

**01.** Leia o texto a seguir:

“ Certo dia, quase no sol posto, avistei uma espessa nuvem negra[...]. Conhecia já alguns morcegos que se alojavam nas árvores, mas a nuvem era uma horda imensa deles [.....] Possuíam asas que não lembravam asas e sim uma espessa pele estendida entre suas atrofiadas patas, como couro espichado em vara, daí serem silenciosas por não haver o ruflar leve de penas[...] Das suas bocas de miúdos dentes e na rede de suas asas vinham colados inúmeros mosquitos e insetos que eles engoliam vorazes. Invadiram-me. Muitos ficaram suspensos nos caibros a lembrar grandes ratos de asas recolhidas, que o tempo envelhecera e os transformara em cegos e alados morcegos”

(CAMPOS, Natércia. *A casa*. Fortaleza: Edições UFC. 2004)

- A) “...Possuíam asas que não lembravam asas e sim uma espessa pele estendida entre suas atrofiadas patas, como couro espichado em vara, daí serem silenciosas por não haver o ruflar leve de penas...” Neste período, há uma alusão a dois tipos de asas. Sabe-se que essas estruturas são adaptadas para o voo. Justifique se esses dois tipos de asas constituem um caso de divergência evolutiva ou convergência evolutiva.

A alusão é feita a asas dotadas de penas (*asas.... silenciosas por não haver o ruflar leve de penas*) e asas sem penas (*como couro espichado em vara*). No primeiro caso, a referência é feita às asas das aves, e no segundo, às asas dos morcegos. As asas são apêndices adaptados para o voo nos dois casos. Essas estruturas evoluíram independentemente nos dois grupos animais aqui citados, constituindo adaptações ao hábito de vida voador. Portanto, embora os ossos constituintes das asas das aves e dos morcegos sejam homólogos, por terem sido herdados de um ancestral comum, as asas, particularmente, não são homólogas, pois evoluíram independentemente no grupo das aves e no grupo dos morcegos, a partir de um ancestral comum não-voador. Desse modo, asas constituem um caso de convergência evolutiva, pois, apesar de desempenharem a mesma função, não há um ancestral, comum aos dois grupos, que possuísse asa.

- B) “... a lembrar grandes ratos de asas recolhidas, que o tempo envelhecera e os transformara em cegos e alados morcegos...” Um dos grandes evolucionistas que viveu entre os séc. XVIII e séc. XIX explicaria a frase da autora da seguinte maneira: animais com aparência de ratos já possuíam asas e, devido à necessidade ambiental, transformaram-se em morcegos.

O evolucionista solicitado no item B da questão é Jean-Baptiste Lamarck, ou simplesmente Lamarck, cujas idéias baseavam-se na premissa de que os seres vivos são capazes de se adaptarem ao meio, desde que pressionados por uma necessidade imposta pelo ambiente. A partir daí, utilizariam algumas partes do corpo mais intensamente que outras, adotando novos hábitos de vida. Como consequência, as partes mais usadas tenderiam a se desenvolver, enquanto as menos usadas se atrofiariam, podendo até mesmo desaparecer. Além disso, as mudanças ocorridas em resposta a essa pressão ambiental também seriam transmitidas aos descendentes. Esses princípios da sua teoria ficaram conhecidos como Lei do Uso e Desuso e Lei da Transmissão dos Caracteres Adquiridos.

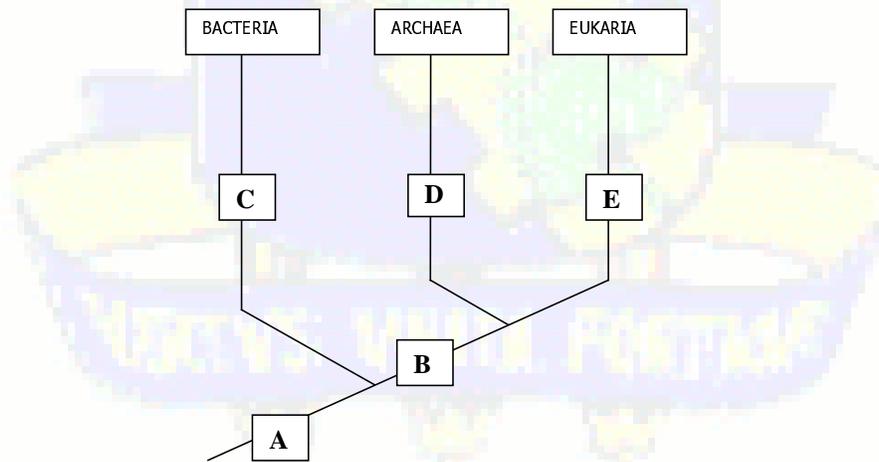
02. Um animal comum na caatinga nordestina é o lagarto *Tropidurus hispidus*, comumente conhecido como calango. Seu cariótipo, determinado por geneticistas do Departamento de Biologia da UFC, evidencia 18 pares de cromossomos, com cada cromossomo contendo um centrômero. O conhecimento do cariótipo é um passo inicial para a decifração do genoma do animal.

Pergunta-se:

- A) Quantos cromossomos são encontrados no espermatozóide desse animal? Justifique sua resposta.
- B) Quais as duas principais categorias de substâncias químicas que formam cada cromossomo deste animal?
- C) Qual é o número de cromátides em uma célula, da pele deste animal, que se encontra em metáfase mitótica?
- D) Qual o número mínimo de cromossomos de uma célula somática deste animal que deve ser usado para decifrar o genoma completo da espécie? Justifique.

Por serem células sexuais, os espermatozóides sofreram divisão meiótica, tendo, portanto, dezoito cromossomos apenas, o que corresponde ao número haplóide, presente neste tipo de célula. Proteínas e ácidos nucleicos são as principais substâncias formadoras dos cromossomos. O número de cromátides pode ser calculado como segue. Número diplóide x 2 (cromátides). Ou seja,  $36 \times 2 = 72$  cromátides. As células em metáfase mitótica apresentam cada cromossomo com duas cromátides. Como a célula é diplóide, teremos 18 pares de cromossomos, correspondendo a 36 cromossomos. Se cada cromossomo tem duas cromátides, o total será 72 cromátides em cada célula da pele deste animal, no período da metáfase mitótica. O número mínimo de cromossomos que contém um representante de cada par homólogo é 18, ou seja, só será possível identificar todos os genes desse organismo se a seqüência de pelo menos um dos homólogos de cada par for identificada.

03. No estudo da diversidade dos seres vivos, propostas de ordenamento e classificação têm sido usadas. Uma das propostas é a que reconhece três domínios: Bacteria (ou eubactérias), Archaea (ou arqueobactérias) e Eukaria (ou eucária), representados no esquema filogenético abaixo, mostrando suas relações de parentesco.



I. Indique o nível (A, B, C, D ou E) no qual aparece, primitivamente, cada característica listada no quadro abaixo.

Característica	Nível
Multicelularidade	
RNA ribossomal	
Envoltório nuclear em suas células	
Membrana plasmática	
Citoesqueleto	

II. Na proposta de Whitakker, que classifica em cinco reinos os seres vivos, qual a correspondência dos reinos com os domínios do esquema acima?

Reinos propostos por Whitakker	Domínio(s)
Monera	
Protista	
Fungi	
Plantae (ou Metaphyta)	
Animalia (ou Metazoa)	

A proposta inicial, que considera três domínios, baseando-se, principalmente, em evidências moleculares, parte do pressuposto de que todos os organismos originaram-se de um ancestral comum. Como esses organismos têm organização celular, a membrana plasmática e o RNA ribossomal estando presentes em todos os três domínios, essas características estariam presentes no ancestral. A multicelularidade, a proteção do material genético sob a forma de envoltório nuclear e elementos de sustentação interna da célula (o citoesqueleto) só aparecem nos eucaria. Ao se fazer a correspondência dos domínios com os reinos propostos por Whittaker, apenas Eubactéria e Archaea correspondem ao reino Monera, enquanto todos os outros reinos ( Protista, Fungi, Plantae e Animalia) são Eukaria.

04. Um técnico de laboratório preparou quatro soluções de sacarose nas seguintes concentrações molares: 0,8M, 0,6M, 0,4M e 0,2M, porém esqueceu de rotulá-las. Para identificar essas soluções, ele montou um experimento, baseado nos princípios de difusão e osmose, utilizando folhas de *Elodea* (uma planta aquática), lâminas e lamínulas, microscópio óptico, solução isotônica de NaCl, conta-gotas, e rotulou, aleatoriamente, as soluções de sacarose com A, B, C e D.

I. Preencha o quadro abaixo, a partir dos resultados do experimento.

Solução de sacarose gotejada sobre folhas de <i>Elodea</i>	Resultado observado	Tonicidade da solução em relação às células	Identificação da molaridade da solução (M)
Solução A	Células com o mesmo aspecto daquelas imersas na solução isotônica de NaCl.		
Solução B	Células apresentaram-se mais túrgidas que aquelas da <i>Elodea</i> submetida à solução A		
Solução C	Células mais murchas que aquelas da <i>Elodea</i> submetida à solução A.		
Solução D	Células mais murchas que aquelas da solução A, porém menos murchas que aquelas da solução C.		

II. Explique porque as células de *Elodea* não estouraram quando colocadas na solução hipotônica?

A questão cobre o tema de Biologia Celular, enfocando os efeitos da tonicidade do meio sobre o volume celular. Ao tratar as folhas de *Elodea* com a solução A, o técnico de laboratório observou, sob microscopia óptica, que as células apresentaram o mesmo aspecto daquelas imersas na solução isotônica de NaCl, então, pôde concluir que a solução A era isotônica com as células. Com a solução B, observou que as células de *Elodea* ficaram mais túrgidas, portanto, esta solução era hipotônica em relação às células e, assim, menos concentrada que a solução A (isotônica). Ao gotejar as células com a solução C, verificou que as células ficaram mais murchas que aquelas da *Elodea* submetidas à solução A, o que deu para concluir que a solução C era hipertônica em relação às células, pois o fato de terem murchado significa que o meio era mais concentrado que as células. Ao visualizar as células após gotejar a solução D verificou que as mesmas ficaram mais murchas que aquelas da solução A, porém menos murchas que as da solução C. Assim, pôde concluir que as concentrações das soluções seguiam a seguinte ordem decrescente  $[C] > [D] > [A] > [B]$ . Assim, pôde inferir que  $[C] = 0,8M$ ;  $[D] = 0,6M$ ;  $[A] = 0,4M$  e  $[B] = 0,2M$ . Quanto ao item II da questão, as células de *Elodea* não estouraram quando gotejadas com a solução B (hipotônica em relação às células) porque, como as de todos os vegetais, possuem parede celular, que é uma estrutura rígida e externa à membrana plasmática, proporcionando resistência contra o rompimento da membrana com o aumento do volume celular.

05. Um aluno perguntou a seu professor de biologia a razão da morte súbita de atletas jovens, fato que tem acontecido com uma certa frequência no meio esportivo. O professor respondeu que provavelmente esses indivíduos, cerca de 0,1 a 0,2% da população mundial, apresentam **cardiomiopatias genéticas**, causadas pelo **acúmulo de uma proteína anormal nos sarcômeros** do músculo cardíaco. Isto faz com que as **células cresçam** demasiadamente e de forma desordenada, particularmente ao redor do ventrículo esquerdo. À medida que o músculo se espessa, **o coração pode desenvolver batimentos irregulares e correr o risco de parar completamente**. O esforço extra do exercício intenso parece desencadear a morte súbita em pessoas com esse problema. Para compreender melhor a resposta do professor, o aluno procurou outros esclarecimentos.

- A) Qual o nome do fenômeno responsável pelo surgimento da proteína anormal nesta situação?
- B) Quais as duas principais proteínas dos sarcômeros?
- C) Quais as duas maneiras através das quais o coração pode aumentar o volume de sangue ejetado durante o exercício físico, para atender ao aumento da necessidade de oxigênio?
- D) Qual o papel do ventrículo esquerdo no direcionamento do sangue bombeado?

A questão cobre o tema de Biologia Humana, enfocando a função cardíaca contextualizada em um problema atual divulgado na mídia, que é a morte súbita de atletas jovens. Após ter sido dada uma explicação para a morte súbita, surgem os seguintes questionamentos, que deveriam ser respondidos como se segue. O fenômeno responsável pelo surgimento de uma proteína anormal, em se tratando de uma patologia genética, provavelmente seriam as mutações, erros na seqüência de bases do segmento do DNA que seriam responsáveis pela codificação da proteína normal. As principais proteínas contráteis do músculo cardíaco são a actina e a miosina, que formam, respectivamente, os filamentos finos e os espessos dos sarcômeros. Durante o exercício físico, há maior necessidade de oxigênio, que será atendida em parte pelo aumento do débito cardíaco (volume de sangue ejetado do coração por unidade de tempo). Este volume pode ser aumentado de duas maneiras: aumento da frequência dos batimentos cardíacos (aumento do número de batimentos por minuto) e aumento do volume sistólico (aumento do volume de sangue ejetado em cada contração). Na verdade, o débito cardíaco é igual ao produto da frequência cardíaca pelo volume sistólico. O ventrículo esquerdo recebe o sangue, que veio do átrio esquerdo, após oxigenação na grande rede de capilares pulmonares. O sangue é ejetado do ventrículo esquerdo para a artéria aorta e desta será distribuído, por uma enorme rede vascular, por toda a circulação sistêmica.

06. Rogério, um fazendeiro do município de Redenção, estava muito feliz com a sua nova compra, um legítimo Touro mocho (sem chifres) que lhe custou os olhos da cara, como se diz no interior. No entanto ele teve uma grande surpresa quando cruzou o touro com 3 vacas e obteve os seguintes filhotes: com a vaca **I** foram obtidos, somente, descendentes sem chifres; com a vaca **II**, chifruda, obteve-se um descendente chifrudo; e, finalmente, com a vaca **III**, mocha, foi obtido um descendente chifrudo. Para esta raça de animal, o caráter **mocho** (sem chifres) é determinado por um gene autossômico dominante em relação ao caráter **presença de chifres**. Rogério, sem entender muito de hereditariedade, e muito zangado, foi procurar uma geneticista da UFC, com a seguinte pergunta:

**Obs.: utilizar a letra maiúscula “A” para o gene dominante e a minúscula “a” para o recessivo.**

A) Quais os genótipos dos animais envolvidos nos cruzamentos?

B) Após a identificação dos genótipos dos animais, que explicação genética foi dada a Rogério, a respeito da sua infelicidade na compra do touro?

O fenótipo é empregado para designar as características apresentadas por um indivíduo, sejam elas morfológicas, fisiológicas ou comportamentais. O genótipo refere-se à constituição genética do indivíduo, ou seja, aos genes que ele possui. Enquanto o fenótipo de um indivíduo pode ser observado diretamente, o genótipo tem de ser inferido a partir da observação do fenótipo, ou através das análises de seus pais, filhos ou outros parentes. O fenótipo condicionado pelo alelo recessivo, com animais apresentando chifres, será homocigoto (aa) quanto ao alelo em questão. O fenótipo condicionado pelo alelo dominante poderá ser homocigoto ou heterocigoto. No caso do fenótipo mocho (sem chifres) o animal poderá ser AA ou Aa. O Touro do Rogério é heterocigoto (Aa). A raiva do fazendeiro foi porque ele achou que estava comprando um “legítimo touro mocho”, ou seja, que seria homocigoto (AA) e só teria descendentes mochos independentemente de com qual vaca ele cruzasse. Apesar da vaca I só ter gerado descendentes sem chifres, ela pode ser homocigota (AA) ou heterocigota (Aa), por existir uma maior probabilidade da ocorrência de indivíduos com fenótipo dominante, num cruzamento entre indivíduos heterocigotos. A vaca II é homocigota (aa) porque teve descendentes com chifre. E a vaca III é heterocigota (Aa) porque teve descendentes com chifres.

07. Leia os dois casos a seguir.

#### Caso I

Em 1788 a introdução do gado bovino na Austrália tornou as pastagens inutilizáveis devido ao acúmulo de fezes bovinas não degradadas. As placas de esterco endureciam e permaneciam no pasto por muito tempo sem se degradar, matando o capim nativo embaixo delas. Foi levado para a região um escaravelho chamado de rola-bosta. Os machos desta espécie transformam a massa de esterco do gado em pequenas bolas, que levam para buracos escavados no solo, e as fêmeas põem ovos nas bolas de esterco, o qual serve de alimento para as larvas desse inseto.

#### Caso II

Em 2004 pecuaristas goianos tiveram prejuízos com o gado bovino em função de uma infestação de moscas do chifre. Estes insetos atacam o gado e se alimentam do sangue do animal, comprometendo o peso da criação e a produção de leite. Nesse caso foi utilizado também o rola-bosta para o mesmo procedimento, ou seja, a pequena bola que estes besouros levam para o buraco quebra o bolo fecal e torna o ambiente desfavorável para o crescimento das larvas das moscas.

Pergunta-se:

- A) A interferência humana nas comunidades naturais da Austrália deu-se de que forma?
- B) Qual o nome do procedimento de utilização do rola-bosta, em Goiânia?
- C) Qual o preenchimento correto do quadro abaixo?

Organismo	Ordem (categoria taxonômica)	Relação ecológica entre as larvas das duas espécies
Mosca do chifre		
Rola-bosta		

O gado e o escaravelho *Garreta nitens* (rola-bosta) são espécies que foram introduzidas pelo homem na Austrália no século XVIII, e em Goiânia o besouro *Onthophagus gazella* (rola-bosta) foi introduzido na década de 80. O rola-bosta é um importante agente de recuperação das pastagens infestadas por fezes bovinas, pois ao utilizar as massas fecais para si próprios ou para as suas crias, estes insetos destroem as massas fecais do gado, depositadas na superfície do solo, contribuindo para o aumento da capacidade de suporte das pastagens. Na Austrália o problema surgido com a introdução do gado, destruição das pastagens, foi controlado com o rola-bosta. Como perguntado na item A, a interferência humana foi a introdução das duas espécies. Em Goiânia o procedimento utilizado pelo emprego do rola-bosta foi o controle biológico. A falta do ambiente propício para o crescimento da larva da mosca diminuiu as infestações da mosca do chifre no gado. Desta forma, a relação ecológica entre as larvas das duas espécies é a competição interespecífica, ou seja, os dois insetos usam os mesmos recursos e estes são insuficientes para suprir as necessidades de ambas as espécies, concomitantemente. Neste caso o rola-bosta é quem se beneficia mais porque o adulto enterra as bolas de esterco a uma profundidade de até 25 cm, sobrevivendo, desta forma, somente as larvas do besouro. Os indivíduos são competidores, sejam eles membros de uma mesma espécie ou de espécies diferentes.

08. Leia as estrofes dos dois sonetos a seguir e responda o que é perguntado.

Soneto I

*“Dezembro se anuncia estorricante  
nos ares ressecados. No jardim,  
a quietude branca de um jasmim  
por água clama às águas tão distantes.*

*Amiga mão lha traz, exuberante  
em seu próprio arco-íris engastada,  
e vai, planta por planta desfolhada,  
umedecendo o chão, perseverante.”*

(MAIA, Virgílio. *Aguação do Jardim* in Palimpsesto & Outros Sonetos. Fortaleza: Edições UFC. 2004)

- A) Qual o fenômeno vegetal que possibilita a sobrevivência, na estação climática descrita, das plantas citadas no poema?
- B) Cite os dois principais hormônios vegetais envolvidos nesse fenômeno.

Dentre as muitas características que foram sendo incorporadas às plantas, ao longo do processo evolutivo, aquelas relacionadas à sobrevivência nos ambientes áridos talvez sejam as mais impressionantes. Uma característica comum a muitas plantas que vivem na caatinga é o fenômeno da caducifolia (ou queda das folhas) durante a época seca. Esse acontecimento possibilita a sobrevivência dessas plantas, exatamente no período onde a reposição da água, perdida através da transpiração, é impossibilitada, evitando a dessecação das mesmas. Sabe-se que as concentrações relativas de auxina e etileno, dois reguladores de crescimento (ou hormônios vegetais), são as responsáveis pela queda das folhas.

## Soneto II

*“Estas águas bonitas que setembro  
asperge sobre tenro maturi,  
reluzem vegetais quando sorri,  
no brilho dos cajus, airado outubro.*

*Em farfalhantes cores se anuncia  
o fruto, agora já maturescente,  
no cajueiro posto em oferenda”*

(MAIA, Virgílio. *Chuvas do Caju* in *Palimpsesto & Outros Sonetos*. Fortaleza: Edições UFC. 2004)

- C) Qual o fenômeno vegetal indicado na segunda estrofe e qual o principal hormônio vegetal envolvido?
- D) Qual a explicação bioquímica para a alteração na cor do caju?
- E) Por que o caju é considerado um pseudofruto?

O fenômeno indicado é o amadurecimento (ou maturação) do caju. O principal regulador de crescimento envolvido nesse fenômeno é o etileno. O aumento na produção desse hormônio vegetal implica na modificação do sistema interno de membranas dos cloroplastos (as lamelas), formando cromoplastos, e na degradação da clorofila, aumentando a concentração de outros pigmentos, responsáveis pelas diversas colorações apresentadas pelos frutos maduros. Ocorre, também, a síntese de enzimas que degradam a lamela média, promovendo o amolecimento da casca dos frutos. A parte carnosa do caju provém do pedúnculo floral, ou seja, é formada a partir de uma estrutura externa ao ovário, daí o fruto ser chamado de pseudofruto, termo que vem sendo substituído por “fruto acessório”, uma vez que o fruto verdadeiro, a castanha (um aquênio), está presente na unidade de dispersão das sementes.