



UNICAMP  
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO

**COMVEST**  
Comissão Permanente para os Vestibulares

# 2007

vestibular nacional  
**UNICAMP**

2ª Fase

Ciências Biológicas

## INTRODUÇÃO

A prova de Biologia da segunda fase foi abrangente e multidisciplinar na maioria das questões, solicitando aos candidatos a demonstração de conhecimento integrado e consolidado. Essa forma de prova tem sido constantemente solicitada e, pelos bons resultados obtidos, parece ser uma forma adequada de avaliação. Nesse ano, especialmente, o conhecimento foi solicitado através da interpretação de várias figuras, gráficos, tira de quadrinhos retirada de jornal, além de interpretações críticas de textos obtidos dos meios de comunicação, visando, desta forma, a aumentar as possibilidades dos candidatos mostrarem o seu conhecimento biológico. Algumas questões exigiram o conhecimento prévio mais específico de alguns eventos biológicos e, portanto, conhecimentos mais profundos na área. Contudo, a prova de Biologia procura valorizar o candidato que tem visão crítica do ambiente em que vive, que é capaz de avaliar os efeitos benéficos e nocivos das alterações biológicas, que tem conhecimento atualizado sobre as novidades científicas e os vários eventos da área de Biologia. É valorizada, portanto, a capacidade de interpretar e associar as informações recebidas tanto pelos professores na sala de aula, como através dos meios de comunicação. Pelo desempenho dos candidatos nessa prova, pode-se afirmar que as questões 14 e 23 apresentaram menor dificuldade, enquanto as questões 20 e 24 podem ser consideradas as mais difíceis da prova de biologia da segunda fase, mas de maneira geral o desempenho foi satisfatório na maioria das questões.

**13.** Na cantina do colégio, durante o almoço, foram servidos 10 tipos de alimentos e bebidas: 1 – arroz, 2 – feijão, 3 – bife, 4 – salada de alface, 5 – salada de tomate, 6 – purê de batata, 7 – sopa de ervilha, 8 – suco de pêsego, 9 – pudim de leite e 10 – chá de hortelã.

- a) Na preparação de quais alimentos acima foram utilizados frutos ou sementes?
- b) Dentre os frutos carnosos utilizados na preparação dos alimentos, um é classificado como drupa e outro como baga. Quais são eles? Que característica morfológica diferencia os dois tipos de frutos?
- c) Indique o prato preparado à base de uma estrutura caulinar. Explique por que essa estrutura pode ser assim denominada.

## Resposta Esperada

a) **(2 pontos)**

Foram utilizados frutos na preparação da salada de tomate e do suco de pêsego e foram utilizadas sementes para preparar o arroz, o feijão e a sopa de ervilha.

b) **(2 pontos)**

O pêsego é um fruto carnoso classificado como drupa e o tomate é classificado como baga. A diferença entre eles é que na drupa a testa da semente se funde com o endocarpo e forma uma estrutura dura e geralmente a semente é única, enquanto na baga as sementes são numerosas, ficam livres e são facilmente separadas do fruto.

c) **(1 ponto)**

A estrutura caulinar utilizada é a batata, com a qual foi preparado o purê. A batata é uma estrutura caulinar subterrânea, chamada tubérculo e possui gemas (ou botões vegetativos), a partir das quais podem se desenvolver ramos e folhas.

## Exemplo Acima da Média

- a) Foram utilizados frutos ou sementes na preparação de arroz, feijão, tomate (fruto), ervilha, pêssigo.
- b) Drupa é o fruto que possui endocarpo pétreo (duro), ou seja, possui carvão. Esse é o caro do pêssigo. O fruto tipo baya é aquele que possui endocarpo não duro como o tomate.
- c) O prato preparado à base de uma estrutura caulinar é o purê de batata, já que a batata é uma ~~raiz tuberosa~~, sendo uma reserva de amido. cauli por possuir gemas laterais em sua estrutura, é uma reserva de amido.

## Exemplo Abaixo da Média

- a) ~~(arroz)~~ Foram utilizados frutos ou sementes na preparação de arroz, feijão, salada de tomate, sopa de ervilha e suco de pêssigo.
- b) São o pêssigo e o tomate. O desenvolvimento embrionário, isso faz com que o pêssigo possua uma única semente que é envolta por toda parte carnoso da fruta.
- c) O prato preparado à base de uma estrutura caulinar é o pudim de leite. Essa estrutura é denominada caulinar, pois o leite apresenta grande quantidade de cálcio.

a) arroz, feijão, ervilha, foram utilizados sementes.

bife, salada de alface, salada de tomate, purê de batata, suco de pêssigo, pudim de leite e chá de hortelã, foram utilizados frutos.

b) drupa: pudim de leite e bife: bife, o leite é extraído da vaca que está amamentando, através dele é que se faz o pudim. Já o bife é diretamente retirado do fruto carnoso, ou seja, carne do animal.

c) arroz, feijão, bife, podem ser assim denominados por tratarem-se de um prato rico em cálcio, carboidratos.

## Comentários

A questão verificou o reconhecimento de estruturas vegetais (fruto, semente e caule) utilizadas na preparação de uma refeição e o conhecimento de alguns conceitos sobre essas estruturas. Os candidatos tiveram dificuldades com a questão, sendo que cerca de 60% tiraram nota abaixo da média, que foi de 2,5. Apenas cerca de 4% dos candidatos acertaram a questão integralmente. No item **a**, em que deveriam ser reconhecidos os alimentos preparados a partir de frutos/sementes, muitos alunos indicaram até produtos de origem animal, como pudim de leite e bife (ver item acima - "exemplo abaixo da média"). Houve marcante dificuldade no reconhecimento de tipos de fruto (item **b**), o que sugere que o assunto é pouco explorado no ensino médio. Também se notou dificuldade com o conceito de caule e no reconhecimento do alimento preparado a partir de estrutura caulinar (no item **c**). Vários candidatos associaram esse tipo de alimento à presença de cálcio, pela simples associação das palavras caule-cálcio (ver item acima - "exemplo abaixo da média").

**14.** A figura abaixo mostra uma situação jocosa referente à fragmentação de um invertebrado hipotético, em que cada um dos fragmentos deu origem a um indivíduo. Um exemplo real muito conhecido é o da fragmentação da estrela-do-mar, cujos fragmentos dão origem a outras estrelas-do-mar.

Frank & Ernest Bob Thaves



O Estado de S. Paulo - 20/10/2006

- Tanto a figura quanto o caso da estrela-do-mar se referem à reprodução assexuada. Explique em que a reprodução assexuada difere da sexuada.
- Dê uma vantagem e uma desvantagem da reprodução assexuada em relação à sexuada. Justifique.
- Os invertebrados podem apresentar outros tipos de reprodução assexuada. Indique um desses tipos e dê um exemplo de um grupo de invertebrados em que ele ocorre.

## Resposta Esperada

a) (1 ponto)

A reprodução assexuada envolve um único genitor, não envolve gametas e dá origem a um novo organismo geneticamente idêntico ao genitor, por mitose, enquanto a reprodução sexuada envolve gametas de dois genitores e dá origem a um organismo que combina os genes dos genitores, e que é, portanto, não idêntico aos genitores, por meiose.

b) (3 pontos)

Com relação às vantagens, os candidatos poderiam indicar, entre outras:

- na reprodução assexuada só é necessário um indivíduo, sem a necessidade do encontro de outro parceiro;
- como não existe necessidade do encontro de parceiro sexual, o progenitor fica menos exposto a predadores;
- ocorre a produção de muitos seres, todos iguais, que apresentam a mesma resposta adaptativa em ambientes estáveis, com maior eficiência na utilização dos recursos disponíveis.

Com relação às desvantagens, os candidatos poderiam indicar:

- baixa variabilidade genética na população, o que se torna desvantajoso em ambientes que sofrem alterações bruscas, havendo o risco de ocorrer o extermínio populacional.

c) (1 ponto)

Os candidatos poderiam indicar: brotamento nos cnidários, formação de gêmulas nas esponjas, estrobilização nos cnidários, entre outros.

## Exemplo Acima da Média

a) Na reprodução assexuada não há troca de material genético por meio de fecundação realizada, assim, os novos indivíduos são clones de um original. Na reprodução sexuada há troca de material genético por meio da fusão de dois gametas (masculino e feminino), originando um zóigote único, isto em caso de gêmeos monozigóticos.

b) A vantagem da reprodução assexuada é a sua velocidade, muito maior que a sexuada, por isso, espécies que se reproduzem assexuadamente se dispersam mais rapidamente no ambiente. A desvantagem está no fato de se formarem clones, com os mesmos genes e características, num caso de acidente, a seleção natural de seleciona todos ou exclui a totalidade, o que pode levar a extinção da espécie. Isto é, seres que se reproduzem assexuadamente correm mais riscos em catástrofes, já que todos são idênticos e herdaríamos a mesma seleção.

c) Reprodução por brotamento ou gemulação em celenterados, por exemplo, Corais - Celenterados são invertebrados enterocóelicos, mas metamorfozados, diblásticos, simetria radial (e bilateral na larva planula), eles partem por estágio de góncula (por isso, enterocóelico).

## Exemplo Abaixo da Média

- a) A reprodução sexuada se difere da assexuada pelos seguintes fatores:  
Na reprodução sexuada o encontro gamético se dá no interior das fêmeas. Já a reprodução assexuada, o encontro dos gametas se dá no meio em que os animais vivem. No caso da estrela do mar, na água..
- b) Vantagem da reprodução ~~assexuada~~ assexuada:  
→ A fêmea não precisa carregar o óvulo.  
Desvantagem da reprodução assexuada:  
→ o óvulo fica desprotegido e vulnerável às ações do meio como: predação, aumento e/ou queda de temperatura e outros fatores.
- c) O outro exemplo de reprodução assexuada é a reprodução por brotamento. Estrelas do mar e medusas apresentam esse tipo de reprodução.

## Comentários

O objetivo desta questão foi verificar se os candidatos tinham conhecimento a respeito de conceitos básicos relacionados com a duplicação celular (mitose) e formação de gametas (meiose), e se eram capazes de avaliar tanto aspectos ecológicos, relacionados a mecanismos de exploração do ambiente, como evolutivos relacionados com vantagens adaptativas. A maioria dos candidatos conseguiu atingir o objetivo pretendido, e esta questão pode ser considerada uma das mais fáceis da prova, com nota média de 3,2. A maioria dos erros notados foi relacionada à repetição dos erros conceituais listados nos itens **a** e **b** da questão, ou consistiu em erro no exemplo solicitado no item **c**.

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

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

## Resposta Esperada

**a) (2 pontos)**

A base U (Uracila) ocorre exclusivamente no RNA e o único agente infeccioso que tem Uracila em seu material genético é o vírus.

**b) (2 pontos)**

Os vírus não são considerados vivos pois não têm estrutura celular; não se reproduzem fora da célula hospedeira, em função de não terem determinadas enzimas essenciais a este processo e, portanto, usam as estruturas da célula hospedeira. Por serem parasitas intracelulares obrigatórios, os vírus, quando fora da célula hospedeira, não apresentam nenhum tipo de atividade metabólica.

**c) (1 ponto)**

A fita complementar deverá ter a seqüência: ATGGGCAATTTC.

## Exemplo Acima da Média

*a) A presença da base nitrogenada uracila e de uma fita simples indica que o material genético do novo ser é uma fita de RNA. Os vírus podem ter tanto DNA como RNA de material genético, mas uma fita de RNA é característica (de ser vivo) que só pode ocorrer nesse grupo de ser vivo.*

*b) Enquanto células de seres vivos apresentam membrana plasmática, ribossomos e metabolismo próprio, os vírus não apresentam tais estruturas e necessitam parasitar uma célula viva para se reproduzirem.*

*c) ATGGGCAATTTC.*

## Exemplo Abaixo da Média

b) Porque eles não conseguem sobreviver quando estão alojados em outros seres vivos, e quando não estão os vírus se cristalizam.

## Comentários

Questão que envolve conhecimento sobre conceitos relacionados com a biologia celular e molecular (composição e replicação de ácidos nucleicos, constituintes de células eucarióticas e procarióticas), com a biologia estrutural e com ciclo de vida de vírus (parasita intracelular obrigatório). Nesta questão os candidatos deveriam saber diferenciar ácido desoxirribonucleico (DNA) de ácido ribonucleico (RNA) e saber que a base nitrogenada Uracila é encontrada em RNA e não em DNA. Além disso, esperava-se que os candidatos demonstrassem ter conhecimentos mínimos sobre a estrutura e ciclo viral. A maioria dos erros esteve relacionada com o desconhecimento de que a base Uracila é encontrada em RNA, de como ocorre a duplicação do material genético de uma fita de RNA para uma de DNA, além de os candidatos não conhecerem as estruturas celulares (eucarióticas) em contraposição com as virais. Questão considerada de dificuldade mediana, com nota média de 2,7.

**16.** Os morcegos, únicos mamíferos capazes de voar, têm se adaptado ao espaço urbano e passado a viver em casas e galpões abandonados. A consequência imediata desse processo é o aumento do número de ataques de morcegos hematófagos ao homem e a outros animais. Esses morcegos podem transmitir a raiva quando estão contaminados pelo agente causador dessa doença.

- a) Indique o agente causador da raiva e explique como a doença é transmitida.
- b) Os morcegos exercem papéis importantes nos ecossistemas. Indique dois desses papéis.
- c) As asas são estruturas presentes nos morcegos, aves e insetos e são consideradas evidências do processo evolutivo. Explique por quê.

## Resposta Esperada

### a) (2 pontos)

A raiva é causada por um vírus. Este está presente na saliva do animal infectado e é transmitido por mordida ou pelo contato da saliva com ferimentos da pele ou mucosas da vítima.

### b) (2 pontos)

Com relação aos papéis dos morcegos nos ecossistemas, os candidatos poderiam responder escolhendo duas entre as seguintes alternativas: morcegos hematófagos podem transmitir doenças de um animal a outro, causando mortalidade; morcegos nectarívoros (que se alimentam de néctar das flores) fazem polinização de flores; morcegos frugívoros (que se alimentam de frutos) dispersam sementes (ou diásporos ou propágulos); e morcegos insetívoros (que se alimentam de insetos) comem insetos e controlam suas populações.

### c) (1 ponto)

As asas dos morcegos, aves e insetos são estruturas análogas, porque desempenham a mesma função, embora se originem de estruturas embrionárias diferentes. Essas asas se originaram independentemente em grupos não aparentados, constituindo adaptações a modos de vida semelhantes (convergência evolutiva).

## Exemplo Acima da Média

- a) A raiva é causada por um vírus e é transmitida através da saliva contaminada dos morcegos.
- b) Os morcegos não são responsáveis pelo controle do número de insetos de algumas espécies. Além disso, eles também servem de alimento para outras espécies de animais. Além disso, os morcegos que se alimentam de frutos espalham as sementes dos frutos, ajudando na multiplicação dos vegetais.
- c) Os morcegos e as aves pertencem a classes diferentes, e os insetos a um outro filo, ou seja, o filo deles apresentam asas moles que ocorreram uma boa convergência adaptativa, pois mesmo pertencendo a classes e filo diferentes, eles contém uma estrutura análoga, as asas. Através da seleção natural do mesmo ambiente, os indivíduos com asas foram selecionados.

## Exemplo Abaixo da Média

- a) O agente causador da raiva é um vírus que só é transmitido em contato com o sangue.
- b) Os morcegos frutíferos não são responsáveis por espalhar as sementes das árvores frutíferas e também os morcegos influenciam no ecossistema do local onde vivem.
- c) Os vertebrados terrestres começaram a se modificar em busca de comida e outros recursos. Assim os membros lacrimolares passaram a se transformar em asas assim se locomoviam mais fácil e encontravam alimento. Isso foi um processo evolutivo para a sobrevivência de certos animais.

## Comentários

A questão integrou conhecimento sobre o papel ecológico dos morcegos, incluindo a possibilidade de transmissão de raiva ao homem e a outros animais. Também verificou o conhecimento dos candidatos sobre a origem/evolução das asas em diferentes grupos de animais. Cerca da metade dos alunos tirou nota próxima à média (entre 2 e 3), que foi de 2,4. No item a, foram notadas algumas dificuldades por parte dos alunos, incluindo a diferenciação entre agente causador e transmissor da raiva e as várias denominações para esse agente causador. Entretanto, o maior problema encontrado nas respostas ocorreu no item c. Observou-se dificuldade no entendimento de conceitos básicos, como seleção natural e evolução. Foi freqüente a resposta do tipo "finalista" ou "Lamarckista",

em que se mencionava que os animais desenvolviam asas “para” voar/ocupar novos ambientes/ buscar alimento em outros lugares, etc. Exemplos dessas respostas são: “Ao evoluir, os animais que necessitavam de voar para sobreviver tiveram os membros superiores modificados em asas”, ou “Devido a um isolamento geográfico as asas foram se evoluindo, para os animais poderem se locomover onde antes não tinham acesso, em busca de comida”, ou o exemplo abaixo da média, citado no item acima. Uma pequena proporção de candidatos conseguiu apresentar o conceito de analogia e de convergência adaptativa para explicar que as asas nos morcegos, aves e insetos são consideradas evidências do processo evolutivo.

**17.** Todos os anos, cerca de 1.500 novos casos de câncer de pele surgem no Brasil. A grande maioria da população brasileira se expõe ao sol sem qualquer proteção. Dessa forma, os dermatologistas recomendam o uso de filtros solares e pouca exposição ao sol entre 10 e 16 horas, período de maior incidência dos raios ultravioleta A e B (UVA e UVB). Os raios UVB estimulam a produção de vitamina D, entre outros benefícios, mas em doses excessivas causam vermelhidão, queimaduras e o câncer de pele.

- a) Pessoas com pele clara são mais sujeitas a queimaduras pelo sol e ao câncer de pele que pessoas com pele mais escura. Explique por quê.
- b) Raios UVA, ao penetrarem na derme, podem danificar as fibras e dessa forma causar o envelhecimento precoce. Indique que fibras podem ser encontradas na derme e por que o seu dano causa o envelhecimento precoce.
- c) A deficiência de vitamina D pode provocar problemas de desenvolvimento em crianças. Explique por quê.

## Resposta Esperada

### a) (1 ponto)

A pele escura tem mais melanina que a pele clara, e a melanina protege contra a radiação ultravioleta e impede que esta penetre profundamente, diminuindo, assim, os riscos de queimaduras e câncer de pele. O câncer de pele pode ter origem a partir de mutações provocadas pelos raios UV.

### b) (2 pontos)

Na derme podem ser encontradas as fibras colágenas e as fibras elásticas responsáveis pela sua sustentação e, ao penetrar na derme, a radiação UVA danifica essas fibras, provocando o envelhecimento precoce, porque essas fibras não se regeneram e, portanto, a derme perde a elasticidade.

### c) (2 pontos)

A vitamina D está relacionada à formação dos ossos e sua deficiência causa problemas de crescimento e deformação dos ossos, podendo causar o raquitismo.

## Exemplo Acima da Média

- a) Porque as pessoas de pele clara tem uma menor produção de melanina que é um protetor natural da pele.
- b) as fibras encontradas na derme são colágeno e elastina.  
O colágeno é responsável pela sustentação da pele, sua quebra gera "sulcos" na pele que são as rugas.  
A elastina é responsável pela elasticidade da pele.  
O envelhecimento precoce ocorre pela perda da firmeza e elasticidade.
- c) A vitamina D é responsável pela absorção de cálcio pelo organismo, ou seja, ele é fundamental para um bom desenvolvimento ósseo e calcificação.

## Exemplo Abaixo da Média

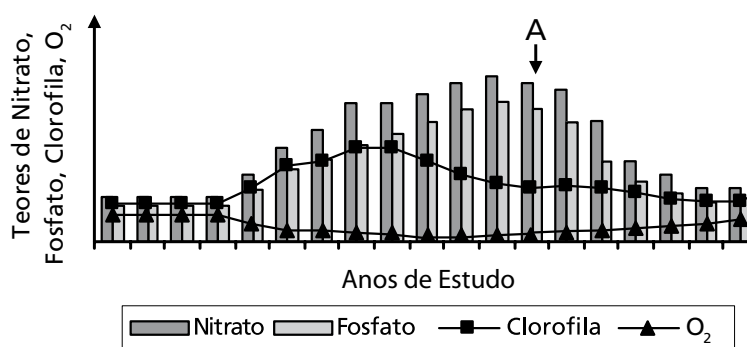
- a) Porque as pessoas com pele clara são mais sensíveis do que as peles escuras.
- b) N.º Raios UVA ao entrarem na derme causa o envelhecimento precoce, porque a pele não aquece, e não é possível um relaxamento da pele.
- c) Porque a criança necessita muito da proteção da mãe, pois depende dela para seu desenvolvimento físico, e sem a vitamina D pode causar problemas na criança, porém as crianças em desenvolvimento precisam de todas as vitaminas.

## Comentários

Esta questão visou correlacionar aspectos de vários eventos biológicos que têm como alvo a pele, do ponto de vista do efeito da luz solar sobre a produção de melanina, sobre as fibras e na síntese de vitamina D. A questão apresentou média de 2,1, portanto pode ser considerada moderadamente fácil. Poucas provas tinham a questão deixada em branco, especialmente porque tratava de assunto muito familiar, como é o caso do efeito de raios ultravioletas sobre a pele, todavia as respostas foram erradas em muitas provas. Foram comuns as trocas de nomes, por exemplo, em vez de escrever melanina, escreveram queratina, quitina, lignina, mielina, etc. Também com respeito aos tipos de fibras, ao invés de fibras elásticas e colágenas, citaram fibras nervosas, musculares, fibrina, actina e miosina, entre outras. Sobre a deficiência de vitamina D, houve confusão; já que em muitas provas foram mencionadas doenças relacionadas com deficiências de outras vitaminas, como as vitaminas A, K e C.

**18.** Desde o início do crescimento habitacional desordenado às margens de uma represa, suas águas vêm sendo analisadas periodicamente em relação aos teores de nitrato, fosfato, clorofila e oxigênio dissolvido, em virtude do crescente despejo de esgotos sem tratamento. Após a ocorrência da morte de um grande número de peixes, a comunidade ribeirinha pediu às autoridades que fossem instaladas tanto a rede de esgotos quanto uma estação de tratamento dos resíduos. Os resultados obtidos em relação aos fatores citados, antes e após a instalação da rede e estação de tratamento de esgotos, estão representados na Figura abaixo. A instalação da estação de tratamento ocorreu em A.

- a) Que relação existe entre as análises realizadas e a poluição das águas por esgotos domésticos? De que forma os fatores analisados (mostrados na figura) estão relacionados com a mortalidade de peixes?
- b) As autoridades garantiram à população ribeirinha que a instalação da estação de tratamento de esgotos permitiria que as águas da represa voltassem a ser consideradas de boa qualidade. Com base nos resultados mostrados na figura, justifique a afirmação das autoridades.



## Resposta Esperada

a) (4 pontos)

Os nitratos e fosfatos estão presentes nos dejetos orgânicos do esgoto doméstico, portanto, o seu aumento tem relação direta com o aumento de esgotos de origem orgânica, que constituem a maior parte dos esgotos domésticos. Os teores de clorofila indicam a presença de organismos fotossintetizantes (ou algas) que se desenvolvem com o aumento de nutrientes, portanto, quanto maior o teor de clorofila, maior a quantidade de organismos fotossintetizantes. O teor de oxigênio dissolvido está relacionado com a presença de organismos fotossintetizantes e também com a presença de organismos aeróbicos. Os organismos aeróbicos proliferam rapidamente em função do aumento de fosfatos e nitratos (ou nutrientes), consumindo muito oxigênio, e provocando a desoxigenação da água. Como resultado final de todo o processo, os peixes presentes morrem devido à falta de oxigênio dissolvido, provocada pela eutrofização.

b) (1 ponto)

Os candidatos deveriam observar, na figura, que, a partir da instalação da estação de tratamento, os teores de fosfatos e nitratos começam a diminuir, os da clorofila se estabilizam e os de O<sub>2</sub> dissolvido voltam a aumentar. Os valores se aproximam das medidas iniciais.

## Exemplo Acima da Média

a) A poluição das águas por esgotos domésticos aumenta os teores de nitrato e fosfato na represa. Estes, por sua vez, contribuem para a reprodução do fitoplâncton, aumentando assim o teor de clorofila. Além disso, o esgoto doméstico, por possuir enormes quantidades de matéria orgânica, necessita ser decomposto, o que se dá pela ação de bactérias aeróbicas presentes nas águas. Assim, num intenso processo de decomposição, essas bactérias consomem muito oxigênio, reduzindo o teor do mesmo dissolvido. Como os peixes precisam de oxigênio para sobreviverem, os baixíssimos teores desse gás produzem a mortandade dos peixes.

b) Com a instalação de estações de tratamento de esgotos garantiu-se que as águas da represa ~~recebam~~ não recebem matéria orgânica a ser decomposta, assim como nitrato e fosfatos. Desse modo, aos poucos foram diminuindo o teor dos mesmos e voltando ao equilíbrio inicial, com o aumento do oxigênio dissolvido.

## Exemplo Abaixo da Média

a) AS ANÁLISES MOSTRARAM QUE O ESGOTO DOMÉSTICO REALMENTE ERA O GRANDE RESPONSÁVEL PELA POLUIÇÃO DAS ÁGUAS, A CRESCENTE DIMINUIÇÃO NA TAXA DE O<sub>2</sub> NA ÁGUA PROVAVELMENTE PROVOCOU A MORTALIDADE DE PEIXES.

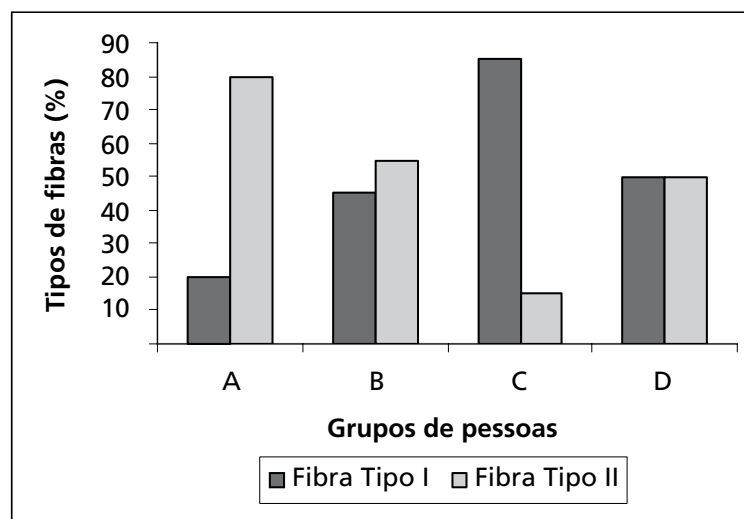
b) AS AUTORIDADES ESTAVAM CORRETAS, POIS APÓS A INSTALAÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO, OS TEORES DE NITRATO, FOSFATO, CLOROFILA E O<sub>2</sub> COMEÇARAM A VOLTAR AO NORMAL CHEGANDO MUITO PRÓXIMOS AS TAXAS INICIAIS.

## Comentários

O processo de eutrofização e suas conseqüências no meio aquático são bastante conhecidos pelos alunos do ensino médio, sendo assunto periódico em todos os meios de comunicação cada vez que acontece um acidente ambiental. Desta forma, foi surpresa que, apesar de tema tão conhecido, os candidatos tenham confundido conceitos e definido erroneamente alguns dos elementos necessários para a resposta da questão. Como exemplo, pode-se citar o desconhecimento do processo de fotossíntese, com muitos afirmando que a fotossíntese consome oxigênio, a confusão entre algas, bactérias, organismos aeróbios e anaeróbios, além do desconhecimento dos processos químicos da decomposição e da função dos nitratos e fosfatos, entre outros. Muitos não souberam correlacionar os eventos, como era o objetivo do item a, e escreveram frases padronizadas e, certamente, memorizadas. Muitos não souberam interpretar o gráfico para responder ao item b. A nota média da questão foi 2,6.

**19.** As pessoas são incentivadas a praticar atividades físicas visando a uma vida saudável. Especialistas em fisiologia do exercício determinaram a porcentagem de fibras do tipo I e do tipo II encontradas em músculos estriados esqueléticos de quatro grupos de pessoas: atletas maratonistas(\*), atletas velocistas(\*\*), pessoas sedentárias, e pessoas com atividade física moderada. Os resultados desse estudo são mostrados na figura abaixo. As características funcionais de cada uma das fibras estão listadas na Tabela.

(\* ) corredores de longas distâncias; (\*\*) corredores de curtas distâncias (ex. 100m rasos)



TABELA

Fibra muscular tipo I	Fibra muscular tipo II
Contração lenta	Contração rápida
Metabolismo aeróbico	Metabolismo anaeróbico
Alta densidade de mitocôndrias	Baixa densidade de mitocôndrias

(Figura e tabela adaptadas de Fox, E.L ; Mathews, D.K. *Bases Fisiológicas da Educação Física e dos Desportos*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1986, p. 72-74.)

- a) Analise as informações da Tabela e indique, entre os quatro grupos de pessoas (A, B, C ou D) mostrados na Figura, qual grupo corresponde aos maratonistas e qual grupo corresponde aos velocistas. Justifique.
- b) Se os dois grupos de atletas não fizerem um treinamento adequado, pode ocorrer nesses atletas dor muscular intensa durante ou após uma competição. A que se deve essa dor muscular? Explique.

## Resposta Esperada

a) (2 pontos)

De acordo com as informações sobre características funcionais e estruturais dos tipos de fibras contidas na Tabela, o grupo A é o de velocistas, pois nele predominam fibras do tipo II, ao passo que o grupo C é o de maratonistas, pois nele predominam fibras do tipo I.

b) (3 pontos)

Quando os músculos são muito exigidos, o oxigênio que chega a eles pode não ser suficiente para a respiração celular das fibras. Então, as fibras começam a produzir ATP através do processo anaeróbico da fermentação láctica, que produz ácido láctico, que pode causar dor.

## Exemplo Acima da Média

a) Maratonistas correspondem ao grupo **A**, pois há uma alta porcentagem de fibras tipo **I**, de contração lenta e com alta densidade de mitocôndrias que garantiria suprimento energético durante toda a longa distância a ser vencida. Velocistas correspondem ao grupo **B**, pois há uma alta % de fibras tipo **II**, de contração rápida, que garante o desempenho com grande velocidade.

b) Essa dor muscular é causada pelo acúmulo de ácido láctico no músculo, produto resultante da fermentação láctica, respiração anaeróbica que ocorre devido ausência de  $O_2$  para obtenção de energia na forma de ATP.

## Exemplo Abaixo da Média

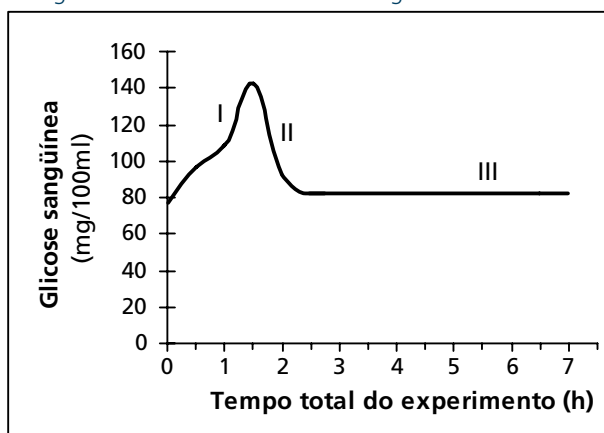
a) Os maratonistas, corredores de longa duração, não representados no grupo **A**, já que sua atividade física é mais intensa e exige alta densidade de mitocôndrias no músculo para que em pouco tempo tenham metabolismo aeróbico e produzam bastante energia. Os velocistas estão representados em **B**, pois, apesar de apresentarem cerca de 45% das fibras do tipo **II**, o do tipo **I** prevalece, favorecendo sua atividade física, visto que o metabolismo anaeróbico (fermentação láctica) produz 2 ATPs por reação enquanto a respiração celular produz 36 ATPs.

b) A dor muscular em atletas sem treinamento adequado, se deve ao acúmulo de ácido láctico nos músculos devido ao fôlego de a atividade de muscular por intensa, muitas vezes nos treinos nos tecidos musculares quantidade suficiente de  $O_2$  para as células manterem a alta produção de energia, portanto, bactérias anaeróbicas passam a sintetizar o ácido láctico e produzir ATP, mesmo que em quantidade inferior do que proveniente da respiração. O ácido láctico é que causa a fadiga muscular.

## Comentários

Esta questão tinha por objetivo verificar, no item **a**, capacidade dos candidatos de avaliar e interpretar informações muito simples apresentadas em gráfico e tabela, enquanto, no item **b**, solicitava conhecimento da fisiologia muscular envolvida. A questão foi bem respondida e denotou ser medianamente fácil para os candidatos, com média de 2,8. Os vestibulandos fizeram confusão principalmente no item **b**. Em algumas provas, em vez de escrever ácido lático, escreveram ácido linfático. Também a resposta ficou confusa em várias provas, devido ao conceito errado de fermentação, confundindo-se fermentação láctica com fermentação alcoólica. Houve provas em que se respondeu que a formação de ácido lático no músculo era devida à presença de bactérias que faziam respiração anaeróbica e produziam ácido lático.

**20.** A figura abaixo apresenta os resultados obtidos durante um experimento que visou medir o nível de glicose no sangue de uma pessoa saudável após uma refeição rica em carboidratos. As dosagens de glicose no sangue foram obtidas a intervalos regulares de 30 minutos.



Adaptado de Luz, M. R.M.P. and Da Poian, A. T. *O ensino classificatório do metabolismo humano*. Cienc. cult., vol. 57, nº 4, p. 43-45, 2005.

- a)** Explique os resultados obtidos nas etapas I e II mostradas na figura.
- b)** Sabendo-se que a pessoa só foi se alimentar novamente após 7 horas do início do experimento, explique por que na etapa III o nível de glicose no sangue se manteve constante e em dosagens consideradas normais.

## Resposta Esperada

### a) (2 pontos)

Após a ingestão de uma refeição rica em carboidratos, o nível de glicose no sangue aumenta como resultado da absorção do açúcar no intestino (Etapa I). O aumento da glicose no sangue estimula o pâncreas a produzir insulina. Esse hormônio estimula todas as células do organismo a absorverem mais glicose e ocorre uma diminuição da concentração de glicose no sangue até os níveis normais (Etapa II).

### b) (3 pontos)

Após horas sem a pessoa se alimentar, a glicose no seu sangue tende a diminuir. A diminuição da glicose sanguínea estimula o pâncreas a secretar glucagon. Este hormônio estimula a conversão de glicogênio em glicose, que é liberada na corrente sanguínea. Esse mecanismo mantém constante e normal o teor de glicose no sangue (Etapa III), pois a glicose é reabsorvida pelas células e, portanto, o nível de glicose é mantido normal.

## Exemplo Acima da Média

a-) Os carboidratos foram degradados em glicose após a digestão e absorvidos no intestino, elevando a glicemia em I. Em seguida estimulam as células  $\beta$  do pâncreas a produzirem insulina que promove a passagem da glicose do sangue para os tecidos, causando a queda da glicemia em II.

b-) Nosso corpo mantém reservas de glicose na forma de glicogênio nos músculos e no fígado. Assim, se a glicemia estiver um pouco abaixo do normal, o pâncreas produzirá glucagon que atuará no conversão de glicogênio em glicose, entrando na corrente sanguínea. Caso a glicemia fique um pouco elevada, será produzido insulina. Dessa forma, o corpo mantém a glicemia adequada e praticamente constante, com base em hormônios e nos ~~tecidos~~ reservas de glicose.

## Exemplo Abaixo da Média

a. O resultado obtido na etapa I é de que ocorreu uma absorção de aumento de glicose no sangue e o momento em que a digestão está ocorrendo e a glicose ainda não foi utilizada. Na etapa II ocorreu uma queda que da na taxa de glicose no sangue e que mostra que essa glicose foi utilizada

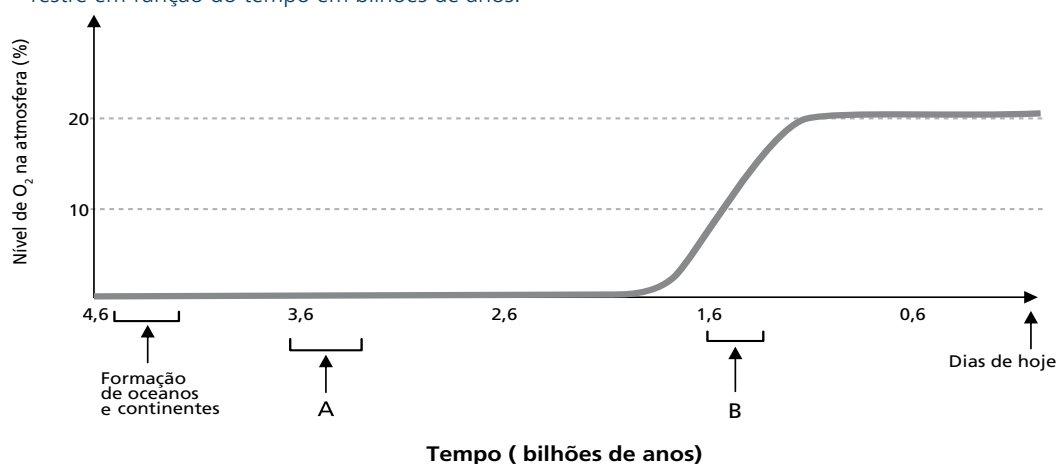
na respiração, foi transformada em energia.

b. O nível de glicose se manteve constante e em concentrações consideráveis por mais por a energia conseguida através da respiração rica em carboidratos foi suficiente para suprir as demandas de energia de tal pessoa, não sendo necessário utilizar mais glicose para transformá-la em energia.

## Comentários

Esta questão procurou avaliar o conhecimento integrado da fisiologia do processo digestório associada aos mecanismos de controle da glicemia com a produção de hormônios. Sobre o processo digestório requeria-se o conhecimento de conceitos e etapas como ingestão, absorção no intestino, passagem para a corrente sanguínea, produção de insulina, utilização do açúcar nos diferentes processos metabólicos das células, diminuição de sua concentração sanguínea, produção de glucagon, produção de açúcar a partir de seus locais de estoque sob a forma de glicogênio, manutenção da glicemia, noções fundamentais para responder aos itens associados à interpretação do gráfico. A maioria dos erros esteve associada com o desconhecimento dos mecanismos de ação da insulina e glucagon e da seqüência da atuação destes hormônios. Pelo fato de o tema ser muito estudado no ensino médio, surpreendeu o alto número de notas baixas. A nota média foi 1,2, sendo a questão considerada uma das mais difíceis da prova.

**21.** Analise o gráfico abaixo, no qual é mostrada a variação do nível de oxigênio na atmosfera terrestre em função do tempo em bilhões de anos.



(Figura adaptada de Alberts, B. et al. *Molecular Biology of the Cell*. 4ª ed., New York: Garland Publ. Inc., 2002, p. 825.)

- Em que período (A ou B) devem ter surgido os primeiros organismos eucariotos capazes de fazer respiração aeróbica? E os primeiros organismos fotossintetizantes? Justifique as duas respostas.
- Qual organela celular foi imprescindível para o aparecimento dos organismos eucariotos aeróbicos? E para os organismos eucariotos fotossintetizantes?
- Explique a teoria cientificamente mais aceita sobre a origem dessas organelas. Dê uma característica comum a essas organelas que apóie a teoria.

## Resposta Esperada

a) (2 pontos)

Os organismos fotossintetizantes devem ter surgido no período A, pois, ao fazerem fotossíntese, eles liberam oxigênio para a atmosfera, provocando o aumento da quantidade de oxigênio na atmosfera. Os organismos eucariotos surgiram no período B, pois já havia a presença de oxigênio na atmosfera, permitindo desta forma a sua utilização.

b) (1 ponto)

O surgimento da mitocôndria possibilitou o aparecimento de organismos eucariotos aeróbicos e o cloroplasto, o aparecimento de eucariotos fotossintetizantes.

c) (2 pontos)

A teoria mais aceita para a origem das mitocôndrias e dos plastos é a teoria endossimbiótica, ou da simbiogênese. Segundo essa teoria, essas organelas seriam antigas bactérias que teriam sido abrigadas no interior das células eucariotas primitivas e continuaram a desempenhar suas funções (respiração aeróbica e fotossíntese). Essa teoria é apoiada pelo fato de o DNA dessas organelas ser

circular, à semelhança do encontrado em bactérias; pelo fato de os ribossomos de cloroplastos e mitocôndrias apresentarem semelhanças com os das bactérias quanto ao tamanho; e pela inibição de síntese protéica.

## Exemplo Acima da Média

- a) Os primeiros organismos eucariotes capazes de fazer respiração aeróbia surgiram no período B, pois já havia oxigênio necessário para fazer tal respiração. Os primeiros organismos fotossintetizantes surgiram no período A, pois eles foram responsáveis pelo aumento, muito lento, do nível de oxigênio na atmosfera.
- b) Mitocôndria e cloroplasto, respectivamente.

c) A teoria cientificamente mais aceita é a Teoria Endossimbiótica. Essas organelas eram células procariotas que foram englobadas pelas células eucariotas. Essas organelas apresentam material genético próprio, o que apoia esta teoria.

## Exemplo Abaixo da Média

- (a) No período A surgiram os organismos eucariotes capazes de fazer respiração aeróbia. Pois não necessitam de oxigênio.
- no período B surgiram os organismos fotossintetizantes. Pois necessitam de oxigênio.
- (b) Para os organismos eucariotes fotossintetizantes a organela fundamental foi a clorofila.
- (c) Teoria de ~~Charles~~ DARWIN.

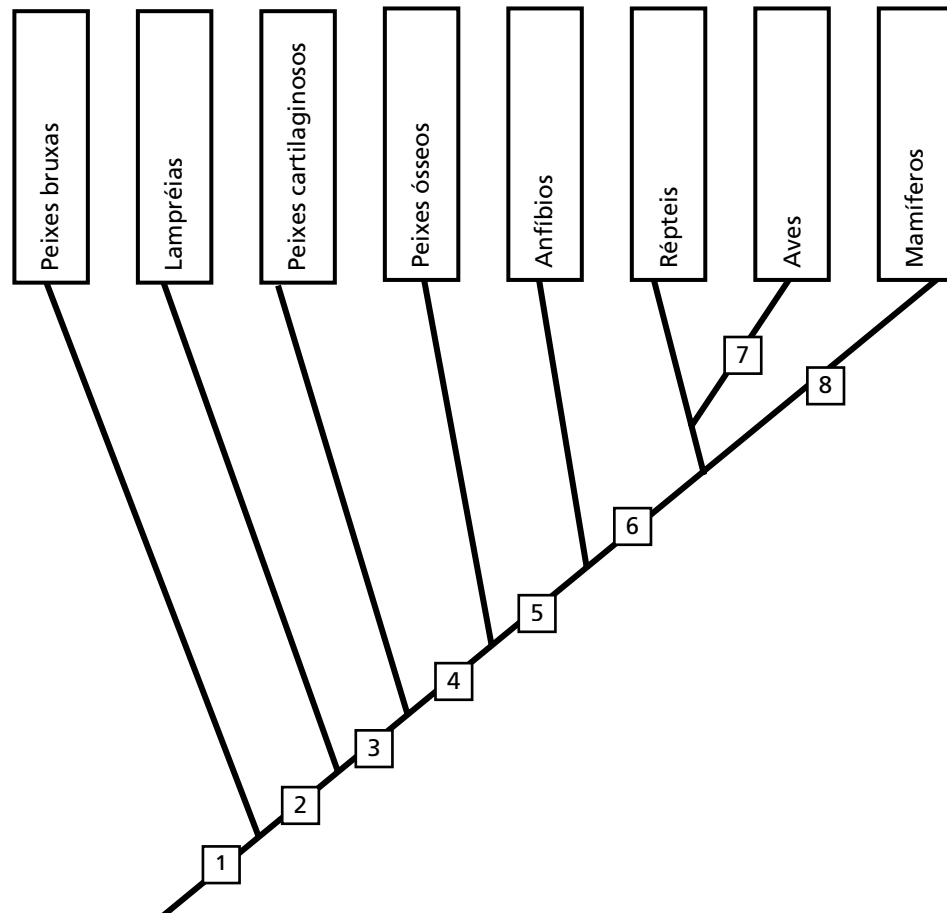
## Comentários

A origem do oxigênio na atmosfera é assunto sempre enfatizado no ensino médio e isto pode explicar a nota média de 2,3. Apesar deste fato, os candidatos cometeram várias imprecisões. Uma delas a

destacar ocorreu quando, ao associar a fotossíntese com o aumento de  $O_2$  atmosférico, os candidatos concluíram erradamente que tanto a fotossíntese como a respiração aeróbica surgiram no período B, sem notar que o gráfico mostrava que antes do período B já havia  $O_2$  na atmosfera. Portanto, a fotossíntese não podia ter surgido em B, mas no período A. Em alguns casos foi respondido que os organismos fotossintetizantes deviam ter surgido no período A, mas que os níveis de  $O_2$  na atmosfera continuavam baixos porque todo o oxigênio era imediatamente consumido na respiração aeróbica. No item **c**, as respostas foram bem diversificadas; vários candidatos afirmaram que os cloroplastos originavam as mitocôndrias e vice-versa. Ainda sobre a origem dos cloroplastos e das mitocôndrias, vários estudantes citaram Oparin, o Darwinismo e o Lamarckismo, sem qualquer explicação sobre a relação dessas teorias com a origem daquelas organelas.

**22.** Os vertebrados surgiram há cerca de 500 milhões de anos, e os primeiros fósseis não possuíam mandíbulas. Posteriormente, ocorreram inovações evolutivas que permitiram aos vertebrados ocuparem o meio terrestre.

- a) Explique por que a aquisição da mandíbula foi importante para os vertebrados. Indique em qual número mostrado na figura surgiu essa novidade evolutiva.
- b) Indique em que números mostrados na figura abaixo surgiram inovações evolutivas que permitiram aos vertebrados ocuparem o meio terrestre. Quais foram essas inovações? Por que essas inovações foram importantes nessa ocupação?



## Resposta Esperada

### a) (2 pontos)

A mandíbula foi uma novidade evolutiva importante, pois permitiu aos vertebrados diversificarem a alimentação. Essa novidade evolutiva surgiu no ponto 3.

### b) (3 pontos)

Nesse item os candidatos deveriam indicar, entre outras inovações, que o surgimento dos tetrápodos, isto é, animais com pernas e cintura pélvica ou escapular, no Ponto 5, foi importante para a sustentação do corpo em substratos duros, pois estes puderam sair da água, porém não eram totalmente independentes, porque ainda dependiam dela para se reproduzirem. Posteriormente os candidatos deveriam indicar que, no Ponto 6, houve o surgimento do ovo amniótico. Este ovo, protegido por uma casa calcária, contém os anexos embrionários, permitindo a proteção do embrião contra desidratação e choques. Desta forma ocorre a independência da água para a reprodução e a ocupação definitiva do meio terrestre. Os candidatos poderiam indicar também, entre outros fatores, a presença de pele queratinizada e a excreção por ácido úrico.

## Exemplo Acima da Média

a) A aquisição da mandíbula permitiu diversificar o hábito alimentar, surgindo a partir do número 3.

b) O número não: 5, no qual surgiram as cinturas pélvica e escapular, contribuindo para a locomção no ambiente terrestre; 6, a partir do qual surgiu o ovo com casca, "a fecundação interna" e a queratinização da pele, sendo imprescindíveis para evitar a perda de água (desidratação), bem como para proteção e independência da água para a reprodução.

## Exemplo Abaixo da Média

a) A aquisição da mandíbula foi importante para que os vertebrados tivessem uma maior facilidade na digestão por apresentarem alimentos mais duros que necessitassem de mastigação. Essa novidade evolutiva aconteceu no número 3.

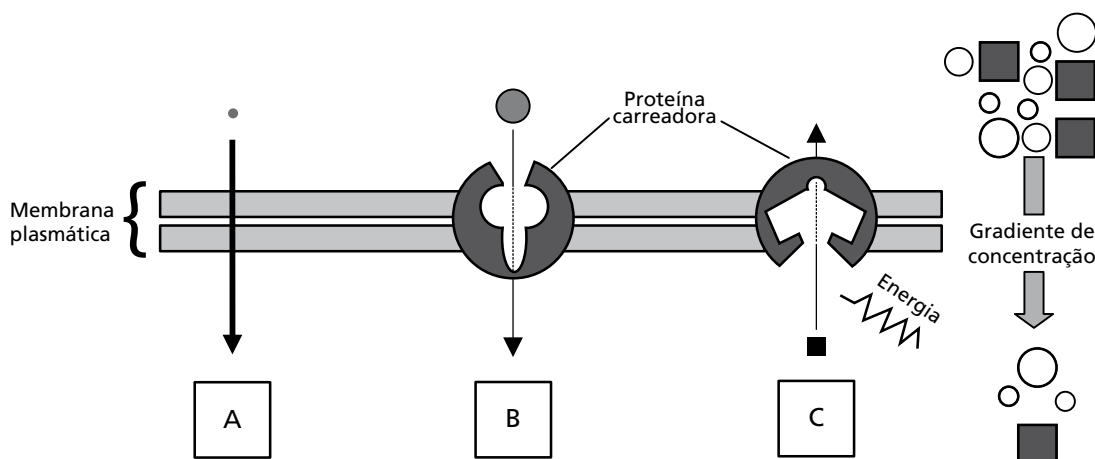
b) O número 6, presença de pulmões, 7 a presença das pernas e 8 -placenta sendo a importância respectivamente da: respiração, locomoção e a não necessidade de casca, maior proteção.

## Comentários

Esta questão, além de solicitar aos candidatos o conhecimento sobre um dos temas mais estudados no ensino da zoologia do ensino médio, isto é a origem dos tetrápodes, pretendia também indicar a necessidade de uma abordagem filogenética e evolutiva para o estudo das relações entre os animais. De maneira geral a questão foi respondida adequadamente, sendo a nota média de 2,9; portanto, os candidatos não demonstraram ter muita dificuldade na sua resposta. Contudo, foram observadas várias incorreções. No item **a**, maior dificuldade esteve relacionada com o desconhecimento da função da mandíbula. No item **b**, muitos candidatos deixaram a resposta incompleta, sem a inclusão da justificativa, e muitos listaram todos os números indicados na figura e não somente os pontos 5 e 6.

**23.** Ao estudar para o vestibular, um candidato percebeu que ainda tinha dúvidas em relação aos processos de difusão simples, transporte passivo facilitado e transporte ativo através da membrana plasmática e pediu ajuda para outro vestibulando. Este utilizou a figura abaixo para explicar os processos. Para testar se o colega havia compreendido, indicou os processos como A, B e C e solicitou a ele que os associasse a três exemplos. Os exemplos foram: (1) transporte iônico nas células nervosas; (2) passagem de oxigênio pelas brânquias de um peixe; (3) passagem de glicose para o interior das células do corpo humano.

- a) Indique as associações que o candidato deve ter feito corretamente. Explique em que cada um dos processos difere em relação aos outros.
- b) Em seguida, o candidato perguntou por que a alface que sobrou do almoço, e tinha sido temperada com sal, tinha murchado tão rapidamente. Que explicação correta o colega apresentou?



(Figura adaptada de Alberts, B. et al. *Molecular Biology of the Cell*. 4ª ed., New York: Garland Publ. Inc., 2002, p. 618.)

## Resposta Esperada

### a) (4 pontos)

Os candidatos deveriam indicar como associações corretas: 1 x C; 2 x A ; 3 x B. Deveriam indicar como diferenças o fato de A (difusão simples) e B (transporte passivo facilitado) não necessitarem de energia para transporte de substâncias, enquanto C (transporte ativo) necessita de energia para transporte de substâncias. B e C necessitam de proteínas carreadoras para transporte de substâncias, enquanto A não necessita.

### b) (1 ponto)

A folha de alface murchou rapidamente porque suas células perderam água para o meio salino (hipertônico) por osmose. Neste processo o solvente (água) passa da solução de menos concentração, em soluto, para a de maior concentração.

## Exemplo Acima da Média

- Ⓐ A → (2) passagem de oxigênio pelas brânquias  
B → (3) passagem da glicose para o interior das células.  
C → transporte iônico nas células nervosas. (1)

○ processo A (difusão simples) ocorre quando há a passagem de pequenas partículas através da membrana plasmática do meio de maior concentração para o de menor concentração. Sem a ajuda de uma proteína carregadora. O processo B (transporte passivo facilitado) ocorre da mesma forma que o processo A porém com uma partícula maior e a ajuda de uma proteína carregadora. Já o processo C (transporte ativo) ocorre do meio de menor concentração para o de maior concentração com a ajuda de uma proteína carregadora e uma determinada quantidade de energia.

- Ⓑ Que a alface murcheu pois perdeu água por osmose para o meio mais concentrado (o tempero com sal) com o objetivo de deixar os dois meios (a alface e o tempero) isosmóticos.

## Exemplo Abaixo da Média

23) a) 1-A 3-B 2-C

Em A ocorre um transporte de íons já que a membrana plasmática tem a função de permeabilidade seletiva

Em B transporte de glicose para interior da célula onde há um espaço para sua entrada

Em C Está saindo O<sub>2</sub> da célula para gerar energia em sua liberação

b) A salada murcheu pois o meio externo estava mais concentrado então a célula perde água por osmose murcheando para tentar alcançar um equilíbrio

## Comentários

Esta foi uma questão bem respondida, e considerada uma das mais fáceis da prova. A média das notas foi 3; foi uma questão com muito boa capacidade seletiva. A maior parte dos erros esteve relacionada com o fato de muitos candidatos terem feito uma correlação direta dos números 1, 2 e 3 com as letras A, B e C respectivamente, não interpretando corretamente o enunciado o que resultou em resposta incorreta. Também se constatou grande confusão conceitual sobre osmose, meio hipertônico e meio hipotônico, apesar de se tratar de conceitos amplamente estudados no ensino médio.

**24.** Um senhor calvo, que apresentava pêlos em suas orelhas (hipertricose auricular), casou-se com uma mulher não calva, que não apresentava hipertricose auricular. Esse casal teve oito filhos (quatro meninos e quatro meninas). Quando adultos, todos os filhos homens apresentavam pêlos em suas orelhas, sendo três deles calvos. Nenhuma das filhas apresentava hipertricose, mas uma era calva e três não eram.

a) Qual é o tipo de herança de cada uma das características mencionadas, isto é, hipertricose auricular e calvície? Justifique.

b) Faça o cruzamento descrito acima e indique os genótipos do filho homem não calvo com hipertricose auricular, e da filha calva sem hipertricose auricular.

Obs.: deixe claramente diferenciadas as notações maiúsculas e minúsculas.

## Resposta Esperada

a) (3 pontos)

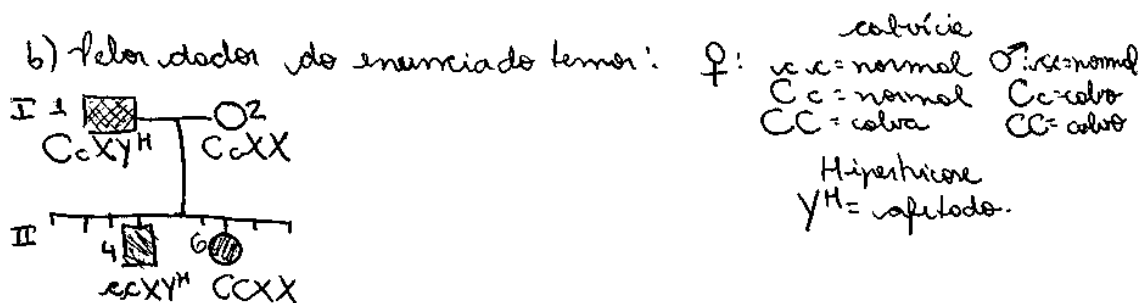
Os candidatos poderiam responder que a hipertricose auricular é considerada como herança ligada ao cromossomo Y, portanto restrita ao sexo masculino. Desta forma todos os filhos homens do casal apresentariam hipertricose auricular enquanto as filhas não. Poderiam responder, ainda, que a hipertricose auricular é uma herança com efeito limitado ao sexo em virtude de estudos recentes que sugerem que o gene responsável por esta característica está localizado em um autossomo, mas que se expressa apenas no sexo masculino. A calvície é provocada por herança autossômica influenciada pelo sexo. Nos homens a calvície é um alelo autossômico, que se comporta como dominante (basta ter um deles para ser calvo). Nas mulheres, é necessário que o alelo esteja presente em dupla dominância (homozigose) para expressar a calvície.

b) (2 pontos)

Os candidatos deveriam indicar **CCXX** como genótipo da filha calva sem hipertricose e **ccXY<sup>H</sup>** como genótipo do homem não calvo com hipertricose.

## Exemplo Acima da Média

a) Na hipertricose auricular a herança é holandâmica, ou seja, ligada ao cromossomo sexual Y. Já a calvície é uma herança influenciada pelo sexo em que o gene <sup>para calvície</sup> se comporta como dominante no homem como recessivo na mulher.

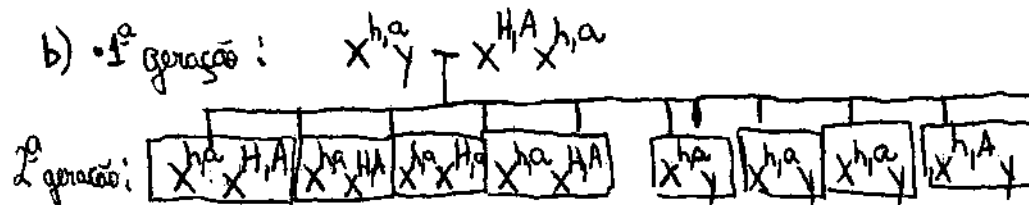


Filho homem não calvo: II.4 =  $ccXY^H$   
 (hipertricose auricular)  
 Filha calva e hipertricose: II.6 =  $CCXX$   
 auricular

## Exemplo Abaixo da Média

- a)  $h$  = com hipertricose  
 $H$  = sem hipertricose  
 $a$  = Calvo  
 $A$  = não calvo.

Ambas as doenças são heranças recessivas ligadas ao sexo, ou seja, ao cromossomo "X".



- filha calva sem hipertricose:  $X^{h,a}X^{H,a}$
- filho não-calvo com hipertricose:  $X^{h,A}Y$

## Comentários

Questão envolvendo conceitos básicos em genética humana. Os candidatos deveriam saber diferenciar os dois tipos de problemas genéticos apresentados na questão, saber compreender as diferentes formas de herança genética envolvidas e que genes podem não se expressar igualmente em ambos os sexos. Deveriam também saber fazer as notações genéticas científicas e análise de heredograma. Esta questão evidenciou que os candidatos possuem conhecimento apenas sobre questões mais triviais de genética, sem se aprofundarem no conteúdo desta ciência.