

BIO E X P L I C A



VOLUME 2

HEREDITARIEDADE E DIVERSIDADE DA VIDA



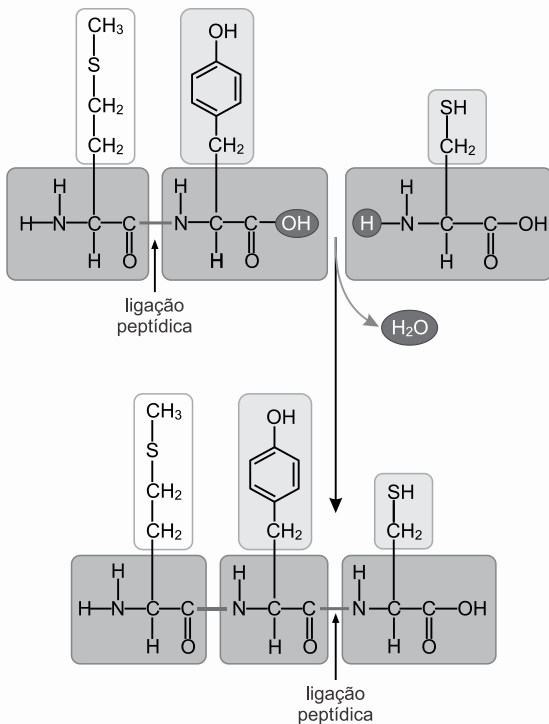
www.BIOEXPLICA.COM.BR

 KennedyRamosbio  @bioexplica  bioexplica



Conceitos Genéticos

01. Nas células ocorrem reações químicas para a síntese de moléculas orgânicas necessárias à própria célula e ao organismo. A figura mostra a reação química de formação de uma estrutura molecular maior a partir da união de três outras moléculas menores.



Esta reação química ocorre no interior da célula durante a

- formação dos nucleotídeos.
- tradução do RNA mensageiro.
- formação dos triglicerídeos.
- transcrição do DNA.
- síntese dos polissacarídeos.

02. A complexa organização social das formigas pode ser explicada pelas relações de parentesco genético entre os indivíduos da colônia. É geneticamente mais vantajoso para as operárias

cuidarem das suas irmãs que terem seus próprios filhos e filhas.

No formigueiro, uma única fêmea, a rainha, que é diploide, põe ovos que, quando fertilizados, se desenvolvem em operárias também diploides. Os ovos não fertilizados dão origem aos machos da colônia. Esses machos, chamados de bitus, irão fertilizar novas rainhas para a formação de novos formigueiros. Como esses machos são haploides, transmitem integralmente para suas filhas seu material genético. As rainhas transmitem para suas filhas e filhos apenas metade de seu material genético.

Suponha um formigueiro onde todos os indivíduos são filhos de uma mesma rainha e de um mesmo bitu. Sobre as relações de parentesco genético entre os indivíduos da colônia, pode-se inferir que

- as operárias compartilham com os seus irmãos, os bitus, em média, 50% de alelos em comum, o mesmo que compartilhariam com seus filhos machos ou fêmeas, caso tivessem filhos.
- as operárias são geneticamente idênticas entre si, mas não seriam geneticamente idênticas aos filhos e filhas que poderiam ter.
- as operárias compartilham entre si, em média, 75% de alelos em comum; caso tivessem filhos, transmitiriam a eles apenas 50% de seus alelos.
- os bitus são geneticamente idênticos entre si, mas não são geneticamente idênticos aos seus filhos e filhas.
- a rainha tem maior parentesco genético com as operárias que com os seus filhos bitus.

03. Os vários tipos de diabetes são hereditários, embora o distúrbio possa aparecer em crianças cujos pais são normais. Em algumas dessas formas, os

sintomas podem ser evitados por meio de injeções diárias de insulina. A administração de insulina aos diabéticos evitará que eles tenham filhos com este distúrbio?

- Não, pois o genótipo dos filhos não é alterado pela insulina.
- Não, pois tanto o genótipo como o fenótipo dos filhos são alterados pela insulina.
- Sim, pois a insulina é incorporada nas células e terá ação nos filhos.
- Sim, pois a insulina é incorporada no sangue fazendo com que os filhos não apresentem o distúrbio.
- Depende do tipo de diabetes, pois nesses casos o genótipo pode ser alterado evitando a manifestação da doença nos filhos.

04. Na evolução biológica, muito dos seus princípios são comprovados pela genética. Vários são os processos que atuam na evolução. Dentre eles, o único que fornece material genético novo a um determinado conjunto gênico preexistente é a:

- mutação gênica.
- recombinação gênica.
- seleção natural.
- reprodução assexuada.
- reprodução sexuada.

05. Algumas doenças genéticas podem ser autossômicas, sexuais ou mitocondriais. Pedro e Maria são irmãos e receberam uma doença apenas de sua mãe e ao estudarem a característica perceberam que é passado apenas por origem materna, logo a herança

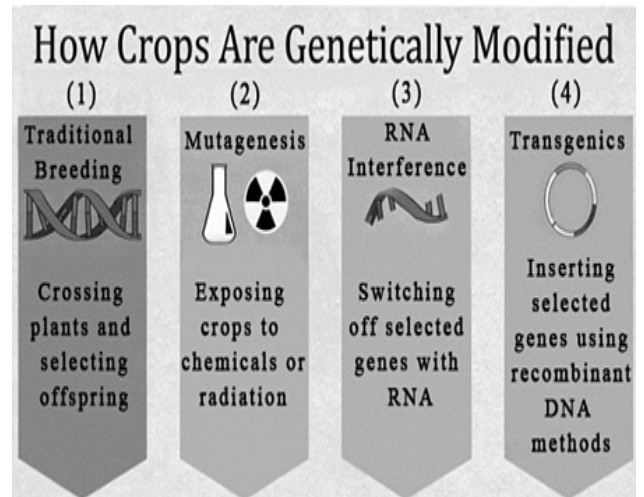
- está no cromossomo X.
- está no cromossomo Y.
- está num autossomo.
- está no cromossomo X ou no Y.

e) está em DNA mitocondrial.



Pré-Mendelismo e Mendelismo

06.



(Adaptado de <http://randomrationality.com/tag/biotech/>. Acessado em 16/07/2014.)

Qual das técnicas descritas no infográfico acima foi utilizada por Gregor Mendel (1822-1884) em seus experimentos?

- (1).
- (2)
- (2) e (3).
- (3).
- (4).

07. Quando Mendel cruzou plantas de ervilha apresentando vagens de coloração verde com plantas de vagens de coloração amarelas, obteve na primeira geração (F_1) todos os descendentes de coloração amarela. Na segunda geração (F_2) obteve 428 amarelas e 152 verdes. Dentre várias conclusões, Mendel chegou que

- a expressão do alelo recessivo do gene desaparece apenas em F_1 .
- as plantas com vagens verdes ou amarelas da geração parental devem ser híbridas.

- c) o alelo dominante do gene se expressa em cor verde.
- d) o caráter é controlado por vários fatores.
- e) os indivíduos que apresentam vagens de coloração verde em F₂ são híbridos.

08. Os experimentos de Mendel mudaram o pensamento de hereditariedade. De acordo com a primeira lei de Mendel, um indivíduo heterozigoto ou híbrido para um caráter regulado por dominância completa provavelmente produzirá a seguinte porcentagem de gametas:

- a) 100% com alelo recessivo.
- b) 100% com alelo dominante.
- c) 50% com alelo recessivo e 50% com alelo dominante.
- d) 75% com alelo dominante e 25% com alelo recessivo.
- e) 75% com alelo recessivo e 25% com alelo dominante.

09. "Cada caráter é condicionado por um par de fatores que se separam na formação dos gametas". Mendel ao enunciar essa lei já admitia, embora sem conhecer, a existência das seguintes estruturas e processo de divisão celular, respectivamente:

- a) cromossomos, mitose.
- b) núcleos, meiose.
- c) núcleos, mitose.
- d) genes, mitose.
- e) genes, meiose.



Variações ao Mendelismo

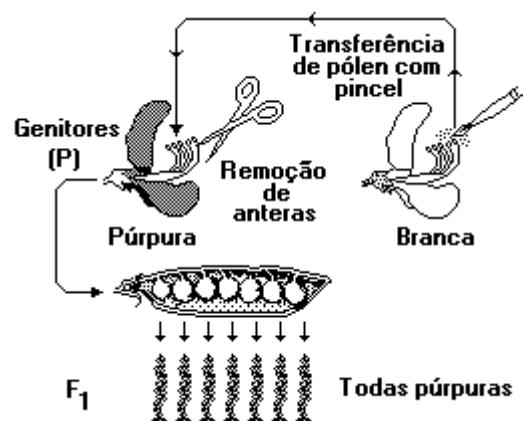
10. Mendel cruzou duas variedades de '*Mirabilis jalapa*', uma com flores vermelhas e outra com flores brancas. Na geração F₁ todas as flores eram rosas. Indique qual será o resultado do cruzamento da variedade de flores rosas (F₂).

- a) 25% brancas : 25% vermelhas : 50% rosas
- b) 25% brancas : 50% vermelhas : 25% rosas
- c) 100% rosas
- d) 50% vermelhas : 50% rosas
- e) 50% brancas : 25% vermelhas : 25% rosas

11. A coloração das flores de ervilha é determinada por herança autossômica.

A figura a seguir representa um dos cruzamentos realizados por Mendel entre plantas de ervilhas com flores púrpuras e plantas com flores brancas.

Se Mendel utilizasse como genitor masculino as plantas de flores púrpuras e como feminino, as plantas de flores brancas, os descendentes obtidos em F₁ apresentariam



- a) 100% de flores brancas.
- b) 100% de flores púrpuras.
- c) 75% de flores púrpuras e 25% de flores brancas.

- d) 50% de flores púrpuras e 50% de flores brancas.
- e) 100% de flores de coloração rósea.

12. Valéria gostava muito de flores. Observando seu jardim, notou a existência de plantas de uma mesma espécie que possuíam indivíduos com flores brancas, rosas e vermelhas. Curiosa para saber como se dava a transmissão desse caráter, Valéria promoveu uma autofecundação nas plantas de cor rosa e, para sua surpresa, obteve plantas que davam flores brancas, vermelhas e rosas, estas últimas em quantidade duas vezes maior que as plantas de flor branca e vermelha, obtendo plantas que só davam flores de cor rosa.

Valéria concluiu que:

- a) trata-se de dominância da cor rosa sobre as demais.
- b) trata-se de um caso de dominância intermediária entre os genes alelos que determinam o padrão de cor.
- c) as plantas de flor rosa eram recessivas.
- d) as plantas de flor vermelha eram dominantes e as de cor branca recessivas.
- e) trata-se de um caso de gene letal, pois o cruzamento de plantas de flores brancas e vermelhas só originou flores rosas.



Grupos Sanguíneos

13. Uma mulher Rh⁻ casou-se e teve um filho. Numa segunda gestação a criança apresentou um quadro de eritroblastose fetal. Com estes dados, indique qual a opção que apresenta o fenótipo para o fator Rh da mãe, do pai e da criança, respectivamente.

- a) Mãe Rh negativo, Pai Rh positivo e Criança Rh positivo.
- b) Mãe Rh positivo, Pai Rh positivo e Criança Rh negativo.
- c) Mãe Rh positiva, Pai Rh negativo e Criança Rh negativa.
- d) Mãe Rh positivo, Pai Rh negativo e Criança Rh positivo.
- e) Mãe Rh negativo, Pai Rh positivo e Criança Rh negativo.

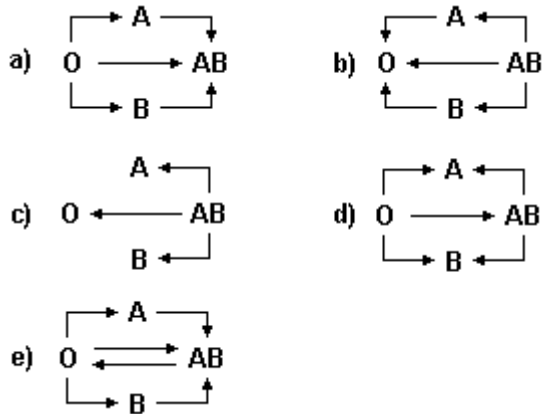
14. Um determinado banco de sangue possui 4 litros de sangue tipo AB, 7 litros de sangue tipo A, 1 litro de sangue tipo B e 9 litros de sangue tipo O, todos Rh⁺. Se houver necessidade de transfusões sanguíneas para um indivíduo com sangue tipo AB, Rh⁺, estarão disponíveis para ele, do total acima mencionado:

- a) 4 litros.
- b) 8 litros.
- c) 12 litros.
- d) 13 litros.
- e) 21 litros.

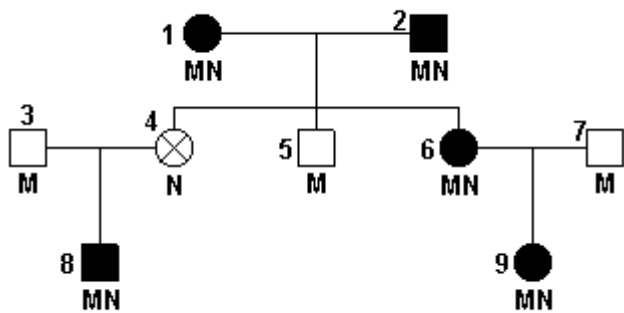
15. Quanto ao surgimento da eritroblastose fetal, ou doença hemolítica do recém-nascido, podemos afirmar que ela ocorre quando o pai e a mãe respectivamente apresentam:

- a) Rh positivo e Rh negativo.
- b) Rh negativo e Rh positivo.
- c) Rh positivo e Rh positivo.
- d) Rh negativo e Rh negativo.
- e) Rh positivo e Rh neutro.

16. Assinale a alternativa que esquematiza as transfusões que podem ser feitas entre indivíduos com diferentes grupos sanguíneos do sistema ABO (as setas indicam o sentido das transfusões).



17. A observação do esquema a seguir, que representa a genealogia de uma família em relação aos grupos sanguíneos MN, pode-se inferir que:



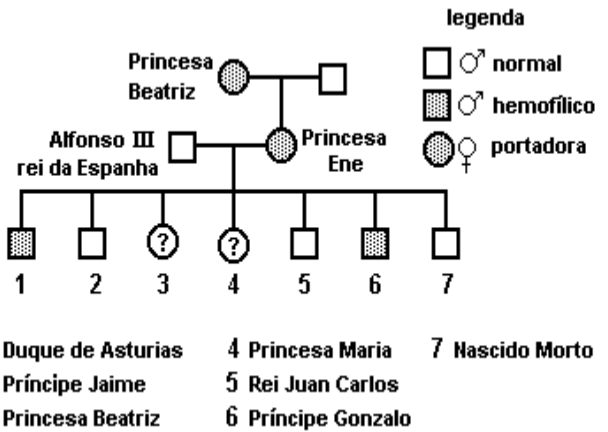
- a) sangue MN é característica determinada por gene dominante.
- b) os indivíduos 4 e 5 são heterozigotos.
- c) o casal 3 e 4 poderá ter filhos dos três tipos de grupos sanguíneos.
- d) se o indivíduo 5 casar-se com uma mulher de sangue N, todos os filhos serão heterozigotos.
- e) um próximo filho do casal 6 e 7 poderá ser do grupo N.



Genética do Sexo

18. Acredita-se que a rainha Vitória da Inglaterra tenha sido a introdutora do gene para hemofilia - ligado ao X - na família real inglesa. A hemofilia é uma

doença que prejudica a coagulação do sangue. A princesa Beatriz, filha de Vitória, introduziu o gene na família real espanhola. Observe a árvore genealógica:



A probabilidade da princesa Maria passar o gene para a hemofília é de:

- a) 100%
- b) 75%
- c) 50%
- d) 25%
- e) 0%

19. Um homem hemofílico casa-se com uma mulher normal e homozigota para este caráter. A probabilidade deste casal vir a ter uma filha hemofílica é igual a:

- a) zero
- b) 50%
- c) 25%
- d) 12,5%
- e) 100%

20. O raquitismo resistente à vitamina D é uma doença determinada por um gene dominante de herança ligada ao sexo. Na

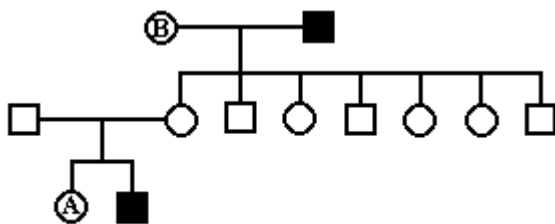
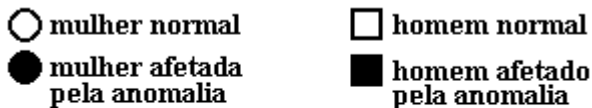


prole de um homem afetado casado com uma mulher normal, espera-se que

- tanto os filhos quanto as filhas possam ser normais ou afetados.
- tanto os filhos quanto as filhas sejam sempre afetados.
- tanto os filhos quanto as filhas sejam sempre normais.
- apenas as filhas sejam afetadas.
- apenas os filhos sejam afetados.

21. A distrofia muscular de Duchenne é devida a um gene recessivo, ligado ao cromossomo X. O heredograma a seguir refere-se a uma família com esta anomalia.

A probabilidade de A ser portador da anomalia, sabendo-se que a mulher B é homocigota é de



- $\frac{1}{8}$
- $\frac{3}{8}$
- $\frac{1}{2}$
- $\frac{1}{4}$
- $\frac{3}{4}$



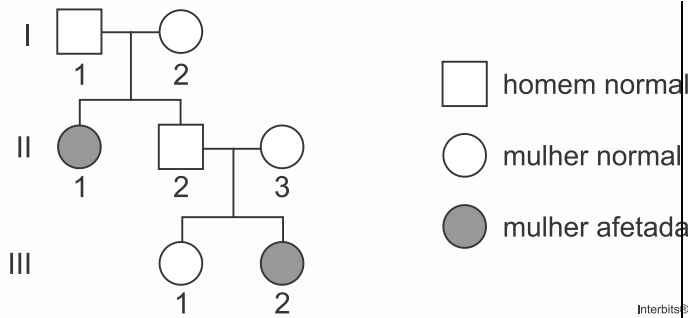
Probabilidade e Heredogramas

22. As doenças ligadas à genética são muitas e variadas, e algumas dessas patologias aparentam não ter muita importância, uma vez que não são quantitativamente significantes, como é o caso da polidactilia. Há uma variação muito grande em sua expressão, desde a presença de um dedo extra, completamente desenvolvido, até a de uma simples saliência carnosa. Distinguem-se dois tipos de polidactilia: a pós-axial, do lado cubital da mão ou do lado peroneal do pé, e a pré-axial, do lado radial da mão ou tibial do pé.

No que concerne à polidactilia, pode-se inferir que

- se trata de uma hereditariedade autossômica dominante, onde somente um sexo é afetado.
- se trata de uma hereditariedade autossômica dominante, que se manifesta em heterocigóticos e afeta tanto indivíduos do sexo masculino quanto do sexo feminino.
- os indivíduos do sexo feminino a transmitem em maior proporção do que os indivíduos do sexo masculino.
- os filhos normais de um indivíduo com polidactilia terão, por sua vez, todos os seus filhos saudáveis.
- se trata de uma hereditariedade sexual dominante, onde somente um sexo é afetado.

23. No heredograma abaixo, as pessoas indicadas por II1 e III2 são afetadas por uma dada característica:



Após a análise do heredograma, pode-se inferir que a herança é

- recessiva e ligada ao sexo, e a probabilidade de o casal indicado por II2 e II3 ter uma criança do sexo masculino com a característica é de $1/2$.
- dominante e ligada ao sexo, e a probabilidade de o casal indicado por II2 e II3 ter uma criança do sexo masculino com a característica é de $1/2$.
- autossômica dominante e, supondo que a mulher indicada por II1 se case com um homem afetado pela característica, a probabilidade de esse casal ter filhos com a característica é de $3/4$.
- autossômica recessiva, e a probabilidade de a mulher indicada por III1 ser heterozigótica é de $2/3$.
- recessiva e ligada ao sexo, e a probabilidade de o casal indicado por II2 e II3 ter uma criança do sexo masculino com a característica é de $1/3$.

24. Uma doença, de base genética, é responsável por uma má formação em patas de uma determinada espécie X, sendo o alelo recessivo "a" responsável pela doença. Uma fêmea normal Aa foi cruzada com um macho normal Aa. Qual é a probabilidade de, em 3 nascimentos, 2 serem doentes e 1 normal?

- $9/64$.
- $27/64$.
- $5/64$.

- $1/64$.
- $4/64$.

25. De acordo com a pesquisadora Rosana Nogueira Pires da Cunha (2000), não existe uma única causa para a miopia. Nesse sentido, a etiologia dessa doença pode ser genética ou ambiental, sendo, segundo a autora, três fatores importantes para o seu desenvolvimento: relação entre o esforço visual para perto e uma fraca acomodação; predisposição hereditária e relação entre a pressão intraocular e debilidade escleral. Quanto à predisposição hereditária, a miopia autossômica recessiva é característica de comunidades com alta frequência de consanguinidade, estando também relacionada a alguns casos esporádicos. Em três gerações de uma amostra da população chinesa analisada, pesquisadores estabeleceram que o desenvolvimento da miopia segue um modelo poligênico e multifatorial, no qual a influência genética permanece constante, enquanto a influência ambiental mostra-se aumentada nas três últimas gerações.

No caso de miopia autossômica recessiva, a probabilidade de nascer uma criança míope de um casal normal, heterozigoto para essa forma de predisposição hereditária para a miopia é de

- 0,25.
- 0,75.
- 0,45.
- 0,50.
- 0,78.

26. Em uma espécie de inseto, o tamanho e a formação das asas são determinados geneticamente. O gene que "determina o

tamanho das asas” (longas, curtas ou intermediárias) possui dois alelos sem relação de dominância entre si. O gene que determina o desenvolvimento das asas também possui dois alelos; o dominante determina o aparecimento das asas, o recessivo a ausência destas. Vários casais de insetos, duplo heterozigoto, são cruzados e obtém-se um total de 2048 descendentes.

Assinale a alternativa que indica, deste total, o número esperado de insetos com asas intermediárias.

- a) 128 insetos
- b) 384 insetos
- c) 768 insetos
- d) 512 insetos
- e) 1024 insetos



Transplantes e Autoimunidade

27. Para tratar um paciente com leucemia que contraiu AIDS, os médicos fizeram transplantes sucessivos de células-tronco retiradas da medula óssea de um doador imune ao HIV. Esse doador produz células de defesa sem os receptores para a infecção viral. Após o tratamento, o paciente continuou apresentando o câncer, mas não a AIDS.

Nesse caso, a cura mencionada foi atribuída à

- a) recuperação das defesas do organismo pelo transplante.
- b) impossibilidade de penetração dos vírus nos novos linfócitos T.
- c) ausência de receptores de membrana em células-tronco indiferenciadas.
- d) ocupação dos sítios de proliferação do HIV pelas partículas cancerosas.

e) reposição dos leucócitos mortos na infecção pela proliferação do câncer.

28. Leia o texto a seguir.

No Brasil, atualmente, existe a Rede BrasilCor, que congrega bancos públicos de cordão umbilical e placentário em todo país, sendo um aliado importante na luta contra as doenças hematológicas como a leucemia.

Para o tratamento dessa doença, é necessário o transplante de medula óssea. O material biológico armazenado nesses bancos pode ser utilizado para esse tratamento, pois é rico em

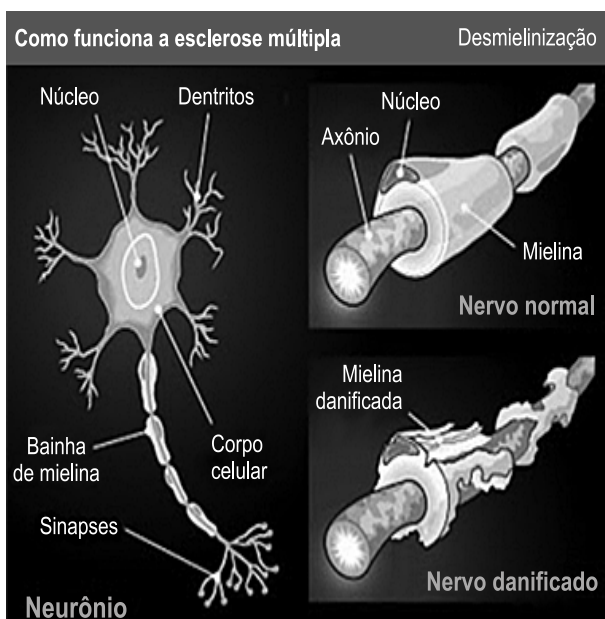
- a) glóbulos brancos.
- b) células-tronco.
- c) glóbulos vermelhos.
- d) plaquetas.
- e) macrófagos.

29. Pessoas que sofrem de leucemia e que recebem os tratamentos convencionais sem alcançar os resultados esperados necessitam de transplante de medula. O procedimento consiste em retirar parte do tecido de um doador compatível e introduzi-lo num receptor. Esse tecido do doador geralmente é retirado da medula

- a) raquidiana.
- b) espinhal.
- c) cerebral.
- d) óssea dos ossos curtos.
- e) óssea dos ossos do quadril.

30. Algumas doenças neurodegenerativas podem ser resultado da degradação progressiva da bainha de mielina dos neurônios pela ação do próprio sistema de defesa. Um exemplo é a adrenoleucodistrofia (ou ALD), uma

doença hereditária na qual os portadores apresentam um acúmulo de grandes quantidades de um determinado tipo de gordura nos neurônios, o que estimula o ataque por leucócitos do próprio organismo. Outro exemplo de doença desmielinizante é a esclerose múltipla (figura a seguir) que apresenta características semelhantes à ALD, mas possui causas distintas. Embora os estudos já realizados não permitam uma conclusão definitiva, acredita-se que a esclerose múltipla tenha um componente genético, mas que a expressão da doença seja desencadeada pela ação de determinados micro-organismos.



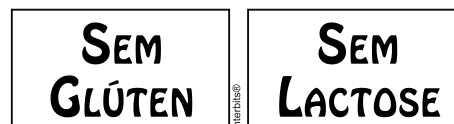
Fonte: <http://patologiadeorgaosistemas.blogspot.com/2010/09/esclerose-multipla.html>

A partir do texto lido e dos seus conhecimentos sobre tecido nervoso e doenças relacionadas, pode-se inferir que

a) os neurônios, embora mais conhecidos, são as únicas células encontradas no tecido nervoso. Encontramos também células que exercem outras funções, como nutrição, sustentação e proteção dos neurônios.

- b) os danos à bainha de mielina dificultam a transmissão dos impulsos nervosos pelos neurônios, o que pode resultar, por exemplo, em problemas motores, de raciocínio e sensoriais.
- c) hemácias ou glóbulos brancos, são as principais células do sistema de defesa do organismo. Por isso, as doenças citadas no texto podem ser caracterizadas como autoimunes.
- d) ambas as doenças desmielinizantes citadas no texto possuem como causa a presença de um gene alterado herdado dos pais, não apresentando nenhuma influência do ambiente.
- e) os hepatócitos fazem parte da bainha e mielina, no sistema nervoso periférico.

31. Os avisos “Sem Glúten” ou “Sem Lactose”, que constam na embalagem de alguns alimentos, são importantes para as pessoas que apresentam intolerância à ingestão desses componentes alimentares, reduzindo os riscos de doenças.



A doença celíaca, por exemplo, é um distúrbio autoimune que ocorre em pessoas que são intolerantes ao glúten e não podem consumir essa proteína, que é encontrada no trigo e em outros grãos.

Essa doença altera a absorção de nutrientes, pois achata e danifica as vilosidades do intestino delgado. Ela difere da alergia alimentar, já que esta tem o alimento como invasor e reage contra ele acionando o sistema imunológico, que passa a produzir

anticorpos, processo que não ocorre quando há intolerância alimentar.

Com base no texto, pode-se inferir que a doença celíaca

- a) consiste em uma intolerância alimentar crônica e permanente à lactose.
- b) provoca desnutrição, pois impede a digestão de carboidratos e de proteínas.
- c) é adquirida pelos hábitos alimentares, quando se introduzem carboidratos na alimentação da criança.
- d) exige que o portador dessa doença confira a embalagem antes de consumir pães, bolos, bolachas e macarrão.
- e) provoca uma reação do tipo antígeno-anticorpo, quando o portador dessa doença consome o alimento ao qual apresenta intolerância.



Mutações

32. [...] nas células produtoras de melanina, a radiação ultravioleta do sol forma os chamados dímeros (compostos químicos de duas unidades) de pirimidina. Os dímeros podem alterar o funcionamento do DNA no momento da multiplicação celular. Por sorte, existe um controle de qualidade rigoroso, que desfaz parte dos dímeros.

Os dímeros formados nos melanócitos em consequência da radiação UV são compostos por:

- a) Adenina e Citosina
- b) Adenina e Uracila
- c) Guanina e Timina
- d) Citosina e Timina
- e) Guanina e Uracila

33. Considere, hipoteticamente, dois indivíduos humanos, conforme dados a seguir.

Pessoa A

Condição: câncer de pele - detectado na paciente aos 52 anos de idade.

A paciente desconhece casos de câncer de pele em familiares próximos. Relata que quando mais jovem não se protegia da exposição solar e que atualmente submeteu-se a sessões de bronzeamento artificial em câmaras de raios ultravioleta.

Pessoa B

Condição: cegueira desde o nascimento.

No primeiro mês de gestação, foi detectado que a mãe apresentou infecção pelo protozoário *Toxoplasma gondii*, causador da toxoplasmose.

Acerca dos casos apresentados pelas pessoas A e B, tem-se o seguinte:

- a) o caso apresentado em A é congênito, já que não pode afetar diversos indivíduos próximos na mesma família.
- b) o caso apresentado em B é hereditário, já que pode afetar diversos indivíduos aparentados por apresentarem alelos múltiplos.
- c) as condições em A e B são similares em nível genético, visto que a cegueira e o câncer de pele são anomalias congênitas.
- d) em B, a cegueira que se manifestou desde o nascimento caracteriza-se como congênita devido à toxoplasmose no primeiro mês de gestação.
- e) em A, o câncer de pele é hereditário, resultado de mutações no DNA e RNA

das células da pele, visto que ocorreu em células de linhagem germinativa.

34. Recentemente foi noticiado que cientistas conseguiram “silenciar” cromossomo extra responsável pela síndrome de Down. A inserção de um gene pode “calar” a cópia extra do cromossomo 21, que causa a síndrome de Down, segundo um estudo publicado na revista *Nature*. O método pode ajudar pesquisadores a identificar os caminhos celulares por trás dos sintomas como deficiência cognitiva e desenvolver tratamentos direcionados. A pesquisa foi feita com células-tronco em laboratório. “A correção genética de centenas de genes em todo um cromossomo extra se manteve fora do reino da possibilidade [até agora]. Nossa esperança é que para as pessoas que vivem com a síndrome de Down, esta primeira prova abra várias novas possibilidades excitantes para estudar a síndrome, e traga para a consideração a terapia cromossômica”, diz Jeanne Lawrence, uma bióloga celular da Escola de Medicina da Universidade de Massachusetts, nos EUA, principal autora do estudo.

Acerca das informações acima e dos conhecimentos relacionados ao tema, pode-se inferir que

- quando há um aumento ou diminuição de um par de cromossomos, denominamos aneuploidia, podendo ser autossômica, como a Síndrome de Down, ou sexual, como a Síndrome de Patau.
- crianças portadoras da Síndrome de Down têm 47 cromossomos, pois têm três cromossomos 21, ao invés de dois. Esta cópia extra de cromossomo

expressará no organismo algumas características físicas específicas. Porém, o problema de saúde e de aprendizado provocado por essa trissomia varia de acordo com a genética familiar da criança e fatores ambientais, dentre outros.

- o fator cromossômico causador da Síndrome de Down e a não-disjunção mitótica, podendo ocorrer tanto na primeira quanto na segunda divisão. Quando acontece na primeira divisão, todos os gametas apresentam alteração numérica. Porém, quando ocorre na segunda divisão, teremos metade dos gametas normais e a outra metade com alteração numérica.
- processo semelhante ao utilizado pelos cientistas para inativar o cromossomo 21 extra ocorre naturalmente com um dos cromossomos X da mulher. O cromossomo X inativado é sempre o que apresenta genes que determinam doenças genéticas, mecanismo este chamado de compensação de dose.
- quando há um aumento ou diminuição de um par de cromossomos, denominamos translocação, podendo ser autossômica, como a Síndrome de Down, ou sexual, como a Síndrome de Patau.

35. Cientistas conseguiram, pela primeira vez, “silenciar” a molécula de DNA excedente, que caracteriza a Síndrome de Down. Num experimento com amostras de células, os pesquisadores inativaram uma das três cópias do cromossomo 21, que caracteriza a anomalia, tornando as células tratadas similares às de pessoas típicas, com apenas duas cópias.

Além da trissomia do cromossomo 21, a Síndrome de Down também pode ocorrer por:

- a) duplicação.
- b) inversão.
- c) deleção.
- d) translocação.
- e) isocromossomo.



Genética Evolutiva

36. A Anemia Falciforme é uma doença hereditária, que, diante de certas condições, altera a forma dos glóbulos vermelhos os quais se tornam parecidos com uma foice. A doença originou-se na África e foi trazida às Américas pela imigração forçada de escravos. No Brasil, distribui-se heterogeneamente, sendo mais frequente onde a proporção de antepassados negros é maior. Além de estar presente na África e na América, é hoje encontrada em toda Europa e em grandes regiões da Ásia. No Brasil, a doença é predominante entre negros e pardos, também ocorrendo entre os brancos. No sudeste do Brasil, a equivalência média de heterozigoto (portadores) é de 2%, valor que sobe cerca de 6 a 10% entre negros. Estima-se o nascimento de 700–1.000 novos casos anuais de Doença Falciforme, sendo um problema de saúde pública no Brasil.

Com relação à genética da anemia falciforme na população do Brasil, podemos afirmar que

- a) a emigração é o único fator evolutivo que pode alterar o equilíbrio gênico.
- b) a mutação sempre mantém constante o equilíbrio gênico, sem anemia falciforme.

- c) casais heterozigotos nunca poderiam ter uma prole homozigota recessiva.
- d) a imigração não representa um fator evolutivo e mantém o equilíbrio gênico.
- e) a migração, mutação e seleção natural afetam o equilíbrio gênico.

37. Em 1908, G.H. Hardy, um matemático britânico e um médico alemão, W.Weinberg, independentemente desenvolveram um conceito matemático relativamente simples, hoje denominado de princípio de Hardy-Weinberg, para descrever um tipo de equilíbrio genético (BURNS; BOTTINO, 1991).

O princípio citado é fundamento da genética de

- a) redução alélica.
- b) determinantes heterozigóticos.
- c) populações.
- d) determinantes homozigóticos.
- e) seleção natural.

38. A análise genética dos bisões europeus (*Bison bonasus*) revelou uma diversidade genética muito baixa em suas populações, que foi atribuída a uma drástica redução de tamanho populacional, chegando muito próxima à extinção da espécie, no início de século XX. A força evolutiva que melhor explica a redução da diversidade genética nesta espécie é:

- a) seleção natural.
- b) migração.
- c) deriva genética.
- d) mutação.
- e) seleção sexual.



Genética Molecular

39. A transferência de genes que poderiam melhorar o desempenho esportivo de atletas saudáveis foi denominada *doping* genético. Uma vez inserido no genoma do atleta, o gene se expressaria gerando um produto endógeno capaz de melhorar o desempenho atlético.

Um risco associado ao uso dessa biotecnologia é o(a)

- a) obtenção de baixo condicionamento físico.
- b) estímulo ao uso de anabolizantes pelos atletas.
- c) falta de controle sobre a expressão fenotípica do atleta.
- d) aparecimento de lesões decorrentes da prática esportiva habitual.
- e) limitação das adaptações fisiológicas decorrentes do treinamento físico.

40. Pela manipulação genética, machos do *Aedes aegypti*, mosquito vetor da dengue, criados em laboratório, receberam um gene modificado que produz uma proteína que mata a prole de seu cruzamento.

Com o emprego dessa técnica, o número de casos de dengue na população humana deverá diminuir, pois

- a) os machos modificados não conseguirão fecundar as fêmeas.
- b) os machos modificados não obterão sucesso reprodutivo.
- c) os machos modificados possuem genes que impedem a infecção dos mosquitos.

- d) a inserção de novos mosquitos aumentará a quantidade de mosquitos imunes ao vírus.
- e) o número de machos modificados crescerá com as gerações.

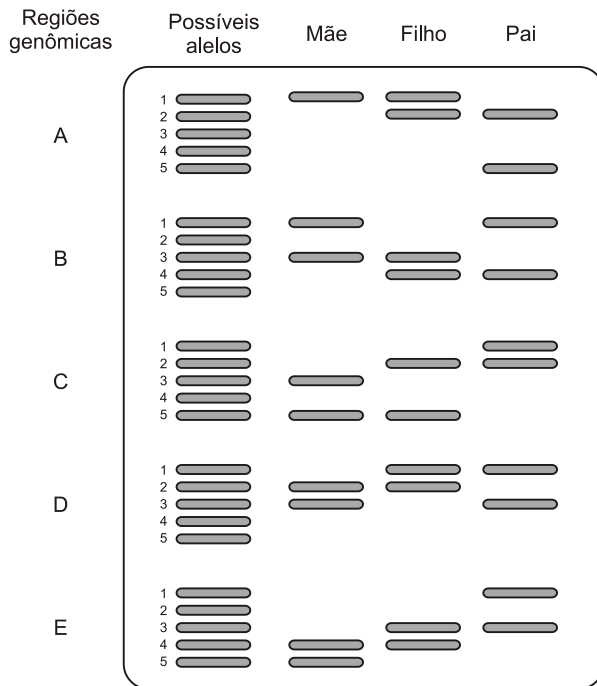
41. Um estudo modificou geneticamente a *Escherichia coli*, visando permitir que essa bactéria seja capaz de produzir etanol pela metabolização do alginato, açúcar presente em grande quantidade nas algas marrons. A experiência mostrou que a bactéria transgênica tem capacidade de obter um rendimento elevado na produção de etanol, o que pode ser aplicado em escala industrial.

O benefício dessa nova tecnologia, em comparação às fontes atuais de produção de etanol, baseia-se no fato de que esse modelo experimental

- a) aumentará a extensão de área continental cultivada.
- b) aumentará a captação de CO₂ atmosférico.
- c) facilitará o transporte do etanol no final da etapa produtiva.
- d) reduzirá o consumo de água doce durante a produção de matéria-prima.
- e) reduzirá a contaminação dos mares por metais pesados.

42. Na investigação de paternidade por análise de DNA, avalia-se o perfil genético da mãe, do suposto pai e do filho pela análise de regiões do genoma das pessoas envolvidas. Cada indivíduo apresenta um par de alelos, iguais ou diferentes, isto é, são homozigotos ou heterozigotos, para cada região genômica. O esquema representa uma eletroforese com cinco regiões genômicas (classificadas de A a E), cada uma com

cinco alelos (1 a 5), analisadas em urna investigação de paternidade:



Quais alelos, na sequência das regiões apresentadas, filho recebeu, obrigatoriamente, do pai?

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



GABARITOS

Resposta da questão 01:

[B]

Durante a tradução ribossômica do RNA mensageiro, os aminoácidos são desencadeados e ligados por meio de ligações covalentes amídicas conhecidas como ligações peptídicas.

Resposta da questão 02:

[C]

As operárias, fêmeas diploides, compartilham entre si 50% do material genético herdado de seus pais, os bitus, e de 0 a 50% do material genético de sua mãe, a rainha. Dessa forma, elas compartilham, em média, 75% de seus alelos. Se tivessem filhos, as operárias transmitiriam à prole 50% de seus alelos.

Resposta da questão 03:

[A]

O material genético dos indivíduos não vai ser afetado ao tomar um hormônio. No futuro quem saiba algumas substância possam alterar, mas se descobrirem alguma substância nova que faça isso, deverá estar explicitando no texto base.

Resposta da questão 04:

[A]

A mutação é fonte primária de variabilidade genética e é a única que pode fornecer um conjunto gênico novo. A recombinação apenas mistura esse conjunto gênico já criado pela mutação.

Resposta da questão 05:

[C]

A heranças sexuais geralmente dão dicas em questões quando é passado só pela mãe para os filhos ou pelo pai para as filhas. A herança mitocondrial vem de origem materna.

Resposta da questão 06:

[A]

O monge agostiniano Gregor Mendel realizou cruzamentos seletivos entre

variedades de plantas de ervilha (*Pisum sativo*) e observou como o caráter, por exemplo, a cor das sementes, se manifestava nos descendentes.

Resposta da questão 07:

[A]

Mendel ao cruzar na geração parental amarelas e verdes puras (homozigotas) obteve 100% amarelas na geração F1, todas híbridas heterozigotas, onde a expressão do alelo recessivo desaparece.

Resposta da questão 08:

[C]

Um indivíduo híbrido (Aa) vai gerar 50% de gametas dominantes e 50% recessivos.

Resposta da questão 09:

[E]

Quando o Mendel usava o termo fatores se separam na formação dos gametas na verdade estava falando de genes que se separam na meiose I.

Resposta da questão 10:

[A]

Ao cruzar um flor rosa com outra rosa (Aa) teremos 25% brancas : 25% vermelhas : 50% rosas

Resposta da questão 11:

[B]

As flores púrpuras dominam flores brancas, logo ao usar cruzar parentais púrpuras e brancos em F1 teremos apenas púrpuras.

Resposta da questão 12:

[B]

A dominância intermediária é quando encontramos fenótipos intermediários no cruzamento dos parentais. Isto é, cruzando vermelho com branco e gerando rosa.

Resposta da questão 13:

[A]

A eritrobastose fetal ou doença hemolítica do recém nascido só ocorre se a família for Mãe Rh negativo, Pai Rh positivo e Criança Rh positivo.

Resposta da questão 14:

[E]

Todos podem doar para AB Rh+ por ser o doador universal. São 21 litros na questão.

Resposta da questão 15:

[A]

A eritrobastose fetal ou doença hemolítica do recém nascido só ocorre se a família for Mãe Rh negativo, Pai Rh positivo e Criança Rh positivo.

Resposta da questão 16:

[A]

O grupo sanguíneo O pode doar para todos e o grupo sanguíneo AB pode receber de todos, considerando apenas o Sistema ABO.

Resposta da questão 17:

[D]

Se o indivíduo 5 M casa com N, todos nasceram heterozigotos (MN). O grupo sanguíneo MN é codominante.

Resposta da questão 18:

[D]

A princesa Maria é XHXh, onde seu pai XHy e sua mãe XhXh. A princesa maria tem 50% de chance de passar o gene.

Resposta da questão 19:

[A]

Um homem hemofílico Xhy casa-se com uma mulher normal homozigota XHXH. Não existe possibilidade de nascer filha afetada, no máximo portadora da doença.

Resposta da questão 20:

[D]

Na herança ligada ao sexo dominante, quando o pai é afetado XHy, todas as filhas vão ser afetadas. Exemplo é o raquitismo hipofostatêmico. Assita as aulas de genética.

Resposta da questão 21:

[C]

O casal que deu origem é homem (XHy) e mulher (XHxh), logo uma menina podem ser ou não portadora, com 50% ou $\frac{1}{2}$ de chance.

Resposta da questão 22:

[B]

A polidactilia é uma condição hereditária determinada por um gene autossômico e dominante. A expressividade do gene é

variável. O gene determinante se expressa em homozigose e heterozigose em homens e mulheres.

Resposta da questão 23:

[D]

O caráter é autossômico e recessivo, porque o casal II.2 e II.3 é normal e possui uma filha afetada (III.2). A probabilidade da mulher III.1, normal, ser heterozigota (Aa) é $\frac{2}{3}$.

Resposta da questão 24:

[A]

Alelos: a (doença) e A (normalidade)

Pais: Aa x Aa

Filhos: $\frac{3}{4}$ normais (A₋): $\frac{1}{4}$ doentes (aa)

$$P(3 \text{ filhos: } 2 \text{ doentes e } 1 \text{ normal}) = 3 \times \left(\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{3}{4} \right) = \frac{9}{64}$$

Resposta da questão 25:

[A]

Alelos: m (miopia) e M (normalidade)

Pais: Aa x Aa

Filhos: 25% AA; 50% Aa e 25% aa

Probabilidade (filhos AA): 25% = 0,25

Resposta da questão 26:

[C]

Alelos:

L (asas longas) e C (asas curtas)

a (ausência de asas) e A (presença de asas)

Pais: AaLC x AaLC

$$\frac{3}{4} \times \frac{1}{2} \times \frac{3}{8} \times 2048 = 768 \text{ insetos.}$$

Resposta da questão 27:

[C]

O vírus HIV, causador da AIDS, não consegue infectar as células-tronco indiferenciadas desprovidas dos receptores específicos, recebidas através dos transplantes de medula óssea do doador imune ao HIV.

Resposta da questão 28:

[B]

O material biológico armazenado nos bancos de cordão umbilical e placentário é constituído por células-tronco pluripotentes. Essas células são capazes de se dividir por mitose e se diferenciar para formar as células do sangue saudável.

Resposta da questão 29:

[E]

Os ossos chatos do quadril são ricos em medula óssea vermelha formada por tecido conjuntivo hematopoético produtor dos elementos figurados do sangue.

Resposta da questão 30:

[D]

Os danos à bainha de mielina dificultam a transmissão dos impulsos nervosos pelos neurônios, o que pode resultar, por exemplo, em problemas motores, de raciocínio e sensoriais.

Resposta da questão 31:

[D]

A doença celíaca corresponde à intolerância alimentar ao glúten. As pessoas portadoras desse distúrbio não podem ingerir essa proteína, daí a necessidade da observação cuidadosa de

embalagens de pães, doces e bolos que podem conter o glúten.

Resposta da questão 32:

[D]

Os dímeros formados nos melanócitos são compostos por pares de bases pirimídicas (ou pirimidinas) que no DNA correspondem às bases nitrogenadas citosina e timina.

Resposta da questão 33:

[D]

O câncer, citado na condição A, não pode ser congênito, desenvolvido após muitos anos, tendo como fatores de risco a exposição solar, idade, sexo, características da pele e histórico familiar (que não é o caso). A cegueira, por sua vez, citada na condição B, é congênita, pois se manifestou desde o nascimento, devido à toxoplasmose da mãe. Lembrando-se que, doenças congênitas ocorrem no nascimento, durante a gestação da progenitora ou logo após o nascimento, por alguma mutação nos genes.

Resposta da questão 34:

[B]

A síndrome de Patau é autossômica (trissomia do cromossomo 13). O fator causador de aneuploidias é a não disjunção meiótica.

O cromossomo X inativo em mulheres normais é materno em 50% de suas células somáticas e 50%, paterno.

Resposta da questão 35:

[D]

Além da trissomia do cromossomo 21, a Síndrome de Down também pode ocorrer por translocações dos cromossomos 21 e 22 ou 14 e 21.

Resposta da questão 36:

[E]

As migrações, mutações e a seleção natural são fatores evolutivos que alteram as frequências gênicas em populações naturais.

Resposta da questão 37:

[C]

O equilíbrio de Hardy-Weinberg, prevê que populações não submetidas a fatores evolutivos mantém suas frequências gênicas e genotípicas constantes ao longo das gerações sucessivas.

Resposta da questão 38:

[C]

A deriva genética é o efeito do acaso na evolução e tem maior efeito em populações pequenas. O que leva à fixação aleatória de alelos na população, reduzindo sua diversidade genética.

Resposta da questão 39:

[C]

O atleta transgênico expressa genes exógenos e, portanto, possui manifestações fenotípica diferentes dos atletas não modificados geneticamente.

Resposta da questão 40:

[B]

Os machos transgênicos da espécie de *Aedes aegypti* não obterão sucesso reprodutivo porque receberam e expressam um gene que produz uma proteínas letal para sua prole.

Resposta da questão 41:

[D]

A formação das algas marrons ocorre nos mares e oceanos e não envolve o consumo de água doce.

Resposta da questão 42:

[B]

O perfil eletroforético de bandas do DNA revela que o filho herdou, obrigatoriamente, do pai, as sequências 2, 4, 2, 1 e 3 das regiões genômicas A, B, C, D e E, respectivamente.

**MATRIZ DE REFERÊNCIA ENEM
CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS
TECNOLOGIAS - BIOLOGIA**

COMPETÊNCIA DE ÁREA 1 - Compreender as ciências naturais e as tecnologias a elas associadas como construções humanas, percebendo seus papéis nos processos de produção e no desenvolvimento econômico e social da humanidade.

H2- Associar a solução de problemas de comunicação, transporte, saúde ou outro, com o correspondente desenvolvimento científico e tecnológico.

H3- Confrontar interpretações científicas com interpretações baseadas no senso comum, ao longo do tempo ou em diferentes culturas.

H4- Avaliar propostas de intervenção no ambiente, considerando a qualidade da vida humana ou medidas de conservação, recuperação ou utilização sustentável da biodiversidade.

COMPETÊNCIA DE ÁREA 2 - Identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais em diferentes contextos.

H7- Selecionar testes de controle, parâmetros ou critérios para a comparação de materiais e produtos, tendo em vista a defesa do consumidor, a saúde do trabalhador ou a qualidade de vida.

COMPETÊNCIA DE ÁREA 3 - Associar intervenções que resultam em agregação ou conservação ambiental a processos produtivos e sociais e a instrumentos ou ações científico- tecnológicos.

H8- Identificar etapas em processos de obtenção, transformação, utilização ou reciclagem de recursos naturais, energéticos ou matérias-prima, considerando processos biológicos, químicos ou físicos neles envolvidos.

H9- Compreender a importância dos ciclos biogeoquímicos ou do fluxo de energia para a vida, ou da ação de agentes ou fenômenos que podem causar alterações nesses processos.

H10- Analisar perturbações ambientais, identificando fontes, transporte e (ou) destino dos poluentes ou prevendo efeitos em sistemas naturais, produtivos ou sociais.

H11- Reconhecer benefícios, limitações e aspectos éticos da biotecnologia, considerando estruturas e processos biológicos envolvidos em produtos biotecnológicos.

H12- Avaliar impactos em ambientes naturais decorrentes de atividades sociais ou econômicas, considerando interesses contraditórios.

COMPETÊNCIA DE ÁREA 4 - Compreender interações entre organismos e ambiente, em particular aquelas relacionadas à saúde humana, relacionando conhecimentos científicos, aspectos culturais e características individuais.

H13- Reconhecer mecanismos de transmissão da vida, prevendo ou explicando a manifestação de características dos seres vivos

H14- Identificar padrões em fenômenos e processos vitais dos organismos, como manutenção do equilíbrio interno, defesa,

relações com o ambiente, sexualidade, entre outros.

H15- Interpretar modelos e experimentos para explicar fenômenos ou processos biológicos em qualquer nível de organização dos sistemas biológicos.

H16- Compreender o papel da evolução na produção de padrões, processos biológicos ou na organização taxonômica dos seres vivos.

COMPETÊNCIA DE ÁREA 5 - Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplica-los em diferentes contextos.

H17- Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica.

H18- Relacionar propriedades físicas, químicas ou biológicas de produtos, sistemas ou procedimentos tecnológicos às finalidades a que se destinam.

H19- Avaliar métodos, processos ou procedimentos das ciências naturais que contribuam para diagnosticar ou solucionar problemas de ordem social, econômica ou ambiental.

COMPETÊNCIA DE ÁREA 8 - Apropriar-se de conhecimentos da biologia para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.

H28- Associar características adaptativas dos organismos com seu modo de vida ou com seus limites de distribuição em diferentes

ambientes, em especial em ambientes brasileiros.

H29- Interpretar experimentos ou técnicas que utilizam seres vivos, analisando implicações para o ambiente, a saúde, a produção de alimentos, matérias primas ou produtos industriais.

H30- Avaliar propostas de alcance individual ou coletivo, identificando aquelas que visam à preservação e a implementação da saúde individual, coletiva ou do ambiente.

