e dois tipos de aglutinina, **anti-A** e **anti-B**.

A produção de aglutinogênios A e B são determinadas, respectivamente, pelos genes **I^A** e **I^B**. Um terceiro gene, chamado **i**, condiciona a não produção de aglutinogênios. Trata-se, portanto de um caso de **alelos múltiplos**. Entre os genes **I^A** e **I^B** há **codominância** (**I^A = I^B**), mas cada um deles domina o gene **i** (**I^A > i** e **I^B > i**).

Fenótipos	Genótipos
A	$I^A I^A$ ou $I^A i$
B	$I^B I^B$ ou $I^B i$
AB	I^A e I^B
O	ii

A partir desses conhecimentos fica claro que, se uma pessoa do tipo sanguíneo **A** recebe sangue tipo **B**, as hemácias contidas no sangue doado seriam aglutinadas pelas aglutininas anti-B do receptor e vice-versa.

EVOLUÇÃO

Espécies são unidades evolutivas independentes. São grupos de populações naturais que se inter cruzam real ou potencialmente, estando reprodutivamente isolados de outros grupos. A especiação alopátrica (geográfica) é o meio mais importante de especiação entre os animais. Como a especiação é, geralmente, um processo gradual, pode ser difícil reconhecer os limites entre as espécies. Como resultado da especiação, a Terra é povoada por milhões de espécies, cada uma adaptada para viver em um ambiente específico, utilizando os recursos de uma forma particular.

Existem muitas evidências evolutivas como a homologia, os órgãos vestigiais, os fósseis, dados moleculares e outros, que nos ajudam a compreender a evolução dos seres vivos e suas relações de parentesco.

1. HISTÓRIA DO PENSAMENTO EVOLUCIONISTA

A. LAMARCKISMO - JEAN BAPTISTE LAMARCK

No lamarckismo o ambiente pode forçar a mudanças de hábitos de um ser vivo, levando ao desenvolvimento de certas estruturas e à atrofia de outras em seu organismo, em função do uso e desuso dos órgãos (**lei do uso e desuso**). Além disso, as novas características adquiridas pelos indivíduos seriam transmitidas à sua descendência ao longo das gerações (**lei da transmissão dos caracteres adquiridos**). Em outras palavras, o ser vivo controla e direciona a sua evolução de acordo com as exigências impostas pelo meio onde vive.

B. DARWINISMO – CHARLES DARWIN

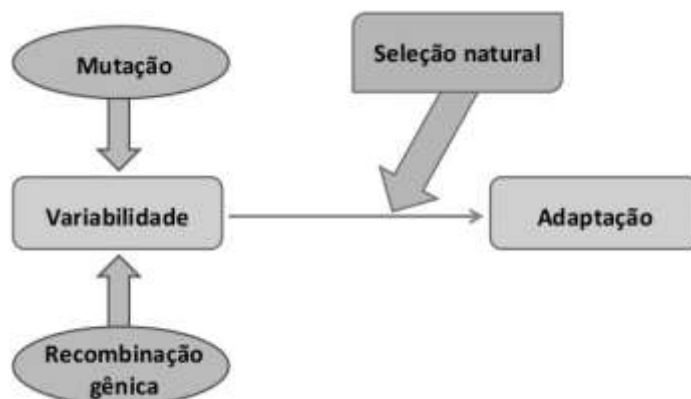
O darwinismo defende a ideia de que todos os seres vivos em algum momento no passado compartilharam um mesmo ancestral. Para Darwin, indivíduos de uma população que estão mais adaptados a uma condição ambiental têm maiores chances de sobreviver e reproduzir, enquanto aqueles que não estão adaptados acabam sendo eliminados. Esse processo é conhecido como **seleção natural**, ponto central da teoria darwiniana. Em outras palavras, o ambiente seleciona, dentre a variedade existente, características favoráveis à sobrevivência e reprodução dos indivíduos que ali habitam.

Apesar de ter conseguido estabelecer o conceito de seleção natural e explicar a forma pela qual as espécies se transformavam o pensamento de Darwin não era completo, porque ele não conseguiu explicar como surgiam as novas características e nem como ocorria a transmissão dessas características para a descendência.

C. A TEORIA SINTÉTICA DA EVOLUÇÃO

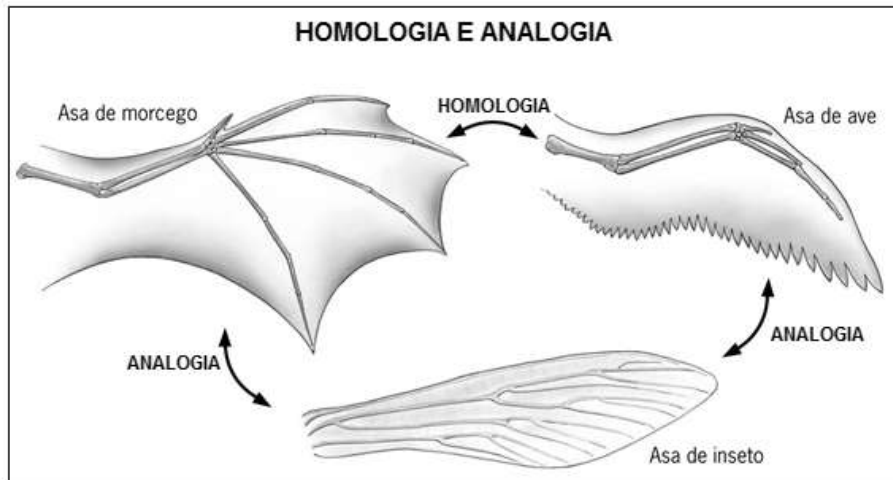
A moderna teoria da evolução biológica, assim como o darwinismo, fundamenta-se na seleção natural. Entretanto, o evolucionismo moderno leva em conta os conhecimentos atuais no campo da Genética, que permitem explicar por que os indivíduos de uma população variam do ponto de vista gênico e como essas variações são transmitidas à descendência.

A teoria sintética da evolução admite três principais fatores evolutivos, responsáveis pela adaptação dos seres vivos: **mutação gênica**, **recombinação gênica** e **seleção natural**. A mutação gênica e a recombinação gênica permitem o aparecimento das variações gênicas nas populações, sobre as quais atua a seleção natural.



2. ÓRGÃOS HOMÓLOGOS E ÓRGÃOS ANÁLOGOS

Estruturas corporais ou órgãos que se desenvolvem de modo semelhantes em embriões de determinadas espécies, como os membros torácicos de grande parte dos animais vertebrados, são denominados **órgãos homólogos**. Apesar da origem embrionária semelhante, órgãos homólogos podem desempenhar funções diferentes, como é o caso das asas dos morcegos, adaptadas ao voo, e das nadadeiras peitorais dos golfinhos, adaptadas à natação.



A diversificação de órgãos homólogos, decorrente da adaptação a modos de vida diferentes, é denominada **divergência ou irradiação adaptativa**.



Por outro lado, determinados órgãos que desempenham a mesma função em certas espécies podem ter origens embrionárias completamente diferentes. É o caso das asas de aves e de insetos que, apesar de estarem adaptadas à função de voar, têm origens embrionárias distintas. Nesse caso, fala-se em **órgãos análogos**.

Assim, durante a evolução, a adaptação pode levar organismos pouco aparentados a desenvolver estruturas e formas corporais semelhantes, o que é denominado **convergência evolutiva**.



QUESTÕES OBJETIVAS

QUESTÃO 01 (UFMG 2010)

Os anfíbios são animais que apresentam dependência de um ambiente úmido ou aquático. Nos anfíbios, a pele é de fundamental importância para a maioria das atividades vitais, apresenta glândulas de muco para conservar-se úmida, favorecendo as trocas gasosas e, também, pode apresentar glândulas de veneno contra microrganismos e predadores.

Segundo a Teoria Evolutiva de Darwin, essas características dos anfíbios representam a

- A) lei do uso e desuso.
- B) atrofia do pulmão devido ao uso contínuo da pele.
- C) transmissão de caracteres adquiridos aos descendentes.
- D) futura extinção desses organismos, pois estão mal adaptados.
- E) seleção de adaptações em função do meio ambiente em que vivem.

QUESTÃO 02 (UFMG 2010)

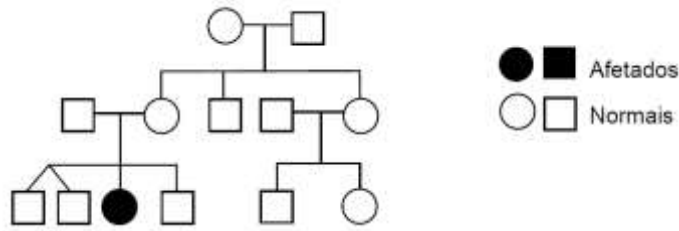
Desenvolvida, há 150 anos, por Charles Darwin e Alfred Wallace, a ideia da seleção natural pode ser sustentada por observações científicas atuais.

Assinale a alternativa que contém uma informação que **NÃO** é sustentada pela Teoria Evolutiva por Seleção Natural.

- A) A reposição do fator de coagulação mediante transfusão de sangue aumenta a adaptabilidade dos hemofílicos.
- B) Certas bactérias, em face de mudanças no ambiente, adquirem a capacidade de produzir novas substâncias.
- C) O vírus HIV pode sofrer mutações, o que dificulta o tratamento de indivíduos soropositivos.
- D) Os peixes cegos apresentam menor chance de sobrevivência em ambientes iluminados.

QUESTÃO 03 (UFMG 2010)

Em aconselhamentos genéticos, um dos recursos utilizados é a elaboração de heredogramas, como este:



É **INCORRETO** afirmar que a análise de heredogramas pode

- A) determinar o provável padrão de herança de uma doença.
- B) ilustrar as relações entre os membros de uma família.
- C) prever a frequência de uma doença genética em uma população.
- D) relatar, de maneira simplificada, histórias familiares.

QUESTÃO 04 (PUCMINAS 2010)

Quando, num indivíduo diploide heterozigoto, o fenótipo determinado por apenas um dos alelos se manifesta, diz-se que esse alelo é dominante. Quando um caráter precisa que o alelo esteja em dose dupla (homozigose) para se manifestar, chama-se o alelo de recessivo. É **INCORRETO** afirmar:

- A) Um alelo ser dominante não significa que ele seja adaptativamente melhor do que o recessivo.
- B) Um caráter como a presença de cinco dedos nas mãos é dominante, pois a maioria da população o possui.
- C) Na espécie humana, existem genes que são dominantes e causam doenças graves na população.
- D) Um alelo dominante pode ser raro em uma população, enquanto seu recessivo pode ser abundante.

QUESTÃO 05 (PUCMINAS 2010)

CIENTISTAS CRIAM VÍRUS DA INFLUENZA MODIFICADO QUE PODE ORIGINAR VACINA CONTRA ESSAS DUAS ENFERMIDADES

Uma vacina para a doença de Chagas capaz de imunizar os pacientes também contra a gripe. O primeiro passo para a concretização desse objetivo ambicioso acaba de ser dado por cientistas brasileiros. Eles construíram um vírus da influenza modificado que traz em seu material genético um gene do *Trypanosoma cruzi*, protozoário causador da doença de Chagas. A expectativa é que, quando expostos ao novo vírus, animais — e futuramente, humanos — apresentem resposta imunológica contra as duas doenças, ficando protegidos da infecção por ambas.

(Fonte: Ciência Hoje online, setembro de 2009.)

Com base nesse assunto, **assinale** a afirmativa **INCORRETA**.

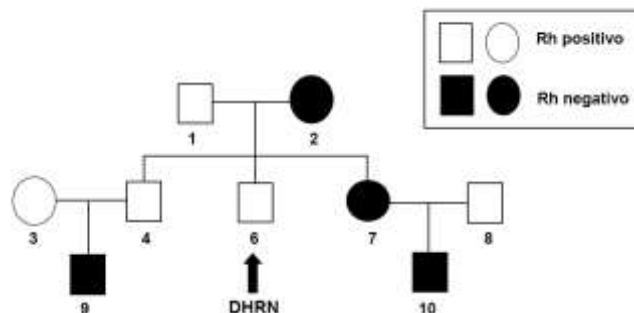
- A) A ativação do duplo processo de imunização depende de células do sistema imune denominadas linfócitos.
- B) O resultado do processo de vacinação é a produção de anticorpos que reconhecem as partículas antigênicas.
- C) O processo de inserção de um gene do protozoário no material genético do vírus é denominado de clonagem genômica.
- D) O interesse em desenvolver uma vacina contra o mal de Chagas se deve ao fato de essa doença ainda constituir em problema de saúde pública, causado pela domiciliação dos vetores, provocada pela desagregação ambiental.

QUESTÃO 06 (PUCMINAS 2010)

A **doença hemolítica do recém-nascido (DHRN)** é causada pela incompatibilidade sanguínea do Fator Rh entre o sangue materno e o sangue do bebê. O problema se manifesta durante a gravidez de mulheres Rh negativo que estejam gerando um filho Rh positivo.

Ao passarem para a mãe, as hemácias do feto, que carregam o Fator Rh, desencadearão um processo em que o organismo da mãe começará a produzir anticorpos anti-Rh. Esses anticorpos chegarão, através da placenta, até a circulação do feto, destruindo as suas hemácias.

O heredograma a seguir representa uma família, na qual a criança indicada pela seta desenvolveu a DHRN e como terapia recebeu transfusões sanguíneas após o nascimento.



Com base nas informações acima e em seus conhecimentos, é **INCORRETO** afirmar:

- A) Após o nascimento, a criança pode ter recebido sangue de um doador Rh negativo que não fosse sua mãe.
- B) No heredograma, todos os homens normais representados são heterozigotos para a produção do Fator Rh.
- C) O indivíduo 4, representado no heredograma, só não desenvolveu a DHRN, pois sua mãe deve ter recebido soroterapia preventiva durante a gestação.
- D) A chance de o próximo filho do casal 7 x 8 ser Rh positivo é de 50%, mas, mesmo sendo Rh positivo, não é normalmente esperado que desenvolva DHRN.

QUESTÃO 07 (ENEM 2010)

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

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

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

QUESTÃO 08 (ENEM 2010)

Investigadores das Universidades de Oxford e da Califórnia desenvolveram uma variedade de *Aedes aegypti* geneticamente modificada que é candidata para uso na busca de redução na transmissão do vírus da dengue. Nessa nova variedade de mosquito, as fêmeas não conseguem voar devido à interrupção do desenvolvimento do músculo das asas. A modificação genética introduzida é um gene dominante condicional, isso é, o gene tem expressão dominante (basta uma cópia do alelo) e este só atua nas fêmeas.

FU,G. et al. **Female-specific flightless phenotype for mosquito control**. PNAS 107 (10): 4550-4554, 2010.

Prevê-se, porém, que a utilização dessa variedade de *Aedes aegypti* demore ainda anos para ser implementada, pois há demanda de muitos estudos com relação ao impacto ambiental. A liberação de machos de *Aedes aegypti* dessa variedade geneticamente modificada reduziria o número de casos de dengue em uma determinada região porque:

- A) diminuiria o sucesso reprodutivo desses machos transgênicos.
- B) restringiria a área geográfica de voo dessa espécie de mosquito.
- C) dificultaria a contaminação e reprodução do vetor natural da doença.
- D) tornaria o mosquito menos resistente ao agente etiológico da doença.
- E) dificultaria a obtenção de alimentos pelos machos geneticamente modificados.

QUESTÃO 09 (ENEM 2011)

Nos dias de hoje, podemos dizer que praticamente todos os seres humanos já ouviram em algum momento falar sobre o DNA e seu papel na hereditariedade da maioria dos organismos. Porém, foi apenas em 1952, um ano antes da descrição do modelo do DNA em dupla hélice por Watson e Crick, que foi confirmado sem sombra de dúvidas que o DNA é material genético.

No artigo em que Watson e Crick descreveram a molécula de DNA, eles sugeriram um modelo de como essa molécula deveria se replicar. Em 1958, Meselson e Stahl realizaram experimentos utilizando isótopos pesados de nitrogênio que foram incorporados às bases nitrogenadas para avaliar como se daria a replicação da molécula. A partir dos resultados, confirmaram o modelo sugerido por Watson e Crick, que tinha como premissa básica o rompimento das pontes de hidrogênio entre as bases nitrogenadas.

GRIFFITHS, A. J. F. et al. Introdução à Genética. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

Considerando a estrutura da molécula de DNA e a posição das pontes de hidrogênio na mesma, os experimentos realizados por Meselson e Stahl a respeito da replicação dessa molécula levaram à conclusão de que

- A) a replicação do DNA é conservativa, isto é, a fita dupla filha é recém-sintetizada e o filamento parental é conservado.
- B) a replicação de DNA é dispersiva, isto é, as fitas filhas contêm DNA recém-sintetizado e parentais em cada uma das fitas.
- C) a replicação é semiconservativa, isto é, as fitas filhas consistem de uma fita parental e uma recém-sintetizada.
- D) a replicação do DNA é conservativa, isto é, as fitas filhas consistem de moléculas de DNA parental.
- E) a replicação é semiconservativa, isto é, as fitas filhas consistem de uma fita molde e uma fita codificadora.

QUESTÃO 10 (ENEM 2011)

Em 1999, a geneticista Emma Whitelaw desenvolveu um experimento no qual ratas prenhes foram submetidas a uma dieta rica em vitamina B12, ácido fólico e soja.

Os filhotes dessas ratas, apesar de possuírem o gene para obesidade, não expressaram essa doença na fase adulta. A autora concluiu que a alimentação da mãe, durante a gestação, silenciou o gene da obesidade. Dez anos depois, as geneticistas Eva Jablonka e Gal Raz listaram 100 casos comprovados de traços adquiridos e transmitidos entre gerações de organismos, sustentando, assim, a epigenética, que estuda as mudanças na atividade dos genes que não envolvem alterações na sequência do DNA.

A reabilitação do herege. **Época**, n.º 610, 2010 (adaptado).

Alguns cânceres esporádicos representam exemplos de alteração epigenética, pois são ocasionados por

- A) aneuploidia do cromossomo sexual X.
- B) poliploidia dos cromossomos autossômicos.
- C) mutação em genes autossômicos com expressão dominante.
- D) substituição no gene da cadeia beta da hemoglobina.
- E) inativação de genes por meio de modificações nas bases nitrogenadas.

QUESTÃO 11 (ENEM 2011)

Um instituto de pesquisa norte-americano divulgou recentemente ter criado uma “célula sintética”, uma bactéria chamada de *Mycoplasma mycoides*.

Os pesquisadores montaram uma sequência de nucleotídeos, que formam o único cromossomo dessa bactéria, o qual foi introduzido em outra espécie de bactéria, a *Mycoplasma capricolum*. Após a introdução, o cromossomo da *M. capricolum* foi neutralizado e o cromossomo artificial da *M. mycoides* começou a gerenciar a célula, produzindo suas proteínas.

GILBSON et al. Creation of a Bacterial Cell Controlled by a Chemically synthesized Genome. Science v. 329, 2010 (adaptado).

A importância dessa inovação tecnológica para a comunidade científica se deve à

- A) possibilidade de sequenciar os genomas de bactérias para serem usados como receptores de cromossomos artificiais.
- B) capacidade de criação, pela ciência, de novas formas de vida, utilizando substâncias como carboidratos e lipídios.
- C) possibilidade de produção em massa da bactéria *Mycoplasma capricolum* para sua distribuição em ambientes naturais.
- D) possibilidade de programar geneticamente microrganismos ou seres mais complexos para produzir medicamentos, vacinas e combustíveis.
- E) capacidade da bactéria *Mycoplasma capricolum* de expressar suas proteínas na bactéria sintética e estas serem usadas na indústria.

QUESTÃO 12 (ENEM 2012)

Não é de hoje que o homem cria, artificialmente, variedades de peixes por meio da hibridação. Esta é uma técnica muito usada pelos cientistas e pelos piscicultores porque os híbridos resultantes, em geral, apresentam maior valor comercial do que a média de ambas as espécies parentais, além de reduzir a sobrepesca no ambiente natural.

Terra da Gente, ano 4, n.º 47, mar, 2008 (adaptado).

Sem controle, esses animais podem invadir rios e lagos naturais, se reproduzir e

- A) originar uma nova espécie poliploide.
- B) substituir geneticamente a espécie natural.
- C) ocupar o primeiro nível trófico no hábitat aquático.
- D) impedir a interação biológica entre as espécies parentais.
- E) produzir descendentes com o código genético modificado.

QUESTÃO 13 (ENEM 2012)

O milho transgênico é produzido a partir da manipulação do milho original, com a transferência, para este, de um gene de interesse retirado de outro organismo de espécie diferente. A característica de interesse será manifestada em decorrência

- A) do incremento do DNA a partir da duplicação do gene transferido.
- B) da transcrição do RNA transportador a partir do gene transferido.
- C) da expressão de proteínas sintetizadas a partir do DNA não hibridado.
- D) da síntese de carboidratos a partir da ativação do DNA do milho original.
- E) da tradução do RNA mensageiro sintetizado a partir do DNA recombinante.

QUESTÃO 14 (ENEM 2012)

Os vegetais biossintetizam determinadas substâncias (por exemplo, alcaloides e flavonoides), cuja estrutura química e concentração variam num mesmo organismo em diferentes épocas do ano e estágios de desenvolvimento. Muitas dessas substâncias são produzidas para a adaptação do organismo às variações ambientais (radiação UV, temperatura, parasitas, herbívoros, estímulo a polinizadores etc.) ou fisiológicas (crescimento, envelhecimento etc.). As variações qualitativa e quantitativa na produção dessas substâncias durante um ano são possíveis porque o material genético do indivíduo

- A) sofre constantes recombinações para adaptar-se.
- B) muda ao longo do ano e em diferentes fases da vida.
- C) cria novos genes para biossíntese de substâncias específicas.
- D) altera a sequência de bases nitrogenadas para criar novas substâncias.
- E) possui genes transcritos diferentemente de acordo com cada necessidade.

QUESTÃO 15 (ENEM 2013)

As fêmeas de algumas espécies de aranhas, escorpiões e de outros invertebrados predam os machos após a cópula e inseminação. Como exemplo, fêmeas canibais do inseto conhecido como louva-a-deus, *Tenodera aridifolia*, possuem até 63% da sua dieta composta por machos parceiros. Para as fêmeas, o canibalismo sexual pode assegurar a obtenção de nutrientes importantes na reprodução. Com esse incremento na dieta, elas geralmente produzem maior quantidade de ovos.

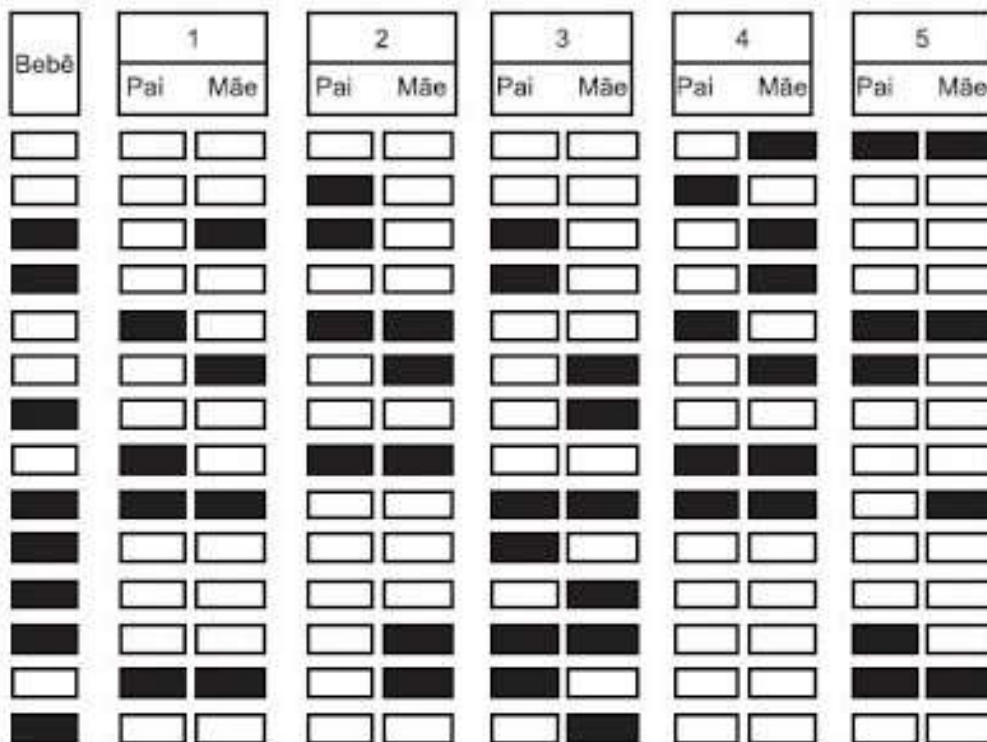
BORGES, J. C. Jogo mortal. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br>. Acesso em: 1 mar. 2012 (adaptado).

Apesar de ser um comportamento aparentemente desvantajoso para os machos, o canibalismo sexual evoluiu nesses táxons animais porque

- A) promove a maior ocupação de diferentes nichos ecológicos pela espécie.
- B) favorece o sucesso reprodutivo individual de ambos os parentais.
- C) impossibilita a transmissão de genes do macho para a prole.
- D) impede a sobrevivência e reprodução futura do macho.
- E) reduz a variabilidade genética da população.

QUESTÃO 16 (ENEM 2013)

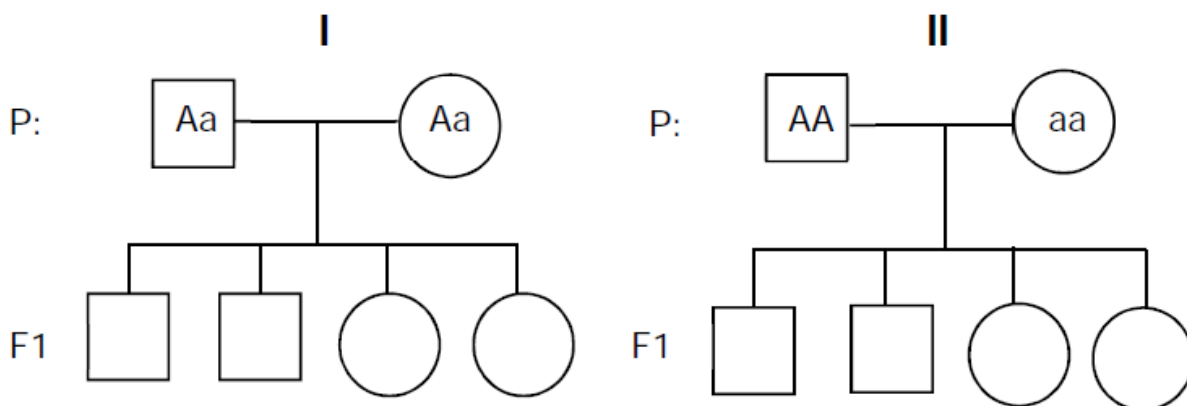
Cinco casais alegavam ser os pais de um bebê. A confirmação da paternidade foi obtida pelo exame de DNA. O resultado do teste está esquematizado na figura, em que cada casal apresenta um padrão com duas bandas de DNA (faixas, uma para o suposto pai e duas para a suposta mãe), comparadas à do bebê.



Que casal pode ser considerado como pais biológicos do bebê?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

QUESTÃO 17 (PUCMINAS 2013)

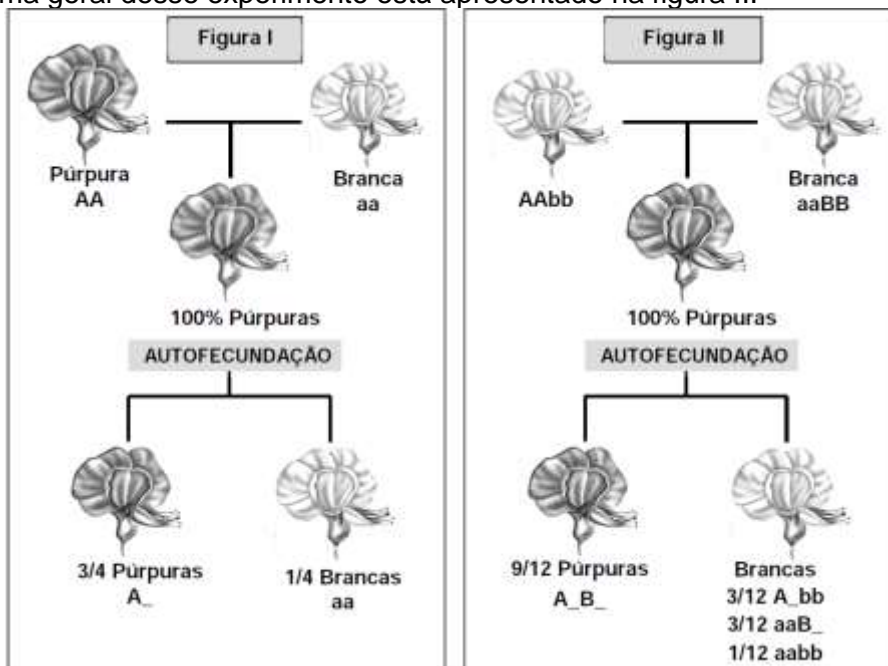


Observe os dois esquemas que mostram possíveis transferências do gene recessivo para albinismo em duas famílias (I e II). Considerando apenas o caráter albinismo, **marque** a alternativa **INCORRETA**.

- A) Em I, há mais possibilidade de produzir genótipos diferentes em F1 que em II.
 B) Em II, espera-se que todos os descendentes sejam fenotipicamente iguais a um dos pais.
 C) Em I, espera-se que metade dos descendentes sejam genotipicamente iguais aos pais
 D) Do casamento entre qualquer descendente de I com outro de II poderá nascer um albino.

QUESTÃO 18 (PUCMINAS 2013)

O esquema na figura I refere-se à herança da cor da flor em ervilha-de-cheiro apresentado por Mendel, em 1865, para sustentar em parte o que ele próprio denominou de leis da hereditariedade. Estudando a herança desse mesmo caráter no início do século XX, Bateson e Punnet concluíram que mais de um par de alelos estava envolvido na determinação da cor das flores de ervilha-de-cheiro. O esquema geral desse experimento está apresentado na figura II.



Analisando os experimentos e os seus resultados nas figuras, é **INCORRETO** afirmar:

- A) O experimento da figura II não invalida a lei de Mendel sobre a recombinação aleatória de alelos separados na gametogênese.
- B) Os resultados apresentados no experimento II indicam que os produtos de dois genes diferentes são necessários na determinação da cor púrpura nessas flores.
- C) A interação gênica mostrada na figura II indica que o alelo A é dominante sobre o alelo B e que também B é dominante sobre A.
- D) As duas linhagens de plantas cruzadas por Mendel (figura I) eram homocigotas dominantes para o alelo B.

QUESTÃO 19 (PUCMINAS 2013)

Plantas e animais podem reproduzir de modo sexuado. Essa reprodução pode proporcionar diversidade genética por meio da recombinação de genes. É **INCORRETO** afirmar que:

- A) a meiose, produzindo novas combinações gênicas, dá à população variedades de genótipos em gerações sucessivas.
- B) a diversidade genética pode ser vantajosa à população quando o ambiente muda ou quando a população se expande para novos ambientes.
- C) a diversidade genética na reprodução sexuada tende a ser maior na alogamia do que na autogamia.
- D) tanto a reprodução sexuada como a assexuada produzem genótipos diferentes e ambas são utilizadas na agricultura anual para a produção de grãos.

QUESTÃO 20 (PUCMINAS 2013)

MOSQUITOS TRANSGÊNICOS SERÃO SOLTOS EM JUAZEIRO, NA BAHIA, PARA COMBATER A DENGUE

Para os animais, o ato sexual é o caminho para a perpetuação da espécie. Um objetivo primordial que está se invertendo – pelo menos para o *Aedes aegypti*, o mosquito transmissor da dengue. Por meio de manipulação genética, uma população de machos criados em laboratório recebeu um gene modificado que produz uma proteína que mata a prole do cruzamento com fêmeas normais existentes em qualquer ambiente. Para que sua produção seja possível em laboratório, eles foram programados para sobreviver quando recebem o antibiótico tetraciclina. Sem esse antídoto, que reprime a síntese da proteína letal, não haveria sobreviventes para serem soltos na natureza.

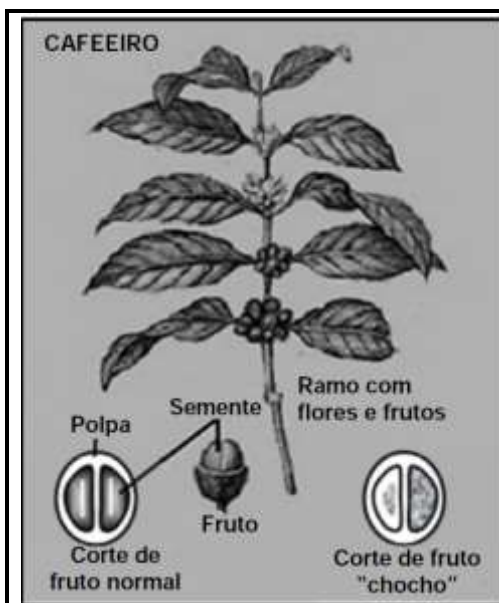
A pesquisadora responsável faz questão de dizer que apenas os machos, que não picam e não transmitem a doença, serão soltos.

Texto Extraído de EVANILDO DA SILVEIRA. Pesquisa FAPESP - Edição 180 - Fevereiro de 2011.

Analisando-se o texto acima, é correto afirmar, **EXCETO**:

- A) A liberação de machos transgênicos pode reduzir a necessidade de pulverização de inseticidas para a redução de populações selvagens do mosquito.
- B) Os descendentes do acasalamento de machos transgênicos com fêmeas selvagens herdam a proteína letal, morrendo ainda na fase de larva ou pupa.
- C) O uso de tetraciclina por humanos pode torná-los mais propensos a ser infectados por descendentes do mosquito transgênico.
- D) A quantidade e a frequência de liberação de machos transgênicos são fatores que podem interferir na eficiência competitiva no acasalamento com as fêmeas selvagens.

QUESTÃO 21 (PUCMINAS 2013)



Os frutos do café que apresentam uma ou duas das suas lojas vazias, ou seja, sem sementes, chamam-se frutos "chochos" (veja a figura ao lado). Tais frutos podem ser facilmente separados dos frutos normais, pois boiam, enquanto os normais afundam, se colocados em um recipiente com água. No Café Mundo Novo, há dois grupos distintos de plantas: Plantas A de baixa ocorrência de frutos chochos e Plantas B de alta ocorrência de frutos chochos. A existência dos dois grupos distintos de plantas se deve a um par de genes alelos Dd. As plantas A, nas quais é baixa a ocorrência de frutos chochos, são de constituição genética DD. As demais são Dd.

Não há o grupo dd, pois a combinação endosperma ddd e embrião dd é letal.

Extraído de: Controle Genético dos "Frutos Chochos" no café "Novo Mundo". Em: www.scielo.br/pdf/brag/v14nunico/09.pdf.

De acordo com as informações, é **INCORRETO** afirmar que:

- A) a pequena ocorrência de frutos chochos nas plantas A pode ser em função da fecundação cruzada com outras plantas.
- B) pela autopolinização em plantas B, espera-se que 1/3 dos descendentes possam gerar plantas com baixa ocorrência de frutos chochos.
- C) a propagação vegetativa de plantas A garante que todos os seus descendentes sejam plantas que só produzam frutos normais.
- D) metade dos frutos originados da polinização cruzada entre uma planta A e uma planta B sejam normais.

QUESTÃO 22 (PUCMINAS 2013)

Em 1875, Charles Darwin, autor de *A Origem das Espécies*, escreveu sobre uma família peculiar de uma província do noroeste da Índia, na qual dez homens de quatro gerações apresentavam dentes pequenos, ausência de glândulas sudoríparas e pelos corpóreos esparsos. Os homens afetados nunca transmitiam esse caráter para seus filhos, mas suas filhas não afetadas podem passar essa característica para os filhos (netos do homem afetado). Darwin alegou que as filhas dessa família indiana nunca eram afetadas, mas hoje sabemos que algumas mulheres têm casos brandos dessa anomalia genética denominada **displasia ectodérmica anidrótica**, com áreas irregulares da pele com poucas ou nenhuma glândula sudorípara.

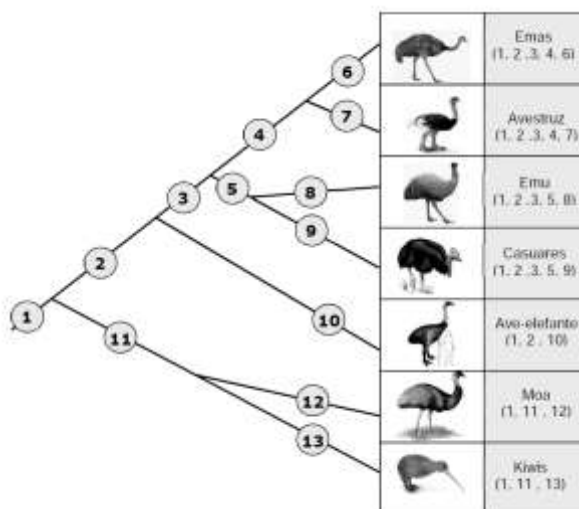
Fonte: Extraído de Pierce, B. A. Genética – um enfoque conceitual, Ed. Guanabara Koogan, p74-75, 2004.

Considerando a anomalia como um caráter recessivo, **assinale** a afirmação **INCORRETA**.

- A) Trata-se de um caráter determinado por gene ligado ao cromossomo X em uma região não homóloga de Y.
- B) Mulheres heterozigotas podem ter áreas irregulares da pele afetadas devido à inativação aleatória do cromossomo X.
- C) Trata-se de uma herança restrita ao sexo masculino em que somente os netos de homens afetados são afetados.
- D) Espera-se que metade dos filhos homens de uma mulher normal cujo pai é afetado sejam também afetados por essa anomalia.

QUESTÃO 23 (PUCMINAS 2013)

O cladograma foi montado com base no padrão filogenético e determinado por 13 estruturas, algumas delas homólogas, presentes nos esqueletos de grandes aves terrestres. Os caracteres estudados estão numerados de 1 a 13, marcados nos ramos da árvore onde surgem e nas aves que os possuem.



Com base nas informações e nos seus conhecimentos sobre o assunto, é **INCORRETO** afirmar:

- A) órgãos homólogos têm a mesma origem embrionária e estrutura interna semelhante, podendo a função ser diferente.
- B) a divergência adaptativa favorece o surgimento de novas espécies, que normalmente apresentam órgãos e estruturas homólogas.
- C) a estrutura esquelética de asas funcionais para o voo e asas não funcionais revela um conjunto de semelhanças denominado homologia.
- D) o número de estruturas homólogas comuns determina o tempo de divergência de duas espécies a partir de ancestral comum.

QUESTÃO 24 (ENEM 2014)

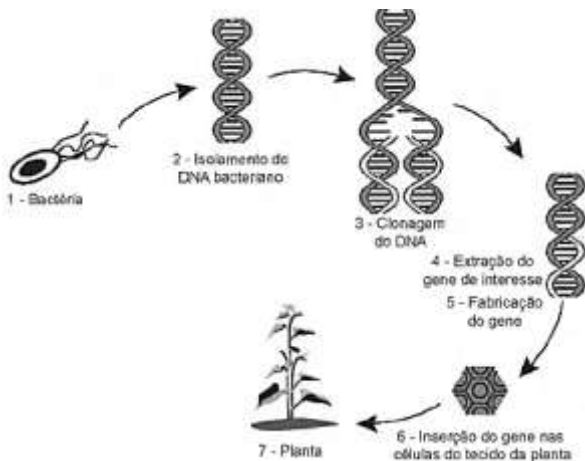
A talidomida é um sedativo leve e foi muito utilizado no tratamento de náuseas, comuns no início da gravidez. Quando foi lançada, era considerada segura para o uso de grávidas, sendo administrada como uma mistura racêmica composta pelos seus dois enantiômeros (R e S). Entretanto, não se sabia, na época, que o enantiômeros leva à malformação congênita, afetando principalmente o desenvolvimento normal dos braços e pernas do bebê.

Essa malformação congênita ocorre porque esses enantiômeros

- A) reagem entre si.
- B) não podem ser separados.
- C) não estão presentes em partes iguais.
- D) interagem de maneira distinta com o organismo e) são estruturas com diferentes grupos funcionais.
- E) são estruturas com diferentes grupos funcionais.

QUESTÃO 25 (ENEM 2014)

Em um laboratório de genética experimental, observou-se que determinada bactéria continha um gene que conferia resistência a pragas específicas de plantas. Em vista disso, os pesquisadores procederam de acordo com a figura.



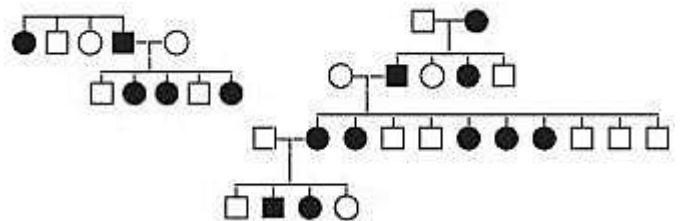
Do ponto de vista biotecnológico, como a planta representada na figura é classificada?

- A) Clone
- B) Híbrida
- C) Mutante
- D) Adaptada
- E) Transgênica

Disponível em: <http://ciencia.hsw.uol.com.br>. Acesso em: 22 nov. 2013 (adaptado).

QUESTÃO 26 (ENEM 2014)

No heredograma, os símbolos preenchidos representam pessoas portadoras de um tipo raro de doença genética. Os homens são representados pelos quadrados e as mulheres, pelos círculos.



Qual é o padrão de herança observado para essa doença?

- A) Dominante autossômico, pois a doença aparece em ambos os sexos
- B) Recessivo ligado ao sexo, pois não ocorre a transmissão do pai para os filhos
- C) Recessivo ligado ao Y, pois a doença é transmitida dos pais heterozigotos para os filhos
- D) Dominante ligado ao sexo, pois todas as filhas de homens afetados também apresentam a doença
- E) Codominante autossômico, pois a doença é herdada pelos filhos de ambos os sexos, tanto do pai quanto da mãe

QUESTÃO 27 (ENEM 2014)

Em um hospital havia cinco lotes de bolsas de sangue, rotulados com os códigos I, II, III, IV e V. Cada lote continha apenas um tipo sanguíneo não identificado. Uma funcionária resolveu fazer a identificação utilizando dois tipos de soro, anti-A e anti-B. Os resultados obtidos estão descritos no quadro.

Código dos lotes	Volume de sangue (L)	Soro anti-A	Soro anti-B
I	22	Não aglutinou	Aglutinou
II	25	Aglutinou	Não aglutinou
III	30	Aglutinou	Aglutinou
IV	15	Não aglutinou	Não aglutinou
V	33	Não aglutinou	Aglutinou

Quantos litros de sangue eram do grupo sanguíneo do tipo A?

- A) 15
- B) 25
- C) 30
- D) 33
- E) 55

QUESTÃO 28 (ENEM 2014)

Embora seja um conceito fundamental para a biologia, o termo "evolução" pode adquirir significados diferentes no senso comum. A ideia de que a espécie humana é o ápice do processo evolutivo é amplamente difundida, mas não é compartilhada por muitos cientistas.

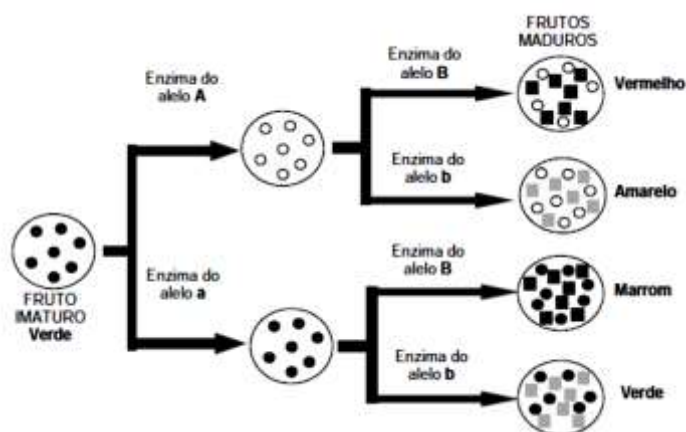
Para esses cientistas, a compreensão do processo citado baseia-se na ideia de que os seres vivos, ao longo do tempo, passam por

- A) modificação de características
- B) incremento no tamanho corporal
- C) complexificação de seus sistemas
- D) melhoria de processos e estruturas
- E) especialização para uma determinada finalidade

QUESTÃO 29 (PUCMINAS 2014)

Dois pares de genes alelos (Aa e Bb) com segregação independente são responsáveis pelas quatro cores básicas (vermelha, amarela, marrom e verde) dos pimentões maduros. O produto do alelo **A** degrada a clorofila dos frutos em amadurecimento, enquanto o do alelo **a** é inativo. O produto do alelo **B** produz pigmento vermelho, enquanto o do alelo **b** produz pigmento amarelo, que é mascarado pelo pigmento verde da clorofila.

Os possíveis resultados da ação das enzimas produzidas por esses alelos são mostrados no esquema abaixo.

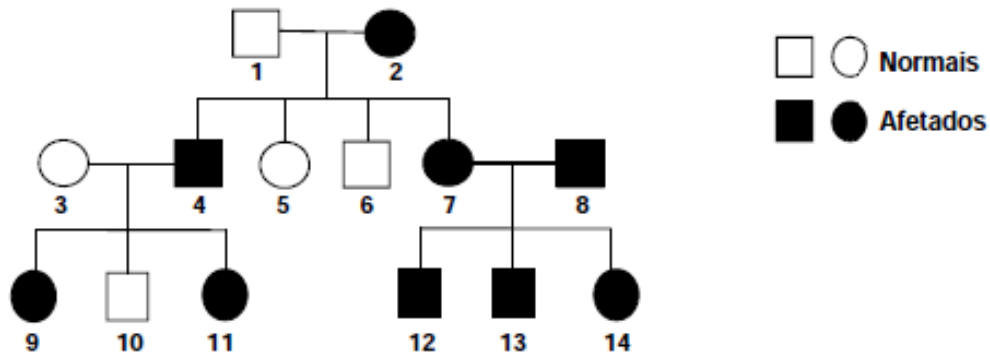


Os cruzamentos a seguir podem produzir todos os quatro fenótipos, **EXCETO**:

- A) o cruzamento entre duas plantas produtoras de pimentões vermelhos.
- B) entre uma planta produtora de pimentões vermelhos e outra produtora de pimentões verdes.
- C) entre uma planta produtora de pimentões amarelos e outra produtora de pimentões marrons.
- D) entre uma planta produtora de pimentões verdes e outra produtora de pimentões amarelos.

QUESTÃO 30 (PUCMINAS 2014)

A hipofosfatemia é um distúrbio determinado por um alelo dominante ligado ao cromossomo X que, afetando a reabsorção renal de fosfato, resulta em baixos níveis de fosfato no sangue e deposição reduzida de minerais nos ossos, produzindo fenótipo de estrutura esquelética semelhante ao produzido pelo raquitismo por deficiência vitamínica. O heredograma representa uma família com alguns membros afetados por esse caráter.



Analisando-se as informações, é correto afirmar, **EXCETO**:

- A) Na população, a frequência de mulheres afetadas é normalmente maior que a de homens afetados.
- B) A hipofosfatemia pode ser mais grave nos homens afetados do que nas mulheres afetadas heterozigotas.
- C) A chance de o casal 7 x 8 ter filhas ou filhos afetados é a mesma, ou seja, 100%.
- D) A chance de o casal 3 x 4 ter filhas afetadas é a mesma que para o casal 7 x 8.

QUESTÃO 31 (PUCMINAS 2014)

HEMOFILIA B É TRATADA COM TERAPIA GÊNICA

A primeira experiência clínica bem sucedida com terapia gênica acaba de ser anunciada em pacientes com hemofilia B. Trata-se de uma forma mais rara de hemofilia que afeta 1 em cada 30.000 indivíduos do sexo masculino, sendo um caráter recessivo ligado ao sexo, que afeta a produção do fator IX de coagulação sanguínea.

Os cientistas inseriram uma cópia normal do gene do fator IX da hemofilia B em um vírus especial, o adenovírus AAV8. Esse vírus tem a característica natural de direcionar-se para o fígado quando injetado, o que permitiu que ele fosse administrado na veia.

Uma única injeção com o vírus tornou os pacientes capazes de produzir o fator IX em quantidade suficiente para que quatro, dentre seis pacientes, pudessem interromper completamente o tratamento convencional, isto é, as injeções de concentrado de fator IX. Os outros dois, que receberam uma dose menor do vírus, puderam aumentar os intervalos entre as injeções do fator.

Fonte: Extraído de entrevista da Dra. Mayana Zatz, à revista Veja em 15/12/2011.

Com base nas informações e outros conhecimentos sobre o assunto, é **INCORRETO** afirmar:

- A) Para que uma mulher seja afetada por essa hemofilia, seu pai deve ser afetado e sua mãe pelo menos portadora do alelo defeituoso.
- B) Uma mulher portadora tem um risco de 50% de transmitir o cromossomo com o gene defeituoso para seus descendentes de ambos os sexos.
- C) Apesar da alteração no seu genoma, o adenovírus AAV8 usado na terapia deve manter sua capacidade infectante específica para os hepatócitos.
- D) Quatro dos pacientes submetidos à terapia gênica foram curados e não correm mais o risco de transmitir o gene defeituoso para seus descendentes.

QUESTÃO 32 (PUCMINAS 2014)

Pode parecer estranho, mas parasitas podem estar envolvidos tanto com desenvolvimento da reprodução sexuada quanto com tamanho e exuberância de cores, denominados de ornamentos, apresentados por muitos animais que se reproduzem sexualmente. Veja, por exemplo, o caso da cauda dos pavões machos, que prejudica o deslocamento do animal, mas cujo comprimento e exuberância de cores favorecem seu acasalamento.



A esse respeito, **assinale** a afirmativa **INCORRETA**.

- A) A reprodução sexuada, ao produzir filhotes geneticamente variados, pode-se contrapor à evolução da virulência por parasitas e patógenos, que normalmente se reproduzem mais rapidamente.
- B) O processo evolutivo que selecionou o tamanho da cauda dos pavões pode ter contribuído para tornar esses animais mais vulneráveis à ação de predadores.
- C) As fêmeas, ao escolherem machos com base em seus ornamentos, podem estar escolhendo indivíduos com fatores genéticos para resistência a parasitas.
- D) O aumento do comprimento e as cores da cauda dos pavões machos tornaram o animal mais resistente à ação dos parasitas que o atacavam.

QUESTÃO 33 (ENEM 2015)

A reprodução vegetativa de plantas por meio de estacas é um processo natural. O homem, observando esse processo, desenvolveu uma técnica para propagar plantas em escala comercial.

A base genética dessa técnica é semelhante àquela presente no(a)

- A) transgenia.
- B) clonagem.
- C) hibridização.
- D) controle biológico.
- E) melhoramento genético.

QUESTÃO 34 (ENEM 2016 - 2ª aplicação)

Darwin, em viagem às Ilhas Galápagos, observou que os tentilhões apresentavam bicos com formatos diferentes em cada ilha, de acordo com o tipo de alimentação disponível. Lamarck, ao explicar que o pescoço da girafa teria esticado para colher folhas e frutos no alto das árvores, elaborou ideias importantes sobre a evolução dos seres vivos.

O texto aponta que uma ideia comum às teorias da evolução, propostas por Darwin e por Lamarck, refere-se à interação entre os organismos e seus ambientes, que é denominada de

- A) mutação.
- B) adaptação.
- C) seleção natural.
- D) recombinação gênica.
- E) variabilidade genética.

QUESTÃO 35 (ENEM 2016 - 2ª aplicação)

Um jovem suspeita que não é filho biológico de seus pais, pois descobriu que o seu tipo sanguíneo é O Rh negativo, o de sua mãe é B Rh positivo e de seu pai é A Rh positivo. A condição genotípica que possibilita que ele seja realmente filho biológico de seus pais é que

- A) o pai e a mãe sejam heterozigotos para o sistema sanguíneo ABO e para o fator Rh.
- B) o pai e a mãe sejam heterozigotos para o sistema sanguíneo ABO e homozigotos para o fator Rh.
- C) o pai seja homozigoto para as duas características e a mãe heterozigota para as duas características.
- D) o pai seja homozigoto para as duas características e a mãe heterozigota para o sistema ABO e homozigota para o fator Rh.
- E) o pai seja homozigoto para o sistema ABO e heterozigoto para o fator Rh e a mãe homozigota para as duas características.

QUESTÃO 36 (ENEM 2016 - 2ª aplicação)

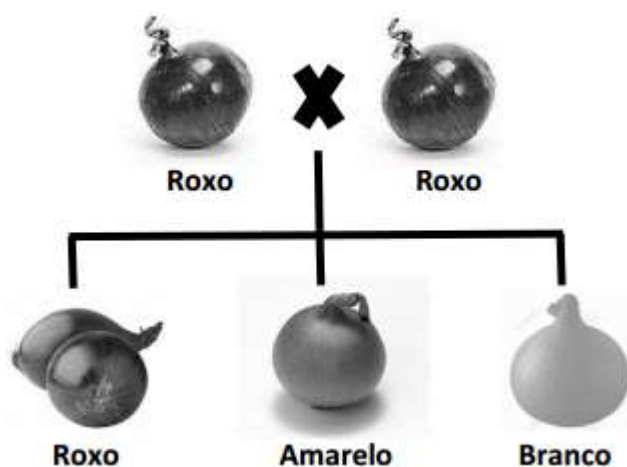
Em um hospital, acidentalmente, uma funcionária ficou exposta a alta quantidade de radiação liberada por um aparelho de raios X em funcionamento. Posteriormente, ela engravidou e seu filho nasceu com grave anemia. Foi verificado que a criança apresentava a doença devido à exposição anterior da mãe à radiação.

O que justifica, nesse caso, o aparecimento da anemia na criança?

- A) A célula-ovo sofreu uma alteração genética.
- B) As células somáticas da mãe sofreram uma mutação.
- C) A célula gamética materna que foi fecundada sofreu uma mutação.
- D) As hemácias da mãe que foram transmitidas à criança não eram normais.
- E) As células hematopoiéticas sofreram alteração do número de cromossomos.

QUESTÃO 37 (PUC MINAS 2016)

Em cebola, a cor do bulbo é resultado da ação dos genes autossômicos C/c e B/b com segregação independente. O alelo dominante C permite a manifestação de cor e o recessivo c determina bulbo sem coloração (branco). O alelo dominante B determina bulbo roxo e o b, bulbo amarelo. O cruzamento entre dois indivíduos de bulbo roxo produziu descendentes com os três possíveis fenótipos (Veja a figura a seguir).



Com base com base nas informações acima, assinale a afirmação **INCORRETA**.

- A) O caráter cor do bulbo da cebola é determinado por interação gênica com epistasia recessiva.
- B) O cruzamento entre duas plantas de bulbo amarelo não é capaz de produzir descendentes com bulbo roxo.
- C) O cruzamento de uma planta de bulbo roxo e uma de bulbo branco não é capaz de gerar descendente de bulbo amarelo.
- D) No cruzamento entre plantas de bulbo roxo, é esperada a proporção de descendentes 9/16 com bulbo roxo, 3/16 com bulbo amarelo e 4/16 com bulbo branco.

QUESTÃO 38 (PUC MINAS 2016)

Nas células da pele, radiações U.V. da luz solar podem provocar a formação de dímeros de timina, que são pontos de mutação no DNA. Seres humanos normais possuem diferentes proteínas que atuam no reparo dessas mutações: uma proteína reconhece e se liga ao DNA danificado; outra proteína abre as duas fitas do DNA (helicase); outra corta o segmento danificado que é reparado por polimerase. Diferentes pares de alelos autossômicos recessivos codificadores das proteínas envolvidas no reparo podem produzir, de forma independente, o caráter denominado xeroderma pigmentoso, cujo fenótipo se caracteriza pelo desenvolvimento de pontos “tipo sarda” na epiderme. Um pequeno povoado com 800 moradores no Estado de Goiás apresenta a maior taxa (1/40 habitantes) mundial dessa rara doença genética.

Analisando as informações acima, assinale a afirmação **INCORRETA**.

- A) Um casal em que ambos são afetados por xeroderma pigmentoso pode ter todos os filhos normais para o caráter.
- B) A alta frequência do caráter recessivo na população mencionada pode ser consequência de alta frequência de casamentos consanguíneos.
- C) A maior frequência de indivíduos com xeroderma pigmentoso no povoado goiano indica que vários tipos diferentes de alelos recessivos para essa doença estão presentes na população.
- D) Indivíduos afetados por esse caráter correm mais risco de desenvolver cânceres de pele do que indivíduos normais sob as mesmas condições de insolação.

QUESTÃO 39 (ENEM 2017)

A distrofia muscular Duchenne (DMD) é uma doença causada por uma mutação em um gene localizado no cromossomo X. Pesquisadores estudaram uma família na qual gêmeas monozigóticas eram portadoras de um alelo mutante recessivo para esse gene (heterozigóticas). O interessante é que uma das gêmeas apresentava o fenótipo relacionado ao alelo mutante, isto é, DMD, enquanto a sua irmã apresentava fenótipo normal.

RICHARDS. C. S. et al. The American Journal of Human Genetics, n. 4, 1990 (adaptado).

A diferença na manifestação da DMD entre as gêmeas pode ser explicada pela

- A) dominância incompleta do alelo mutante em relação ao alelo normal.
- B) falha na separação dos cromossomos X no momento da separação dos dois embriões.
- C) recombinação cromossômica em uma divisão celular embrionária anterior à separação dos dois embriões.
- D) inativação aleatória de um dos cromossomos X em fase posterior à divisão que resulta nos dois embriões.
- E) origem paterna do cromossomo portador do alelo mutante em uma das gêmeas e origem materna na outra.

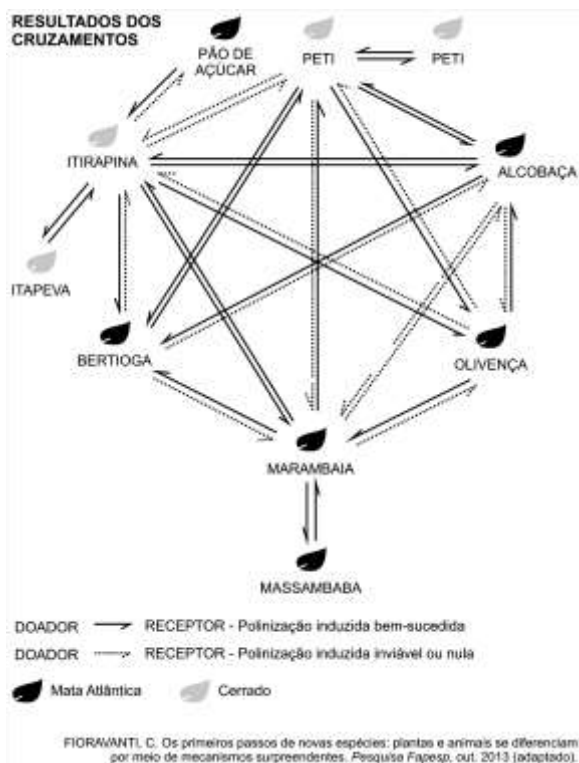
QUESTÃO 40 (ENEM 2017)

A reação em cadeia da polimerase (PCR, na sigla em inglês) é uma técnica de biologia molecular que permite replicação *in vitro* do DNA de forma rápida. Essa técnica surgiu na década de 1980 e permitiu avanços científicos em todas as áreas de investigação genômica. A dupla hélice é estabilizada por ligações de hidrogênio, duas entre as bases adenina (A) e timina (T) e três entre as bases guanina (G) e citosina (C). Inicialmente, para que o DNA possa ser replicado, a dupla hélice precisa ser totalmente desnaturada (desenrolada) pelo aumento da temperatura, quando são desfeitas as ligações de hidrogênio entre as diferentes bases nitrogenadas.

Qual dos segmentos de DNA será o primeiro a desnaturar totalmente durante o aumento da temperatura na reação de PCR?

- G G C C T T C G
- A) C C G G A A G C
C C T C G A C T
- B) G G A G C T G A
A A T T C C T A
- C) T T A A G G A T
T T A C G G C G
- D) A A T G C C G C
C C T A G G A A
- E) G G A T C C T T

QUESTÃO 41 (ENEM 2018)



O processo de formação de novas espécies é lento e repleto de nuances e estágios intermediários, havendo uma diminuição da viabilidade entre cruzamentos. Assim, plantas originalmente de uma mesma espécie que não cruzam mais entre si podem ser consideradas como uma espécie se diferenciando. Um pesquisador realizou cruzamentos entre nove populações – denominadas de acordo com a localização onde são encontradas – de uma espécie de orquídea (*Epidendrum denticulatum*). No diagrama estão os resultados dos cruzamentos entre as populações.

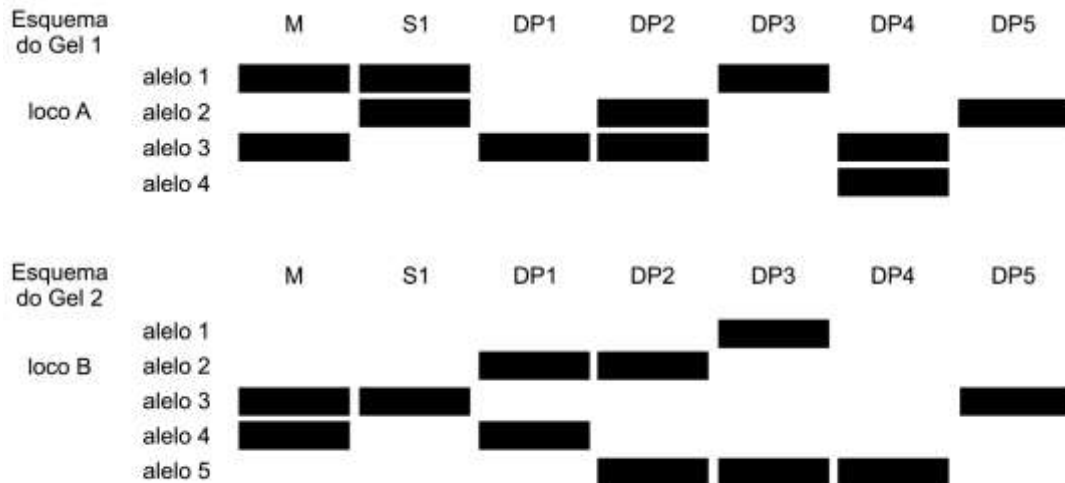
Considere que o doador fornece o pólen para o receptor.

Em populações de quais localidades se observa um processo de especiação evidente?

- A) Bertiooga e Marambaia; Alcobaça e Olivença.
B) Itirapina e Itapeva; Marambaia e Massambaba.
C) Itirapina e Marambaia; Alcobaça e Itirapina.
D) Itirapina e Peti; Alcobaça e Marambaia.
E) Itirapina e Olivença; Marambaia e Peti.

QUESTÃO 42 (ENEM 2018)

Considere, em um fragmento ambiental, uma árvore matriz com frutos (M) e outras cinco que produziram flores e são apenas doadoras de pólen (DP1, DP2, DP3, DP4 e DP5). Foi excluída a capacidade de autopolinização das árvores. Os genótipos da matriz, da semente (S1) e das prováveis fontes de pólen foram obtidos pela análise de dois locos (loco A e loco B) de marcadores de DNA, conforme a figura.



COLLEVATTI, R. G.; TELLES, M. P.; SOARES, T. N. Dispersão do pólen entre pequizeiros: uma atividade para a genética do ensino superior. *Genética na Escola*, n. 1, 2013 (adaptado).

A progênie S1 recebeu o pólen de qual doadora?

- A) DP1 B) DP2 C) DP3 D) DP4 E) DP5

QUESTÃO 43 (ENEM PPL 2019)

A principal explicação para a grande variedade de espécies na Amazônia é a teoria do refúgio. Nos últimos 100.000 anos, o planeta sofreu vários períodos de glaciação, em que as florestas enfrentaram fases de seca. Dessa forma, as matas expandiram-se e depois reduziram-se. Nos períodos de seca prolongados, cada núcleo de floresta ficava isolado do outro. Então, os grupos de animais dessas áreas isoladas passaram por processos de diferenciação genética, muitas vezes se transformando em espécies ou subespécies diferentes das originais e das que ficaram em outros refúgios.

Disponível em: <http://ambientes.ambientebrasil.com.br>. Acesso em: 22 abr. 2015.

O principal processo evolutivo relacionado ao texto é a

- A) anagênese.
 B) coevolução.
 C) evolução alopátrica.
 D) evolução simpátrica.
 E) convergência adaptativa.

QUESTÃO 44 (ENEM 2019)

Com base nos experimentos de plantas de Mendel, foram estabelecidos três princípios básicos, que são conhecidos como leis da uniformidade, segregação e distribuição independente. A lei da distribuição independente refere-se ao fato de que os membros de pares diferentes de genes segregam-se independentemente, uns dos outros, para a prole.

TURNPENNY, P. D. *Genética médica*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009 (adaptado).

Hoje, sabe-se que isso nem sempre é verdade. Por quê?

- A) A distribuição depende do caráter de dominância ou recessividade do gene.
 B) Os organismos nem sempre herdam cada um dos genes de cada um dos genitores.
 C) As alterações cromossômicas podem levar a falhas na segregação durante a meiose.
 D) Os genes localizados fisicamente próximos no mesmo cromossomo tendem a ser herdados juntos.
 E) O cromossomo que contém dois determinados genes pode não sofrer a disjunção na primeira fase da meiose.

QUESTÃO 45 (ENEM 2019)

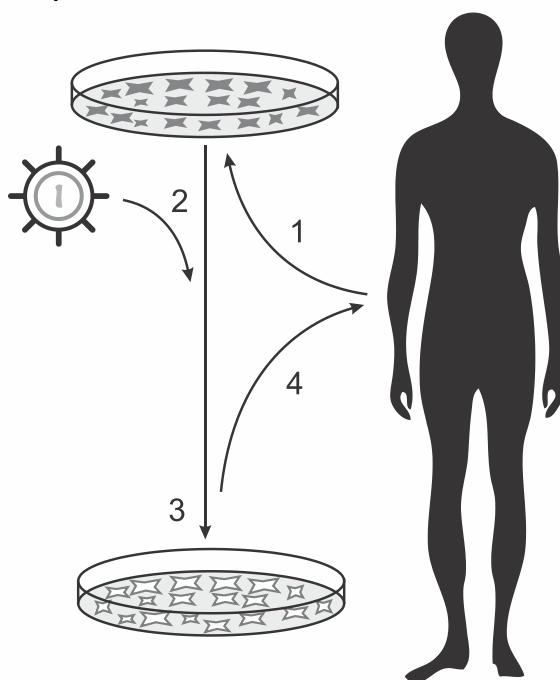
A esquistossomose (barriga-d'água) caracteriza-se pela inflamação do fígado e do baço causada pelo verme *Schistosoma mansoni* (esquistossomo). O contágio ocorre depois que larvas do verme são liberadas na água pelo caramujo do gênero *Biomphalaria*, seu hospedeiro intermediário, e penetram na pele humana. Após o diagnóstico, o tratamento tradicional utiliza medicamentos por via oral para matar o parasita dentro do corpo. Uma nova estratégia terapêutica baseia-se na utilização de uma vacina, feita a partir de uma proteína extraída do verme, que induz o organismo humano a produzir anticorpos para combater e prevenir a doença.

Instituto Oswaldo Cruz/Fundação Oswaldo Cruz (IOC/Fiocruz). *Fiocruz anuncia nova fase de vacina para esquistossomose*. Disponível em: <http://agencia.fiocruz.br>. Acesso em: 3 mai. 2019 (adaptado).

Uma vantagem da vacina em relação ao tratamento tradicional é que ela poderá

- A) impedir a penetração do parasita pela pele.
- B) eliminar o caramujo para que não haja contágio.
- C) impedir o acesso do esquistossomo especificamente para o fígado.
- D) eliminar o esquistossomo antes que ocorra contato com o organismo.
- E) eliminar o esquistossomo dentro do organismo antes da manifestação de sintomas.

QUESTÃO 46 (ENEM PPL 2019)



1. Coleta e cultivo *in vitro* das células do paciente;
2. Transdução com vetor carregando o gene terapêutico;
3. Seleção e expansão das células com gene terapêutico;
4. Reintrodução das células modificadas no paciente.

Disponível em: www.repositorio.uniceub.br.
Acesso em: 3 maio 2019 (adaptado).

A sequência de etapas indicadas na figura representa o processo conhecido como

- A) mutação.
- B) clonagem.
- C) *crossing-over*.
- D) terapia gênica.
- E) transformação genética.

QUESTÃO 47 (ENEM PPL 2019)

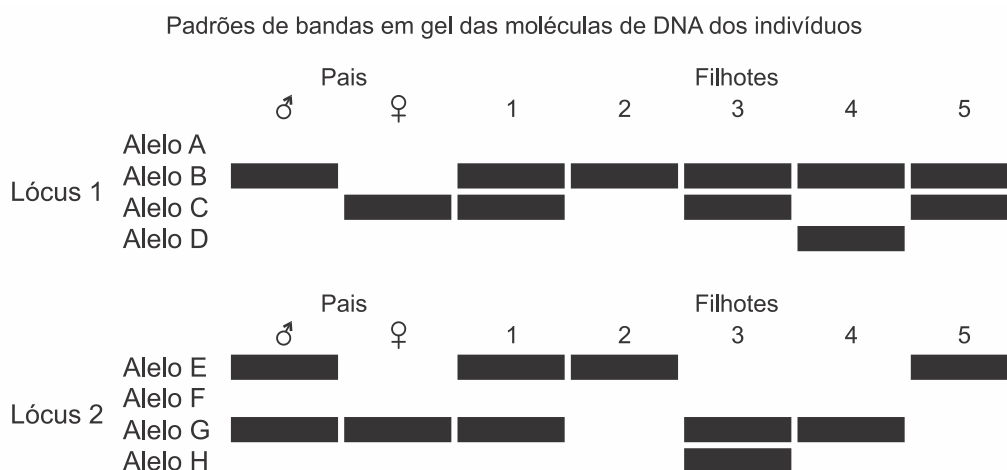
Um herbicida de largo espectro foi desenvolvido para utilização em lavouras. Esse herbicida atua inibindo a atividade de uma enzima dos vegetais envolvida na biossíntese de aminoácidos essenciais. Atualmente ele é bastante utilizado em plantações de soja, podendo inclusive inibir a germinação ou o crescimento das plantas cultivadas.

De que forma é desenvolvida a resistência da soja ao herbicida?

- A) Expondo frequentemente uma espécie de soja a altas concentrações do herbicida, levando ao desenvolvimento de resistência.
- B) Cultivando a soja com elevadas concentrações de aminoácidos, induzindo a formação de moléculas relacionadas à resistência.
- C) Empregando raios X para estimular mutações em uma variedade de soja, produzindo a enzima-alvo resistente ao herbicida.
- D) Introduzindo na soja um gene específico de outra espécie, possibilitando a produção da enzima de resistência ao herbicida.
- E) Administrando a enzima-alvo nos fertilizantes utilizados na lavoura, promovendo sua absorção pela espécie cultivada.

QUESTÃO 48 (ENEM PPL 2019)

Um pesquisador observou, em uma árvore, um ninho de uma espécie de falcão. Apenas um filhote apresentava uma coloração típica de penas de ambos os pais. Foram coletadas amostras de DNA dos pais e filhotes para caracterização genética dos alelos responsáveis pela coloração das penas. O perfil de bandas obtido para cada indivíduo do ninho para os loci 1 e 2, onde se localizam os genes dessa característica, está representado na figura.



CARVALHO, C. S.; CARVALHO, M. A.; COLLEVATTI, R. G. Identificando o sistema de acasalamento em aves. *Genética na Escola*, n. 1, 2013 (adaptado).

Dos filhotes, qual apresenta a coloração típica de penas dos pais?

- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4
- E) 5

QUESTÃO 49 (ENEM 2019)

Na família Retroviridae encontram-se diversos vírus que infectam aves e mamíferos, sendo caracterizada pela produção de DNA a partir de uma molécula de RNA. Alguns retrovírus infectam exclusivamente humanos, não necessitando de outros hospedeiros, reservatórios ou vetores biológicos. As infecções ocasionadas por esses vírus vêm causando mortes e grandes prejuízos ao desenvolvimento social e econômico. Nesse contexto, pesquisadores têm produzido medicamentos que contribuem para o tratamento dessas doenças.

Que avanços tecnológicos têm contribuído para o tratamento dessas infecções virais?

- A) Melhoria dos métodos de controle dos vetores desses vírus.
- B) Fabricação de soros mutagênicos para combate desses vírus.
- C) Investimento da indústria em equipamentos de proteção individual.
- D) Produção de vacinas que evitam a infecção das células hospedeiras.
- E) Desenvolvimento de antirretrovirais que dificultam a reprodução desses vírus.

ECOLOGIA

A Ecologia é o estudo dos seres vivos nas suas relações recíprocas e com o meio em que vivem. Desmatamento, poluição do ar e das águas, extinção de espécies animais e vegetais, desequilíbrio ecológico, efeito estufa, alterações climáticas, esgotamento dos recursos naturais não-renováveis, destruição da camada de ozônio e muitos outros problemas como esses estão se tornando cada vez mais graves. A reversão desse quadro criado pelo próprio homem só acontecerá às custas de uma nova forma de proceder e de uma consciência verdadeiramente ecológica.

01. RELAÇÕES ENTRE OS SERES VIVOS

As populações de uma comunidade interagem, exercendo, assim, influências recíprocas, conhecidas como relações ecológicas. Ocorrem entre indivíduos da mesma espécie (intraespecíficas) ou entre indivíduos de espécies diferentes (interespecíficas). Essas relações podem ser HARMÔNICAS, quando não há prejuízo para nenhuma das populações, ou DESARMÔNICAS, quando pelo menos uma das populações sofre algum tipo de desvantagem.

INTRAESPECÍFICAS

Sociedade: é uma associação harmônica entre indivíduos da mesma espécie (intraespecífica), organizados de um modo cooperativo, com divisão de trabalho, e não ligados anatomicamente. São exemplos de insetos sociais: abelhas, cupins, vespas e formigas.

Colônias: são associações harmônicas entre indivíduos de uma mesma espécie (intraespecíficas), anatomicamente ligados, incapazes de viver separados. Podem ou não apresentar divisão de trabalho, dependendo da espécie envolvida. São exemplos de colônias: corais e caravelas (cnidários), certos protistas e bactérias, dentre outros.

Canibalismo: é uma relação intraespecífica desarmônica, na qual um animal mata outro da sua própria espécie para se alimentar. A aranha viúva-negra e a fêmea do louva-a-deus devoram os machos após a cópula. Escassez de alimento, o aumento excessivo na população de uma espécie ou competição sexual podem levar alguns animais ao canibalismo. O canibalismo entre humanos é conhecido como antropofagia.

Competição intraespecífica: a competição entre indivíduos da mesma espécie geralmente ocorre pela disputa de alimento, território, parceiro para reprodução, dentre outros. Esse tipo de interação favorece um processo seletivo que culmina, geralmente, com a preservação das formas de vida mais bem adaptadas ao meio ambiente, e com a extinção de indivíduos com baixo poder adaptativo. Assim, a competição constitui um fator regulador da densidade populacional, contribuindo para evitar a superpopulação de uma espécie.

INTERESPECÍFICAS

Mutualismo: relação entre dois seres vivos de espécies diferentes em que existe uma cooperação mútua necessária à sobrevivência, numa relação de dependência. Um exemplo de mutualismo é o líquen, associação de uma alga com um fungo. Outra situação de mutualismo ocorre entre os ruminantes e as bactérias em seu estômago. As bactérias produzem uma enzima denominada celulase, necessária para quebrar a celulose das folhas. As bactérias ganham alimentação e abrigo.

Protocooperação: ambas as espécies são beneficiadas, mas não existe uma obrigatoriedade na relação. Uma pode viver independentemente da outra.

Um exemplo de protocooperação é a relação que ocorre entre as aves-palito e os crocodilos. O crocodilo abre a boca e permite que a ave-palito pouse dentro dela para se alimentar dos restos de comida e de parasitas. Assim, o crocodilo se beneficia e a ave obtém alimento de maneira fácil e segura (porque o crocodilo não fecha a boca, e nenhum predador da ave-palito se aproxima do crocodilo).

Inquilinismo: causa benefício apenas para uma das espécies envolvidas, sem prejuízo da outra. Normalmente os inquilinos buscam abrigo e proteção, vivendo sobre a superfície de outra espécie. Pode ocorrer inquilinismo no interior de cavidades de um ser vivo (hospedeiro), e nesse caso pode ser considerado uma modalidade de comensalismo. O epifitismo nos vegetais, em que plantas vivem sobre outras plantas (bromélias, samambaias e orquídeas), também pode ser considerado um tipo de inquilinismo.

Comensalismo: interação harmônica onde há benefício apenas para um organismo, porém o outro não é prejudicado. A relação das rêmoras com o tubarão é um exemplo de comensalismo. A rêmora se fixa no tubarão e se alimenta dos restos de suas presas. A relação não prejudica o tubarão. Leões e hienas também são um exemplo: as hienas alimentam-se dos restos das carcaças que os leões deixam.

Amensalismo ou antibiose: relação na qual uma espécie inibe o desenvolvimento de outra por meio da liberação de substâncias no meio. Um exemplo é a produção de antibióticos por fungos que impedem a proliferação de bactérias. Também algumas plantas produzem substâncias inibidoras que são exaladas ao seu redor e inibem a germinação de outras plantas. A maré vermelha é outro exemplo. É causada pela proliferação de algas pirrófitas que liberam substâncias tóxicas, capazes de envenenar a água e os organismos.

Predatismo: relação interespecífica desarmônica, em que um indivíduo, predador, ataca e devora outro, a presa. Quando o alimento é uma planta, usa-se geralmente o termo herbivoria. As duas populações - de predadores e presas - geralmente permanecem em equilíbrio no ecossistema.

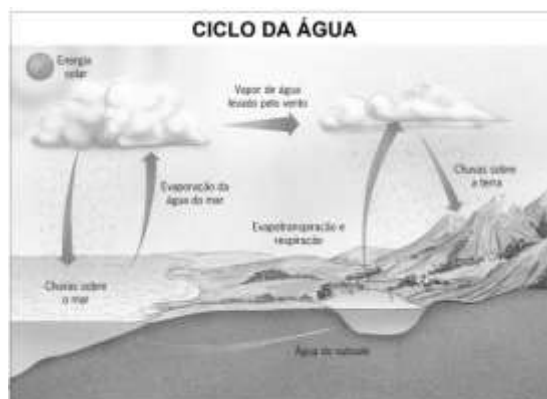
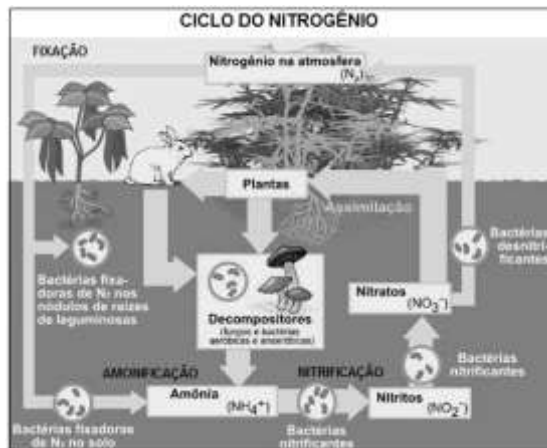
Parasitismo: relação desarmônica na qual um organismo (parasita) explora outro (seu hospedeiro) para se alimentar às suas custas, durante o seu ciclo de vida. É diferente do predador, que mata a sua presa para depois alimentar-se dela. Quando o parasitismo é externo, seja na pele, pelo ou cabelos, falamos em ectoparasitismo (Ex: carrapatos, pulgas, piolhos, sanguessugas). Quando o hospedeiro abriga o parasita no interior do seu corpo, trata-se de endoparasitismo. (Ex: bactérias, protozoários, platelmintos e nematodas). Parasitas tendem a causar debilidade no indivíduo afetado, mas raramente causam sua morte.

Esclavagismo: relação desarmônica, em que uma espécie, a "exploradora", beneficia-se de serviços de outra, a "explorada", que é prejudicada. Um exemplo é a relação de formigas e pulgões. Os pulgões sugam a seiva de plantas e eliminam o excesso. Formigas protegem os pulgões de eventuais predadores, e lambem o açúcar que sai do abdome desses insetos. As atividades de domesticação feita pelos humanos, como a apicultura, bovinocultura e outras também podem ser consideradas relações de esclavagismo.

Forésia: associação entre indivíduos de espécies diferentes em que um animal conduz outro ou uma planta sem tirar proveito ou prejuízos deste transporte. Pode ser comparado ao comensalismo, mas o objetivo é o deslocamento, e não a alimentação. Como exemplo temos sementes e frutos que são conduzidos pela pelagem de um animal, as anêmonas que vivem sobre os caranguejos-eremitas e as cracas na superfície de baleias.

02. CICLOS BIOGEOQUÍMICOS

Os elementos químicos não se perdem jamais nos ambientes. Ora estão participando da estrutura de moléculas inorgânicas, na água, no solo ou no ar, ora estão compondo moléculas mais complexas de substâncias orgânicas, nos corpos dos seres vivos. Essa contínua circulação dos elementos caracteriza os chamados ciclos biogeoquímicos.



03. FLUXO DE ENERGIA E CICLO DA MATÉRIA

A captura de radiação solar pela fotossíntese move a produtividade dos ecossistemas. A energia flui pelos ecossistemas à medida que os organismos a capturam e armazenam e a transferem para outros organismos, quando são comidos. A cada transformação, parte da energia é dissipada como calor. Elementos químicos, por outro lado, não são perdidos quando transferidos entre os organismos; eles circulam repetidamente através dos organismos e do ambiente físico. Os átomos de Carbono e Nitrogênio, os quais compõem a vida de hoje, são os mesmos que formaram dinossauros, insetos e árvores do período Jurássico!

QUESTÕES OBJETIVAS

QUESTÃO 01 (PUCMINAS 2010)

Muitas vezes, as relações dos organismos vivos de uma comunidade surpreendem pela sua complexidade.

As folhas jovens do maracujazeiro produzem substâncias tóxicas, que as protegem das larvas de insetos, exceto de uma espécie de borboleta que as consegue comer, por conseguir digerir suas substâncias tóxicas. Essa borboleta deposita seus ovos amarelos brilhantes nas folhas do maracujazeiro. Evitam, porém, depositar ovos onde já existem outros depositados, dificultando sua alimentação.

Há vegetais com manchas amarelas nas folhas, o que evita novos depósitos de ovos nas folhas. São os nectários, que por sua vez atraem formigas e vespas, que também comem ovos de borboletas. A simples presença das formigas desencoraja as borboletas de botar ovos nas folhas. No caso, as borboletas ficam mais eficientes no ataque ao maracujazeiro que se tornou mais resistente ao parasita.

O texto **NÃO** apresenta caso de:

- A) coevolução. B) adaptação. C) comensalismo. D) competição.

QUESTÃO 02 (ENEM 2010)

O lixão que recebia 130 toneladas de lixo e contaminava a região com o seu chorume (líquido derivado da decomposição de compostos orgânicos) foi recuperado, transformando-se em um aterro sanitário controlado, mudando a qualidade de vida e a paisagem e proporcionando condições dignas de trabalho para os que dele subsistiam.

Revista Promoção de Saúde da Secretaria de Políticas de saúde. Ano 1, nº 4, dez. 2000 (adaptado).

Quais procedimentos técnicos tornam o aterro sanitário mais vantajoso que o lixão, em relação às problemáticas abordadas no texto?

- A) O lixo é recolhido e incinerado pela combustão a altas temperaturas.
B) O lixo hospitalar é separado para ser enterrado e sobre ele, colocada cal virgem.
C) O lixo orgânico e inorgânico é encoberto, e o chorume canalizado para ser tratado e neutralizado.
D) O lixo orgânico é completamente separado do lixo inorgânico, evitando a formação de chorume.
E) O lixo industrial é separado e acondicionado de forma adequada, formando uma bolsa de resíduos.

QUESTÃO 03 (ENEM 2010)

O fósforo, geralmente representado pelo íon de fosfato (PO_4^{-3}) é um ingrediente insubstituível da vida, já que é parte constituinte das membranas celulares e das moléculas do DNA e do trifosfato de adenosina (ATP), principal forma de armazenamento de energia das células. O fósforo utilizado nos fertilizantes agrícolas é extraído de minas, cujas reservas estão cada vez mais escassas. Certas práticas agrícolas aceleram a erosão do solo, provocando o transporte de fósforo para sistemas aquáticos, que fica imobilizado nas rochas. Ainda, a colheita das lavouras e o transporte dos restos alimentares para os lixões diminuem a disponibilidade dos íons no solo. Tais fatores têm ameaçado a sustentabilidade desse íon.

Uma medida que amenizaria esse problema seria:

- A) incentivar a reciclagem de resíduos biológicos, utilizando dejetos animais e restos de culturas para produção de adubo.
B) repor o estoque retirado das minas com um íon sintético de fósforo para garantir o abastecimento da indústria de fertilizante.
C) aumentar a importação de íons fosfato dos países ricos para suprir as exigências das indústrias nacionais de fertilizantes.
D) substituir o fósforo dos fertilizantes por outro elemento com a mesma função para suprir as necessidades do uso de seu íons.
E) proibir, por meio de lei federal, o uso de fertilizantes com fósforo pelos agricultores, para diminuir sua extração das reservas naturais.

QUESTÃO 04 (ENEM 2010)

O texto “O voo das Folhas” traz uma visão dos índios Ticunas para um fenômeno usualmente observado na natureza:

O VOO DAS FOLHAS
Com o vento
as folhas se movimentam.
E quando caem no chão
ficam paradas em silêncio.
Assim se forma o ngaura. O ngaura cobre o chão da
floresta, enriquece a terra e alimenta as árvores.]
As folhas velhas morrem para ajudar o crescimento das
folhas novas.]
Dentro do ngaura vivem aranhas, formigas, escorpiões,
centopeias, minhocas, cogumelos e vários tipos de
outros seres muito pequenos.]
As folhas também caem nos lagos, nos igarapés e igapós.
A natureza segundo os Ticunas/Livro das Árvores.
Organização Geral dos Professores Bilingües Ticunas, 2000.

Na visão dos índios Ticunas, a descrição sobre o ngaura permite classificá-lo como um produto diretamente relacionado ao ciclo

- A) da água.
- B) do oxigênio.
- C) do fósforo.
- D) do carbono.
- E) do nitrogênio.

QUESTÃO 05 (ENEM 2010)

O despejo de dejetos de esgotos domésticos e industriais vem causando sérios problemas aos rios brasileiros. Esses poluentes são ricos em substâncias que contribuem para a eutrofização de ecossistemas, que é um enriquecimento da água por nutrientes, o que provoca um grande crescimento bacteriano e, por fim, pode promover escassez de oxigênio.

Uma maneira de evitar a diminuição da concentração de oxigênio no ambiente é:

- A) aquecer as águas dos rios para aumentar a velocidade de decomposição dos dejetos.
- B) retirar do esgoto os materiais ricos em nutrientes para diminuir a sua concentração nos rios.
- C) adicionar bactérias anaeróbicas às águas dos rios para que elas sobrevivam mesmo sem o oxigênio.
- D) substituir produtos não degradáveis por biodegradáveis para que as bactérias possam utilizar os nutrientes.
- E) aumentar a solubilidade dos dejetos no esgoto para que os nutrientes fiquem mais acessíveis às bactérias.

QUESTÃO 06 (ENEM 2010)

As cidades industrializadas produzem grandes proporções de gases como o CO₂, o principal gás causador do efeito estufa. Isso ocorre por causa da quantidade de combustíveis fósseis queimados principalmente no transporte, mas também em caldeiras industriais. Além disso, nessas cidades concentram-se as maiores áreas com solos asfaltados e concretados, o que aumenta a retenção de calor, formando o que se conhece por “ilhas de calor”. Tal fenômeno ocorre porque esses materiais absorvem o calor e o devolvem para o ar sob a forma de radiação térmica.

Em áreas urbanas, devido à atuação conjunta do efeito estufa e das “ilhas de calor”, espera-se que o consumo de energia elétrica

- A) diminua devido à utilização de caldeiras por indústrias metalúrgicas.
- B) aumente devido ao bloqueio da luz do sol pelos gases do efeito estufa.
- C) diminua devido à não necessidade de aquecer a água utilizada em indústrias.
- D) aumente devido à necessidade de maior refrigeração de indústrias e residências.
- E) diminua devido à grande quantidade de radiação térmica reutilizada.

QUESTÃO 07 (ENEM 2010)

No ano de 2000, um vazamento em dutos de óleo na baía de Guanabara (RJ) causou um dos maiores acidentes ambientais do Brasil. Além de afetar a fauna e a flora, o acidente abalou o equilíbrio da cadeia alimentar de toda a baía. O petróleo forma uma película na superfície da água, o que prejudica as trocas gasosas da atmosfera com a água e desfavorece a realização de fotossíntese pelas algas, que estão na base da cadeia alimentar hídrica. Além disso, o derramamento de óleo contribuiu para o envenenamento das árvores e, conseqüentemente, para a intoxicação da fauna e flora aquáticas, bem como conduziu à morte diversas espécies de animais, entre outras formas de vida, afetando também a atividade pesqueira.

LAUBIER L. Diversidade da Maré Negra. In: **Scientific American Brasil**. 4(39), ago. 2005 (adaptado).

A situação exposta no texto e suas implicações:

- A) indicam a independência da espécie humana com relação ao ambiente marinho.
- B) alertam para a necessidade do controle da poluição ambiental para redução do efeito estufa.
- C) ilustram a interdependência das diversas formas de vida (animal, vegetal e outras) e o seu habitat.
- D) indicam a alta resistência do meio ambiente à ação do homem, além de evidenciar a sua sustentabilidade mesmo em condições extremas de poluição.
- E) evidenciam a grande capacidade animal de se adaptar às mudanças ambientais, em contraste com a baixa capacidade das espécies vegetais, que estão na base da cadeia alimentar hídrica.

QUESTÃO 08 (ENEM 2010)

De 15% a 20% da área de um canavial precisa ser renovada anualmente. Entre o período de corte e o de plantação de novas canas, os produtores estão optando por plantar leguminosas, pois elas fixam nitrogênio no solo, um adubo natural para a cana. Essa opção de rotação é agronomicamente favorável, de forma que municípios canavieiros são hoje grandes produtores de soja, amendoim e feijão.

As encruzilhadas da fome. **Planeta**. São Paulo, ano 36, nº 430, jul. 2008 (adaptado).

A rotação de culturas citada no texto pode beneficiar economicamente os produtores de cana porque

- A) a decomposição da cobertura morta dessas culturas resulta em economia na aquisição de adubos industrializados.
- B) o plantio de cana-de-açúcar propicia um solo mais adequado para o cultivo posterior da soja, do amendoim e do feijão.
- C) as leguminosas absorvem do solo elementos químicos diferentes dos absorvidos pela cana, restabelecendo o equilíbrio do solo.
- D) a queima dos restos vegetais do cultivo da cana-de-açúcar transforma-se em cinzas, sendo reincorporadas ao solo, o que gera economia na aquisição de adubo.
- E) a soja, o amendoim e o feijão, além de possibilitarem a incorporação ao solo de determinadas moléculas disponíveis na atmosfera, são grãos comercializados no mercado produtivo.

QUESTÃO 09 (ENEM 2011)

Em 1872, Robert Angus Smith criou o termo “chuva ácida”, descrevendo precipitações ácidas em Manchester após a Revolução Industrial. Trata-se do acúmulo demorado de dióxido de carbono e enxofre na atmosfera que, ao reagirem com compostos dessa camada, formam gotículas de chuva ácida e partículas de aerossóis. A chuva ácida não necessariamente ocorre no local poluidor, pois tais poluentes, ao serem lançados na atmosfera, são levados pelos ventos, podendo provocar a reação em regiões distantes. A água de forma pura apresenta pH 7, e, ao contatar agentes poluidores, reage modificando seu pH para 5,6 e até menos que isso, o que provoca reações, deixando conseqüências.

Disponível em: <http://www.brasilecola.com>. acesso em: 18 mai. 2010 (adaptado).

O texto aponta para um fenômeno atmosférico causador de graves problemas ao meio ambiente: a chuva ácida (pluviosidade com pH baixo). Esse fenômeno tem como consequência

- A) a corrosão de metais, pinturas, monumentos históricos, destruição da cobertura vegetal e acidificação dos lagos.
- B) a diminuição do aquecimento global, já que esse tipo de chuva retira poluentes da atmosfera.
- C) a destruição da fauna e da flora, e redução dos recursos hídricos, com o assoreamento dos rios.
- D) as enchentes, que atrapalham a vida do cidadão urbano, corroendo, em curto prazo, automóveis e fios de cobre da rede elétrica.
- E) a degradação da terra nas regiões semiáridas, localizadas, em sua maioria, no Nordeste do nosso país.

QUESTÃO 10 (ENEM 2011)

O controle biológico, técnica empregada no combate a espécies que causam danos e prejuízos aos seres humanos, é utilizado no combate à lagarta que se alimenta de folhas de algodoeiro. Algumas espécies de borboleta depositam seus ovos nessa cultura. A microvespa *Trichogramma sp.* introduz seus ovos nos ovos de outros insetos, incluindo os das borboletas em questão. Os embriões da vespa se alimentam do conteúdo desses ovos e impedem que as larvas de borboleta se desenvolvam. Assim, é possível reduzir a densidade populacional das borboletas até níveis que não prejudiquem a cultura.

A técnica de controle biológico realizado pela microvespa *Trichogramma sp.* consiste na

- A) introdução de um parasita no ambiente da espécie que se deseja combater.
- B) introdução de um gene letal nas borboletas, a fim de diminuir o número de indivíduos.
- C) competição entre a borboleta e a microvespa para a obtenção de recursos.
- D) modificação do ambiente para selecionar indivíduos melhor adaptados.
- E) aplicação de inseticidas a fim de diminuir o número de indivíduos que se deseja combater.

QUESTÃO 11 (ENEM 2011)

Diferente do que o senso comum acredita, as lagartas de borboletas não possuem voracidade generalizada. Um estudo mostrou que as borboletas de asas transparentes da família *Ithomiinae*, comuns na Floresta Amazônica e na Mata Atlântica, consomem, sobretudo, plantas da família *Solanaceae*, a mesma do tomate. Contudo, os ancestrais dessas borboletas consumiam espécies vegetais da família *Apocinaceae*, mas a quantidade dessas plantas parece não ter sido suficiente para garantir o suprimento alimentar dessas borboletas. Dessa forma, as solanáceas tornaram-se uma opção de alimento, pois são abundantes na Mata Atlântica e na Floresta Amazônica.

Cores ao vento. Genes e fósseis revelam origem e diversidade de borboletas sul-americanas.
Revista Pesquisa FAPESP. N° 170, 2010 (adaptado).

Nesse texto, a ideia do senso comum é confrontada com os conhecimentos científicos, ao se entender que as larvas das borboletas *Ithomiinae* encontradas atualmente na Mata Atlântica e na Floresta Amazônica, apresentam

- A) facilidade em digerir todas as plantas desses locais.
- B) interação com as plantas hospedeiras da família *Apocinaceae*.
- C) adaptação para se alimentar de todas as plantas desses locais.
- D) voracidade indiscriminada por todas as plantas existentes nesses locais.
- E) especificidade pelas plantas da família *Solanaceae* existentes nesses locais.

QUESTÃO 15 (ENEM 2011)

Um dos processos usados no tratamento do lixo é a incineração, que apresenta vantagens e desvantagens. Em São Paulo, por exemplo, o lixo é queimado a altas temperaturas e parte da energia liberada é transformada em energia elétrica. No entanto, a incineração provoca a emissão de poluentes na atmosfera.

Uma forma de minimizar a desvantagem da incineração, destacada no texto, é

- A) aumentar o volume do lixo incinerado para aumentar a produção de energia elétrica.
- B) fomentar o uso de filtros nas chaminés dos incineradores para diminuir a poluição do ar.
- C) aumentar o volume do lixo para baratear os custos operacionais relacionados ao processo.
- D) fomentar a coleta seletiva de lixo nas cidades para aumentar o volume de lixo incinerado.
- E) diminuir a temperatura de incineração do lixo para produzir maior quantidade de energia elétrica.

QUESTÃO 16 (ENEM – 2011)

Certas espécies de algas são capazes de absorver rapidamente compostos inorgânicos presentes na água, acumulando-os durante seu crescimento. Essa capacidade fez com que se pensasse em usá-las como biofiltros para a limpeza de ambientes aquáticos contaminados, removendo, por exemplo, nitrogênio e fósforo de resíduos orgânicos e metais pesados provenientes de rejeitos industriais lançados nas águas. Na técnica do cultivo integrado, animais e algas crescem de forma associada, promovendo um maior equilíbrio ecológico.

SORIANO, E. M. Filtros vivos para limpar a água. Revista Ciência Hoje. V. 37, nº 219, 2005 (adaptado).

A utilização da técnica do cultivo integrado de animais e algas representa uma proposta favorável a um ecossistema mais equilibrado porque

- A) os animais eliminam metais pesados, que são usados pelas algas para a síntese de biomassa.
- B) os animais fornecem excretas orgânicos nitrogenados, que são transformados em gás carbônico pelas algas.
- C) as algas usam os resíduos nitrogenados liberados pelos animais e eliminam gás carbônico na fotossíntese, usado na respiração aeróbica.
- D) as algas usam os resíduos nitrogenados provenientes do metabolismo dos animais e, durante a síntese de compostos orgânicos, liberam oxigênio para o ambiente.
- E) as algas aproveitam os resíduos do metabolismo dos animais e, durante a quimiossíntese de compostos orgânicos, liberam oxigênio para o ambiente

QUESTÃO 17 (ENEM 2011)

De acordo com o relatório “A grande sombra da pecuária” (Livestock’s Long Shadow), feito pela Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação, o gado é responsável por cerca de 18% do aquecimento global, uma contribuição maior que a do setor de transportes.

Disponível em: www.conpet.gov.br. Acesso em: 22 jun. 2010.



A criação de gado em larga escala contribui para o aquecimento global por meio da emissão de

- A) metano durante o processo de digestão.
- B) óxido nítrico durante o processo de ruminação.
- C) clorofluorcarbono durante o transporte de carne.
- D) óxido nítrico durante o processo respiratório.
- E) dióxido de enxofre durante o consumo de pastagens.

QUESTÃO 18 (ENEM 2011)

A eutrofização é um processo em que rios, lagos e mares adquirem níveis altos de nutrientes, especialmente fosfatos e nitratos, provocando posterior acúmulo de matéria orgânica em decomposição. Os nutrientes são assimilados pelos produtores primários e o crescimento desses é controlado pelo nutriente limitrofe, que é o elemento menos disponível em relação à abundância necessária à sobrevivência dos organismos vivos. O ciclo representado na figura seguinte reflete a dinâmica dos nutrientes em um lago.

SPIRO, T. G.; STIGLIANI, W. M. Química Ambiental. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2008 (adaptado).

A análise da água de um lago que recebe a descarga de águas residuais provenientes de lavouras adubadas revelou as concentrações dos elementos carbono (21,2 mol/L), nitrogênio (1,2 mol/L) e fósforo (0,2 mol/L). Nessas condições, o nutriente limitrofe é o

- A) C. B) N. C) P. D) CO₂. E) PO₄³⁻.

QUESTÃO 19 (ENEM 2012)

Para diminuir o acúmulo de lixo e o desperdício de materiais de valor econômico e, assim, reduzir a exploração de recursos naturais, adotou-se, em escala internacional, a política dos três erres: Redução, Reutilização e Reciclagem. Um exemplo de reciclagem é a utilização de

- A) garrafas de vidro retornáveis para cerveja ou refrigerante.
B) latas de alumínio como material para fabricação de lingotes.
C) sacos plásticos de supermercado como acondicionantes de lixo caseiro.
D) embalagens plásticas vazias e limpas para acondicionar outros alimentos.
E) garrafas PET recortadas em tiras para fabricação de cerdas de vassouras.

QUESTÃO 20 (ENEM 2012)

Suponha que você seja um consultor e foi contratado para assessorar a implantação de uma matriz energética em um pequeno país com as seguintes características: região plana, chuvosa e com ventos constantes, dispondo de poucos recursos hídricos e sem reservatórios de combustíveis fósseis. De acordo com as características desse país, a matriz energética de menor impacto e riscos ambientais é a baseada na energia

- A) dos biocombustíveis, pois tem menos impacto ambiental e maior disponibilidade.
B) solar, pelo seu baixo custo e pelas características do país favoráveis à sua implantação.
C) nuclear, por ter menos risco ambiental a ser adequada a locais com menor extensão territorial.
D) hidráulica, devido ao relevo, à extensão territorial do país e aos recursos naturais disponíveis.
E) eólica, pelas características do país e por não gerar gases do efeito estufa nem resíduos de operação.

QUESTÃO 21 (ENEM 2012)

Pesticidas são contaminantes ambientais altamente tóxicos aos seres vivos e, geralmente, com grande persistência ambiental. A busca por novas formas de eliminação dos pesticidas tem aumentado nos últimos anos, uma vez que as técnicas atuais são economicamente dispendiosas e paliativas. A biorremediação de pesticidas utilizando microorganismos tem se mostrado uma técnica muito promissora para essa finalidade, por apresentar vantagens econômicas e ambientais. Para ser utilizado nesta técnica promissora, um microrganismo deve ser capaz de

- A) transferir o contaminante do solo para a água.
B) absorver o contaminante sem alterá-lo quimicamente.
C) apresentar alta taxa de mutação ao longo das gerações.
D) estimular o sistema imunológico do homem contra o contaminante.
E) metabolizar o contaminante, liberando subprodutos menos tóxicos ou atóxicos.

QUESTÃO 22 (ENEM 2012)

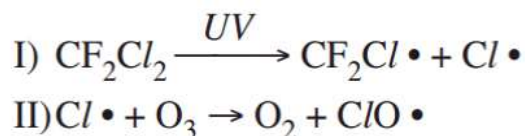
O menor tamanduá do mundo é solitário e tem hábitos noturnos, passa o dia repousando, geralmente em um emaranhado de cipós, com o corpo curvado de tal maneira que forma uma bola. Quando em atividade, se locomove vagarosamente e emite som semelhante a um assobio. A cada gestação, gera um único filhote. A cria é deixada em uma árvore à noite e é amamentada pela mãe até que tenha idade para procurar alimento. As fêmeas adultas têm territórios grandes e o território de um macho inclui o de várias fêmeas, o que significa que ele tem sempre diversas pretendentes à disposição para namorar! Ciência Hoje das Crianças, ano 19, n. 174, nov. 2006 (adaptado).

Essa descrição sobre o tamanduá diz respeito ao seu

- A) hábitat.
- B) biótopo.
- C) nível trópico.
- D) nicho ecológico.
- E) potencial biótico.

QUESTÃO 23 (ENEM 2012)

O rótulo de um desodorante aerossol informa ao consumidor que o produto possui em sua composição os gases isobutano, butano e propano, dentre outras substâncias. Além dessa informação, o rótulo traz, ainda, a inscrição “Não contém CFC”. As reações a seguir, que ocorrem na estratosfera, justificam a não utilização de CFC (clorofluorcarbono ou Freon) nesse desodorante:



A preocupação com as possíveis ameaças à camada de ozônio (O_3) baseia-se na sua principal função: proteger a matéria viva na Terra dos efeitos prejudiciais dos raios solares ultravioleta. A absorção da radiação ultravioleta pelo ozônio estratosférico é intensa o suficiente para eliminar boa parte da fração de ultravioleta que é prejudicial à vida. A finalidade da utilização dos gases isobutano, butano e propano neste aerossol é

- A) substituir o CFC, pois não reagem com o ozônio, servindo como gases propelentes em aerossóis.
- B) servir como propelentes, pois, como são muito reativos, capturam o Freon existente livre na atmosfera, impedindo a destruição do ozônio.
- C) reagir com o ar, pois se decompõem espontaneamente em dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O), que não atacam o ozônio.
- D) impedir a destruição do ozônio pelo CFC, pois os hidrocarbonetos gasosos reagem com a radiação UV, liberando hidrogênio (H_2), que reage com o oxigênio do ar (O_2), formando água (H_2O).
- E) destruir o CFC, pois reagem com a radiação UV, liberando carbono (C), que reage com o oxigênio do ar (O_2), formando dióxido de carbono (CO_2), que é inofensivo para a camada de ozônio.

QUESTÃO 24 (ENEM 2013)

Apesar de belos e impressionantes, corais exóticos encontrados na Ilha Grande podem ser uma ameaça ao equilíbrio dos ecossistemas do litoral do Rio de Janeiro. Originários do Oceano Pacífico, esses organismos foram trazidos por plataformas de petróleo e outras embarcações, provavelmente na década de 1980, e disputam com as espécies nativas elementos primordiais para a sobrevivência, como espaço e alimento. Organismos invasores são a segunda maior causa de perda de biodiversidade, superados somente pela destruição direta de habitats pela ação do homem. As populações de espécies invasoras crescem indefinidamente e ocupam o espaço de organismos nativos.

LEVY, I. Disponível em <http://cienciahoje.uol.com.br>. Acesso em: 5 dez. 2011 (adaptado).

As populações de espécies invasoras crescem bastante por terem a vantagem de

- A) não apresentarem genes deletérios no seu *pool* gênico.
- B) não possuírem parasitas e predadores naturais presentes no ambiente exótico.
- C) apresentarem características genéticas para se adaptarem a qualquer clima ou condição ambiental.
- D) apresentarem capacidade de consumir toda a variedade de alimentos disponibilizados no ambiente exótico.
- E) apresentarem características fisiológicas que lhes conferem maior tamanho corporal que o das espécies nativas.

QUESTÃO 25 (ENEM 2013)

Estudos de fluxo de energia em ecossistemas demonstram que a alta produtividade nos manguezais está diretamente relacionada às taxas de produção primária líquida e à rápida reciclagem dos nutrientes. Como exemplo de seres vivos encontrados nesse ambiente, temos: aves, caranguejos, insetos, peixes e algas.

Dos grupos de seres vivos citados, as que contribuem diretamente para a manutenção dessa produtividade no referido ecossistema são

- A) aves. B) algas. C) peixes. D) insetos. E) caranguejos.

QUESTÃO 26 (ENEM 2013)

No Brasil, cerca de 80% da energia elétrica advém de hidrelétricas, cuja construção implica o represamento de rios. A formação de um reservatório para esse fim, por sua vez, pode modificar a ictiofauna local. Um exemplo é o represamento do Rio Paraná, onde se observou o desaparecimento de peixes cascudos quase que simultaneamente ao aumento do número de peixes de espécies exóticas introduzidas, como o mapará e a corvina, as três espécies com nichos ecológicos semelhantes.

PETESSE, M. L., PETRERE, JR. M. *Ciência Hoje*. São Paulo, n. 293 v. 49 jun. 2012 (adaptado).

Nessa modificação da ictiofauna, o desaparecimento de cascudos é explicado pelo(a)

- A) redução do fluxo gênico da espécie nativa.
- B) diminuição da competição intraespecífica.
- C) aumento da competição interespecífica.
- D) isolamento geográfico dos peixes.
- E) extinção de nichos ecológicos.

QUESTÃO 27 (ENEM 2013)

Sabe-se que o aumento da concentração de gases como CO₂, CH₄, e N₂O na atmosfera é um dos fatores responsáveis pelo agravamento do efeito estufa. A agricultura é uma das atividades humanas que contribui tanto para a emissão quanto para o sequestro desses gases, dependendo do manejo da matéria orgânica do solo.

ROSA A. H.:COELHO, J. C. R. *Cadernos temáticos de Química Nova na Escola*. São Paulo, n. 5, nov. 2003 (adaptado).

De que maneira as práticas agrícolas podem ajudar a minimizar o agravamento do efeito estufa?

- A) Evitando a rotação de culturas.
- B) Liberando o CO₂ presente no solo.
- C) Aumentando a quantidade de matéria orgânica do solo.
- D) Queimando a matéria orgânica que se deposita no solo.
- E) Atenuando a concentração de resíduos vegetais do solo.

QUESTÃO 28 (PUCMINAS 2013)

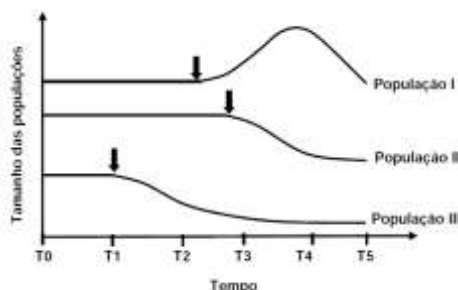
O efeito estufa é um fenômeno natural. Sem ele, a superfície da Terra seria em média 33° C mais fria. Graças ao efeito estufa, a vida pode emergir no planeta. Naturalmente, tal efeito pode ser entendido como, **EXCETO**:

- A) absorção de energia luminosa pelos autótrofos e sua estocagem na forma de matéria orgânica.
- B) absorção de parte da radiação solar pela superfície terrestre, aquecendo o planeta.
- C) emissão de raios infravermelhos (calor) pela superfície da Terra e somente parte deles deixando a atmosfera.
- D) entrada da radiação solar através da atmosfera terrestre com somente parte da radiação sendo refletida e voltando ao espaço

QUESTÃO 29 (PUCMINAS 2013)

Um biólogo estudava a dinâmica de três populações em um determinado ecossistema quando, a partir de um determinado momento, a população de predadores começou a declinar devido a uma doença letal, o que refletiu no tamanho das duas outras populações, a de herbívoros da qual se alimentava o predador, e da planta que servia de alimento ao herbívoro.

A partir das variações relativas no tamanho das três populações ao longo de um determinado período de tempo, foi gerado o gráfico abaixo (nele as setas marcam os inícios das variações no tamanho das populações).



Considerando-se que as variações observadas nos tamanhos das três populações decorrem exclusivamente de suas relações interespecíficas, é **INCORRETO** afirmar que:

- A) a redução no tamanho da população I pode ser decorrente da redução no tamanho da população II.
- B) a redução no tamanho da população II ocorreu diretamente devido à redução no tamanho da população III.
- C) as variações no tamanho da população I estão diretamente relacionadas com variações no tamanho das populações II e III.
- D) o aumento no tamanho da população I ocorreu devido à redução no tamanho da população III.

QUESTÃO 30 (PUCMINAS 2013)

Poluentes aquáticos podem ser biodegradáveis ou não, sendo capazes de acumular na água e gerar riscos aos seres vivos. Sobre essas substâncias, é correto afirmar, **EXCETO**:

- A) **adubos e fertilizantes**: contêm grandes concentrações de matéria orgânica rica em nitrogênio e fósforo estimulando o crescimento de algas, que produz a eutrofização responsável pelo aumento de O₂ na água.
- B) **petróleo**: quando liberado na água, provoca poluição, produzindo camada impermeabilizante, que impede trocas gasosas entre água e atmosfera, provocando asfixia em animais e dificultando a fotossíntese em autótrofos submersos.
- C) **defensivos agrícolas**: podem provocar intoxicações em animais aquáticos e muitos deles se acumulam no organismo animal à semelhança de metais pesados como o chumbo e o mercúrio.
- D) **detergentes**: mesmo não sendo acentuadamente tóxicos, podem causar prejuízo ao ambiente pela destruição de micro-organismos e, alguns deles podem contribuir para a eutrofização do meio.

QUESTÃO 31 (PUCMINAS 2013)

Protagonistas indispensáveis – Estudo internacional feito com a participação de brasileiros mostra que o trabalho de polinização das abelhas selvagens não pode ser substituído pelo de espécies manejadas

A polinização é um mecanismo crucial para a reprodução das plantas e, por isso, influencia diretamente as diversas culturas alimentares do mundo. O processo reprodutivo de mais de três quartos das angiospermas depende das cerca de 200 mil espécies polinizadoras. Paradoxalmente, ao mesmo tempo em que a agricultura precisa desses animais, ela é responsável pela gradual redução da diversidade de espécies nativas. O aumento da área de plantio faz com que vários polinizadores percam o *habitat* e desapareçam desses locais. Uma saída seria a criação de polinizadores, como a abelha africano-europeia *Apis mellifera*, nas regiões de plantio, mas um estudo internacional mostra que a polinização por abelhas selvagens não pode ser simplesmente substituída pela de espécies manejadas.

Fonte: Extraído de reportagem do Correio Brasiliense, de 18/03/2013.

Sobre esse assunto, é possível afirmar, **EXCETO**:

- A) Os insetos nativos são mais resistentes aos inseticidas usados na agricultura convencional do que as espécies manejadas.
- B) Os insetos nativos são normalmente mais bem adaptados às plantas que polinizam devido a aspectos morfológicos como o tamanho do corpo, das pernas e do tipo de pelo.
- C) Os insetos nativos podem ser mais bem adaptados com relação a aspectos fenológicos como a sintonia entre o horário ou época do ano em que a flor está mais receptiva à atividade do polinizador.
- D) A substituição da vegetação nativa por área de monocultura pode afetar mais as espécies nativas do que as espécies manejadas

QUESTÃO 32 (PUCMINAS 2013)

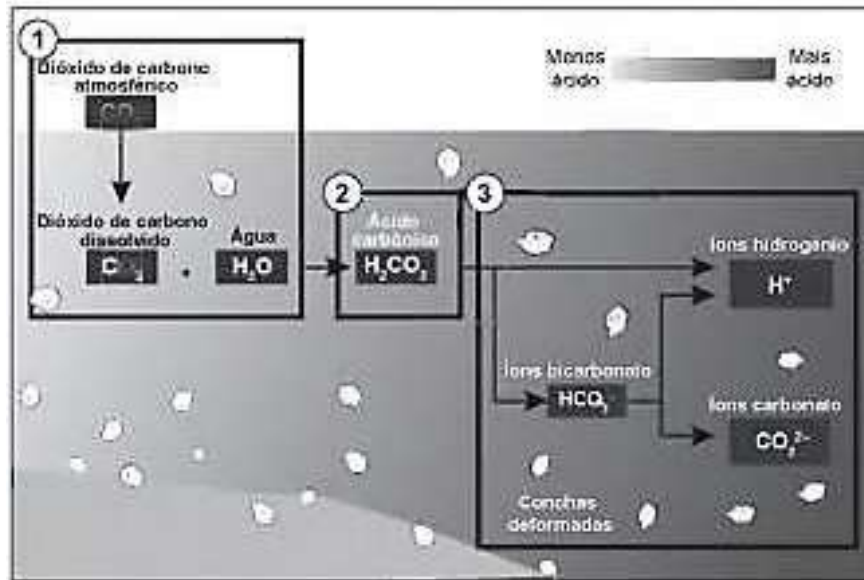
Quando duas populações de indivíduos adquirem variações que impedem o cruzamento entre eles, está ocorrendo isolamento reprodutivo, que irá impedir a reprodução. Esses isolamentos podem ser pré-zigóticos ou pós-zigóticos.

São classificados como mecanismos naturais de isolamentos reprodutivos pré-zigóticos, **EXCETO**:

- A) o habitacional, que ocorre em populações que vivem numa mesma região, mas ocupam diferentes *habitats*, é frequente em vegetais.
- B) o sazonal, que ocorre em populações que vivem numa mesma região, mas produzem gametas em épocas diferentes, o que impede a fecundação.
- C) o etológico, que ocorre em animais os quais apresentam variações comportamentais tornando o acasalamento entre as duas espécies incompatível.
- D) o genético, que representa uma incompatibilidade genômica na qual o ato sexual, embora favorecido, produz híbridos estéreis.

QUESTÃO 33 (ENEM 2014)

Parte do gás carbônico da atmosfera é absorvida pela água do mar. O esquema representa reações que ocorrem naturalmente, em equilíbrio, no sistema ambiental marinho. O excesso de dióxido de carbono na atmosfera pode afetar os recifes de corais.



Disponível em: <http://News.bbc.co.uk>. Acesso em: 20 mai. 2014 (adaptado).

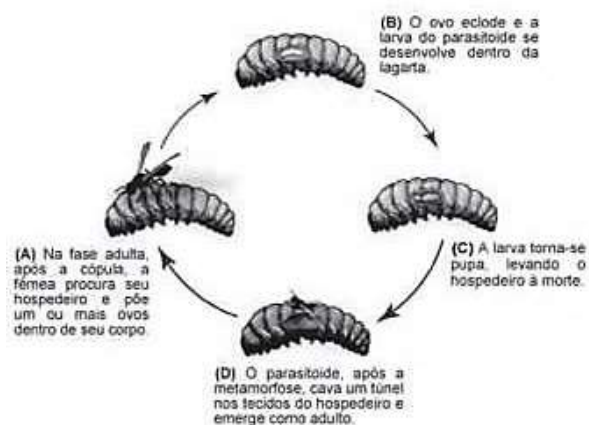
O resultado desse processo nos corais é o(a)

- A) seu branqueamento, levando à sua morte e extinção.
- B) excesso de fixação de cálcio, provocando calcificação indesejável.
- C) menor incorporação de carbono, afetando seu metabolismo energético.
- D) estímulo da atividade enzimática, evitando a descalcificação dos esqueletos.
- E) dano à estrutura dos esqueletos calcários, diminuindo o tamanho das populações.

QUESTÃO 34 (ENEM 2014)

Os parasitoides (misto de parasitas e predadores) são insetos diminutos que têm hábitos muito peculiares: suas larvas podem se desenvolver dentro do corpo de outros organismos, como mostra a figura. A forma adulta se alimenta de pólen e açúcares. Em geral, cada parasitoide ataca hospedeiros de determinada espécie e, por isso, esses organismos vêm sendo amplamente usados para o controle biológico de pragas agrícolas usados para o controle biológico de pragas agrícolas.

Ciclo de vida de um inseto parasitoide de lagartas



SANTO, M. M. E.; FÁRIA, M. L. Parasitoides: insetos benéficos e cruéis. *Ciência Hoje*, v. 49, n. 291, abr. 2012 (adaptado).

A forma larval do parasitoide assume **qual** papel nessa cadeia alimentar?

- A) Consumidor primário, pois ataca diretamente uma espécie herbívora.
- B) Consumidor secundário, pois se alimenta diretamente dos tecidos da lagarta.
- C) Organismo heterótrofo de primeira ordem, pois se alimenta de pólen na fase adulta.
- D) Organismo heterótrofo de segunda ordem, pois apresenta maior nível energético na cadeia.
- E) Decompositor, pois se alimenta de tecidos do interior do corpo da lagarta e a leva à morte.

QUESTÃO 35 (ENEM 2014)

Existem bactérias que inibem o crescimento de um fungo causador de doenças no tomateiro, por consumirem o ferro no meio. As bactérias também fazem fixação de nitrogênio, disponibilizam cálcio e produzem auxinas, substâncias que estimulam diretamente o crescimento do tomateiro.

Qual dos processos biológicos mencionados indica uma relação ecológica de competição?

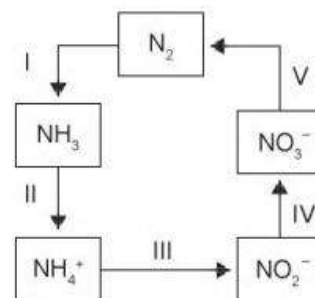
- A) fixação de nitrogênio para o tomateiro.
- B) disponibilização de cálcio para o tomateiro.
- C) diminuição da quantidade de ferro disponível para o fungo.
- D) liberação de substâncias que inibem o crescimento do fungo.
- E) liberação de auxinas que estimulam o crescimento do tomateiro.

QUESTÃO 36 (ENEM 2014)

A aplicação excessiva de fertilizantes nitrogenados na agricultura pode acarretar alterações no solo e na água pelo acúmulo de compostos nitrogenados, principalmente a forma mais oxidada, favorecendo a proliferação de algas e plantas aquáticas e alterando o ciclo do nitrogênio, representado no esquema. A espécie nitrogenada mais oxidada tem sua quantidade controlada por ação de microrganismos que promovem a reação de redução dessa espécie, no processo denominado desnitrificação.

O processo citado está representado na etapa

- A) I.
- B) II.
- C) III.
- D) IV.
- E) V.



QUESTÃO 37 (ENEM 2014)

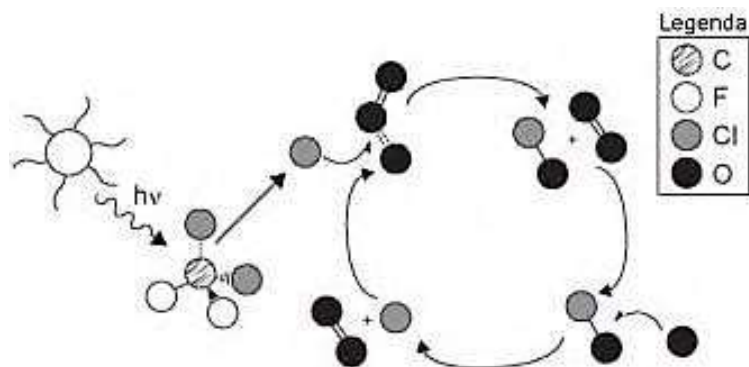
O potencial brasileiro para transformar lixo em energia permanece subutilizado - apenas pequena parte dos resíduos brasileiros é utilizada para gerar energia. Contudo, bons exemplos são os aterros sanitários, que utilizam a principal fonte de energia ali produzida. Alguns aterros vendem créditos de carbono com base no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), do Protocolo de Kyoto.

Essa fonte de energia subutilizada, citada no texto, é o

- A) etanol, obtido a partir da decomposição da matéria orgânica por bactérias.
- B) gás natural, formado pela ação de fungos decompositores de matéria orgânica.
- C) óleo de xisto, obtido pela decomposição de matéria orgânica pelas bactérias anaeróbias.
- D) gás metano, obtido pela atividade de bactérias anaeróbias na decomposição da matéria orgânica.
- E) gás liquefeito de petróleo, obtido pela decomposição de vegetais presentes nos restos de comida.

QUESTÃO 38 (ENE 2014)

A liberação dos gases clorofluorcarbonos (CFCs) na atmosfera pode provocar depleção de ozônio (O_3) na estratosfera. O ozônio estratosférico é responsável por absorver parte da radiação ultravioleta emitida pelo Sol, a qual é nociva aos seres vivos. Esse processo, na camada de ozônio, é ilustrado simplificada na figura.



Quimicamente, a destruição do ozônio na atmosfera por gases CFCs é decorrência da

- A) clivagem da molécula de ozônio pelos CFCs para produzir espécies radicalares.
- B) produção de oxigênio molecular a partir de ozônio, catalisada por átomos de cloro.
- C) oxidação do monóxido de cloro por átomos de oxigênio para produzir átomos de cloro.
- D) reação direta entre os CFCs e o ozônio para produzir oxigênio molecular e monóxido de cloro.
- E) reação de substituição de um dos átomos de oxigênio na molécula de ozônio por átomos de cloro

QUESTÃO 39 (PUCMINAS 2014)

Na sucessão ecológica primária, os colonizadores iniciais e habitantes tardios da comunidade tendem a ter diferentes estratégias de crescimento e reprodução. As espécies iniciais capitalizam sobre sua capacidade de dispersão para colonizar *habitats* recentemente criados ou perturbados de forma rápida. As espécies de clímax se dispersam e crescem mais lentamente que as iniciais, mas sua tolerância às condições de sobrevivência em ambientes com maior nível competitivo, com maior densidade e diversidade da comunidade, tende a ser maior do que a das espécies iniciais.

Considerando-se um processo de reflorestamento natural de uma área cuja vegetação foi destruída por queimada, são normalmente esperadas as seguintes características diferenciais entre as plantas sucessoriais, **EXCETO**:

	CARACTERÍSTICA	INICIAL	TARDIA
A)	número de sementes	muitas	poucas
B)	tamanho da semente	pequena	grande
C)	velocidade de crescimento	alta	baixa
D)	tolerância à sombra	alta	baixa

QUESTÃO 40 (PUCMINAS 2014)

Na natureza, os organismos transformam energia e processam materiais. Executando isso, adquirem energia e nutriente do meio e se livram de produtos de rejeitos indesejados. Fazendo isso, eles modificam as condições do meio ambiente e os recursos disponíveis para outros organismos, contribuindo para os fluxos de energia e para o ciclo de elementos no mundo natural.

As interações descritas entre organismo e meio ambiente correspondem ao conceito de:

- A) Hábitat.
- B) Ecossistema.
- C) Nicho ecológico.
- D) Efeito resgaste.

QUESTÃO 41 (ENEM 2015)

Na natureza a matéria é constantemente transformada por meio dos ciclos biogeoquímicos. Além do ciclo da água, existem os ciclos do carbono, do enxofre, do fósforo, do nitrogênio e do oxigênio. O elemento que está presente em todos os ciclos nomeados é o

- A) fósforo. B) enxofre. C) carbono. D) oxigênio. E) nitrogênio.

QUESTÃO 42 (ENEM 2015)

Bioindicador ou indicador biológico é uma espécie ou grupo de espécies que reflete o estado biótico ou abiótico de um meio ambiente, o impacto produzido sobre um hábitat, comunidade ou ecossistema, entre outras funções. A posição trófica do organismo bioindicador é uma das características mais relevantes quanto ao seu grau de importância para essa função: quanto mais baixo o nível trófico do organismo, maior é a sua utilidade, pois pressupõe-se que toda a cadeia trófica é contaminada a partir dele.

ANDRÉA, M. M. **Bioindicadores ecotoxicológicos de agrotóxicos.**
Disponível em: www.biologico.sp.gov.br. Acesso em: 11 mar. 2013 (adaptado).

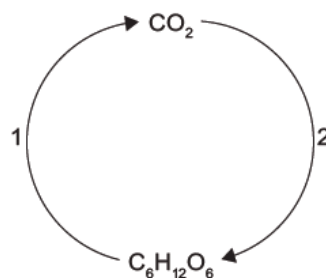
O grupo de organismos mais adequado para essa condição, do ponto de vista da sua posição na cadeia trófica, é constituído por

- A) algas.
B) peixes.
C) baleias.
D) camarões.
E) anêmonas.

QUESTÃO 43 (ENEM 2015)

No esquema representado, o processo identificado pelo número 2 é realizado por

- A) seres herbívoros.
B) fungos fermentadores.
C) bactérias heterótrofas.
D) organismos produtores.
E) microrganismos decompositores.



QUESTÃO 44 (ENEM 2015)

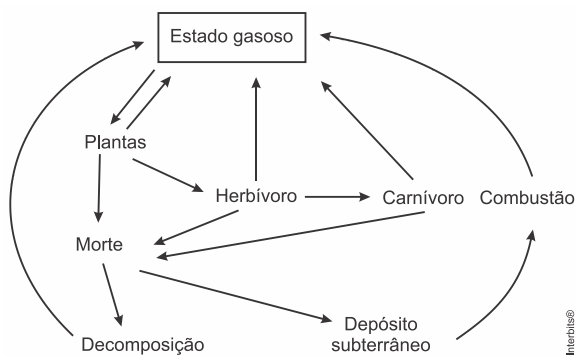
O caramujo gigante africano, *Achatina fulica*, é uma espécie exótica que tem despertado o interesse das autoridades brasileiras, uma vez que tem causado danos ambientais e prejuízos econômicos à agricultura. A introdução da espécie no Brasil ocorreu clandestinamente, com o objetivo de ser utilizada na alimentação humana. Porém, o molusco teve pouca aceitação no comércio de alimentos, o que resultou em abandono e liberação intencional das criações por vários produtores. Por ser uma espécie herbívora generalista (alimenta-se de mais de 500 espécies diferentes de vegetais), com grande capacidade reprodutiva, tornou-se uma praga agrícola de difícil erradicação. Associada a isto, a ausência de predadores naturais fez com que ocorresse um crescimento descontrolado da população.

O desequilíbrio da cadeia alimentar observado foi causado pelo aumento da densidade populacional de

- A) consumidores terciários, em função da elevada disponibilidade de consumidores secundários.
B) consumidores primários, em função da ausência de consumidores secundários.
C) consumidores secundários, em função da ausência de consumidores primários.
D) consumidores terciários, em função da elevada disponibilidade de produtores.
E) consumidores primários, em função do aumento de produtores.

QUESTÃO 46 (ENEM 2016)

Os seres vivos mantêm constantes trocas de matéria com o ambiente mediante processos conhecidos como ciclos biogeoquímicos. O esquema representa um dos ciclos que ocorrem nos ecossistemas.



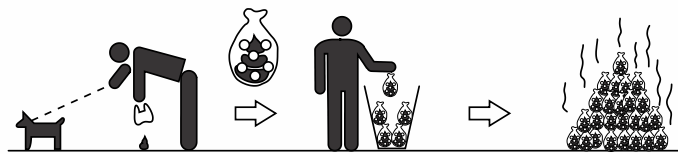
O esquema apresentado corresponde ao ciclo biogeoquímico do(a)

- A) água.
- B) fósforo.
- C) enxofre.
- D) carbono.
- E) nitrogênio.

QUESTÃO 47 (ENEM 2016)

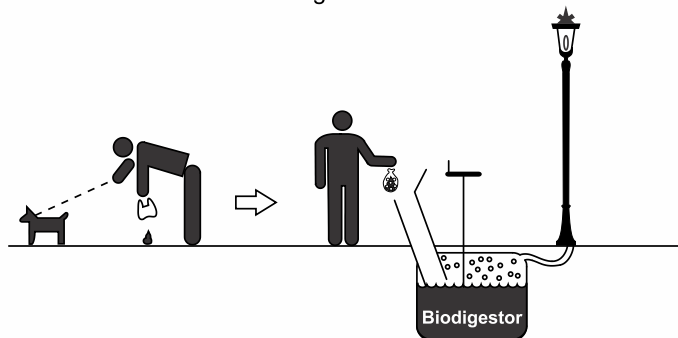
A coleta das fezes dos animais domésticos em sacolas plásticas e o seu descarte em lixeiras convencionais podem criar condições de degradação que geram produtos prejudiciais ao meio ambiente (Figura 1).

Figura 1



A Figura 2 ilustra o Projeto *Park Spark*, desenvolvido em Cambridge, MA (EUA), em que as fezes dos animais domésticos são recolhidas em sacolas biodegradáveis e jogadas em um biodigestor instalado em parques públicos; e os produtos são utilizados em equipamentos no próprio parque.

Figura 2



Disponível em: <http://parksparkproject.com>. Acesso em: 30 ago. 2013 (adaptado).

Uma inovação desse projeto é possibilitar o(a)

- A) queima de gás metano.
- B) armazenamento de gás carbônico.
- C) decomposição aeróbica das fezes.
- D) uso mais eficiente de combustíveis fósseis.
- E) fixação de carbono em moléculas orgânicas.

QUESTÃO 48 (ENEM 2016)

Suponha que um pesticida lipossolúvel que se acumula no organismo após ser ingerido tenha sido utilizado durante anos na região do Pantanal, ambiente que tem uma de suas cadeias alimentares representadas no esquema:

PLÂNCTON → PULGA-D'ÁGUA → LAMBARI → PIRANHA → TUIUIÚ

Um pesquisador avaliou a concentração do pesticida nos tecidos de lambaris da região e obteve um resultado de 6,1 partes por milhão (ppm).

Qual será o resultado compatível com a concentração do pesticida (em ppm) nos tecidos dos outros componentes da cadeia alimentar?

	PLÂNCTON	PULGA-D'ÁGUA	PIRANHA	TUIUIÚ
A)	15,1	10,3	4,3	1,2
B)	6,1	6,1	6,1	6,1
C)	2,1	4,3	10,4	14,3
D)	2,1	3,9	4,1	2,3
E)	8,8	5,8	5,3	9,6

QUESTÃO 48 (ENEM 2016)

As sacolas plásticas são utilizadas em grande quantidade no Brasil por serem práticas, leves e de baixo custo. Porém, o tempo necessário para que sofram degradação nas condições do meio é de, no mínimo, 100 anos. Com o intuito de reduzir o impacto ambiental desses produtos, as sacolas biodegradáveis foram introduzidas no mercado. Essas sacolas são confeccionadas de um material polimérico que confere a elas uma característica que as torna biodegradáveis.

A qual característica das sacolas biodegradáveis o texto faz referência?

- A) Elevada massa molecular do polímero.
- B) Espessura fina do material que as constitui.
- C) Baixa resistência aos líquidos nas condições de uso.
- D) Baixa resistência ao ataque por microrganismos em condições adequadas.
- E) Ausência de anéis aromáticos na estrutura do polímero usado na confecção das sacolas.

QUESTÃO 49 (ENEM 2016)

Os ecossistemas degradados por intensa atividade agrícola apresentam, geralmente, diminuição de sua diversidade e perda de sua estabilidade. Nesse contexto, o uso integrado de árvores aos sistemas agrícolas (sistemas agroflorestais) pode cumprir um papel inovador ao buscar a aceleração do processo sucessional e, ao mesmo tempo, uma produção escalonada e diversificada.

Disponível em: saf.cnpqg.embrapa.br. Acesso em: 21 jan. 2012 (adaptado).

Essa é uma estratégia de conciliação entre recuperação ambiental e produção agrícola, pois

- A) substitui gradativamente as espécies cultiváveis por espécies arbóreas.
- B) intensifica a fertilização do solo com o uso de técnicas apropriadas e biocidas.
- C) promove maior diversidade de vida no solo com o aumento da matéria orgânica.
- D) favorece a dispersão das sementes cultivadas pela fauna residente nas áreas florestais.
- E) cria condições para o estabelecimento de espécies pioneiras com a diminuição da insolação sobre o solo.

QUESTÃO 50 (ENEM 2016)

Um pesquisador investigou o papel da predação por peixes na densidade e tamanho das presas, como possível controle de populações de espécies exóticas em costões rochosos. No experimento colocou uma tela sobre uma área da comunidade, impedindo o acesso dos peixes ao alimento, e comparou o resultado com uma área adjacente na qual os peixes tinham acesso livre.

O quadro apresenta os resultados encontrados após 15 dias de experimento.

Espécie exótica	Área com tela		Área sem tela	
	Densidade (indivíduo/m ²)	Tamanho médio dos indivíduos (cm)	Densidade (indivíduo/m ²)	Tamanho médio dos indivíduos (cm)
Alga	100	15	110	18
Craca	300	2	150	1,5
Mexilhão	380	3	200	6
Ascídia	55	4	58	3,8

O pesquisador concluiu corretamente que os peixes controlam a densidade dos(as)

- A) algas, estimulando seu crescimento.
- B) cracas, predando especialmente animais pequenos.
- C) mexilhões, predando especialmente animais pequenos.
- D) quatro espécies testadas, predando indivíduos pequenos.
- E) ascídias, apesar de não representarem os menores organismos.

QUESTÃO 51 (ENEM 2016)

Ao percorrer o trajeto de uma cadeia alimentar, o carbono, elemento essencial e majoritário da matéria orgânica que compõe os indivíduos, ora se encontra em sua forma inorgânica, ora se encontra em sua forma orgânica. Em uma cadeia alimentar composta por fitoplâncton, zooplâncton, moluscos, crustáceos e peixes ocorre a transição desse elemento da forma inorgânica para a orgânica.

Em qual grupo de organismos ocorre essa transição?

- A) Fitoplâncton.
- B) Zooplâncton.
- C) Moluscos.
- D) Crustáceos.
- E) Peixes.

QUESTÃO 52 (ENEM 2017)

Uma grande virada na moderna história da agricultura ocorreu depois da Segunda Guerra Mundial. Após a guerra, os governos haviam se deparado com um enorme excedente de nitrato de amônio, ingrediente usado na fabricação de explosivos. A partir daí as fábricas de munição foram adaptadas para começar a produzir fertilizantes tendo como componente principal os nitratos.

SOUZA, F. A. Agricultura natural/orgânica como instrumento de fixação biológica e manutenção do nitrogênio no solo: um modelo sustentável de MDL. Disponível em: www.planetaorganico.com.br. Acesso em: 17 jul. 2015 (adaptado).

No ciclo natural do nitrogênio, o equivalente ao principal componente desses fertilizantes industriais é produzido na etapa de

- A) nitratação.
- B) nitrosação.
- C) amonificação.
- D) desnitrificação.
- E) fixação biológica do N₂.

QUESTÃO 53 (ENEM 2017)

Os botos-cinza (*Sotalia guianensis*), mamíferos da família dos golfinhos, são excelentes indicadores da poluição das áreas em que vivem, pois passam toda a sua vida – cerca de 30 anos – na mesma região. Além disso, a espécie acumula mais contaminantes em seu organismo, como o mercúrio, do que outros animais da sua cadeia alimentar.

MARCOLINO, B. Sentinelas do mar. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br>. Acesso em: 1 ago. 2012 (adaptado).

Os botos-cinza acumulam maior concentração dessas substâncias porque

- A) são animais herbívoros.
- B) são animais detritívoros.
- C) são animais de grande porte.
- D) digerem o alimento lentamente.
- E) estão no topo da cadeia alimentar.

QUESTÃO 54 (ENEM 2017)

O fenômeno da piracema (subida do rio) é um importante mecanismo que influencia a reprodução de algumas espécies de peixes, pois induz o processo que estimula a queima de gordura e ativa mecanismos hormonais complexos, preparando-os para a reprodução. Intervenções antrópicas nos ambientes aquáticos, como a construção de barragens, interferem na reprodução desses animais.

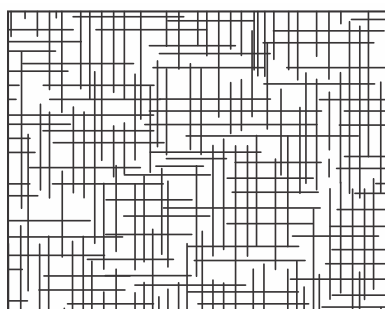
MALTA, P. Impacto ambiental das barragens hidrelétricas. Disponível em: <http://futurambiental.com>. Acesso em: 10 maio 2013 (adaptado).

Essa intervenção antrópica prejudica a piracema porque reduz o(a)

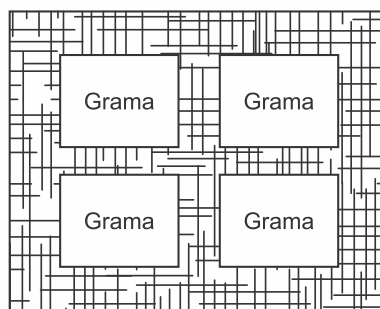
- A) percurso da migração.
- B) longevidade dos indivíduos.
- C) disponibilidade de alimentos.
- D) período de migração da espécie.
- E) número de espécies de peixes no local.

QUESTÃO 55 (ENEM 2017)

Para se adequar às normas ambientais atuais, as construtoras precisam prever em suas obras a questão do uso de materiais de modo a minimizar os impactos causados no local. Entre esses materiais está o chamado concregrama ou pisograma, que é um tipo de revestimento composto por peças de concreto com áreas vazadas, preenchidas com solo gramado. As figuras apresentam essas duas formas de piso feitos de concreto.



Piso tradicional de concreto



Piso concregrama

PONTES, K. L. F. *Estudo de caso de um protótipo experimental* [...]. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br>. Acesso em: 9 maio 2017 (adaptado).

A utilização desse tipo de piso em uma obra tem o objetivo de evitar, no solo a

- A) impermeabilização.
- B) diminuição da temperatura.
- C) acumulação de matéria orgânica.
- D) alteração do pH.
- E) salinização.

QUESTÃO 56 (ENEM 2017)

A Mata Atlântica caracteriza-se por uma grande diversidade de epífitas, como as bromélias. Essas plantas estão adaptadas a esse ecossistema e conseguem captar luz, água e nutrientes mesmo vivendo sobre as árvores.

Disponível em: www.ib.usp.br. Acesso em: 23 fev. 2013 (adaptado).

Essas espécies captam água do(a)

- A) organismo das plantas vizinhas.
- B) solo através de suas longas raízes.
- C) chuva acumulada entre suas folhas.
- D) seiva bruta das plantas hospedeiras.
- E) comunidade que vive em seu interior.

QUESTÃO 57 (ENEM 2018)

O alemão Fritz Haber recebeu o Prêmio Nobel de química de 1918 pelo desenvolvimento de um processo viável para a síntese da amônia (NH₃). Em seu discurso de premiação, Haber justificou a importância do feito dizendo que:

“Desde a metade do século passado, tornou-se conhecido que um suprimento de nitrogênio é uma necessidade básica para o aumento das safras de alimentos; entretanto, também se sabia que as plantas não podem absorver o nitrogênio em sua forma simples, que é o principal constituinte da atmosfera. Elas precisam que o nitrogênio seja combinado [...] para poderem assimilá-lo.

Economias agrícolas basicamente mantêm o balanço do nitrogênio ligado. No entanto, com o advento da era industrial, os produtos do solo são levados de onde cresce a colheita para lugares distantes, onde são consumidos, fazendo com que o nitrogênio ligado não retorne à terra da qual foi retirado.

Isso tem gerado a necessidade econômica mundial de abastecer o solo com nitrogênio ligado. [...] A demanda por nitrogênio, tal como a do carvão, indica quão diferente nosso modo de vida se tornou com relação ao das pessoas que, com seus próprios corpos, fertilizam o solo que cultivam.

Desde a metade do último século, nós vínhamos aproveitando o suprimento de nitrogênio do salitre que a natureza tinha depositado nos desertos montanhosos do Chile. Comparando o rápido crescimento da demanda com a extensão calculada desses depósitos, ficou claro que em meados do século atual uma emergência seríssima seria inevitável, a menos que a química encontrasse uma saída.”

HABER, F. *The Synthesis of Ammonia from its Elements*. Disponível em: www.nobelprize.org. Acesso em: 13 jul. 2013 (adaptado).

De acordo com os argumentos de Haber, qual fenômeno teria provocado o desequilíbrio no “balanço do nitrogênio ligado”?

- A) O esgotamento das reservas de salitre no Chile.
- B) O aumento da exploração de carvão vegetal e carvão mineral.
- C) A redução da fertilidade do solo nas economias agrícolas.
- D) A intensificação no fluxo de pessoas do campo para as cidades.
- E) A necessidade das plantas de absorverem sais de nitrogênio disponíveis no solo.

QUESTÃO 58 (ENEM 2018)

Companhias que fabricam *jeans* usam cloro para o clareamento, seguido de lavagem. Algumas estão substituindo o cloro por substâncias ambientalmente mais seguras como peróxidos, que podem ser degradados por enzimas chamadas peroxidases. Pensando nisso, pesquisadores inseriram genes codificadores de peroxidases em leveduras cultivadas nas condições de clareamento e lavagem dos *jeans* e selecionaram as sobreviventes para produção dessas enzimas.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. *Microbiologia*. Rio de Janeiro: Artmed, 2016 (adaptado).

Nesse caso, o uso dessas leveduras modificadas objetiva

- A) reduzir a quantidade de resíduos tóxicos nos efluentes da lavagem.
- B) eliminar a necessidade de tratamento da água consumida.
- C) elevar a capacidade de clareamento dos jeans.
- D) aumentar a resistência do jeans a peróxidos.
- E) associar ação bactericida ao clareamento.

QUESTÃO 59 (ENEM 2018)

Corredores ecológicos visam mitigar os efeitos da fragmentação dos ecossistemas promovendo a ligação entre diferentes áreas, com o objetivo de proporcionar o deslocamento de animais, a dispersão de sementes e o aumento da cobertura vegetal. São instituídos com base em informações como estudos sobre o deslocamento de espécies, sua área de vida (área necessária para o suprimento de suas necessidades vitais e reprodutivas) e a distribuição de suas populações.

Disponível em: www.mma.gov.br. Acesso em: 30 nov. 2017 (adaptado).

Nessa estratégia, a recuperação da biodiversidade é efetiva porque

- A) propicia o fluxo gênico.
- B) intensifica o manejo de espécies.
- C) amplia o processo de ocupação humana.
- D) aumenta o número de indivíduos nas populações.
- E) favorece a formação de ilhas de proteção integral.

QUESTÃO 60 (ENEM 2018)

O deserto é um bioma que se localiza em regiões de pouca umidade. A fauna é, predominantemente, composta por animais roedores, aves, répteis e artrópodes.

Uma adaptação, associada a esse bioma, presente nos seres vivos dos grupos citados é o(a)

- A) existência de numerosas glândulas sudoríparas na epiderme.
- B) eliminação de excretas nitrogenadas de forma concentrada.
- C) desenvolvimento do embrião no interior de ovo com casca.
- D) capacidade de controlar a temperatura corporal.
- E) respiração realizada por pulmões foliáceos.

QUESTÃO 61 (ENEM PPL 2019)

Em 2014, iniciou-se em São Paulo uma séria crise hídrica que também afetou o setor energético, agravada pelo aumento do uso de ar-condicionado e ventiladores. Com isso, intensificou-se a discussão sobre a matriz energética adotada nas diversas regiões do país. Sendo assim, há necessidade de se buscarem fontes alternativas de energia renovável que impliquem menores impactos ambientais.

Considerando essas informações, qual fonte poderia ser utilizada?

- A) Urânio enriquecido. B) Carvão mineral. C) Gás natural. D) Óleo diesel. E) Biomassa.

QUESTÃO 62 (ENEM 2019)

A cada safra, a quantidade de café beneficiado é igual à quantidade de resíduos gerados pelo seu beneficiamento. O resíduo pode ser utilizado como fertilizante, pois contém cerca de 6,5% de pectina (um polissacarídeo), aproximadamente 25% de açúcares fermentáveis (frutose, sacarose e galactose), bem como resíduos de alcaloides (compostos aminados) que não foram extraídos no processo.

LIMA, L. K. S. et. al. Utilização de resíduo oriundo da torrefação do café na agricultura em substituição à adubação convencional. *ACSA – Agropecuária Científica no Semiárido*, v. 10, n. 1, jan.-mar., 2014 (adaptado).

Esse resíduo contribui para a fertilidade do solo, pois

- A) possibilita a reciclagem de carbono e nitrogênio.
- B) promove o deslocamento do alumínio, que é tóxico.
- C) melhora a compactação do solo por causa da presença de pectina.
- D) eleva o pH do solo em função da degradação dos componentes do resíduo.
- E) apresenta efeitos inibidores de crescimento para a maioria das espécies vegetais pela cafeína.

QUESTÃO 63 (ENEM PPL 2019)

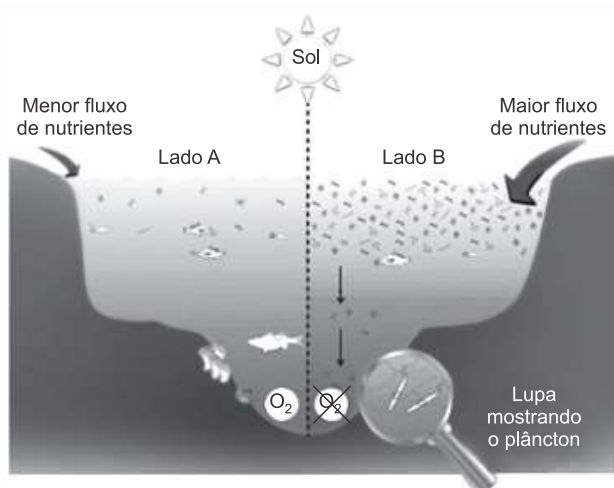
O nitrogênio é essencial aos seres vivos e pode ser adquirido pelas plantas, através da absorção pelas raízes, e pelos animais, através da alimentação. Sua utilização na agricultura de forma inadequada tem aumentado sua concentração no ambiente, e o excesso, que é transportado para os cursos-d'água, tem causado a eutrofização. Contudo, tal dano ambiental pode ser minimizado pela adoção de práticas sustentáveis, que aprisionam esse elemento no solo, impedindo seu escoamento para rios e lagos.

O método sustentável visando a incorporação desse elemento na produção, prevenindo tal dano ambiental, é o(a)

- A) adição de minhocas na terra.
- B) irrigação da terra antes do plantio.
- C) reaproveitamento do esterco fresco.
- D) descanso do solo sem adição de culturas.
- E) fixação biológica nas raízes por bactérias.

QUESTÃO 64 (ENEM PPL 2019)

Observe o esquema que ilustra duas situações no ambiente marinho.



Disponível em: www.teachoceanscience.net. Acesso em: 7 jul. 2015 (adaptado).

Qual é o processo responsável pela diminuição da concentração de oxigênio no lado B do esquema?

- A) Lixiviação.
- B) Eutrofização.
- C) Volatilização.
- D) Fermentação.
- E) Bioacumulação.

QUESTÃO 65 (ENEM PPL 2019)

Algumas espécies de orquídeas apresentam flores que mimetizam vespas fêmeas, de forma que vespas machos são atraídas na tentativa de acasalamento. Ao chegarem às flores, os machos frequentemente entram em contato com o pólen da flor, sem prejuízo de suas atividades. Contudo, como não conseguem se acasalar, esses machos procuram novas fêmeas, podendo encontrar novas flores e polinizá-las.

Essa interação ecológica pode ser classificada como

- A) comensalismo.
- B) amensalismo.
- C) mutualismo.
- D) parasitismo.
- E) simbiose.

QUESTÃO 66 (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 outra, 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.

QUESTÃO 67 (ENEM 2019)

Um alimento orgânico deve apresentar em sua embalagem o selo de uma instituição certificadora, garantindo ao consumidor que, além de ser um alimento isento de agrotóxicos, também é produzido com técnicas planejadas e controladas. A técnica de produção desses alimentos causa menor impacto aos recursos naturais, contribuindo para melhorar a qualidade de vida das pessoas.

Nesse sistema de produção de alimentos vegetais, o controle de insetos é manejado por meio do(a)

- A) prática de adubação verde.
- B) emprego da compostagem.
- C) controle da irrigação do solo.
- D) utilização de predadores naturais.
- E) uso de sementes inoculadas com *Rhizobium*.

QUESTÃO 68 (ENEM 2019)

No quadro estão apresentadas informações sobre duas estratégias de sobrevivência que podem ser adotadas por algumas espécies de seres vivos.

	Estratégia 1	Estratégia 2
Habitat	Mais instável e imprevisível	Mais estável e previsível
Potencial biótico	Muito elevado	Baixo
Duração da vida	Curta e com reprodução precoce	Longa e com reprodução tardia
Descendentes	Muitos e com tamanho corporal pequeno	Poucos e com tamanho corporal maior
Tamanho populacional	Variável	Constante

Na recuperação de uma área desmatada deveriam ser reintroduzidas primeiramente as espécies que adotam qual estratégia?

- A) Estratégia 1, pois essas espécies produzem descendentes pequenos, o que diminui a competição com outras espécies.
- B) Estratégia 2, pois essas espécies têm uma longa duração da vida, o que favorece a produção de muitos descendentes.
- C) Estratégia 1, pois essas espécies apresentam um elevado potencial biótico, o que facilita a rápida recolonização da área desmatada.
- D) Estratégia 2, pois essas espécies estão adaptadas a habitats mais estáveis, o que corresponde ao ambiente de uma área desmatada.
- E) Estratégia 2, pois essas espécies apresentam um tamanho populacional constante, o que propicia uma recolonização mais estável da área desmatada.

QUESTÃO 69 (ENEM 2019)

O concreto utilizado na construção civil é um material formado por cimento misturado a areia, a brita e a água. A areia é normalmente extraída de leitos de rios e a brita, oriunda da fragmentação de rochas. Impactos ambientais gerados no uso do concreto estão associados à extração de recursos minerais e ao descarte indiscriminado desse material. Na tentativa de reverter esse quadro, foi proposta a utilização de concreto reciclado moído em substituição ao particulado rochoso graúdo na fabricação de novo concreto, obtendo um material com as mesmas propriedades que o anterior.

O benefício ambiental gerado nessa proposta é a redução do(a)

- A) extração da brita.
- B) extração de areia.
- D) consumo de água.
- D) consumo de concreto.
- E) fabricação de cimento.

QUESTÃO 70 (ENEM PPL 2019)

Recentemente um grupo de biólogos descobriu um animal que vive em uma região extremamente árida no território brasileiro. Fizeram a coleta do sangue e da urina desse animal e observaram que sua urina apresenta uma concentração hipertônica em relação ao sangue.

Que adaptação desse animal lhe permite viver na região citada?

- A) Diminuição da transpiração.
- B) Eliminação de fezes hidratadas.
- C) Predominância de hábitos diurnos.
- D) Eliminação de muita água na urina.
- E) Excreção de amônia como produto nitrogenado.

QUESTÃO 71 (ENEM PPL 2019)

Segundo o pensamento religioso de Padre Cícero Romão Batista (1844-1934), a ação humana do camponês sobre a natureza deveria seguir alguns princípios norteadores, os quais ficaram conhecidos na cultura popular brasileira como “os preceitos ecológicos do Padre Cícero”. Dentre esses preceitos, destaca-se:

“Não plante em serra acima, nem faça roçado em ladeira muito em pé: deixe o mato protegendo a terra para que a água não a arraste e não se perca a sua riqueza.”

FIGUEIREDO, J. B. A. *Educação ambiental dialógica: as contribuições de Paulo freire e a cultura popular nordestina*. Fortaleza: UFC, 2007.

Comparando o pensamento do Padre Cícero com o atual conhecimento científico, pode-se encontrar elementos de convergência, já que a prática citada contribui primariamente para evitar (o)a

- A) erosão.
- B) salinização.
- C) eutrofização.
- D) assoreamento.
- E) desertificação.

QUESTÃO 72 (ENEM PPL 2019)

Pesquisadores descobriram que uma espécie de abelha sem ferrão nativa do Brasil – a Mandaguari (*Scaptotrigona depilis*) – cultiva um fungo nos ninhos dentro da colmeia. Após observações, verificaram que a sobrevivência das larvas da abelha depende da ingestão de filamentos do fungo, que produz metabólitos secundários com ação antimicrobiana, antitumoral e imunológica, além da alimentação convencional. Por sua vez, o fungo depende da abelha para se reproduzir e garante a sua multiplicação ao longo das gerações.

MIURA, J. *Pequenas agricultoras: abelhas Mandaguari cultivam fungos para alimentar suas larvas*. Disponível em: www.embrapa.br. Acesso em: 3 maio 2019 (adaptado).

O uso de fungicida ocasionaria à colmeia dessa espécie o(a)

- A) controle de pragas.
- B) acúmulo de resíduos.
- C) ampliação de espaço.
- D) redução da população.
- E) incremento de alimento.

GABARITO APOSTILA DE BIOLOGIA 2020 – 3.ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO

CITOLOGIA (pág. 11)

01	A
02	B
03	E
04	E
05	A
06	B
07	D
08	D
09	A
10	D
11	D
12	E
13	C
14	C
15	A
16	A
17	E
18	E
19	B
20	D
21	E
22	B
23	A
24	E
25	B

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS CÉLULAS (pág. 26)

01	A
02	D
03	D
04	B
05	C
06	A
07	D
08	D

METABOLISMO ENERGÉTICO DAS CÉLULAS (pág. 30)

01	B
02	C
03	E

VÍRUS, MONERA, PROTISTA E FUNGI (pág. 39)

01	B
02	E
03	E
04	C
05	B
06	A
07	D
08	A
09	B
10	A
11	A
12	B
13	A
14	C
15	E
16	E
17	C
18	E

ANIMAIS (pág. 51)

01	B
02	B
03	B
04	D
05	D
06	C
07	D
08	D
09	C
10	B
11	C
12	C
13	B
14	C
15	c

PLANTAE (pág. 61)

01	A
02	D
03	A
04	B
05	A
06	B
07	B
08	A
09	C
10	E
11	C
12	E
13	E
14	C

FISIOLOGIA (pág. 74)

01	C
02	D
03	B
04	B
05	C
06	B
07	E
08	A
09	C
10	B
11	A
12	D
13	C
14	B
15	B
16	D
17	B
18	C
19	B
20	B
21	A
22	D
23	C
24	D
25	E
26	C
27	A
28	B
29	E
30	E
31	D
32	A
33	C

GENÉTICA E EVOLUÇÃO (pág. 92)

01	E
02	B
03	C
04	B
05	C
06	C
07	B
08	C
09	C
10	E
11	D
12	B
13	E
14	E
15	B
16	C
17	D
18	C
19	D
20	C
21	C
22	C
23	D
24	D
25	E
26	D
27	B
28	A
29	D
30	C
31	D
32	D
33	B
34	B
35	A
36	C
37	C
38	C
39	D
40	C
41	D
42	E
43	C
44	D
45	E
46	D
47	D
48	A
49	E

ECOLOGIA (pág. 115)

01	C
02	C
03	A
04	D
05	B
06	D
07	C
08	E
09	A
10	A
11	E
12	C
13	D
14	D
15	B
16	D

17	A
18	B
19	B
20	E
21	E
22	D
23	A
24	B
25	B
26	C
27	C
28	A
29	B
30	A
31	A
32	D
33	E
34	B
35	C
36	E
37	D
38	D
39	D
40	C
41	D
42	A
43	D
44	B
45	D
46	A
47	C
48	D
49	C
50	C
51	A
52	A
53	E
54	A
55	A
56	C
57	D
58	A
59	A
60	B
61	E
62	A
63	E
64	B
65	A
66	D
67	D
68	C
69	A
70	A
71	A
72	D