

# Bernoulli Resolve

6V | Volume 2 | Biologia

# SUMÁRIO

Frente	A	Módulo 05: Bioquímica: vitaminas	3
		Módulo 06: Citologia: revestimentos externos da célula	5
		Módulo 07: Citoplasma	8
		Módulo 08: Respiração celular e fermentação	10
Frente	B	Módulo 05: Bacterioses	12
		Módulo 06: Protozoários e protozooses	15
		Módulo 07: Fungos	17
		Módulo 08: Relações ecológicas	19
Frente	C	Módulo 05: Genética: interação gênica	21
		Módulo 06: Genética: herança dos grupos sanguíneos	24
		Módulo 07: Genética: herança ligada aos cromossomos sexuais	27
		Módulo 08: Genética: <i>linkage</i>	29

# COMENTÁRIO E RESOLUÇÃO DE QUESTÕES

## MÓDULO – A 05

### Bioquímica: Vitaminas

#### Exercícios de Aprendizagem

##### Questão 01 – Soma = 17

**Comentário:** A proposição 02 está incorreta porque a pelagra é causada pela deficiência da vitamina B3 (vitamina PP), que é hidrossolúvel. A proposição 04 está incorreta porque o escorbuto é causado pela deficiência da vitamina C, que é hidrossolúvel. A proposição 08 está incorreta porque a vitamina A não é hidrossolúvel e nem previne a anemia perniciosa. A vitamina A é lipossolúvel e as vitaminas que previnem a anemia perniciosa são as vitaminas B12 e B9. A proposição 32 está incorreta porque a vitamina C não é lipossolúvel e nem previne a cegueira noturna. A vitamina C é hidrossolúvel e previne o escorbuto. A vitamina que previne a cegueira noturna (hemeralopia) é a vitamina A.

Soma:  $01 + 16 = 17$ .

##### Questão 02 – Letra B

**Comentário:** As vitaminas são substâncias requeridas em pequenas quantidades pelo organismo e correspondem a menos de 1% da massa total do corpo.

##### Questão 03 – Letra D

**Comentário:** Embora requeridas em pequenas quantidades, as vitaminas são substâncias essenciais (indispensáveis) ao organismo, uma vez que atuam, principalmente, como coenzimas. Dessa forma, são necessárias para o funcionamento normal de muitas enzimas.

##### Questão 04 – Letra A

**Comentário:** A vitamina B12, também conhecida como cobalimina ou cianocobalimina, possui especial importância no desenvolvimento e manutenção do sistema nervoso e na formação e manutenção das células vermelhas do sangue, as hemácias. Para os humanos, essa vitamina hidrossolúvel está disponível nos alimentos de origem animal. Por essa razão, é comum haver deficiência de sua quantidade nos indivíduos que seguem dietas vegetarianas, sem o consumo de ovos, leite e derivados. Portanto, a resposta correta é a A.

##### Questão 05 – Letra A

**Comentário:** O raquitismo é uma avitaminose que tem como causa a deficiência de vitamina D. A vitamina D age no metabolismo do cálcio e do fósforo, estimulando a absorção desses elementos no intestino e a fixação dos mesmos nos ossos e dentes. Essa vitamina é encontrada principalmente no leite e derivados, gema do ovo e óleo de fígado de peixes (óleo de fígado de bacalhau, por exemplo), sendo também sintetizada em nossa pele através da exposição aos raios solares.

#### Exercícios Propostos

##### Questão 01 – Letra A

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das afirmativas.

- I. Correta. As vitaminas são produzidas por animais, vegetais e micro-organismos.
- II. Incorreta. As vitaminas não são fontes de energia, mas frequentemente atuam como cofatores de reações metabólicas importantes no organismo.
- III. Correta. A ingestão de vitaminas, apesar de extremamente importante, representa menos de  $\leq 1\%$  da nossa alimentação.
- IV. Correta. As vitaminas são importantes complementos alimentares. Sem elas, algumas funções do corpo ficam comprometidas.

Logo, a alternativa correta é a A.

##### Questão 02 – Letra C

**Comentário:** A vitamina que está relacionada ao metabolismo do cálcio e do fósforo, participando do estímulo para a absorção desses elementos no intestino e para a sua fixação nos ossos e nos dentes, é a vitamina D. Como descrito no texto-base da questão, alguns alimentos, como leite e derivados, gema de ovo e óleo de fígado de bacalhau, são ricos nessa vitamina, que também é sintetizada em nossa pele por meio da exposição aos raios solares.

##### Questão 03 – Letra A

**Comentário:** A vitamina B12, também denominada cobalimina, é encontrada quase exclusivamente em alimentos provenientes de animais. Portanto, morcegos que se alimentarem apenas de frutas lavadas não terão consumido a quantidade suficiente dessa vitamina. Essa vitamina está relacionada ao processo de maturação das hemácias e à síntese de neurotransmissores. A deficiência dessa vitamina, então, pode desencadear um quadro de neuropatias. As vitaminas E (tocoferol), C (ácido ascórbico) e A (retinol) podem ser encontradas em vegetais e, por isso, não estarão deficientes nesses animais.

##### Questão 04 – Letra B

**Comentário:** O pernóstico deverá preterir (desprezar) o indivíduo que tem cegueira noturna (hemeralopia), avitaminose resultante da carência da vitamina A.

##### Questão 05 – Letra A

**Comentário:** Para resolver essa questão, precisamos conhecer as avitaminoses estudadas ao longo do módulo. O escorbuto se caracteriza por hemorragias cutâneas e gengivais, inflamação nas articulações, perda do apetite, perda de peso e da resistência orgânica. Ele é causado pela deficiência da vitamina C.

No beribéri, além da polineurite e da profunda fraqueza muscular, a pessoa apresenta, ainda, absorção defeituosa de alimentos no intestino, emagrecimento, anorexia (falta de apetite), crescimento retardado e insuficiência cardíaca. Essa avitaminose é decorrente da falta de ingestão da vitamina B1. Os principais sinais e sintomas da anemia perniciosa, causada pelo baixo consumo de vitamina B12, são: diarreia ou constipação, falta de energia ou tontura leve ao ficar de pé ou fazer exercícios, mal-estar, náusea, sangramento da gengiva, dentre outros.

### Questão 06 – Letra B

**Comentário:** Essa questão sobre vitaminas mesclou a nomenclatura usual dessas substâncias com a nomenclatura química. Tiamina é a vitamina B1 e nicotinamida, a vitamina B3 (vitamina PP). A carência de vitamina A pode causar xeroftalmia e hemeralopia (cegueira noturna), e a carência da tiamina (B1), o beribéri. A falta da vitamina C causa o escorbuto e a da nicotinamida (B3), a pelagra.

### Questão 07 – Letra B

**Comentário:** As vitaminas são substâncias antioxidantes, sendo assim, elas atuam como redutores no organismo, combatendo os radicais livres. Dessa forma, são capazes de prevenir uma série de doenças.

### Questão 08 – Letra A

**Comentário:** A vitamina B1 tem como principais fontes leveduras, cereais, soja, feijão, fígado, peixes, ovos, leite e derivados. Ela atua como coenzima nas descarboxilases, enzimas de grande importância nas reações da respiração celular feitas a partir da glicose. A carência dessa vitamina provoca polineurite (inflamação generalizada dos nervos) e, em consequência disso, atrofia e paralisia dos músculos. Esse quadro clínico caracteriza a avitaminose conhecida por beribéri. A pessoa apresenta, ainda, absorção defeituosa de alimentos no intestino, emagrecimento, anorexia (falta de apetite), crescimento retardado e insuficiência cardíaca com braquicardia.

### Questão 09 – Letra D

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. Retinol é uma das formas de vitamina A encontradas em nosso organismo, não sendo relacionado à vitamina D.
- B) Incorreta. Pessoas de pele mais escura (com mais melanina) precisam ficar mais tempo ao Sol para que sua pele produza mesma quantidade de vitamina D que pessoas mais brancas (com menos melanina). A melanina é um pigmento que nos protege contra os raios UV e, portanto, retarda a produção da vitamina D.
- C) Incorreta. Os raios solares são importantes na produção da vitamina D. A vitamina E pode ser encontrada em alimentos vegetais (óleos vegetais, verduras frescas, ervilha, aveia, cevada, milho) e em alimentos de origem animal (carne, fígado e ovos).

- D) Correta. Leite e derivados, gema de ovo e óleo de fígado de bacalhau são exemplos de alimentos ricos nessa vitamina, que também é sintetizada em nossa pele por meio da exposição aos raios solares a partir de provitaminas D.

### Questão 10 – Letra C

**Comentário:** Na ossificação (processo de formação dos ossos), é indispensável a presença de sais de cálcio e de fósforo para dar a dureza necessária a esses órgãos; e, para que haja uma perfeita fixação desses elementos nos ossos, é indispensável a presença da vitamina D. A carência dessa vitamina na infância causa o raquitismo, avitaminose caracterizada pela formação de ossos fracos e tortuosos, curvatura óssea do tórax para fora e membros inferiores recurvados. No indivíduo adulto, cujos ossos já estão totalmente formados, a deficiência da vitamina D provoca osteomalacia (amolecimento dos ossos).

### Questão 11 – Letra D

**Comentário:** A proposta II está incorreta porque não existe vacina para prevenir o beribéri.

### Questão 12 – Letra C

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. A vitamina E pode ser encontrada em alimentos vegetais (óleos vegetais, verduras frescas, ervilha, aveia, cevada e milho) e em alimentos de origem animal (carne, fígado e ovos). Além de ter ação antioxidante, também exerce ação protetora sobre a musculatura, não estando relacionada à coagulação sanguínea.
- B) Incorreta. O ácido fólico, ou vitamina B9, é necessário para a formação dos ácidos nucleicos, uma vez que participa como coenzima da reação que sintetiza nucleotídeos. Essa vitamina também é necessária ao processo de maturação dos glóbulos vermelhos (hemácias). Pode ser encontrada em folhas dos vegetais e em alimentos de origem animal, como fígado, coração e rins de bovinos.
- C) Correta. A vitamina B12 atua como coenzima na biossíntese dos ácidos nucleicos e também tem um papel essencial no processo de maturação dos glóbulos vermelhos. Sua carência também causa a anemia perniciosa.
- D) Incorreta. A vitamina D exerce importante função no metabolismo do cálcio e do fósforo, estimulando a absorção desses elementos no intestino e a sua fixação nos ossos e nos dentes.

### Questão 13 – Letra A

**Comentário:** Os compostos antioxidantes são conhecidos por prevenirem o envelhecimento precoce. A forma bioquímica de ação desses compostos pode divergir, mas, em geral, atuam protegendo o corpo de espécies altamente reativas, como os radicais livres. No grupo dos micronutrientes essenciais, as vitaminas, tem-se como principais antioxidantes as vitaminas A, E e C, que podem ser encontradas em abundância em diversas frutas. A alternativa que apresenta apenas vitaminas com ação antioxidante e uma boa fonte dessas substâncias é a alternativa A.

**Questão 14 – Letra A**

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. O beribéri é provocado pela falta de vitamina B1, e o abacate é rico em vitamina A e pobre em vitamina B1. Assim, a melhor recomendação seria a ingestão de grão de bico.
- B) Correta. A couve é rica em cálcio e em vitamina A, elementos essenciais na prevenção e no combate da osteoporose e da xeroftalmia.
- C) Correta. A goiaba é rica em vitamina C. Substância importante no combate ao escorbuto.
- D) Correta. O grão de bico é uma leguminosa rica em ferro, elemento essencial ao combate e à prevenção da anemia.

**Questão 15**

**Comentário:** Existem duas provitaminas do tipo D. Em nossa pele, sob a ação dos raios solares, essas provitaminas se transformam em vitamina D. A vitamina D exerce importante função no metabolismo do cálcio e do fósforo, estimulando a absorção desses elementos no intestino e a sua fixação nos ossos e nos dentes. Na ossificação, é indispensável a presença de sais de cálcio e de fósforo para dar a dureza necessária a esses órgãos; e, para que haja uma perfeita fixação desses elementos nos ossos, é necessária a presença da vitamina D.

**Seção Enem****Questão 01 – Letra E**

**Eixo cognitivo:** II

**Competência de área:** 4

**Habilidade:** 14

**Comentário:** As incorreções das demais alternativas podem ser assim justificadas:

- A) As vitaminas não têm função energética.
- B) Embora requeridas em pequena quantidade, as vitaminas são essenciais ao organismo.
- C) As vitaminas não reagem com o remédio em questão. Esse atua inibindo a ação das lipases.
- D) As lipases são enzimas específicas para catalisar as reações de desdobramento dos lipídios.

**Questão 02 – Letra D**

**Eixo cognitivo:** I

**Competência de área:** 4

**Habilidade:** 17

**Comentário:** A afirmativa I está incorreta porque o cálcio não previne o escorbuto. A prevenção do escorbuto é feita pela vitamina C, também conhecida por antiescorbútica. A afirmativa III está incorreta porque a vitamina A não previne a diarreia. Além de ser importante para a manutenção da integridade do tecido epitelial, a vitamina A previne a xeroftalmia e a hemeralopia.

**MÓDULO – A 06****Citologia: Revestimentos Externos da Célula****Exercícios de Aprendizagem****Questão 01 – Letra B**

**Comentário:** A célula de um procarionte não possui membrana nuclear (carioteca) e, portanto, o material genético, presente no único cromossomo que possui, encontra-se em contato direto com o material citoplasmático. Não há, portanto, um núcleo diferenciado, separado do citoplasma pela carioteca.

**Questão 02 – Letra D**

**Comentário:** A figura mostra que, no processo A, a substância atravessa a membrana no sentido da região onde está mais concentrada para a região onde a sua concentração é menor, o que caracteriza esse processo como uma difusão (transporte passivo sem gasto de ATP). No processo B, o fluxo da substância é feito no sentido contrário ao da difusão, ou seja, da região de menor concentração para a região de maior concentração com gasto de ATP, o que caracteriza esse processo como um transporte ativo.

**Questão 03 – Letra B**

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. A bomba de sódio e potássio é um exemplo de transporte ativo e, portanto, sua atividade requer gasto de energia.
- B) Correta. Os glicídios que aparecem na face externa da membrana plasmática, associados a certas proteínas ou mesmo aos lipídios, formam o chamado glicocálix. O glicocálix é responsável pelo reconhecimento de células de uma mesma variedade ou de um mesmo tecido ou órgão.
- C) Incorreta. Segundo o modelo de Singer e Nicholson (modelo do mosaico fluido), as proteínas não têm um lugar fixo, podendo se deslocar de um lado para outro ao longo da matriz lipídica, ir à tona ou mergulhar no citoplasma.
- D) Incorreta. Osmose é um tipo de difusão (difusão apenas do solvente).

**Questão 04 – Letra A**

**Comentário:** Como na figura I não houve alteração no volume das hemácias, conclui-se que a solução na qual essas células foram colocadas tinha uma concentração igual (isotônica) à do meio intracelular. É preciso lembrar que, na osmose, o fluxo do solvente (água) é feito da solução menos concentrada (hipotônica) para a mais concentrada (hipertônica).

Na figura II, houve uma diminuição do volume das hemácias (hemácias enrugadas) devido à perda de água para o meio extracelular, ou seja, a solução na qual foram colocadas as células tinha uma concentração maior (hipertônica) em relação ao meio intracelular. Na figura III, houve um aumento do volume das hemácias devido à entrada de água nessas células, o que causou, inclusive, a hemólise. Assim sendo, na figura III, a solução na qual as hemácias foram colocadas era menos concentrada (hipotônica) em relação ao meio intracelular.

### Questão 05 – Letra C

**Comentário:** A diferença de concentração dos íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  entre os meios intracelular e extracelular mostrada na figura é mantida por um mecanismo de transporte ativo (bomba de sódio e potássio) que, como tal, gasta energia fornecida pela degradação de moléculas de ATP. Esse mecanismo impede que ocorra normalmente a difusão desses íons através da membrana celular. Caso a produção de ATP seja bloqueada na célula, o referido mecanismo de transporte ativo não ocorre. Com isso, por difusão, mecanismo de transporte passivo que não gasta energia, os referidos íons começam a atravessar a membrana, distribuindo-se de tal modo que suas concentrações nos meios intra e extracelular se tornem aproximadamente iguais.

## Exercícios Propostos

### Questão 01 – Letra D

**Comentário:** A membrana celular é basicamente formada por fosfolipídios e por proteínas (por isso, diz-se que possui uma composição química lipoproteica). Segundo o modelo do mosaico fluido, a membrana plasmática possui uma matriz lipídica constituída de duas camadas de fosfolipídios em que se inserem moléculas de proteínas globulares. Possui, também, alguns glicídios ligados a certas proteínas ou mesmo aos lipídios, formando moléculas de glicoproteínas ou de glicolipídios que se entrelaçam, formando o chamado glicocálix.

### Questão 02 – Letra A

**Comentário:** Glicídios ligados a certas proteínas da membrana plasmática de células animais formam uma malha de aspecto gelatinoso que envolve externamente a célula, denominada glicocálix. Além de conferir maior proteção à célula, o glicocálix também é responsável pelo reconhecimento de determinadas linhagens de células.

### Questão 03 – Letra A

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Correta, pois fungos e protozoários possuem membrana nuclear e DNA.
- B) Incorreta, pois bactérias não possuem membrana nuclear.
- C) Incorreta, pois bactérias são procariontes.
- D) Incorreta, pois animais não possuem parede celular.

### Questão 04 – Letra D

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. Na difusão facilitada, a passagem de substâncias através da membrana é feita com a ajuda de proteínas da própria membrana, denominadas genericamente de permeases.
- B) Incorreta. Por meio do mecanismo da bomba de sódio e potássio, a célula consegue manter concentrações diferentes de sódio e potássio entre os meios intra e extracelular: o  $\text{Na}^+$  é mantido em maior concentração no meio extracelular do que no intracelular, ocorrendo o contrário com o  $\text{K}^+$ .
- C) Incorreta. A membrana plasmática não é uma membrana semipermeável perfeita, já que ela permite a passagem do solvente (água), mas permite também a passagem de certos tipos de soluto.
- D) Correta. Quando dois meios são isotônicos e entre eles existe uma membrana semipermeável, o fluxo de substâncias por essa membrana é o mesmo nos dois sentidos, mantendo a mesma concentração nos dois meios.
- E) Incorreta. Nos processos de endocitose, há englobamento de partículas ou macromoléculas presentes no meio extracelular sem mudanças na estabilidade da membrana.

### Questão 05 – Letra E

**Comentário:** A membrana celular é basicamente formada por fosfolipídios e por proteínas organizadas, conforme estudado, de acordo com o modelo do mosaico fluido: matriz lipídica constituída de duas camadas de fosfolipídios em que se inserem moléculas de proteínas globulares. Essa conformação permite a aderência e a maleabilidade simultânea dos constituintes da membrana plasmática.

### Questão 06 – Letra A

**Comentário:** Uma hemácia, quando colocada em um meio hipertônico (mais concentrado), perde água por osmose e, conseqüentemente, diminui o seu volume (figura 1).

### Questão 07 – Letra D

**Comentário:** O processo descrito e representado na figura se refere à bomba de sódio e potássio, um exemplo de transporte ativo (envolve gasto de ATP e a participação de proteínas carreadoras da membrana plasmática).

### Questão 08 – Letra D

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. A membrana celular é basicamente formada por uma bicamada de lipídios, cuja região polar fica em contato com os meios exterior e interior das células.
- B) Incorreta. Desmossomos são modificações que aparecem nas membranas adjacentes de células vizinhas, cuja finalidade é promover uma maior adesão entre as células.

- C) Incorreta. Glicídios ligados a certas proteínas ou mesmo aos lipídios formam moléculas de glicoproteínas ou de glicolipídios que se entrelaçam, formando o chamado glicocálix, não relacionado ao transporte de substâncias.
- D) Correta. O transporte através da membrana plasmática pode ser realizado com a participação de proteínas transportadoras (carreadoras) presentes no mosaico fluido da membrana.
- E) Incorreta. Zônulas de oclusão são regiões contínuas em torno da região apical de certas células epiteliais, em que os folhetos externos das membranas plasmáticas das duas células vizinhas se fundem, vedando o espaço intercelular.

### Questão 09 – Letra C

**Comentário:** Ao fim da etapa 2, ocorrerá redução no número de células animais porque elas irão, por osmose, incorporar grande quantidade de água em seu interior. Uma vez que o meio externo estará inicialmente hipotônico em relação ao meio interno e, a fim de que os dois meios se tornem isotônicos, ocorrerá a passagem de solvente do meio externo para o meio interno. As células animais irão inchar e sofrerão lise. Portanto, a contagem final de células no fim dessa etapa será significativamente menor.

### Questão 10

**Comentário:** Microvilosidades são evaginações da superfície da membrana. Elas estão presentes em determinadas células eucariotas de animais e têm a finalidade de aumentar a superfície de absorção de substâncias. No tecido epitelial que reveste internamente o nosso intestino delgado, as células possuem essas modificações que aumentam a superfície de contato da membrana plasmática das células com os nutrientes resultantes da digestão dos alimentos. Isso garante, assim, uma absorção mais rápida e mais eficiente desses nutrientes. As interdigitações são projeções laterais da membrana plasmática de uma célula que se encaixam em depressões da membrana da célula vizinha, formando dobras que proporcionam uma maior união das células. Essas modificações também aparecem entre células vizinhas do tecido epitelial. Isso garante a proteção contra agentes externos que poderiam, caso essas projeções não existissem, penetrar com facilidade para o interior do organismo humano.

### Questão 11 – Letra D

**Comentário:** A curva de transporte da molécula A indica que esse transporte se dá por meio de transporte ativo, uma vez que ocorre de maneira ininterrupta, indiferentemente da concentração da célula e do meio. Diferente do observado para a substância B, a curva de transporte dessa substância indica que o transporte se dá por meio de uma proteína transportadora, que se satura à concentração indicada pelo ponto 1. Assim, a concentração permanece constante a partir desse ponto, ou seja, a célula absorve e excreta a molécula na mesma intensidade.

### Questão 12 – Letra B

**Comentário:** O glicocálix é formado por glicoproteínas e glicolipídios que se entrelaçam formando uma malha de aspecto gelatinoso que envolve a célula dos animais. Além de conferir maior proteção à célula animal contra agressões físicas e químicas do ambiente externo, o glicocálix também é responsável pelo reconhecimento de células de uma mesma variedade ou de um mesmo tecido ou órgão. Vários experimentos comprovam a participação do glicocálix nesse reconhecimento celular.

### Questão 13 – Letra D

**Comentário:** Um caso particular de difusão é a osmose, que é a difusão apenas do solvente. Na osmose, a passagem apenas do solvente se faz da solução hipotônica para a solução hipertônica, até que as duas soluções atinjam uma situação de equilíbrio, isto é, uma situação de isotonia (igualdade de concentração). Quando o meio intracelular for hipertônico em relação ao extracelular, ocorrerá uma exosmose, que é a saída de água (solvente) da célula por osmose.

### Questão 14 – Letra A

**Comentário:** Quando uma célula hipotônica é colocada em um meio hipertônico, ela tende a perder água e murchar. Com esse mecanismo, ela deixa o meio mais aquoso, diminuindo sua concentração. Após um tempo, o meio e a célula tendem a equiparar as concentrações. A partir desse momento, a troca de substâncias passa a ser contínua e lenta entre a célula e o meio. O gráfico que ilustra esse comportamento é o gráfico representado na letra A.

## Seção Enem

### Questão 01 – Letra A

**Eixo cognitivo:** IV

**Competência de área:** 5

**Habilidade:** 18

**Comentário:** As membranas biológicas têm sua composição lipoproteica. Por isso, ocorre facilmente a fusão entre elas. A técnica apresentada permitiu constatar o movimento das proteínas marcadas com anticorpos, reforçando o modelo mosaico fluido, no qual proteínas deslocam-se livremente pela bicamada lipídica.

### Questão 02 – Letra E

**Eixo cognitivo:** II

**Competência de área:** 5

**Habilidade:** 18

**Comentário:** A adição de sais nas carnes torna o ambiente hipertônico em relação ao interior das células. Em decorrência da osmose (saída de água do meio hipotônico para o meio hipertônico), haverá desidratação das células como sugerido na alternativa E.

# MÓDULO – A 07

## Citoplasma

### Exercícios de Aprendizagem

#### Questão 01 – Letra A

**Comentário:** O retículo endoplasmático é um conjunto de canalículos que percorre o interior do citoplasma, assim como as ruas e avenidas que atravessam uma cidade. Uma das funções do complexo golgiense é armazenar secreções produzidas pela célula, assim como fazem os silos e os armazéns de uma cidade. Nas mitocôndrias, ocorre a maior produção de ATP numa célula. Lembre-se de que o ATP é a moeda energética das células e, assim, essas organelas podem ser comparadas com as centrais elétricas (energéticas) de uma cidade. Os cloroplastos são as organelas celulares vegetais em que se realiza a fotossíntese. Para realizar tal reação, é necessário absorver energia luminosa proveniente do Sol. Essa absorção é feita pelas moléculas de clorofila existentes nos cloroplastos. Desse modo, as casas com aquecimento solar de uma cidade podem ser comparadas aos cloroplastos das células vegetais. A função dos lisossomos é realizar a digestão de substâncias no interior das células (digestão intracelular) e, por isso, podem ser comparados aos restaurantes e lanchonetes de uma cidade.

#### Questão 02 – Letra B

**Comentário:** As figuras, da esquerda para a direita, correspondem respectivamente aos seguintes organoides: retículo endoplasmático rugoso, complexo golgiense, mitocôndria e cloroplasto. No retículo endoplasmático rugoso, devido à presença de ribossomos, ocorre síntese de proteínas; no complexo golgiense, há armazenamento de secreções; nas mitocôndrias, ocorrem o ciclo de Krebs e a cadeia respiratória, etapas importantes da respiração celular; nos cloroplastos, ocorre a fotossíntese.

#### Questão 03 – Letra E

**Comentário:** O material genético das células é o DNA, substância encontrada no núcleo, no interior das mitocôndrias (DNA mitocondrial) e também no interior dos cloroplastos.

#### Questão 04 – Letra C

**Comentário:** As incorreções das demais alternativas podem ser assim justificadas: (A) As células vegetais possuem mitocôndrias, estruturas que estão indicadas na figura pelo número 4; (B) O complexo golgiense, indicado pelo número 2, não é exclusivo de células produtoras de hormônios; (D) As células procariotas não possuem centríolos, estruturas indicadas pelo número 1; (E) A organela responsável pela digestão intracelular é o lisossomo, que não foi indicado na figura por nenhum numeral. O número 5 indica o retículo endoplasmático liso.

#### Questão 05 – Letra C

**Comentário:** As estruturas numeradas na figura correspondem a: 1. complexo golgiense; 2. retículo endoplasmático liso; 3. retículo endoplasmático rugoso. Uma das funções do complexo golgiense é originar os lisossomos; uma das funções do retículo liso é armazenar e controlar a concentração de íons  $\text{Ca}^{2+}$  no interior da célula; uma das funções do retículo endoplasmático rugoso é a síntese de proteínas, graças à presença de ribossomos nessas organelas.

### Exercícios Propostos

#### Questão 01 – Letra E

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. Os centríolos, indicados na figura pelo número 1, são estruturas típicas de células animais que também podem aparecer em células de vegetais inferiores. Os vegetais superiores não possuem centríolos.
- B) Incorreta. 3 é o complexo golgiense, e 4, uma vesícula de secreção.
- C) Incorreta. 5 é a membrana nuclear (carioteca), e 7, o nucléolo, estruturas encontradas apenas em células eucariotas.
- D) Incorreta. 6 é uma mitocôndria. A fotossíntese não ocorre na mitocôndria, mas sim no cloroplasto.
- E) Correta. No retículo endoplasmático rugoso, indicado na figura pelo número 8, ocorre a síntese de proteínas, macromoléculas orgânicas resultantes da união de aminoácidos.

#### Questão 02 – Letra E

**Comentário:** Organelas membranosas são todas aquelas que são delimitadas por algum tipo de membrana biológica, como mitocôndrias (número 1), retículo endoplasmático rugoso (número 2), núcleo celular (número 3) e retículo endoplasmático liso (número 4).

#### Questão 03 – Letra C

**Comentário:** Os lisossomos são pequenas vesículas delimitadas por membrana lipoproteica, originárias do sistema golgiense, contendo enzimas digestivas. As células da cauda do girino sofrem autodigestão gradativa, causada pelo rompimento de seus próprios lisossomos.

#### Questão 04 – Letra C

**Comentário:** Os lisossomos estão envolvidos em diferentes processos de digestão celular: heterofagia, autofagia e autólise. Na heterofagia, ocorre a digestão de material exógeno (de origem extracelular), que penetra na célula por endocitose. Na autofagia, ocorre a digestão de material endógeno (de origem intracelular), como uma organela envelhecida que parou de funcionar. Na autólise, toda a célula é digerida pelas enzimas lisossômicas.

**Questão 05 – Letra A**

**Comentário:** Nas células procarióticas, o citoplasma compreende toda a região interna da célula delimitada pela membrana plasmática. Nas células eucariotas, é a região compreendida entre a membrana plasmática e a membrana nuclear. É nele que ocorre a maioria das reações químicas celulares, que pode acontecer no hialoplasma ou no interior de organelas.

**Questão 06 – Letra D**

**Comentário:** As proteínas tipo exportação são sintetizadas pelos ribossomos do retículo endoplasmático granuloso. Essas proteínas são armazenadas e concentradas no complexo golgiense, de onde se desprendem vesículas de secreção (grânulos de secreção) que se fundem à membrana plasmática da célula, liberando a secreção no meio extracelular.

**Questão 07 – Letra E**

**Comentário:** Concentrar e armazenar as moléculas das secreções celulares antes que elas sejam eliminadas (secretadas) no meio extracelular são algumas das funções do complexo golgiense.

**Questão 08 – Letra C**

**Comentário:** Os mucopolissacarídeos são formados da seguinte maneira: no sistema golgiense (complexo de Golgi), os monossacarídeos sofrem polimerização (ligam-se uns aos outros), formando polissacarídeos. Em seguida, esses polissacarídeos se combinam com proteínas provenientes do retículo endoplasmático granuloso, formando-se, assim, as glicoproteínas que constituem os mucopolissacarídeos. Assim sendo, o complexo golgiense é a organela citoplasmática onde são produzidos os mucopolissacarídeos.

**Questão 09 – Letra D**

**Comentário:** As mitocôndrias estão diretamente envolvidas no processo da respiração celular aeróbica, que possui três etapas básicas: glicólise, ciclo de Krebs e cadeia respiratória. Esse fenômeno tem por objetivo a obtenção de energia para as atividades celulares.

**Questão 10 – Letra D**

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. Os vacúolos pulsáteis (ou contráteis) são bem desenvolvidos nos protozoários ciliados.
- B) Incorreta. Os vacúolos de suco celular são abundantes nos vegetais.
- C) Incorreta. As mitocôndrias ocorrem em grande quantidade nas células com alta atividade metabólica.

D) Correta. O retículo endoplasmático granuloso está relacionado à produção de proteínas do tipo exportação e, portanto, é muito desenvolvido em células relacionadas com a produção de secreções.

E) Incorreta. Os ribossomos não ocorrem nos vírus.

**Questão 11 – Letra A**

**Comentário:** As proteínas tipo exportação são sintetizadas no retículo endoplasmático e enviadas para o complexo golgiense, no qual são armazenadas para posterior eliminação no meio extracelular.

**Questão 12 – Letra D**

**Comentário:** As mitocôndrias estão envolvidas no processo da respiração celular aeróbica, fenômeno que resulta em energia para as atividades celulares. Essa energia é disponibilizada na forma de moléculas de ATP. Como o cianureto prejudica a formação do ATP, ligando-se a moléculas envolvidas na sua produção, processo que ocorre no interior das mitocôndrias, a maior parte do veneno será encontrada nessas organelas.

**Questão 13 – Letra B**

**Comentário:** Os peroxissomos são pequenas vesículas membranosas que armazenam em seu interior determinadas enzimas, as oxidases (como a catalase), que catalisam reações que modificam substâncias tóxicas, tornando-as inofensivas para as células.

**Questão 14 – Letra A**

**Comentário:** Para resolver essa questão, deve-se interpretar a tabela apresentada e utilizar os conhecimentos sobre as organelas celulares. Deve-se relacionar a quantidade de organelas em cada célula a suas respectivas funções. A célula A apresenta grande quantidade de filamentos de actina, retículo endoplasmático liso, mitocôndrias e núcleos. Essas características são típicas de uma célula muscular estriada esquelética, a qual apresenta capacidade de contração. A célula B apresenta a combinação retículo endoplasmático rugoso e complexo golgiense (aparato de Golgi). Essa associação está relacionada à secreção de substâncias, uma vez que essas são sintetizadas no retículo endoplasmático e enviadas para o complexo golgiense, no qual são armazenadas para posterior eliminação no meio extracelular.

**Seção Enem****Questão 01 – Letra C**

**Eixo cognitivo:** I

**Competência de área:** 5

**Habilidade:** 17

**Comentário:** As mitocôndrias são as organelas relacionadas com os processos energéticos – produção de ATP para as atividades celulares – e, no texto, essa função pode ser relacionada, dentre outros, ao trecho “descobrimo seu nicho especial em nossa fogosa cozinha metabólica”.

## Questão 02 – Letra C

**Eixo cognitivo:** II

**Competência de área:** 4

**Habilidade:** 14

**Comentário:** As proteínas de exportação são sintetizadas no retículo endoplasmático rugoso e, posteriormente, são encaminhadas ao complexo golgiense, que as empacota, formando as vesículas de secreção.

## Questão 03 – Letra D

**Eixo cognitivo:** I

**Competência de área:** 4

**Habilidade:** 13

**Comentário:** De acordo com a teoria da endossimbiose sequencial, as mitocôndrias teriam surgido a partir de bactérias aeróbicas, compartilhando com elas as características de autoduplicação e DNA circular.

# MÓDULO – A 08

## Respiração Celular e Fermentação

### Exercícios de Aprendizagem

#### Questão 01 – Letra C

**Comentário:** O esquema mostra que na etapa 1 ocorre a degradação da glicose em duas moléculas de ácido pirúvico. Portanto, a etapa 1 refere-se à glicólise. Na etapa 2, o ácido pirúvico é convertido em álcool etílico e  $\text{CO}_2$ , caracterizando, assim, uma fermentação alcoólica. A participação do acetil-CoA com liberação de hidrogênios e gás carbônico identifica a etapa 3 como sendo o ciclo de Krebs. A produção de ATP, com a participação do  $\text{O}_2$  e a formação de  $\text{H}_2\text{O}$ , são fenômenos que ocorrem na cadeia respiratória. Assim, no esquema apresentado, a sequência dos eventos 1 → 2 caracteriza uma fermentação, enquanto a sequência dos eventos 1 → 3 → 4 caracteriza a respiração aeróbia.

#### Questão 02 – Letra D

**Comentário:** Para realizar a respiração celular aeróbica, a glicose é o “combustível” preferido pela célula. Porém, não é o único. Na falta ou carência dela, a célula pode utilizar os lipídios e até, caso haja necessidade, as proteínas. Isso é possível porque a substância acetil-CoA pode ser produzida a partir de outros compostos orgânicos, como ácidos graxos, glicerol e aminoácidos. Assim, tanto carboidratos quanto lipídios e proteínas podem originar o acetil-CoA, por meio de diferentes vias metabólicas. Independentemente de onde provém, o acetil-CoA seguirá o mesmo caminho, ou seja, entrará no ciclo de Krebs, conforme mostra o esquema na questão.

## Questão 03 – Letra C

**Comentário:** Em nenhuma etapa da respiração aeróbica há produção de álcool. Esta ocorre na fermentação alcoólica, que é um processo anaeróbico de obtenção de energia.

## Questão 04 – Letra B

**Comentário:** Nas células eucariotas, as reações da cadeia respiratória (cadeia transportadora de elétrons) são realizadas nas cristas mitocondriais, que são dobras da membrana interna dessas organelas. Nas células procariotas, essas reações se realizam na membrana plasmática.

## Questão 05 – Letra E

**Comentário:** Na etapa V (cadeia respiratória), há formação de moléculas de água e não há quebra dessas moléculas.

## Exercícios Propostos

### Questão 01 – Letra A

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Correta. A glicólise ocorre no hialoplasma das células e consiste numa sequência de reações que tem como finalidade quebrar a molécula de glicose em duas moléculas de uma substância denominada ácido pirúvico.
- B) Incorreta. A glicólise é um processo que ocorre tanto na respiração celular aeróbica quanto na respiração celular anaeróbica e resulta na produção de moléculas orgânicas menores que a glicose. O etanol é produzido na fermentação alcoólica, quando o aldeído acético proveniente da descarboxilação do ácido pirúvico recebe os hidrogênios dos  $\text{NADH}_2$  e se transforma em álcool etílico.
- C) Incorreta. Cada ciclo do ácido cítrico ou ciclo de Krebs libera apenas 1 ATP. A etapa responsável pela maior produção de ATP é a cadeia respiratória, cujo saldo energético é de 28 moléculas de ATP.
- D) Incorreta. O ciclo do ácido cítrico ou ciclo de Krebs ocorre na matriz mitocondrial e resulta na liberação de duas moléculas de ATP, gás carbônico e moléculas de  $\text{NADH}_2$  e  $\text{FADH}_2$ .
- E) Incorreta. A fosforilação oxidativa é a fase aeróbica da respiração celular e ocorre nas cristas mitocondriais. O gás oxigênio é o receptor final de elétrons e resulta na formação de moléculas de água. O gás carbônico é formado no ciclo de Krebs, não na cadeia respiratória.

### Questão 02

**Comentário:**

- A) A alteração do pH afeta as interações químicas existentes entre os aminoácidos que compõem as proteínas, podendo ocasionar mudanças na estrutura desses polipeptídeos. Essas mudanças estruturais são conhecidas como desnaturação de proteínas, fenômeno que interfere decisivamente na sua função.

- B) O ciclo de Krebs depende da atuação de diversas enzimas. Devido à alteração da estrutura proteica dessas enzimas, o processo de respiração celular fica comprometido. Uma vez que o ciclo de Krebs é essencial para a etapa final da respiração, as mudanças nas enzimas impedem o ciclo, interrompem a cadeia transportadora de elétrons e limitam a produção de ATP.

### Questão 03

#### Comentário:

- A) Apenas os organismos procariontes e os vírus não possuem mitocôndrias. Assim, possuem mitocôndrias todos os organismos citados, com exceção das bactérias.
- B) Tanto na fermentação quanto na respiração aeróbica, o doador inicial é uma molécula orgânica, mas o aceptor final é uma molécula orgânica apenas na fermentação (ácido pirúvico, por exemplo). Na respiração aeróbica, o aceptor final é uma molécula inorgânica, o  $O_2$ .

### Questão 04 – Letra D

**Comentário:** As células musculares são capazes de realizar fermentação em situações em que ocorre *deficit* de oxigênio. Nessas situações, é possível encontrar acúmulo de ácido láctico nas fibras musculares.

### Questão 05 – Letra C

**Comentário:** O álcool etílico é resultado da fermentação alcoólica. Essa fermentação é realizada por algumas espécies de fungos, conhecidos como leveduras. Os produtos finais da fermentação alcoólica são o álcool etílico e o gás carbônico. Na fabricação de pães e bolos, durante o preparo e o cozimento da massa, o álcool escapa, enquanto o  $CO_2$  forma bolhas em meio à massa, estufando-a e promovendo o seu crescimento.

### Questão 06 – Letra D

**Comentário:** O processo I corresponde à respiração celular aeróbica e o processo II representa a fermentação. Tanto na respiração aeróbica como na fermentação, a fase inicial é glicólise, etapa que consome a mesma quantidade de ATP nos dois processos (2 ATP / glicose).

### Questão 07 – Letra E

**Comentário:** A afirmativa I está incorreta porque a fermentação do suco de uva para a fabricação do vinho é um processo anaeróbico, ou seja, é realizado na ausência do  $O_2$ .

### Questão 08 – Letra D

**Comentário:** A fermentação alcoólica é realizada por algumas espécies de fungos e por algumas espécies de bactérias na ausência de oxigênio para obtenção de energia. Os produtos finais da fermentação alcoólica são o álcool etílico e o gás carbônico, por isso, alguns fungos são utilizados na fabricação da cerveja e de outras bebidas alcoólicas, sendo, por isso, conhecidos por leveduras da cerveja.

### Questão 09 – Letra A

**Comentário:** A fermentação é um processo anaeróbico de obtenção de energia, feito a partir de compostos orgânicos, em especial a glicose. No caso da respiração celular aeróbica, ela ocorre na presença de oxigênio e também utiliza a glicose. Ao contrário do que acontece na respiração aeróbica, na fermentação biológica, não há cadeia respiratória e os aceptores finais dos íons hidrogênio não são substâncias inorgânicas, mas compostos orgânicos resultantes da própria reação.

### Questão 10 – Letra E

**Comentário:** Na cadeia respiratória, no processo de transferência de elétrons dos  $NADH_2$  e dos  $FADH_2$  até o  $O_2$ , há, gradativamente, liberação de energia. Na fosforilação oxidativa, à medida que os elétrons passam pela cadeia transportadora, os prótons são bombeados para o espaço intermembranoso. O acúmulo de íons  $H^+$  nesse espaço cria um gradiente de concentração de prótons: concentração alta de  $H^+$  no espaço intermembranoso e concentração baixa de  $H^+$  na matriz mitocondrial. Devido à carga positiva nos prótons, estabelece-se, também, uma diferença na carga elétrica: a matriz mitocondrial se torna mais negativa que o espaço intermembranoso. Juntos, o gradiente de concentração de prótons e a diferença de carga constituem uma fonte de energia potencial denominada força motora de prótons. Essa força aciona o retorno de prótons para a matriz mitocondrial através de um canal específico de prótons formado por um complexo proteico denominado ATP-sintase. Ao passar por esse complexo proteico, ocorre liberação de energia, que é, então, utilizada para fosforilar o ADP, transformando-o em ATP. O complexo ATP-sintase usa energia química dos íons  $H^+$  para sintetizar ATP.

### Questão 11 – Letra B

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das afirmativas.

- I. Correta. As células da musculatura cardíaca, pelas funções que desempenham, desprendem mais energia do que as células epiteliais. Logo, necessitam de um maior número de mitocôndrias ou de organelas mais eficientes na produção de energia.
- II. Correta. A maior produção de moléculas de ATP, no processo de respiração celular, ocorre na fosforilação oxidativa, que tem lugar nas cristas mitocondriais. Assim, o número de cristas mitocondriais é diretamente proporcional à produção de energia pela célula.
- III. Incorreta. O maior número de cristas mitocondriais leva a um aumento na área de membrana interna e, portanto, à maior capacidade de conduzir as fosforilações oxidativas.

Logo, a alternativa correta é a B.

## Questão 12

### Comentário:

- A) O processo biológico associado à produção desses itens é a fermentação, fenômeno anaeróbico que ocorre na ausência de  $O_2$  com a finalidade de obtenção de energia, feito a partir de compostos orgânicos, em especial a glicose.
- B) Na produção do iogurte, são utilizadas bactérias que realizam fermentação láctica. No caso da cerveja, são utilizados fungos que realizam fermentação alcoólica.
- C) As células musculares podem realizar fermentação láctica. Em nossos músculos esqueléticos, em situação de intensa atividade, pode não haver uma disponibilidade adequada de  $O_2$  para promover a respiração aeróbia. Nesse caso, as células musculares passam a realizar a fermentação láctica. Entretanto, o acúmulo de ácido láctico nessas células provoca fadiga muscular, com dor intensa, o que pode causar a paralisação da atividade muscular.

## Questão 13 – Letra C

**Comentário:** Para obter energia necessária para realizar suas atividades, o corpo necessita quebrar nutrientes a fim de obter glicose e, por meio do processo de respiração celular, produzir ATP. Dessa forma, a glicose utilizada na respiração celular provém da digestão dos alimentos ingeridos pelo organismo.

## Questão 14 – Letra D

**Comentário:** Na respiração aeróbia, a descarboxilação (saída de  $CO_2$ ) ocorre em 2 (etapa intermediária entre a glicólise e o ciclo de Krebs) e em 3 (ciclo de Krebs). Não há saída de  $CO_2$  na glicólise (etapa 1) nem na cadeia respiratória (etapa 4).

## Questão 15 – Letra C

**Comentário:** A etapa A (glicólise) ocorre no citosol (matriz citoplasmática). A etapa B (ciclo de Krebs) se realiza na matriz mitocondrial. A etapa C (cadeia respiratória) é realizada nas cristas mitocondriais (membrana interna das mitocôndrias).

## Seção Enem

### Questão 01 – Letra D

**Eixo cognitivo:** I

**Competência de área:** 3

**Habilidade:** 8

**Comentário:** O amido, substância de reserva presente no milho, é um polissacarídeo que, ao ser “quebrado” (hidrolisado), produz moléculas menores (oligossacarídeos e monossacarídeos) que são utilizáveis no processo fermentativo realizado pelas leveduras (fermentação alcoólica).

### Questão 02 – Letra E

**Eixo cognitivo:** I

**Competência de área:** 5

**Habilidade:** 17

**Comentário:** Como descrito no texto-base, há maior rendimento energético por molécula de glicose numa atividade aeróbia. O experimento se inicia em anaerobiose, demandando muitas moléculas de glicose. O fornecimento de  $O_2$ , ao longo do experimento, potencializa maior rendimento por molécula, levando a um menor consumo da glicose.

## Questão 03 – Letra B

**Eixo cognitivo:** II

**Competência de área:** 4

**Habilidade:** 14

**Comentário:** A respiração celular pode ser aeróbica ou anaeróbica. Quando, na cadeia respiratória, o receptor final dos elétrons e íons  $H^+$  é o oxigênio ( $O_2$ ), a respiração celular é dita aeróbica. Na respiração anaeróbica, alguma substância inorgânica, diferente do  $O_2$ , funciona como receptor final dos elétrons e dos íons  $H^+$ , neutralizando-os e evitando, assim, a acidose celular. Nitrato, enxofre, sulfato e carbonatos são substâncias que podem ser utilizadas com essa finalidade.

# MÓDULO – B 05

## Bacterioses

### Exercícios de Aprendizagem

#### Questão 01 – Letra B

**Comentário:** As demais alternativas estão incorretas porque varíola, poliomielite, hidrofobia, aids, caxumba, sarampo, encefalite, hepatite e gripe são doenças causadas por vírus.

#### Questão 02 – Letra A

**Comentário:** A difteria (também conhecida por crupe) é uma bacteriose que pode ser prevenida com a aplicação da vacina antidiférica, que geralmente é associada à vacina antitetânica e à antipertussis (contra a coqueluche). Trata-se, portanto, de uma vacina tríplice bacteriana.

#### Questão 03 – Letra C

**Comentário:** A leptospirose é causada por bactérias do gênero *Leptospira*, que se hospedam em grande variedade de animais e nos humanos, mas também conseguem sobreviver no meio ambiente na ausência do hospedeiro. Vários animais domésticos e silvestres podem servir de fonte de infecção para os humanos, tendo especial importância o rato de esgoto. Em geral, esse animal está infectado e elimina *leptospiras* vivas pela urina, contaminando água, solo e alimentos. O acúmulo de lixo atrai esses roedores. A presença de lixo, roedores e água propicia o aumento dos casos de leptospirose, situação que é agravada, principalmente, com as enchentes em épocas de chuvas.

#### Questão 04 – Letra C

**Comentário:** A afirmativa I está incorreta porque a cólera não é causada por vírus, e sim pela bactéria *Vibrio cholerae*.

#### Questão 05 – Letra C

**Comentário:** O antibiograma é um método importante usado para se determinar a ação dos antibióticos sobre as bactérias. Por meio dele, pode-se verificar a sensibilidade ou a resistência das bactérias aos diversos tipos de antibióticos.

## Exercícios Propostos

### Questão 01 – Letra B

**Comentário:** Uma medida profilática para ambas as doenças é evitar o acúmulo de água. O vetor da dengue utiliza água parada para se reproduzir. A leptospirose é transmitida por meio do contato com a urina do rato, que é mais facilmente veiculada nas enchentes. Não existe vacina para a leptospirose, e a doença não é transmitida por insetos. A dengue não contamina a água.

### Questão 02 – Letra B

**Comentário:** A cólera é transmitida, principalmente, por meio da água contaminada, pelas fezes e por vômitos dos doentes e de portadores da doença (indivíduos que, embora tenham o vibrião colérico nos seus intestinos, não apresentam os sintomas da doença). Também pode ser transmitida por alimentos que foram lavados com água contaminada pelo vibrião e que não foram bem cozidos.

### Questão 03 – Letra E

**Comentário:** A febre maculosa é uma bacteriose transmitida por meio da picada do carrapato-estrela. Assim como em outras bacterioses, seus sintomas são: febre alta, dores de cabeça, vômito e manchas vermelhas. A febre tifoide é transmitida pela água, o botulismo por alimentos contaminados, o tifo por artrópodes (piolhos e pulgas) e o tétano por esporos presentes no ambiente (pregos e latas enferrujadas).

### Questão 04 – Letra D

**Comentário:** Transmissão vertical é o nome dado ao processo em que a criança é contaminada ainda no útero da mãe, ou no momento do parto, por meio da troca de sangue com a placenta ou com o contato com o sangue e secreções da mãe durante o parto.

### Questão 05 – Letra B

**Comentário:** A coleta de lixo e o uso de raticidas estão relacionados com o combate a ratos. A pulga dos ratos é o vetor de transmissão de bacterioses como a peste bubônica. A febre amarela é uma virose transmitida a partir da picada de mosquito. A tuberculose é contraída a partir da inalação de ar contaminado com gotículas de secreções dos doentes. Por fim, a cólera é transmitida a partir do contato com água contaminada e a varíola, por meio do contato com pessoas contaminadas.

### Questão 06 – Letra C

**Comentário:** A dengue é uma virose transmitida por meio da picada do mosquito *Aedes aegypti*, então, seu meio de transmissão está representado pelo esquema B. Já a tuberculose é uma bacteriose transmitida a partir da inalação de ar contaminado com gotículas de secreções dos doentes, logo, seu meio de transmissão está representado pelo esquema A. Dessa forma, a alternativa correta é a C.

### Questão 07 – Letra A

**Comentário:** Essa questão tem o objetivo de avaliar a habilidade de análise e interpretação do gráfico, bem como a relação dos dados com os possíveis fatores determinantes da incidência de tuberculose. A opção A está incorreta porque o diagnóstico da tuberculose não requer um tipo de aparelhagem sofisticada e é realizado de maneira rotineira. Além disso, muitos antibióticos ainda são eficazes no combate dessa doença.

### Questão 08 – Letra C

**Comentário:** A vacina tríplice viral é composta por vírus atenuados de sarampo, caxumba e rubéola. Já a tríplice bacteriana previne as seguintes doenças: difteria, coqueluche e tétano.

### Questão 09 – Letra C

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. A doença infecciosa é causada pelo bacilo *Mycobacterium tuberculosis*, que foi descrito inicialmente por Robert Koch.
- B) Incorreta. A doença se caracteriza por ter uma evolução lenta e se dissemina através de aerossóis no ar que são expelidos quando pessoas com tuberculose infecciosa tosse e ou espirram.
- C) Correta. A tuberculose é considerada uma doença socialmente determinada, pois sua ocorrência está diretamente associada à forma como se organizam os processos sociais. Vida em locais fechados, com pouca ventilação e muitas pessoas favorece a disseminação.
- D) Incorreta. A vacina BCG é utilizada na prevenção da tuberculose e deve ser administrada em todos os recém-nascidos.
- E) Incorreta. A resposta imunológica é incapaz de impedir o desenvolvimento da doença e, por tal motivo, mesmo pessoas com sistema imune mais resistente correm risco de adquirir tuberculose.

### Questão 10 – Soma = 10

**Comentário:** As incorreções das alternativas não somadas podem ser justificadas da seguinte maneira:

- 01. A gonorreia é causada pela bactéria *Neisseria gonorrhoeae*, e a sífilis, pela bactéria *Treponema pallidum*.
- 04. A peste negra, ou peste bubônica, foi controlada graças à adoção de medidas higiênicas nas cidades medievais. Até então, não se sabia da existência de substâncias antibióticas.
- 16. A peste bubônica ainda causa problemas em diversos países. A doença não foi erradicada.
- 32. O escorbuto é uma doença causada pela ingestão insuficiente de vitamina C.

### Questão 11 – Letra B

**Comentário:** O antibiograma é um método importante usado para se determinar a ação dos antibióticos sobre as bactérias. O resultado do teste em questão aponta que a cultura é resistente aos antibióticos penicilina benzatina e ampicilina, pois, na presença deles, a cultura se desenvolveu normalmente. Já na presença de tetraciclina, vancomicina, cefalotina e ceftriaxona, a cultura não se desenvolveu de maneira satisfatória, ou seja, a cultura é sensível a esses antibióticos.

### Questão 12 – Letra B

**Comentário:** Uma colônia de bactérias é formada por micro-organismos com pequenas variações genéticas entre elas. Assim, nem todos os indivíduos possuem as mesmas características genéticas. Dessa forma, o uso de antibióticos elimina as bactérias sensíveis a ele, mas permite a sobrevivência das bactérias que são resistentes. As resistentes podem se multiplicar, iniciando uma nova infecção. Os antibióticos não alteram o DNA das bactérias nem são capazes de estimular a adaptação de micro-organismos.

### Questão 13 – Letra E

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. A resistência bacteriana é fruto da interação entre as bactérias, e a troca de plasmídeos é o mecanismo responsável pela modificação genética.
- B) Incorreta. Os antibióticos não são capazes de induzir as bactérias a sofrerem mutações e a gerarem cepas capazes de suportá-los.
- C) Incorreta. A resistência microbiana é desencadeada pela indução de formas genéticas modificadas pela troca de pequenos plasmídeos (plasmídeo R) encarregados de levarem consigo genes que permitem a resistência antimicrobiana. O uso de antibióticos não interfere nesse mecanismo.
- D) Incorreta. As mudanças ocorrem indiferentemente do uso de antibióticos. O meio não é capaz de gerar mudanças. As mudanças acontecem e o meio seleciona as características mais benéficas.
- E) Correta. O uso indiscriminado de antibióticos é capaz de eliminar as bactérias sensíveis, selecionando as bactérias resistentes, que acabam desenvolvendo mais a redução da eficácia dos antibióticos.

### Questão 14 – Letra B

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. Herpes genital e HPV são doenças viróticas, e sua frequência similar pode ser relacionada ao fato de ambas serem transmitidas pelo contato sexual direto com pessoas contaminadas.

- B) Correta. A gonorreia é uma bacteriose, ou seja, o uso de antibióticos é eficaz no tratamento de doentes.
- C) Incorreta. As clamídias são bactérias causadoras de uma doença conhecida como tracoma. Sua transmissão se dá mecanicamente por meio do contato direto com o indivíduo contaminado.
- D) Incorreta. Sífilis, gonorreia e clamídias são infecções provocadas por bactérias. Assim, o tratamento se dá com o uso de antibióticos e a prevenção com uso de vacinas, preservativos e métodos de higiene pessoal.

### Questão 15

**Comentário:** As bactérias só se desenvolvem em uma determinada faixa de pH. Normalmente, a acidez do suco gástrico no estômago é suficiente para matar uma fração dos vibriões, porém, na presença de bicarbonato, mais vibriões sobrevivem, porque a água que contém o bicarbonato de sódio, que é básico, neutraliza parte do suco gástrico. Assim, uma menor quantidade de bactérias é necessária para se iniciar a colônia.

## Seção Enem

### Questão 01 – Letra E

**Eixo cognitivo:** II

**Competência de área:** 4

**Habilidade:** 14

**Comentário:** Os antibióticos são medicamentos que atuam no combate às doenças bacterianas, pois podem danificar a parede celular das bactérias ou, ainda, parar o metabolismo desses parasitas por meio da interrupção da síntese proteica.

### Questão 02 – Letra E

**Eixo cognitivo:** II

**Competência de área:** 4

**Habilidade:** 14

**Comentário:** As bactérias possuem uma organização celular rudimentar, formada por apenas uma célula, em que o material genético não está isolado em um núcleo, mas sim disperso no citoplasma. Os medicamentos utilizados no seu combate são os antibióticos.

### Questão 03 – Letra D

**Eixo cognitivo:** II

**Competência de área:** 4

**Habilidade:** 14

**Comentário:** Levando-se em consideração que o homem tenha tido contato com águas de enchente em uma região com problemas no saneamento básico, podemos afirmar que ele apresenta um caso de leptospirose.

**Questão 04 – Letra E****Eixo cognitivo:** II**Competência de área:** 4**Habilidade:** 14

**Comentário:** A cárie consiste numa destruição localizada dos tecidos formadores do dente. Essa destruição se deve à ação dos ácidos produzidos pela fermentação bacteriana dos carboidratos (açúcares) da nossa dieta. Uma higienização bucal incorreta faz com que restos de alimentos fiquem aderidos à superfície dos dentes, fornecendo o substrato necessário para a realização dessas fermentações.

**MÓDULO – B 06****Protozoários e Protozooses****Exercícios de Aprendizagem****Questão 01 – V F F F V**

**Comentário:** A afirmativa 2 está incorreta porque o mosquito transmissor (vetor) da leishmaniose é do gênero *Lutzomyia*, também conhecido como mosquito flebótomo ou ainda mosquito-palha (birigui). A afirmativa 03 está incorreta porque a *Giardia lamblia*, agente etiológico da giardíase ou giardiose, é um protozoário mastigóforo ou flagelado. A afirmativa 04 está incorreta porque o mosquito transmissor (vetor) da malária pertence ao gênero *Anopheles*, também conhecido por mosquito anofelino ou ainda mosquito-prego.

**Questão 02 – Letra B**

**Comentário:** A afirmativa I está incorreta porque os protozoários possuem organização celular eucariótica. A afirmativa II está incorreta porque, no grupo dos protozoários, pode ocorrer também processo sexuado de reprodução (Ex.: a conjugação em paramécios).

**Questão 03 – Letra B**

**Comentário:** A opção A está incorreta porque o vetor da doença não é o protozoário *Trypanosoma cruzi*, e sim o inseto hemíptero, hematófago, conhecido popularmente por “barbeiro”. A opção C está incorreta porque o aumento do volume do coração (cardiomegalia) não é devido a uma reação inflamatória à picada do “barbeiro”, e sim a um maior esforço do trabalho da musculatura cardíaca na tentativa de compensar as células do miocárdio que são destruídas pela doença. A opção D está incorreta porque o vetor não é o *Trypanosoma cruzi*, e sim o “barbeiro”.

**Questão 04 – Letra A**

**Comentário:** A leishmaniose é transmitida ao homem pela picada do mosquito vetor (gênero *Lutzomyia*) contaminado, e não pela mordida do cão.

**Questão 05 – Letra D**

**Comentário:** O acesso malárico, caracterizado por calafrios, calor e suor, ocorre quando há ruptura das hemácias parasitadas, liberando na corrente sanguínea os merozoítos e o pigmento malárico (hemozoína).

**Exercícios Propostos****Questão 01 – Letra E**

**Comentário:** O risco se deve ao fato de os barbeiros serem vetores da doença de Chagas. O barbeiro pica o homem e libera suas fezes. Ao coçar o local, o homem contamina a ferida com as fezes, que podem estar cheias de protozoários.

**Questão 02 – Letra B**

**Comentário:** A doença de Chagas é uma doença geralmente transmitida pelo barbeiro. Ao picar o animal, o barbeiro defeca, e suas fezes podem carregar os protozoários causadores da doença de Chagas. Outras formas de contágio são transferência vertical e transfusões sanguíneas. Alguns casos de contágio por meio da cana-de-açúcar e açaí já foram registrados. Nesse caso, é ingerido o alimento contaminado pelas fezes do barbeiro. O simples contato com pessoas infectadas não transmite a doença. O protozoário se instala na corrente sanguínea do infectado, logo, não há formação de perdigotos.

**Questão 03 – Letra C**

**Comentário:** A amebíase é uma doença causada por um protozoário do filo Sarcondina. Essa doença é transmitida por meio do consumo de água e alimentos contaminados com a ameba. Dessa forma, as principais medidas profiláticas são higiene pessoal, tratamento da água e higienização de frutas e hortaliças.

**Questão 04 – Letra D**

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. Os protozoários não se reproduzem por brotamento.
- B) Incorreta. A conjugação é um processo que ocorre entre dois protozoários, e o aluno observou apenas um indivíduo.
- C) Incorreta. A bipartição não é um tipo de reprodução exclusiva de protozoários ciliados.
- D) Correta. O aluno observou um indivíduo se dividindo em dois, processo conhecido como reprodução assexuada por divisão binária.

**Questão 05 – Letra D**

**Comentário:** A malária é uma protozoose causada pelo protozoário esporozoário *Plasmodium*, tradicionalmente transmitida por meio da picada do mosquito *Anopheles*. Já a febre amarela é uma virose, também transmitida por um mosquito, no caso o *Aedes aegypti*. Assim, a alternativa correta é a D, ambas são transmitidas por insetos.

### Questão 06 – Letra D

**Comentário:** Além da transmissão pelo contato com as fezes do barbeiro contaminado, a doença de Chagas também pode ser transmitida por meio de transfusão sanguínea e transplante de órgãos de doadores infectados, além de casos em que a mãe contaminada passa o parasito para os filhos durante a gravidez ou no momento do parto. Também já foram registrados casos de contágio pela ingestão de caldo de cana e de açaí moído contaminados pelo parasito.

### Questão 07 – Letra C

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. Os protozoários de água doce possuem vacúolos pulsáteis ou contráteis, que permitem o controle da saída e da entrada de água na célula.
- B) Incorreta. As amebas são protozoários do filo Sarcodina e se movimentam por meio de pseudópodos.
- C) Correta. Os protozoários são seres vivos unicelulares e não produzem o próprio alimento. São encontrados em variados tipos de ambientes, podendo ser de vida livre ou estabelecer relações com outros seres vivos.
- D) Incorreta. A reprodução assexuada das amebas ocorre por cissiparidade, originando duas células-filhas.
- E) Incorreta. Os paramécios são protozoários do filo Ciliophora e se locomovem por meio de cílios.

### Questão 08 – Letra A

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Correta. O *Plasmodium* se reproduz de forma sexuada no interior do *Anopheles*, o que caracteriza o invertebrado como hospedeiro definitivo.
- B) Incorreta. Um exemplo de ação antrópica que pode reverter o desenvolvimento do *Anopheles* é o combate ao acúmulo de água parada.
- C) Incorreta. O *Anopheles*, vetor da malária, tem seu desenvolvimento inicial em meio aquoso.
- D) Incorreta. O ciclo de vida do *Plasmodium* é heteróximo, e, no ser humano, há destruição de células sanguíneas.
- E) Incorreta. A malária é desenvolvida no ser humano a partir de um protozoário esporozoário, introduzido a partir da picada do *Anopheles*.

### Questão 09 – Letra C

**Comentário:** Tradicionalmente, a doença de Chagas é transmitida pelo barbeiro a partir do contato com as fezes do barbeiro contaminado. Transfusões sanguíneas e transplantes de órgãos também são maneiras de se contrair a doença. Outra forma, mais rara, é o consumo de alimentos, como caldo de cana e açaí, contaminados.

### Questão 10

**Comentário:**

- A) A doença de Chagas possui diferentes formas de contágio. A forma mais comum de transmissão da doença de Chagas é por meio do contato da pele e das mucosas com as fezes do “barbeiro” infectado. O caldo de cana pode ter transmitido a doença por estar contaminado com as fezes do “barbeiro”. Nesse caso, o *Trypanosoma cruzi* penetrou no organismo pela mucosa bucal.
- B) Melado e rapadura são produtos que envolvem fervura do caldo de cana em seu preparo. A temperatura elevada mata os agentes transmissores (“barbeiros”) que estivessem presentes no caldo de cana e também os tripanossomas, protozoários causadores da doença.

### Questão 11

**Comentário:**

- A) A região parasitada pela *Giardia* é o intestino delgado, órgão que realiza a absorção de nutrientes nos vertebrados.
- B) A giardíase é uma parasitose transmitida por meio da ingestão de alimentos e água contaminados com cistos do protozoário.
- C) A *Giardia* se reproduz de forma assexuada por cissiparidade.

### Questão 12 – Letra D

**Comentário:** Como informado no texto da questão, a pessoa com malária, dentre outros sintomas, pode apresentar dores musculares, arrepios e febres periódicas. Esses sintomas se repetem de tempos em tempos, num fenômeno conhecido como acesso malárico, que ocorre quando há ruptura das hemácias parasitadas, liberando na corrente sanguínea os merozoítos e o pigmento malárico (hemozoína).

### Questão 13 – Letra A

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Correta. O mosquito é o hospedeiro definitivo do *Plasmodium*, o protozoário se reproduz de forma sexuada no interior do invertebrado.
- B) Incorreta. A contaminação se dá quando o mosquito pica o vertebrado, permitindo que os parasitos alcancem a corrente sanguínea.
- C) Incorreta. O principal sintoma dessa doença é o acesso malárico, que causa calor e calafrios devido à destruição de glóbulos vermelhos.
- D) Incorreta. O *Plasmodium* é um protozoário.
- E) Incorreta. O ser humano também pode se contaminar pelo *Plasmodium* por meio transfusões sanguíneas e vias placentárias.

### Questão 14 – Letra D

**Comentário:** O hospedeiro definitivo é o organismo no qual o parasito se reproduz de maneira sexuada. No caso da malária, o hospedeiro definitivo do *Plasmodium* é o mosquito *Anopheles*.

**Questão 15 – V V F F**

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das afirmativas.

1ª afirmativa: Verdadeira. Os órgãos que são alojados na cavidade abdominal são conhecidos como órgãos viscerais.

2ª afirmativa: Verdadeira. A *Leishmania* é um parasito heteróxico, e seu ciclo biológico perpassa por dois hospedeiros.

3ª afirmativa: Falsa. A incidência da referida doença nada tem a ver com a expansão agroindustrial, uma vez que, no ciclo doméstico, a *Leishmania* causadora da doença circula entre cão – inseto – homem.

4ª afirmativa: Falsa. Os cães são apenas hospedeiros do parasito, não se comportando como vetores da doença. Os vetores são os mosquitos do gênero *Lutzomyia*.

**Seção Enem****Questão 01 – Letra C**

**Eixo cognitivo:** III

**Competência de área:** 4

**Habilidade:** 15

**Comentário:** O extrato de origem vegetal que pode combater insetos será útil no controle de doenças cujos vetores são insetos. Entre as doenças citadas, apenas a leishmaniose será controlada, uma vez que o vetor biológico é o mosquito-palha (flebotomíneo).

**Questão 02 – Letra A**

**Eixo cognitivo:** II

**Competência de área:** 8

**Habilidade:** 28

**Comentário:** O acesso malárico, caracterizado conforme descrito na questão (febre alta, calafrios, sudorese intensa e tremores), acontece quando há ruptura das hemácias. As substâncias liberadas (hemozoínas) são produzidas devido à ação do parasito sobre a hemoglobina.

**Questão 03 – Letra A**

**Eixo cognitivo:** II

**Competência de área:** 8

**Habilidade:** 28

**Comentário:** Epidemias são doenças que ocorrem temporariamente em determinadas regiões, acometendo um grande número de pessoas. Pandemias são epidemias que ocorrem ao mesmo tempo em vários países, ou seja, é uma epidemia em nível mundial. Endemias são doenças constantes, restritas a determinadas regiões geográficas, onde acometem um grande número de pessoas. Na América do Sul, a malária é uma doença constante, restrita a determinadas áreas do continente e, assim sendo, é uma endemia.

**MÓDULO – B 07****Fungos****Exercícios de Aprendizagem****Questão 01 – Letra C**

**Comentário:** Os cogumelos são organismos pluricelulares, heterotróficos, que apresentam parede celular de quitina. Apresentam corpos de frutificação, assim, podem ser classificados como fungos basidiomicetos.

**Questão 02 – Letra B**

**Comentário:** Assim como no exoesqueleto dos artrópodes, os fungos possuem uma parede celular constituída basicamente pelo polissacarídeo quitina. Assim como os animais, os fungos armazenam glicogênio (material de reserva energética) e são heterótrofos.

**Questão 03 – Letra D**

**Comentário:** A produção ou síntese da glicose, feita a partir de substâncias inorgânicas para a obtenção de energia, é realizada apenas por seres autótrofos. Os fungos são seres heterótrofos e, portanto, incapazes de realizar tal atividade.

**Questão 04 – Letra E**

**Comentário:** A alternativa correta desta questão pode ser identificada apenas pela figura 3, que mostra um cogumelo, ou seja, um basidiomiceto. A figura 1 representa um *Rhizophus*, que é do grupo dos zigomicetos. A figura 2 mostra um *Polyporus*, fungo conhecido popularmente como “orelha de pau”.

**Questão 05 – Letra B**

**Comentário:** Nos líquens, formados pela associação mutualística de algas com fungos, as algas são clorofíceas (algas verdes), e suas células ficam revestidas e protegidas pelas hifas dos fungos.

**Exercícios Propostos****Questão 01 – Letra B**

**Comentário:** O reino dos fungos reúne organismos que se caracterizam simultaneamente por apresentarem ausência de pigmento fotossintetizante, ou seja, são heterotróficos. Além disso, há presença de paredes celulares com quitina e reprodução por esporos. Podem ser unicelulares ou multicelulares.

### Questão 02 – Letra C

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. O material de reserva dos fungos é o glicogênio, não o amido.
- B) Incorreta. Os fungos não possuem vasos condutores de seiva.
- C) Correta. A formação de esporos também é comum aos fungos.
- D) Incorreta. Os fungos são seres heterotróficos e, portanto, não conseguem sintetizar matéria orgânica a partir de inorgânica.
- E) Incorreta. Os fungos não possuem organização histológica e, portanto, não formam tecidos meristemáticos.

### Questão 03 – Letra E

**Comentário:** Os fungos são heterótrofos e, portanto, não podem ser produtores nos ambientes onde são encontrados. Lembre-se de que todo produtor é um organismo autótrofo (fotossintetizador ou quimiossintetizador).

### Questão 04 – Letra D

**Comentário:** Alguns fungos podem ser patogênicos. São exemplos de micoses que atacam o ser humano: pé de atleta, candidíase e pneumonia. A tuberculose é uma bacteriose provocada pelo bacilo *Mycobacterium tuberculosis*.

### Questão 05 – Letra B

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. Hifas é a denominação de cada um de seus filamentos.
- B) Correta. Os basidiomicetos são caracterizados por apresentarem corpos de frutificação, e o cogumelo corresponde a essa região.
- C) Incorreta. São seres eucariotos que decompõem a matéria orgânica.
- D) Incorreta. Seus esporângios produzem esporos – células haploides (n) envolvidas no processo de reprodução.
- E) Incorreta. A fusão de hifas, também conhecida como plasmogamia, corresponde à parte sexuada do seu ciclo reprodutivo de alguns fungos.

### Questão 06 – Letra A

**Comentário:** As micro-ondas são capazes de eliminar os esporos de fungos que entraram em contato com o pão antes de ele ser embalado. Sem esporos, não há reprodução e, conseqüentemente, é eliminada a formação de bolores. A parede celular dos fungos é composta de quitina, não de celulose. A alteração nas moléculas do pão poderia deixá-lo sem condições de consumo humano. As leveduras que atuam na fermentação da massa não são da mesma espécie do fungo responsável pelos bolores.

### Questão 07 – Letra E

**Comentário:** Para resolver essa questão, é preciso atentar para as informações apresentadas no texto e em conhecimentos sobre os fungos. O texto informa que os fungos aproveitam os açúcares da uva e liberam CO<sub>2</sub> e álcool etílico, dando continuidade à obtenção da bebida. Ou seja, eles absorvem nutrientes do meio para poder produzir ATP. Essa característica comprova a nutrição heterotrófica desses organismos.

### Questão 08 – Letra D

**Comentário:** Fungos são organismos eucariontes, heterotróficos, unicelulares (leveduras) ou pluricelulares. Podem ser de vida livre ou parasitas, e a parte comestível de alguns fungos corresponde ao corpo de frutificação. As micorrizas – uma associação entre plantas e fungos – têm uma importância significativa para o crescimento e a persistência das plantas em muitos ecossistemas; mais de 90% das plantas estabelecem relações micorrízicas com fungos e dependem dessa relação para sobreviverem.

### Questão 09 – Letra B

**Comentário:** Os líquens são formados por uma associação de algas ou cianobactérias e fungos. Além de dar proteção às células das algas, os fungos fornecem água e minerais para que elas, por meio da nutrição autótrofa, possam fabricar alimentos. Parte do alimento fabricado pelas algas é, então, fornecido aos fungos.

### Questão 10 – Letra C

**Comentário:** Os líquens são associações do tipo mutualismo entre fungos e cianobactérias ou entre fungos e algas. O soréδιο é uma estrutura reprodutora formado por grupos de algas envoltas por algumas hifas de fungos. Tais fragmentos são dispersos pelo vento e, caindo em um substrato favorável, originam novos líquens.

### Questão 11 – Letra C

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das afirmativas.

- I. Correta. Os líquens (ou fungos liquenizados) são associações simbióticas entre fungos e algas. Os fungos fornecem água e sais minerais às algas, e estas disponibilizam parte do alimento que produzem aos fungos.
- II. Incorreta. Nos líquens, o fungo é heterótrofo e a alga é autotrófica.
- III. Incorreta. Nos líquens, o fungo retira do substrato água e sais minerais, os quais são absorvidos pela alga.
- IV. Incorreta. Nos líquens, algas e fungos estão associados em uma relação mutualística.

Logo, a alternativa correta é a C.

### Questão 12 – Letra C

**Comentário:** Fleming verificou que, em um meio com a presença de fungos e bactérias, não eram desenvolvidos vários tipos de bactérias devido à ação de substâncias produzidas pelo fungo. Esse trabalho contribuiu para a descoberta de vários tipos de substâncias que são usadas hoje como antibióticos.

### Questão 13 – Letra D

**Comentário:** Para sobreviver, os fungos precisam de umidade e matéria orgânica, visto que são organismos heterotróficos, então, necessitam de nutrientes absorvidos do meio para produzir energia. Organismos heterotróficos não são capazes de produzir energia a partir de matéria inorgânica.

**Questão 14****Comentário:**

- A) Os animais não apresentam parede celular, já os fungos apresentam parede celular constituída de quitina. As plantas possuem cloroplastos, e os fungos são aclorofilados.
- B) Os fungos podem ser usados como alimento e ajudam na fermentação e na produção de antibióticos, além de exercerem importante papel na decomposição e na ciclagem da matéria.

**Seção Enem****Questão 01 – Letra A****Eixo cognitivo:** I**Competência de área:** 3**Habilidade:** 8

**Comentário:** O uso das leveduras geneticamente modificadas que produzem peroxidases é ambientalmente mais seguro que o uso do cloro, pois reduz a quantidade de resíduos tóxicos lançados nos efluentes após a lavagem do *jeans*.

**Questão 02 – Letra C****Eixo cognitivo:** II**Competência de área:** 8**Habilidade:** 28

**Comentário:** A presença de quitina na parede celular, glicogênio como material de reserva e a nutrição heterótrofa e, portanto, ausência de clorofila, são as características que os fungos possuem que os aproximam mais dos animais do que dos vegetais.

**MÓDULO – B 08****Relações Ecológicas****Exercícios de Aprendizagem****Questão 01 – Soma = 24**

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das afirmativas.

01. Incorreta. A relação da planta epífita com a palmeira é um comensalismo do tipo inquilinismo.
02. Incorreta. A relação descrita da coruja com o rato é do tipo predatismo.
04. Incorreta. A competição intraespecífica pode ocorrer entre espécies herbívoras e espécies não herbívoras.
08. Correta. O comensalismo é uma relação ecológica em que uma espécie é beneficiada sem causar prejuízo a outra. Exemplo: rêmoras que se alimentam de restos da caçada do tubarão.
16. Correta. No mutualismo ambas as espécies associadas são beneficiadas.
32. Incorreta. No inquilinismo não há prejuízo para a outra parte.

Logo,  $08 + 16 = 24$ .

**Questão 02 – Letra A**

**Comentário:** Tanto o homem quanto o gambá se alimentam dos ovos da galinha. Assim, entre o homem e o gambá, há uma competição interespecífica por uma mesma fonte de alimento.

**Questão 03 – Letra A**

**Comentário:** O texto descreve o fenômeno das marés vermelhas, um clássico exemplo de amensalismo.

**Questão 04 – Letra E**

**Comentário:** A relação entre o lobo-guará e os pequenos roedores, aves e alguns invertebrados é interespecífica (envolve a participação de espécies diferentes) e desarmônica do tipo predatismo. Já a relação entre o lobo-guará e os vermes que se abrigam nos seus rins é interespecífica e desarmônica do tipo parasitismo.

**Questão 05 – Letra A**

**Comentário:** Para solucionar a questão, deve-se analisar as linhas do quadro para completar as lacunas corretamente. O inquilinismo, que tem como exemplo as orquídeas, é uma relação interespecífica harmônica. Uma relação interespecífica desarmônica, que tem como um dos indivíduos o piolho, é o parasitismo. Um exemplo de organismos que constituem sociedades heteromórficas são os cupins. Assim, a alternativa correta é a A.

**Exercícios Propostos****Questão 01 – Letra B**

**Comentário:** A estratégia de reprodução da ave cuco, representada na tirinha, é um tipo de parasitismo. Chamado também de parasitismo-de-ninho ou nidoparasitismo, o comportamento consiste na postura de ovos em ninho de outras aves para que essas choquem e alimentem os filhotes de cuco. O filhote, ao eclodir, empurra os outros ovos e filhotes para fora do ninho e passa a concentrar em si o cuidado parental. Esse comportamento está presente em diferentes famílias de aves pelo mundo, ocorrendo em, aproximadamente, 1% das espécies de aves catalogadas.

**Questão 02 – Letra B**

**Comentário:** Esse tipo de interação entre formigas e plantas, em que as duas espécies são beneficiadas (as formigas protegem as plantas e estas fornecem alimento para as formigas) categoriza uma relação de mutualismo.

**Questão 03 – Letra E**

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. Entre a orquídea e o jequitibá ocorre epifitismo.
- B) Incorreta. Entre a rêmora e o tubarão temos uma relação de comensalismo.
- C) Incorreta. Entre o crocodilo e o pássaro-palito ocorre uma protocoperação.
- D) Incorreta. Entre o caranguejo paguro e a anêmona do mar temos uma relação de protocoperação.
- E) Correta. A lombriga parasita o intestino do lobo-guará.

### Questão 04 – Letra C

**Comentário:** Na relação em questão, a rêmora é beneficiada, uma vez que é transportada pelo tubarão de um lugar para outro, enquanto, para o tubarão, a relação é indiferente. Trata-se, portanto, de uma relação de comensalismo de transporte, também conhecida por forésia.

### Questão 05 – Letra D

**Comentário:** Entre as bactérias intestinais e o homem, ocorre relação de mutualismo, uma vez que ambas as espécies são beneficiadas. A bactéria obtém alimento e o ser humano obtém vitaminas que não é capaz de sintetizar.

### Questão 06 – Letra B

**Comentário:** Entre os cupins e a árvore se estabelece uma relação de parasitismo, o cupim vive às custas da árvore, ele se alimenta da celulose prejudicando o crescimento e a estabilidade da árvore. Já entre cupins e protozoários se estabelece uma relação de mutualismo, pois o cupim fornece proteção e nutrientes e os protozoários permitem aos cupins digerir a celulose.

### Questão 07 – Letra C

**Comentário:** Ratos e pulgas apresentam relação de parasitismo; as pulgas vivem às custas dos ratos, alimentando-se deles. Carrapatos e piolhos disputam espaço e alimento, estabelecendo uma relação de competição. O gavião se alimenta de ratos, caracterizando uma relação de predatismo. Logo, a alternativa correta é a C.

### Questão 08 – Letra B

**Comentário:** Observa-se um caso de simbiose. A simbiose designa qualquer associação permanente entre indivíduos de espécies diferentes que, normalmente, exerce influência recíproca no metabolismo. Nesse caso, as algas fornecem alimentos para as hidras e as hidras liberam amônia que as algas utilizam na sua síntese proteica.

### Questão 09 – Letra A

**Comentário:** Nesse experimento, podemos observar um caso de competição. O experimento em questão analisa os fatores que afetam a densidade de sementes. Ao se retirarem os roedores, a densidade continua a mesma. O mesmo ocorre quando se retiram as formigas. Porém, quando se retiram os dois, a densidade de sementes aumenta. Assim, pode-se dizer que formigas e roedores competem pelo mesmo alimento. Na ausência de um deles, a população do outro aumenta, pois eles ocupam o espaço deixado pela população retirada.

### Questão 10 – Letra B

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. Se a espécie A fosse parasito da espécie B, o crescimento de A culminaria na redução da espécie B.
- B) Correta. A espécie A consome restos de alimento de B. Pode-se concluir isso pois o crescimento de A favorece o crescimento de B, logo a relação entre as duas espécies deve ser harmônica.

- C) Incorreta. O crescimento de A favorece a proliferação da espécie B.
- D) Incorreta. A não compete com B por alimento ou território. Em caso de competição, o crescimento de A inibiria o crescimento de B.
- E) Incorreta. Se A fosse predadora de B, em um primeiro momento, o aumento de A reduziria a população de B.

### Questão 11 – Letra A

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Correta. No mutualismo, ambas as espécies se beneficiam e dependem uma da outra para sobreviver. Exemplo: líquens, associação entre algas e fungos.
- B) Incorreta. O parasitismo é positivo apenas para a espécie parasita, que obtém energia roubando os nutrientes do hospedeiro.
- C) Incorreta. O inquilinismo é uma relação na qual uma espécie procura abrigo ou suporte no corpo de indivíduos de outra espécie sem prejudicá-la.
- D) Incorreta. O predatismo é a relação em que uma espécie se alimenta da outra, causando prejuízo à presa.
- E) Incorreta. No amensalismo, predatismo e competição, as espécies vivem lutando pela sobrevivência. Nessas relações, sempre há prejuízo para umas das espécies envolvidas.

### Questão 12 – Letra C

**Comentário:** O nicho de uma espécie compreende tudo o que a espécie faz dentro do ecossistema, ou seja, o que come, onde, como e a que momento do dia isso ocorre, como se inter-relaciona com as demais espécies do ambiente, quando e como se reproduz, etc. Se espécies diferentes têm o mesmo nicho, então terão os mesmos hábitos ou o mesmo modo de vida. Se estiverem em um mesmo *habitat*, haverá forte competição entre elas.

### Questão 13 – Letra B

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Correta. Essas espécies são endêmicas apenas de suas áreas de origem. Nas áreas de introdução, elas são consideradas espécies exóticas.
- B) Incorreta. As populações dessas espécies não são reguladas pela ação de predadores locais, pois esses só estão presentes na área original da espécie.
- C) Correta. As espécies invasoras são consideradas a segunda maior causa de extinção de espécies, uma vez que disputam recursos com as espécies nativas, mas não são afetadas pela ação de predadores.
- D) Correta. Elas representam uma séria ameaça à biodiversidade local por serem predadoras e competidoras eficientes. Suas populações crescem mais por não sofrerem com a ação da predação.
- E) Correta. A invasão se dá em função do estabelecimento de relações desarmônicas com outras espécies da comunidade. As espécies invasoras são capazes de predação, parasitar e competir com as espécies locais.

**Questão 14 – Letra C**

**Comentário:** Algumas espécies de plantas estão intimamente relacionadas, estabelecendo uma relação de mutualismo entre as partes. As plantas dependem dos insetos para realizar a polinização. Em troca, podem oferecer abrigo e alimentação. Essa relação está sendo muito afetada pelo uso de agrotóxicos, que afastam os insetos polinizadores, prejudicando a reprodução das plantas.

**Questão 15**

**Comentário:**

- A) Não se pode afirmar que A e B representam casos de associação. Uma associação é caracterizada pela coexistência de todos os organismos presentes na interação. Apenas na imagem B observamos essa situação. Em A, temos um caso de predação, em que o organismo menor deixa de existir.
- B) São exemplos de interações harmônicas: simbiose, protocooperação, mutualismo, inquilinismo e comensalismo.

**Seção Enem****Questão 01 – Letra C**

**Eixo cognitivo:** II

**Competência de área:** 4

**Habilidade:** 16

**Comentário:** Diferentes fases de desenvolvimento não competem pelos mesmos recursos, o que permite um maior número de espécies em um mesmo ambiente.

**Questão 02 – Letra B**

**Eixo cognitivo:** II

**Competência de área:** 4

**Habilidade:** 14

**Comentário:** A larva, ao se alimentar da lagarta, assume o 3º nível trófico (consumidor secundário), pois a dieta da lagarta é herbívora.

**Questão 03 – Letra C**

**Eixo cognitivo:** II

**Competência de área:** 4

**Habilidade:** 14

**Comentário:** A relação competitiva interespecífica é evidenciada entre a bactéria e o fungo e ocorre devido ao fator ambiental comum, o ferro (recurso nutricional).

**Questão 04 – Letra C**

**Eixo cognitivo:** III

**Competência de área:** 3

**Habilidade:** 10

**Comentário:** Por possuir nichos ecológicos semelhantes, é estabelecida a competição interespecífica; como as espécies invasoras se tornaram mais bem adaptadas, as espécies nativas foram levadas à extinção.

**Questão 05 – Letra B**

**Eixo cognitivo:** II

**Competência de área:** 8

**Habilidade:** 28

**Comentário:** Predando os machos, as fêmeas produzem mais ovos, garantindo a herança genética de ambos os genitores.

**Questão 06 – Letra D**

**Eixo cognitivo:** II

**Competência de área:** 4

**Habilidade:** 14

**Comentário:** A fêmea do gênero *Photuris* ataca e devora o macho do gênero *Photinus*. Temos, portanto, uma relação em que uma espécie mata um indivíduo de outra espécie para dele se alimentar. Esse tipo de relação caracteriza o predatismo.

**Questão 07 – Letra E**

**Eixo cognitivo:** I

**Competência de área:** 5

**Habilidade:** 17

**Comentário:** Espécies diferentes de aves que buscam alimento em uma mesma região podem se alimentar de diferentes tipos de alimento. Portanto, com as informações da questão, não podemos concluir se existe ou não competição entre essas aves.

**MÓDULO – C 05****Genética: Interação Gênica****Exercícios de Aprendizagem****Questão 01 – Letra B**

**Comentário:** Uma ave de crista noz precisa ter no genótipo pelo menos um gene R e pelo menos um gene E (R\_ E \_). No genótipo de uma ave de crista rosa, existe, pelo menos, um gene R e o gene E (R\_ ee) é ausente. Como na descendência do cruzamento proposto na questão nasceram aves com crista simples (rree), conclui-se que os genótipos das aves que foram cruzadas são RrEe (ave de crista noz da geração parental) e Rree (ave de crista rosa da geração parental).

**Questão 02 – Letra C**

**Comentário:** Para que o fenótipo seja vermelho, o genótipo precisa ter pelo menos um alelo A e pelo menos um alelo B (A\_B\_). Se, no genótipo, apenas um dos pares de alelos estiver em homozigose recessiva (aa ou bb), o fenótipo será amarelo (aaB\_ ou A\_bb). Caso nos dois pares de alelos os genes estejam em homozigose recessiva (aabb), o fenótipo será branco.

### Questão 03 – Letra D

**Comentário:** Nessa questão, temos uma situação de herança quantitativa, em que cada gene dominante presente no genótipo reduz em 5 segundos o tempo para o cavalo percorrer 1 000 metros. Assim, os possíveis genótipos e respectivos fenótipos para a referida característica são:

Genótipos	Fenótipos
aabb (ausência de genes dominantes no genótipo)	1 000 m/80 s
Aabb e aaBb (apenas um gene dominante no genótipo)	1 000 m/75 s
AABb, aaBB e AaBb (dois genes dominantes no genótipo)	1 000 m/70 s
AABb e AaBB (três genes dominantes no genótipo)	1 000 m/65 s
AABB (quatro genes dominantes no genótipo)	1 000 m/60 s

Conforme mostra a tabela anterior, o cavalo mais veloz tem o genótipo AABB.

Com base na análise do heredograma e nos dados fornecidos, conclui-se:

Como Alvo e Prata são filhos de Rebolo e Pérola, ambos possuem genótipo AaBb. Como Darkita tem o mesmo genótipo de Alvo, então o genótipo de Darkita também é AaBb. Trovão, Faísca e Prata têm o mesmo fenótipo, porém genótipos diferentes. Essa situação só é possível para os genótipos AABb, aaBB e AaBb. Já vimos que Prata tem genótipo AaBb; Trovão, filho de Nata (AABb) e Alvo (AaBb), teria o genótipo AABb, sobrando para Faísca o genótipo aaBB.

Entre as alternativas, a única que traz um cruzamento com possibilidade de ter na descendência o cavalo mais veloz (AABB) é a D.

### Questão 04 – Letra C

**Comentário:** Trata-se de uma questão de herança quantitativa envolvendo 3 pares de genes (6 poligenes). Cada gene dominante presente no genótipo acrescenta 250 g ao peso do fruto ( $3\ 000\text{ g} - 1\ 500\text{ g} = 1\ 500\text{ g}$ ;  $1\ 500\text{ g} / 6 = 250\text{ g}$ ). Do cruzamento de uma planta aabbcc x AABBCC, todos os descendentes terão o genótipo AaBbCc, ou seja, terão 3 genes dominantes. Como cada gene dominante acrescenta 250 g, em cada planta de F1 serão acrescido 750 g ( $3 \cdot 250 = 750$ ). Assim,  $1\ 500 + 750 = 2\ 250\text{ g}$ .

### Questão 05 – Letra E

**Comentário:** Nessa questão, temos um caso de epistasia recessiva. Assim, os possíveis genótipos e os respectivos fenótipos da característica em questão são:

C\_B\_ → cebola de bulbo vermelho (para ter bulbo vermelho, é preciso que o genótipo tenha pelo menos um gene C e pelo menos um gene B).

C\_bb → cebola de bulbo amarelo (para ter bulbo amarelo, é preciso que o genótipo tenha pelo menos um gene C e homozigose do gene b).

cc\_ \_ → cebola de bulbo incolor (para ter o bulbo incolor, é preciso ter no genótipo o par de alelos cc, que tem ação epistática sobre os genes B e b).

Na descendência do cruzamento de dois indivíduos heterozigotos para os dois pares de genes (CcBb x CcBb), a proporção esperada é de 9 vermelhos : 3 amarelos : 4 brancos, conforme mostra o genograma a seguir:

Gametas → ↓	CB	Cb	cB	cb
CB	CCBB (vermelho)	CCBb (vermelho)	CcBB (vermelho)	CcBb (vermelho)
Cb	CCBb (vermelho)	CCbb (amarelo)	CcBb (vermelho)	Ccbb (amarelo)
cB	CcBB (vermelho)	CcBb (vermelho)	ccBB (branco)	ccBb (branco)
cb	CcBb (vermelho)	Ccbb (amarelo)	ccBb (branco)	ccbb (branco)

## Exercícios Propostos

### Questão 01 – Letra D

**Comentário:** A herança poligênica é uma modalidade de interação entre genes não alelos, em que o fenótipo depende da quantidade de certos tipos de genes presentes no genótipo. Em uma característica de herança quantitativa, o número de fenótipos é igual ao número de poligenes + 1. Dessa forma, em determinado tipo de herança com efeito cumulativo de seis poligenes, a quantidade de classes fenotípicas encontradas é sete.

### Questão 02 – Letra B

**Comentário:** Na herança poligênica, há interação entre genes não alelos, e a determinação do fenótipo depende da quantidade de certos tipos de genes presentes no genótipo. Se soubermos o número de fenótipos distintos existentes num caso de herança quantitativa, o número de poligenes envolvidos será igual ao número de fenótipos - 1. Logo,  $7\text{ fenótipos} - 1 = 6\text{ poligenes}$ .

### Questão 03 – Letra A

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- Correta. O genótipo ccAA produz fenótipo albino. A ausência do alelo C inibe a expressão do alelo A.
- Incorreta. O genótipo ccAA produz fenótipo albino. A presença do genótipo recessivo (cc) inibe a expressão da cor.
- Incorreta. O genótipo CcAA produz o fenótipo marrom. A cor marrom é dominante sobre a cor preta.
- Incorreta. O genótipo ccA\_ produz fenótipo albino. A presença de cc inibe a produção de cor independentemente da combinação do alelo A.
- Incorreta. O genótipo CcAa produz fenótipo marrom. Os duplo-heterozigotos expressam as características dominantes.

**Questão 04 – Letra D**

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar o genograma que representa esse cruzamento.

Gametas → ↓	AP	Ap	aP	ap
AP	AAPP	AAPp	AaPP	AaPp
Ap	AAPp	AApp	AaPp	Aapp
aP	AaPP	AaPp	aaPP	aaPp
ap	AaPp	Aapp	aaPp	aapp

Considerando que a presença do alelo A permite a expressão da cor, e que o alelo P determina agutis e o alelo p pretos, podemos verificar a proporção de 9 agutis : 3 pretos : 4 albinos.

**Questão 05 – Letra A**

**Comentário:** Na herança quantitativa, a determinação do fenótipo se dá com a quantidade de certos tipos de genes no genótipo. Para a determinação da cor da pele no ser humano, quanto mais genes dominantes do indivíduo tiver, maior será a produção de melanina.

Para resolver essa questão, vamos analisar o genograma que representa esse cruzamento.

Mãe \ Pai	PN	Pn	pN	pn
PN	PPNN	PPNn	PpNN	PpNn
Pn	PPNn	PPnn	PpNn	Ppnn
pN	PpNN	PpNn	ppNN	ppNn
pn	PpNn	Ppnn	ppNn	ppnn

Os indivíduos brancos são os indivíduos duplo-recessivos, sendo assim, a chance de o casal ter um filho branco é de 1/16.

**Questão 06 – Letra A**

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos realizar o cruzamento entre o casal a fim de verificar quais são os possíveis genótipos que esse casal pode gerar.

Mulher \ Homem	st
ST	SsTt
St	Ss tt
sT	ssTt
st	ss tt

Cruzando os dados do genograma e a tabela da questão, podemos concluir que esse casal poderá vir a ter filhos mulatos médios, mulatos claros e brancos. Logo, a alternativa A é a correta.

**Questão 07 – Letra A**

**Comentário:** O cruzamento em questão pode ser representado da seguinte maneira:

Gametas → ↓	Re	re
rE	RrEe (crista noz)	rrEe (crista ervilha)
re	Rree (crista rosa)	rree (crista simples)

A probabilidade esperada na descendência é de 25% (1/4) de crista noz, 25% (1/4) de crista ervilha, 25% (1/4) de crista rosa e 25% (1/4) de crista simples. Como são 80 descendentes ao todo, espera-se que 20 tenham crista noz, 20, crista ervilha, 20, crista rosa e que 20 tenham crista simples.

**Questão 08 – Letra D**

**Comentário:** De um cruzamento entre indivíduos duplo-dominantes (discoides) com duplo-recessivos (alongados), obtém-se uma prole toda duplo-heterozigota. Nesse caso, determinam o fenótipo discoide. Do cruzamento entre os indivíduos da geração F1, obtém-se indivíduos com os seguintes genótipos:

Gametas → ↓	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AABb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

Analisando o genograma, podemos concluir que o cruzamento entre indivíduos duplo-heterozigóticos gera uma prole com todos os genótipos possíveis. Sendo assim, temos que: 9/16 dos organismos apresentam pelo menos um alelo dominante para cada gene e são discoides; 6/16 apresentam sempre um gene com característica recessiva e são esféricos; 1/16 é duplo-recessivo e é alongado. Assim, podemos concluir que os indivíduos esféricos podem apresentar quatro classes genotípicas (AAbb, Aabb, aaBB, aaBb).

**Questão 09 – Letra A**

**Comentário:** Na epistasia, um gene inibe a manifestação de outro gene. A cor do pelo dos ratos é definida pela interação do gene epistático recessivo A e do hipostático B. A presença do genótipo aa inibe a coloração. Pais com genótipo duplo-heterozigoto podem gerar filhotes com qualquer uma das combinações de alelos. Para serem pretos, os filhotes precisam apresentar um alelo dominante A e dois alelos b. Dessa forma, podem ser Aabb ou AAbb.

**Questão 10 – Letra E**

**Comentário:** Para resolver essa questão, precisamos primeiramente descobrir quais são os genótipos dos descendentes.

Gametas → ↓	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb

Com os genótipos definidos, vamos calcular o tamanho de cada um dos organismos. Para realizar o cálculo, basta somar os valores que cada alelo agrega à planta. Os alelos A e B acrescentam 0,30 cm às plantas e os alelos a e b, 0,15 cm.

AABB	1,2 cm
AABb	1,05 cm
AaBB	1,05 cm
AaBb	0,90 cm

Logo, a alternativa correta é a E.

## Questão 11 – Letra B

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das afirmativas.

- I. Incorreta. A prole de casal albino (tirosinase negativo) X albino (tirosinase positivo) apresenta indivíduos albinos e não albinos. Vamos construir o genograma do casal aaB\_ x A\_bb.

Gametas → ↓	Ab	_b
aB	AaBb	a_Bb
a_	Aab_	a_b_

Analisando o genograma, concluímos que a prole pode apresentar indivíduos albinos e não albinos.

- II. Correta. O esquema anterior demonstra um caso de interação gênica. Dois genes não alelos são responsáveis pela mesma característica. A interação entre os dois define o fenótipo que o organismo vai apresentar.
- III. Incorreta. Uma das formas de um indivíduo ser albino é ele sendo duplo-recessivo (aabb). Para ser albino, basta o indivíduo apresentar um dos pares de genes recessivos, logo, os indivíduos A\_bb e aaB\_ também são albinos.

Logo, a alternativa correta é a B.

## Questão 12 – Letra A

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Correta. O cruzamento entre cães KK a<sup>v</sup>a<sup>w</sup> X Kk a<sup>v</sup>a<sup>w</sup> somente resulta cães com cor do pelo preta, pois o alelo dominante K inibe a expressão dos diferentes alelos do gene A.
- B) Incorreta. Os cães apresentados no quadro são homocigotos recessivos para o gene K.
- C) Incorreta. O cruzamento entre cães kk prateados não pode acarretar cães dourados, pois o alelo a<sup>v</sup> não está presente no genótipo dos pais.
- D) Incorreta. A cor de pelo preta pode ser obtida em cães dominantes para o gene K, ou homocigotos recessivos para o gene A.
- E) Incorreta. O cruzamento entre di-híbridos Kka<sup>v</sup>a resulta em 3/16 animais pretos.

## Questão 13 – Letra A

**Comentário:** Essa questão mostra um caso de epistasia clássica, com os seguintes fenótipos e genótipos possíveis:

Genótipos	Fenótipos
E_B_	Preto
E_bb	Marrom (chocolate)
eeB_	Dourado
eebb	

Com um total de 36 animais vindos do cruzamento de EeBb x eebb (Duplo Heterocigoto com duplo homocigoto recessivo), teremos:

- A) Preto: EeBb. A probabilidade de ser Ee é 0,5; e de ser Bb também é 0,5. Assim,  $0,5 \times 0,5 = 0,25 / 25\%$  de 36 é 9.

- B) Chocolate: Eebb. A probabilidade de ser Ee é 0,5; e de ser bb também é 0,5. Assim,  $0,5 \times 0,5 = 0,25 / 25\%$  de 36 é 9.
- C) Dourado: eeBb ou eebb. A probabilidade de ser ee é 0,5; de ser Bb também é 0,5. Assim,  $0,5 \times 0,5 = 0,25 / 25\%$  de 36 é 9.

A probabilidade de ser ee é 0,5; e de ser bb também é 0,5. Assim,  $0,5 \times 0,5 = 0,25 / 25\%$  de 36 é 9. Como há duas possibilidades de genótipo dourado, temos  $9 + 9 = 18$ .

## Seção Enem

### Questão 01 – Letra A

**Eixo cognitivo:** III

**Competência de área:** 4

**Habilidade:** 15

**Comentário:** O gráfico mostra que, na característica hereditária em questão, existem onze fenótipos diferentes, ou seja, as plantas podem ter onze comprimentos diferentes. Aplicando a relação  $N$ . de poligenes =  $N$ . de fenótipos - 1, conclui-se que, na referida característica, estão envolvidos dez poligenes.

### Questão 02 – Letra C

**Eixo cognitivo:** III

**Competência de área:** 8

**Habilidade:** 29

**Comentário:** Como o homem tem 8 genes efetivos, o seu genótipo é AABBCcDd. Como a mulher não tem nenhum gene efetivo, o seu genótipo é aabbccdd. Assim, todos os gametas formados pelo homem serão do tipo ABCD e todos os gametas formados pela mulher serão abcd. A união (fecundação) de um gameta ABCD do homem com um gameta abcd da mulher origina descendente AaBbCcDd, ou seja, com 4 genes efetivos no genótipo e, portanto, com olhos verdes.

## MÓDULO – C 06

### Genética: Herança dos Grupos Sanguíneos

#### Exercícios de Aprendizagem

##### Questão 01 – Letra C

**Comentário:** Dr. Epaminondas, sendo do grupo sanguíneo A, possui aglutinogênio A em suas hemácias e aglutinina anti-B no plasma. Se o soro contendo aglutinina anti-B do Dr. Epaminondas provocou aglutinação nas hemácias de D. Josefa, então, na membrana das hemácias de D. Josefa, existe o aglutinogênio B.

Os grupos sanguíneos que possuem aglutinogênio B são o grupo B (que possui aglutinina anti-A) e o grupo AB (que não possui aglutininas). Se o soro de D. Josefa não foi capaz de provocar aglutinação nas hemácias do Dr. Epaminondas, então, no soro de D. Josefa não existe aglutinina anti-A. Assim, o fato de haver aglutinogênio B em suas hemácias e de não haver, no plasma, a aglutinina anti-A exclui a possibilidade de D. Josefa ter sangue do tipo B. Assim, seu sangue só pode ser do grupo AB.

**Questão 02 – Letra A**

**Comentário:** O acidentado em questão pertence ao grupo sanguíneo B. Os tipos de sangue disponíveis nas bolsas 1, 2 e 3 são, respectivamente, AB, O e B. Assim, o acidentado (sangue B) poderá receber sangue das bolsas 2 (sangue O) e 3 (sangue B).

**Questão 03 – Letra B**

**Comentário:** O filho do grupo AB recebeu de um de seus pais um gene  $I^A$  e, do outro, um gene  $I^B$ . Isso exclui o indivíduo do grupo O da suposta paternidade, uma vez que, no seu genótipo ( $i i$ ), não existem o gene  $I^A$  nem o gene  $I^B$ .

**Questão 04 – Letra B**

**Comentário:** Mães  $Rh^+$  não são capazes de produzir anticorpos anti-Rh. A produção só seria possível em casos de mães  $Rh^-$  e filho  $Rh^+$ .

**Questão 05 – Letra D**

**Comentário:** O indivíduo 5 tem sangue do tipo M e, portanto, seu genótipo é  $L^M L^M$ . Uma mulher do grupo N tem genótipo  $L^M L^N$ . Assim, o cruzamento envolvendo um homem do grupo M com uma mulher do grupo N só origina descendentes do grupo MN ( $L^M L^N$ ).

As incorreções das demais alternativas podem ser assim justificadas:

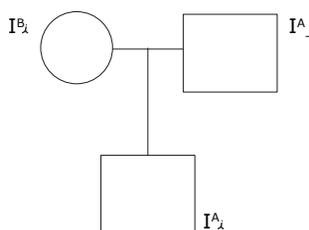
- A) No sistema sanguíneo MN, entre os alelos  $L^M$  e  $L^N$  há uma interação do tipo codominância.
- B) Os indivíduos em questão são homocigotos. Os genótipos dos indivíduos 5 e 4 são, respectivamente,  $L^M L^M$  e  $L^M L^N$ .
- C) O casal 3 . 4 só poderá ter filhos do grupo MN.
- E) Os filhos do casal 6 x 7 podem ser do grupo M e do grupo MN, mas não do grupo N.

**Exercícios Propostos****Questão 01 – Letra C**

**Comentário:** O casal apresenta genótipo  $I^A I^B \times I^A I^B$ . Fazendo as combinações possíveis entre os alelos do casal para essa característica, os filhos poderão ter os seguintes genótipos:  $I^A I^A$  (sangue A),  $I^A I^B$  (sangue AB) e  $I^B I^B$  (sangue B).

**Questão 02 – Letra A**

**Comentário:** Uma pessoa de tipo A pode ter o genótipo  $I^A I^A$  ou  $I^A i$ . Já a mulher de sangue tipo B pode ter o genótipo  $I^B I^B$  ou  $I^B i$ , mas, como se sabe que ela é mãe de um filho do sangue tipo A, obrigatoriamente, ela deverá ter o genótipo do tipo  $I^B i$ , pois doou o alelo  $i$  para o seu filho. Assim, o recém-nascido tem o genótipo do tipo  $I^A i$ . Para isso ser possível, o pai deve ter pelo menos um alelo  $I^A$ , ou seja, ele deve ser do sangue tipo A ( $I^A I^A$  ou  $I^A i$ ) ou tipo AB ( $I^A I^B$ ) conforme heredograma a seguir:

**Questão 03 – Letra D**

**Comentário:** A eritroblastose fetal é causada pela incompatibilidade sanguínea do fator Rh entre mãe e filho, o que pode acontecer quando uma mãe  $Rh^-$  gestante pela segunda vez um filho  $Rh^+$ , o que é possível quando o pai da criança também é  $Rh^+$ . Nesse caso, a mãe produz anticorpos contra antígenos presentes nos eritrócitos (hemácias ou glóbulos vermelhos) do feto. No entanto, para se evitar essa situação, as mães  $Rh^-$  com parceiros  $Rh^+$  podem receber uma injeção de anti-Rh após o nascimento do primeiro filho  $Rh^+$ , evitando que ela produza anticorpos contra o sangue positivo do feto. O acompanhamento médico e o pré-natal, portanto, são essenciais para profilaxia e tratamento dessa situação.

**Questão 04 – Letra B**

**Comentário:** Como Antônio (do grupo sanguíneo B) e Renata (do grupo sanguíneo A) já tiveram um filho do grupo sanguíneo O ( $i i$ ), então, os genótipos de Antônio e Renata são, respectivamente,  $I^B i$  e  $I^A i$ . Um casal  $I^A i \times I^B i$  poderá ter filhos  $I^A i$  (sangue A),  $I^A I^B$  (sangue AB),  $I^B i$  (sangue B) e  $i i$  (sangue O), sendo que a probabilidade de nascimento de filhos é de 25% para cada um desses genótipos.

**Questão 05 – Letra B**

**Comentário:** O indivíduo 7 tem sangue  $Rh^+$  e é heterocigoto ( $Rr$ ), pois é filho de mãe  $Rh^-$  ( $rr$ ) e de pai  $Rh^+$  ( $R_?$ ). Já o indivíduo 9 tem sangue  $Rh^-$  e genótipo  $rr$ . Assim, do cruzamento desses dois indivíduos, há probabilidade de 1/2 de se nascer uma criança, de qualquer sexo,  $Rh^-$  ( $rr$ ), segundo esquema a seguir:

		Mãe	
		R	r
Pai	r	Rr	Rr
	r	Rr	rr

A probabilidade de nascer um menino é de 1/2. Logo, a probabilidade de nascer um menino  $Rh^-$  é dada por  $1/2 \cdot 1/2 = 1/4$ .

**Questão 06 – Letra A**

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar todas as alternativas.

- A) Correta. Como o menino é do grupo sanguíneo AB e seu genótipo é  $I^A I^B$ , logo, seu pai não pode ser do grupo O ( $i i$ ), pois não teria algum dos alelos para doar ao filho.
- B) Incorreta. Uma mãe  $Rh^+$  positivo, de genótipo  $Rr$ , com um pai que apresente pelo menos um alelo  $r$ , pode gerar um filho  $Rh^-$  negativo.
- C) Incorreta. Uma mãe  $Rh^-$  negativo ( $rr$ ) pode gerar um filho também  $Rh^-$  negativo.
- D) Incorreta. O pai da criança não necessariamente deve ser do grupo AB, podendo também ser do grupo A ou do grupo B.
- E) Incorreta. A mãe da criança não necessariamente deve ser do grupo B, podendo também ser do grupo AB ou do grupo B.

### Questão 07 – Letra A

**Comentário:** Para resolver essa questão, é necessário inferir o genótipo do pai acidentado. De acordo com o enunciado da questão, essa família é composta por cinco pessoas, e somente um dos membros é capaz de doar. Sabemos que a esposa era A Rh<sup>-</sup>. Cada um dos três filhos é de um tipo sanguíneo diferente, logo, um deles é A, o outro, B e o terceiro, AB.

Quanto ao fator Rh, podemos concluir que o pai é Rh<sup>+</sup> (genótipo R<sub>1</sub>), pois gerou com uma mãe Rh<sup>-</sup> (genótipo rr) três filhos Rh<sup>+</sup>. Portanto, ele pode receber tanto sangue Rh<sup>+</sup> quanto Rh<sup>-</sup>. Assim o fator determinante para a doação de sangue será o tipo sanguíneo no sistema ABO.

Como só há um doador possível, o pai não pode ser do tipo O, pois não há doadores compatíveis, pessoas com genótipo  $\dot{\lambda}\dot{\lambda}$  só podem receber doação de  $\dot{\lambda}\dot{\lambda}$ . Ele não pode ser do tipo sanguíneo AB, pois esse tipo é receptor universal e poderia receber o sangue de qualquer um dos envolvidos. Também não pode ser A, pois, nesse caso, poderia receber sangue da esposa e de um dos filhos. Dessa forma, podemos concluir que o pai acidentado é do tipo B.

Logo, receberá doação de um de seus filhos, que possui aglutinogênio do tipo B e aglutinina anti-A.

### Questão 08 – Letra A

**Comentário:** Para a resolução dessa questão, o fator Rh dos indivíduos não é relevante, pois analisando-se apenas ele, todos os filhos podem ser biológicos do casal. No entanto, analisando o sistema ABO, Lucas não pode ser filho biológico de Fátima, pois ela é do tipo sanguíneo O (genótipo  $\dot{\lambda}\dot{\lambda}$ ) e ele é do tipo sanguíneo AB (I<sup>A</sup>I<sup>B</sup>). Assim, Lucas é filho biológico apenas de Sílvio, que teve uma parceira de tipo sanguíneo A, B ou AB. Paulo (sangue tipo A) e Mário (sangue tipo B) são filhos biológicos do casal e têm como genótipo, respectivamente, I<sup>A</sup> $\dot{\lambda}$  e I<sup>B</sup> $\dot{\lambda}$ .

### Questão 09 – Letra C

**Comentário:** Para evitar a ocorrência de eritroblastose fetal, uma alternativa atual é evitar a sensibilização da mãe Rh<sup>-</sup> quando em contato com o sangue Rh<sup>+</sup> do filho gestado. A forma de impedir a sensibilização é a aplicação intravenosa de soro imunológico contendo anticorpo anti-Rh. O soro é uma medida de imunização passiva que resulta na eliminação rápida dos antígenos sem que haja formação de memória imunológica. Dessa forma, a mãe poderá ter outra gestação sem que haja produção de anticorpos contra o tipo sanguíneo do filho.

### Questão 10 – Letra D

**Comentário:** Para a ocorrência de eritroblastose fetal, a mãe deve ser Rh<sup>-</sup> e gestar uma criança Rh<sup>+</sup>. Segundo cruzamento, a probabilidade de uma criança Rh<sup>+</sup> ser filha do casal é de 1/2. A probabilidade de um filho do sexo masculino é de 1/2. Logo:  $1/2 \times 1/2 = 1/4$ .

### Questão 11 – Letra E

**Comentário:** De acordo com o quadro, pode-se concluir que, para o sistema ABO, a mulher tem tipo sanguíneo AB, pois o sangue aglutinou tanto na presença de soro anti-A como no soro anti-B, o que indica que, nas hemácias dessa mulher, há aglutinogênio tanto do tipo A quanto do tipo B.

Assim, o genótipo dela certamente é I<sup>A</sup>I<sup>B</sup>. Já o homem tem tipo sanguíneo B no sistema ABO, já que o sangue coagulou apenas no soro anti-B, o que indica que, nas hemácias dele, há apenas aglutinogênio tipo B. Assim, o genótipo dele pode ser I<sup>B</sup>I<sup>B</sup> ou I<sup>B</sup> $\dot{\lambda}$ . Seguindo o mesmo raciocínio para o sistema MN, a mulher tem sangue tipo M (genótipo L<sup>M</sup>L<sup>M</sup>) e o homem sangue tipo MN (genótipo L<sup>M</sup>L<sup>N</sup>). Dessa maneira, um filho desse casal, para o sistema MN, pode apresentar apenas fenótipo do tipo M ou MN, mas não do tipo N. Já para o sistema ABO, considerando o pai com o fenótipo I<sup>B</sup>I<sup>B</sup>, não é possível gerar um filho com genótipo tipo A.

### Questão 12 – Letra E

**Comentário:** O sangue da pessoa testada aglutinou apenas no anticorpo anti-A o que indica que ela apresenta apenas aglutinogênio tipo A nas suas hemácias, e portanto, é do tipo sanguíneo A. O sangue da pessoa tem fator Rh negativo pois ele não aglutinou em presença de anticorpo anti-Rh, o que indica que não há fator Rh na hemácia dessa pessoa capaz de causar tal reação.

### Questão 13 – Letra D

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar todas as alternativas.

- A) Correta. Apenas dois dos grupos de primatas citados podem apresentar indivíduos doadores universais no sistema ABO, pois o doador universal é do tipo sanguíneo O (genótipo  $\dot{\lambda}\dot{\lambda}$ ), o que é possível acontecer apenas no grupo dos chimpanzés e dos humanos, uma vez que, nos outros grupos, houve perda do alelo  $\dot{\lambda}$ .
- B) Correta. Os orangotangos podem apresentar três grupos sanguíneos que são do tipo A (genótipo I<sup>A</sup>I<sup>A</sup>), tipo B (genótipo I<sup>B</sup>I<sup>B</sup>) e tipo AB (genótipo I<sup>A</sup>I<sup>B</sup>), pois, ao longo da evolução, eles perderam apenas o alelo  $\dot{\lambda}$ . Já os chimpanzés podem apresentar apenas dois tipos sanguíneos que é do tipo A (I<sup>A</sup>I<sup>A</sup> ou I<sup>A</sup> $\dot{\lambda}$ ) e tipo sanguíneo O ( $\dot{\lambda}\dot{\lambda}$ ).
- C) Correta. Apenas orangotangos e humanos podem apresentar indivíduos receptores universais no sistema ABO, que são indivíduos com sangue tipo AB (I<sup>A</sup>I<sup>B</sup>).
- D) Incorreta. Alguns gorilas que são do tipo sanguíneo B (I<sup>B</sup>I<sup>B</sup>) podem receber sangue de alguns orangotangos também do tipo sanguíneo B (I<sup>B</sup>I<sup>B</sup>), assim como de chimpanzés do grupo sanguíneo O ( $\dot{\lambda}\dot{\lambda}$ ).

## Seção Enem

### Questão 01 – Letra B

**Eixo cognitivo:** III

**Competência de área:** 8

**Habilidade:** 29

**Comentário:** A reação de aglutinação envolve o reconhecimento antígeno e anticorpo específico resultando em hemólise. O grupo sanguíneo A é caracterizado pela presença do antígeno A, que sofre aglutinação somente na presença do soro anti-A. Logo, apenas o lote II apresentou esse resultado.

**Questão 02 – Letra A****Eixo cognitivo:** I**Competência de área:** 5**Habilidade:** 17

**Comentário:** Analisando os resultados dos exames, conclui-se que o indivíduo do sexo masculino pertence ao grupo sanguíneo O, Rh negativo, e o do sexo feminino, ao grupo sanguíneo AB, Rh positivo. A condição para que um casal possa ter um filho com eritroblastose fetal é: a mulher ser Rh negativo, e o homem, Rh positivo. O casal em questão não apresenta essa condição. Assim, a probabilidade de esse casal ter uma criança com eritroblastose fetal é zero.

**Questão 03 – Letra D****Eixo cognitivo:** III**Competência de área:** 8**Habilidade:** 29

**Comentário:** Em 2, ambos os pais têm sangue do tipo A e, portanto, podem receber sangue A e O; em 4, ambos os pais têm sangue B e, portanto, podem receber sangue B e O; em 10, ambos os pais têm sangue AB e, portanto, podem receber A, B, AB e O, uma vez que o sangue AB é o receptor universal do sistema ABO.

**MÓDULO – C 07****Genética: Herança Ligada aos Cromossomos Sexuais****Exercícios de Aprendizagem****Questão 01 – Letra B**

**Comentário:** Como o heredograma não permite determinar com precisão o genótipo do indivíduo II-4 ( $X^H X^H$  ou  $X^H X^h$ ), não podemos afirmar com absoluta certeza que nessa família não há portadores do gene para a hemofilia.

**Questão 02 – Letra A**

**Comentário:** A afirmativa III está incorreta porque o termo genoma refere-se ao conjunto de genes de uma espécie, e não ao conjunto de cromossomos. O conjunto de 46 cromossomos refere-se ao cariótipo da espécie humana.

**Questão 03 – Letra C**

**Comentário:** O homem (XY) transmite seu cromossomo X apenas para as filhas, enquanto seu cromossomo Y é transmitido apenas para os filhos do sexo masculino. Assim, se um homem possui em seu cromossomo X um gene responsável por uma anomalia dominante, todas as suas filhas também terão esse gene.

**Questão 04 – Letra C**

**Comentário:** Na herança ligada ao sexo, o indivíduo do sexo masculino só possui um alelo para a característica, ou seja, ele é hemizigoto.

**Questão 05 – Letra C**

**Comentário:** Com os dados do enunciado não dá para saber se os gêmeos em questão são uni ou bivitelinos, mas com certeza eles receberam o gene d da mãe (Lúcia), que tem o genótipo  $X^D X^d$ . Lembre-se que o filho homem (XY) recebe o cromossomo X da mãe e o Y do pai. Assim, os gêmeos receberam da mãe (Lúcia) um cromossomo  $X^d$  e do pai (João), o cromossomo Y.

**Exercícios Propostos****Questão 01 – Letra C**

**Comentário:** As mulheres possuem dois cromossomos X, cada um deles é direcionado a um gameta produzido por elas. Assim, todos os gametas gerados por mulheres possuem um cromossomo X. Independentemente do sexo dos filhos, eles sempre receberão um cromossomo X da mãe. Se a mulher é heterozigota, ela produz dois tipos de gametas,  $X^A$  e  $X^a$  em quantidades iguais. Logo, metade de seus filhos de ambos os sexos receberá o gene recessivo.

**Questão 02 – Letra E**

**Comentário:** A hemofilia é uma doença recessiva ligada ao sexo, ou seja, o gene que provoca a mutação está localizado no cromossomo X. A hemofilia é mais comum em homens, pois, como eles apresentam somente um cromossomo X, a presença de apenas um alelo é suficiente para a manifestação da doença. Para serem afetadas, as mulheres precisam possuir dois alelos, um em cada cromossomo X.

**Questão 03 – Letra C**

**Comentário:** O daltonismo é uma alteração genética recessiva localizada no cromossomo X. Para resolver essa questão, vamos primeiramente definir o genótipo dos genitores. Se o homem apresenta visão com cores, ele deve ser  $X^D Y$ , já a mulher também é normal, mas seu pai é daltônico, logo deve apresentar genótipo  $X^D X^d$ . Realizando o cruzamento do casal, temos:

Mãe \ Pai	$X^D$	Y
$X^D$	$X^D X^D$	$X^D Y$
$X^d$	$X^D X^d$	$X^d Y$

Assim, podemos concluir que o casal tem chances, em proporções iguais, de gerar filhas normais, filhas portadoras, filhos normais e filhos daltônicos.

**Questão 04 – Letra A**

**Comentário:** O daltonismo é uma doença provocada por um gene presente no cromossomo X. Todas as células do corpo, ou seja, as células somáticas de um homem apresentam 44 cromossomos autossomos e 2 sexuais (X,Y). O que diferencia as células de cada região não é a presença de alelos, e sim a manifestação deles. Já as células gaméticas apresentam 22 cromossomos autossomos e 1 sexual, sendo metade delas com X e metade com Y. Dessa forma, podemos encontrar o gene do daltonismo em todas as células somáticas e na metade das células gaméticas.

### Questão 05 – Letra E

**Comentário:** O indivíduo III.2, irmão do Manoel, com certeza é daltônico ( $X^dY$ ), e sua esposa também é daltônica ( $X^dX^d$ ). Assim, a filha desse casal, que é a sobrinha do Manoel, também será daltônica.

### Questão 06 – Letra D

**Comentário:** Para calcular a chance da manifestação da hemofilia nos descendentes diretos de um cruzamento entre um homem hemofílico e uma mulher portadora, mas não hemofílica, precisamos primeiramente definir o genótipo do casal. A hemofilia é uma condição provocada por alelos presentes no cromossomo X. Dessa forma, se o homem é hemofílico, ele deve ser  $X^hY$  e a mulher é portadora do gene, mas não é afetada, logo é  $X^H X^h$ . Definidos os genótipos, podemos realizar o cruzamento a seguir:

Mãe \ Pai	$X^H$	$Y$
$X^H$	$X^H X^H$	$X^H Y$
$X^h$	$X^H X^h$	$X^h Y$

Assim, o casal terá metade dos descendentes afetados, independentemente do sexo. 50% das filhas seriam afetadas e 50% seriam portadoras. 50% dos filhos seriam afetados e 50% seriam normais.

### Questão 07 – Letra C

**Comentário:** Para resolver essa questão, precisamos primeiramente definir o genótipo dos genitores. Se a doença é ligada ao sexo, os genes responsáveis estão no cromossomo X. Se nenhum dos genitores possui a doença, pode-se afirmar que o homem é  $X^A Y$  e a mulher é  $X^A X^a$ . Para que exista a possibilidade de virem a ter filhos afetados, a mulher deve ser heterozigota. Então, antes de calcular a possibilidade da prole, precisamos saber a probabilidade de a mulher ser afetada. Realizando o cruzamento que a deu origem, temos:

Mãe \ Pai	$X^A$	$Y$
$X^A$	$X^A X^A$	$X^A Y$
$X^a$	$X^A X^a$	$X^a Y$

A mulher tem  $1/2$  de chance de ser portadora.

Realizando o cruzamento entre a mulher portadora e o pai normal,

Mãe \ Pai	$X^A$	$Y$
$X^A$	$X^A X^A$	$X^A Y$
$X^a$	$X^A X^a$	$X^a Y$

temos que a chance de o casal ter um descendente afetado é de  $1/2 \times 1/4 = 1/8 = 12,5\%$ .

### Questão 08 – Letra A

**Comentário:** A afirmativa IV está incorreta, pois Cristina ( $X^m X^m$ ) não pode ser mãe de José ( $X^m Y$ ). Lembre-se de que o cromossomo X que o homem tem é proveniente da mãe. Assim, José recebeu de sua mãe um cromossomo X contendo o gene m ( $X^m$ ).

### Questão 09 – Letra A

**Comentário:** O ser humano apresenta um cariótipo com 46 cromossomos autossomos e 2 cromossomos sexuais. Apesar de se parearem na meiose, os cromossomos sexuais não são totalmente homólogos. A parte específica do cromossomo X é maior do que a Y e, para haver um equilíbrio na expressão gênica, nas mulheres, apenas 1 cromossomo X é ativado. Essa ativação ocorre de maneira aleatória, logo, em mulheres heterozigotas, pode haver expressão de genes diferentes em cada uma das células somáticas. Isso justifica o fato de as mulheres apresentarem células com a mutação no cromossomo X inativo e outras com a mutação no X ativo, que ocorrem em proporções variáveis. Dessa forma, o quadro clínico das mulheres heterozigóticas quanto à mutação é, em geral, mais benigno e mais variável do que o dos homens que possuem a mesma mutação.

### Questão 10 – Letra A

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Correta. II.3 é obrigatoriamente heterozigota. Ela é portadora do gene que causa a anomalia. Pode-se concluir isso, pois os filhos herdam o cromossomo X da mãe. Se ela não é afetada, mas teve um filho afetado, ela obrigatoriamente é portadora.
- B) Incorreta. III.3 pode ser heterozigota ou homozigota dominante. Não é possível determinar o seu genótipo.
- C) Incorreta. II.4 é obrigatoriamente heterozigota, pois seu pai é afetado e lhe doou um gene recessivo.
- D) Incorreta. II.2 x II.3 podem ter filhos normais, 50% dos filhos homens serão normais e todas as mulheres também serão normais.
- E) Incorreta. II.4 x II.5 podem ter filhos homens afetados, pois a mulher é portadora, logo, 50% dos seus gametas carregaram o gene recessivo.

### Questão 11 – Letra B

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. Em heranças relacionadas com o cromossomo X, os homens são ditos hemizigotos, pois só apresentam 1 cromossomo X no seu cariótipo.
- B) Correta. Apenas com as informações fornecidas não é possível identificar o genótipo exato dos indivíduos I-1 e III-3. Elas podem apresentar tanto o genótipo homozigoto dominante quanto heterozigoto.
- C) Incorreta. Caso o casal II-1 e o II-2 tenha mais um filho e este seja do sexo masculino, a criança tem chances de 50% de ser hemofílica.
- D) Incorreta. A probabilidade de o indivíduo II-3 ter uma filha com hemofilia, ao se casar com uma mulher com fenótipo normal, é nula, pois, para ser hemofílica, ela precisa herdar um cromossomo X com o alelo recessivo do pai e outro da mãe, e o pai não apresenta esse alelo.
- E) Incorreta. Trata-se de uma herança recessiva ligada ao cromossomo X. O indivíduo III-1 é afetado, e mulheres não apresentam cromossomo Y.

**Questão 12**

**Comentário:** Os possíveis fenótipos para olho vermelho são  $X^B X^B$ ,  $X^B X^b$  e  $X^B Y$  e, para olhos brancos, são  $X^b X^b$  e  $X^b Y$ . No cruzamento em questão, o macho é necessariamente  $X^B Y$ , pois tem os olhos vermelhos.

Já a fêmea de olhos vermelhos pode ser homocigota dominante ou heterocigota considerando apenas os possíveis fenótipos, mas, como na prole houve a ocorrência de olhos brancos, essa fêmea precisa necessariamente ser heterocigota  $X^B X^b$ . Os descendentes de olhos brancos são machos de genótipo  $X^b Y$  conforme cruzamento a seguir:

	♀	$X^B$	$X^b$
♂		$X^B X^B$	$X^B X^b$
		$X^B Y$	$X^b Y$

No outro cruzamento, uma fêmea de olhos brancos  $X^b X^b$  foi fecundada por um macho de olhos vermelhos  $X^B Y$ , gerando 50% de descendentes fêmeas  $X^B X^b$  e 50% de machos  $X^b Y$  na geração F1.

	♀	$X^B$	$X^b$
♂		$X^B X^b$	$X^b X^b$
		$X^B Y$	$X^b Y$

**Seção Enem****Questão 01 – Letra D**

**Eixo cognitivo:** I

**Competência de área:** 4

**Habilidade:** 13

**Comentário:** Conforme a hipótese de Lyon, na mulher, há a total condensação de um dos cromossomos sexuais X como efeito de compensação de dose extra. Tal condensação ocorre de maneira aleatória durante a embriogênese. Sendo as irmãs heterocigóticas, em uma, predominaram descondensados os cromossomos com o gene mutante e, na outra, predominaram descondensados os cromossomos com alelos não mutantes, justificando a diferença de manifestação entre elas.

**Questão 02 – Letra B**

**Eixo cognitivo:** I

**Competência de área:** 4

**Habilidade:** 13

**Comentário:** A hemofilia é uma doença genética que compromete a produção de fatores de coagulação. Assim, indivíduos hemofílicos não são capazes de polimerizar a rede de fibrina necessária ao processo de coagulação do sangue. A plaqueta artificial feita com o polímero forma uma espécie de rede que gruda nas lesões dos vasos e substitui a função da fibrina na coagulação.

**Questão 03 – Letra D**

**Eixo cognitivo:** I

**Competência de área:** 4

**Habilidade:** 13

**Comentário:** A análise do heredograma revela que todo homem afetado gera filhas afetadas, e todo filho afetado tem mãe afetada.

**Questão 04 – Letra E**

**Eixo cognitivo:** I

**Competência de área:** 5

**Habilidade:** 17

**Comentário:** O daltonismo é uma característica recessiva ligada ao sexo (ao cromossomo sexual X) e, como tal, manifesta-se no sexo masculino com apenas uma cópia do gene ( $X^d Y$ ), enquanto, nas mulheres, a sua manifestação ocorre quando há duas cópias do referido gene ( $X^d X^d$ ). Isso explica a maior frequência do daltonismo no sexo masculino.

**MÓDULO – C 08****Genética: Linkage****Exercícios de Aprendizagem****Questão 01 – Letra D**

**Comentário:** Não havendo *crossing-over*, serão formados apenas os gametas parentais: 50% de gametas AB e 50% de gametas ab. Caso haja *crossing-over*, a taxa de recombinação será de 25% (a distância entre os genes é de 25 cM), ou seja, serão formados 25% de gametas recombinantes e 75% de gametas parentais. Os gametas recombinantes serão Ab (12,5%) e aB (12,5%) e os parentais serão AB (37,5%) e ab (37,5%).

**Questão 02 – Letra D**

**Comentário:** Não havendo *crossing-over*, um indivíduo de genótipo AB/ab formará apenas gametas parentais de dois tipos: 50% de gametas AB e 50% de gametas ab.

**Questão 03 – Letra B**

**Comentário:** Como ocorreu permutação em 80% das células, houve a formação de 40% de gametas recombinantes (Ab e aB, sendo 20% de cada).

**Questão 04 – Letra B**

**Comentário:** O indivíduo heterocigoto da geração parental (AaBb) produziu quatro tipos de gametas (AB, Ab, aB e ab) em proporções diferentes: 10% de gametas AB, 10% de gametas ab, 40% de gametas Ab e 40% de gametas aB. Os gametas produzidos em maiores proporções são os gametas parentais, enquanto aqueles produzidos em menores proporções são os recombinantes. Assim, 10% de gametas AB + 10% de gametas ab = 20% de gametas recombinantes.

As incorreções das demais alternativas podem ser assim justificadas:

- A) Os indivíduos heterozigotos da geração parental realmente são do tipo "trans" (Ab/aB), mas a taxa de *crossing-over* foi de 40%.
- C) Em situação de *linkage*, não há a classificação de "cis" e "trans" para indivíduos homozigotos para os dois pares de genes (aabb).
- D) O indivíduo homozigoto da geração parental (aabb) produz apenas um tipo de gameta. Todos os seus gametas serão ab.
- E) O indivíduo heterozigoto da geração parental é do tipo "trans" (Ab/aB).

### Questão 05 – Letra D

**Comentário:** Como a distância entre os genes é de 40 U.R., haverá a formação de 40% de gametas recombinantes e 60% de gametas parentais. A fêmea do cruzamento em questão é heterozigota "cis" e, portanto, forma 30% de gametas AB, 30% de gametas ab, 20% de gametas Ab e 20% de gametas aB. O macho do cruzamento em questão é duplo-homozigoto e, portanto, forma 100% de gametas ab. Para se obter desse cruzamento descendente ab/ab, é preciso que um gameta ab da fêmea seja fecundado por um gameta ab do macho. Assim, temos: gameta ab da fêmea (30%) x gameta ab do macho (100%) = descendente ab/ab (30%).

## Exercícios Propostos

### Questão 01 – Letra B

**Comentário:** A figura 1 mostra dois pares de genes alelos (Aa e Ll), localizados em diferentes pares de cromossomos homólogos. Temos, portanto, uma situação de segregação independente. Os diferentes tipos de gametas formados pelo indivíduo 1 serão: AL, Al, aL e al. Na figura 2, os dois pares de alelos estão em *linkage*, ou seja, localizam-se em um mesmo par de cromossomos homólogos. Considerando a não ocorrência de *crossing-over*, a partir das células do indivíduo 2, serão formados apenas dois tipos de gametas: BH e bh.

### Questão 02 – Letra B

**Comentário:** A frequência de *crossing-over* entre os genes em situação de *linkage* depende da distância que os separa no cromossomo. A taxa de recombinação depende diretamente da frequência de permutação ou *crossing-over*. Pode-se dizer, então, que a taxa de recombinação entre dois genes é diretamente proporcional à distância entre eles no cromossomo. Dessa forma, se conhecermos a taxa de recombinação, podemos determinar a distância entre eles. Logo, no exemplo da questão, temos x e y mais próximos e z afastado dos dois, porém mais perto de y.

### Questão 03 – Letra C

**Comentário:** Do cruzamento AABB x aabb, obtém-se uma prole F1 com 100% de indivíduos AaBb. Esses indivíduos sem *crossing-over* formam 50% de gametas AB e 50% de gametas ab. Porém, na questão, foi informado a presença de 10% de gametas Ab. Isso significa que o indivíduo formou 40% de gametas AB, 40% de gametas ab, 10% de gametas Ab e 10% de gametas aB.

Ou seja, 80% de gametas parentais e 20% de gametas recombinantes. Se a taxa de recombinação é de 20%, podemos afirmar que os genes estão a 20 unidades de mapa de distância.

### Questão 04 – Letra A

**Comentário:** Genes que se encontram muito próximos em um mesmo cromossomo podem ser considerados em ligação, pois serão sempre segregados em conjunto durante a formação dos gametas. Quanto maior a distância entre os genes em um mesmo cromossomo, maior a possibilidade de que os mesmos sejam separados pela recombinação.

### Questão 05 – Letra A

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- I. Correta. Os genes considerados estão localizados em um mesmo cromossomo. A formação de gametas com proporções irregulares comprova a ligação.
- II. Incorreta. O heterozigoto utilizado no cruzamento era Ab/aB. Os gametas parentais são os que aparecem em maior proporção. Logo, os genes em questão estão em posição *trans*.
- III. Incorreta. A distância entre os genes em questão é de seis unidades de recombinação. A distância entre os genes é igual à taxa de recombinação.

Logo, a alternativa correta é a A.

### Questão 06 – Letra B

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. Os genes estão em cromossomos homólogos e ocorre permuta entre eles em uma taxa de 16%.
- B) Correta. Os genes pertencem a cromossomos homólogos e estão ligados com ocorrência de permuta entre eles. Pode-se comprovar a permuta pela formação de quatro tipos de gametas em proporções diferentes.
- C) Incorreta. Os genes estão em cromossomos homólogos, ligados em posição *cis*, formando gametas parentais e recombinantes.
- D) Incorreta. Os genes estão localizados em cromossomos homólogos, formando gametas parentais e recombinantes.
- E) Incorreta. Os genes estão localizados em cromossomos diferentes e apresentam ligação gênica; se tivessem segregação independente, a proporção dos gametas formados seria igual.

### Questão 07 – Letra E

**Comentário:** A taxa de recombinação indica a proporção de gametas recombinantes, nesse caso, temos uma taxa de 28%. O genótipo do organismo em questão é AaBb em posição *trans*, o que significa que os gametas parentais são Ab e aB, cada um deles produzidos na taxa de 36%. Dessa forma, temos 14% de gametas AB e 14% de gametas ab.

### Questão 08 – Letra A

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos determinar os genótipos dos indivíduos envolvidos para então poder determinar os gametas envolvidos.

O indivíduo albino de pelos encrespados é duplo-recessivo, logo eaaa. Indivíduos duplo-homozigotos produzem apenas um tipo de gameta, nesse caso, todos os gametas eram ea.

O indivíduo di-híbrido é duplo-heterozigoto, logo EeAa. Indivíduos duplo-heterozigotos podem produzir até 4 tipos de gametas, nesse caso, EA, ea, eA, Ea.

O posicionamento dos alelos é definido pelos gametas parentais, que são os gametas de maior frequência. Nesse caso, os indivíduos mais frequentes eram com pelos encrespados e albinos (eaaa) e com pelos normais e selvagens (EeAa). Logo, os gametas mais comuns no di-híbrido eram EA e ea, na posição *cis*, como indica a imagem da alternativa A.

### Questão 09 – Letra D

**Comentário:** Em casos de genes localizados no mesmo cromossomo, a proporção de gametas formados é irregular, e sabe-se que os gametas parentais são os gametas de maior proporção. No exemplo em questão, temos uma taxa de recombinação de 30%, ou seja, cada um dos gametas recombinantes aparece numa proporção de 15% e os parentais numa proporção de 35%. O texto informa que, no indivíduo heterozigoto, os alelos estão em posição *cis* (AB/ab), portanto são parentais os gametas AB/ab e ab/ab que se apresentam com proporção de 35% e recombinantes os gametas Ab/ab e aB/ab. Logo, a alternativa D é a correta.

### Questão 10 – Letra D

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos determinar o genótipo do casal e a frequência de seus possíveis gametas. O indivíduo duplo-recessivo é aabb, e 100% de seus gametas são ab. O indivíduo duplo-heterozigoto é AaBb, e é capaz de gerar quatro tipos de gametas. Foi informado que a posição desses genes é *cis* e a distância entre A e B é de 22UR, logo, a taxa de permutação desses genes é de 22%. A partir dessas informações, podemos chegar à frequência de gametas, que será: 11% de gametas Ab, 39% de gametas AB, 39% de gametas ab e 11% de gametas aB. Os descendentes Aabb são frutos da fecundação do gameta ab do duplo-recessivo com o Ab do duplo-heterozigoto. Sabendo que a prole é composta de 300 indivíduos e a frequência de Ab é de 11%, nessa prole, teremos 33 indivíduos com o genótipo Aabb.

### Questão 11 – Letra C

**Comentário:** Para o cruzamento entre moscas duplo-heterozigotas, VE/ve, com duplo recessivas, ve/ve, temos o seguinte, pois, conforme o enunciado, os alelos apresentam ligação gênica:

Gametas →	VE	Ve
↓		
ve	VvEe	vvee

Logo, VvEe são indivíduos selvagens que correspondem a 50% da prole, ou seja, 2 400, e os indivíduos vvee são vestigiais e escuros que também correspondem a 50% da prole.

### Questão 12 – Letra E

**Comentário:** As taxas de permutação são diretamente proporcionais à distância que os genes se encontram no cromossomo. Analisando a reta, podemos observar que o gene A está a 20UR de distância de B, e o gene C está a 5UR de distância de B. Logo, a taxa de permutação de X é de 20% e de Y de 5%.

### Questão 13

**Comentário:**

- A) O indivíduo I-1 é daltônico e deficiente na produção da enzima G6PD, logo é duplo-recessivo apresentando o genótipo  $X^{d,g} Y$ ; já o indivíduo I-2 apresenta visão normal para cores e é normal na produção da enzima G6PD, então é duplo-homozigota dominante, apresentando o genótipo  $X^{D,G} X^{D,G}$ .
- B) O indivíduo II-1 é filha do casal  $X^{d,g} Y \times X^{D,G} X^{D,G}$ , só podendo apresentar o genótipo  $X^{D,G} X^{d,g}$ ; já o indivíduo II-2 apresenta visão normal para cores e é normal na produção da enzima G6PD, então é duplo-homozigoto dominante, apresentando o genótipo  $X^{D,G} Y$ .
- C) Os filhos podem ser: III-1 =  $X^{D,G} Y$  (normal para as duas características); III-2 =  $X^{d,g} Y$  (daltônico e deficiente da enzima G6PD); III-3 =  $X^{D,g} Y$  (visão normal para as cores e deficiente da enzima G6PD); III-4 =  $X^{d,G} Y$  (daltônico e sintetiza a enzima G6PD).
- D) Ocorrência de *crossing-over* durante a gametogênese materna, entre os cromossomos homólogos X, formando quatro tipos de gametas: gametas parentais ( $X^{D,G}$  e  $X^{d,g}$ ) e gametas recombinantes ( $X^{D,g}$  e  $X^{d,G}$ ).

## Seção Enem

### Questão 01 – Letra C

**Eixo cognitivo:** I

**Competência de área:** 5

**Habilidade:** 17

**Comentário:** O fenômeno que ocorre na prófase I da meiose e que promove a recombinação de genes é o *crossing-over* (permutação). Quando diferentes genes se encontram em *linkage*, esse fenômeno permite a formação de gametas recombinantes.

### Questão 02 – Letra A

**Eixo cognitivo:** II

**Competência de área:** 8

**Habilidade:** 14

**Comentário:** De acordo com o genótipo mostrado na figura, os gametas AB e ab são gametas parentais. Assim, havendo recombinação, os gametas recombinantes serão Ab e aB. A taxa de gametas recombinantes é a metade da taxa de células que realizaram o *crossing-over*. Como durante a meiose ocorreu *crossing-over* em 20% das células, formaram-se 10% de gametas recombinantes: 5% de Ab e 5% de aB.



Rua Diorita, 43 - Prado

Belo Horizonte - MG

Tel.: (31) 3029-4949

[www.bernoulli.com.br/sistema](http://www.bernoulli.com.br/sistema)