

# ANÁLISE ENEM

## BIOLOGIA

# COMO A BIOLOGIA É COBRADA NO ENEM?

Você está se preparando para o ENEM?! Queremos ajudar você a se dar bem nas provas e para isso é importante que você domine bem todas as matérias. Porém, toda prova possui uma tendência, e conhecê-la pode ajudar a direcionar seus estudos e definir quais assuntos merecem uma revisão aprofundada. Para que você foque somente nos estudos, facilitamos seu trabalho e preparamos uma análise aprofundada sobre o que mais caiu na prova de Biologia do ENEM nos 5 últimos anos.

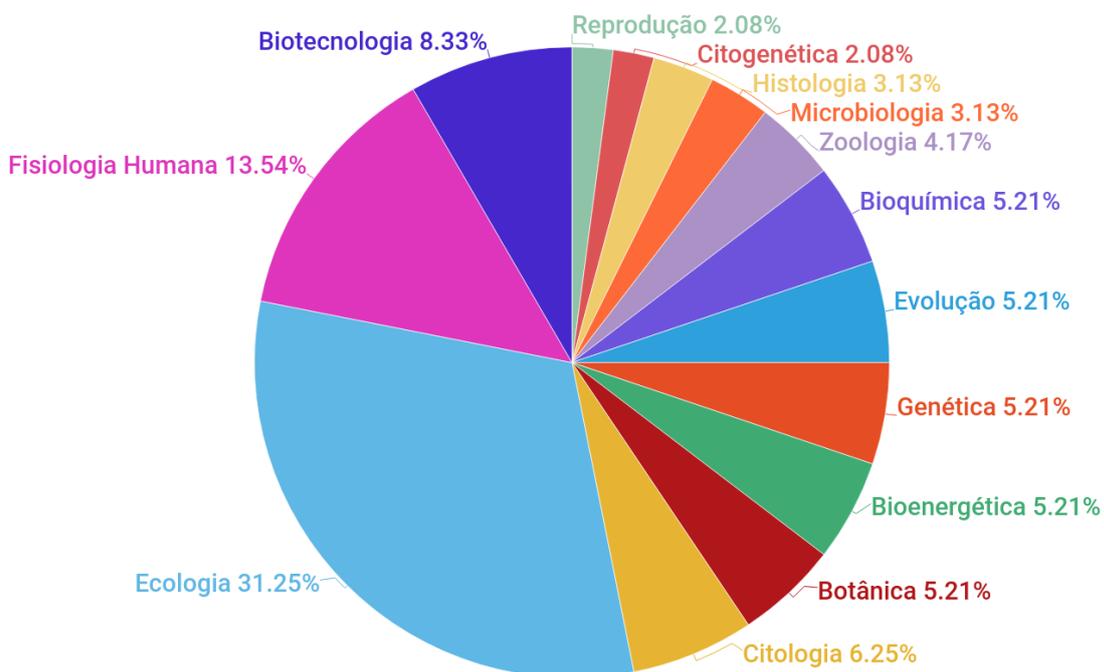
A prova do ENEM existe desde 1998, e desde então ela sofreu grandes

mudanças. Antigamente ela continha apenas 63 questões e uma redação, e não era utilizada para o ingresso nas Universidades. Foi em 2009 que o Exame Nacional do Ensino Médio ganhou a cara que ele tem atualmente. Mas muitas mudanças seguem acontecendo! E a gente sinalizou tudo para vocês aqui na nossa SUPER ANÁLISE!

Nas últimas provas o ENEM tem focado, cada vez mais, na interdisciplinaridade entre as diferentes áreas do conhecimento. Na prova de 2018 isso se mostrou de forma mais

intensa ainda nas questões de Ciências da Natureza. Havia questões que no enunciado trazia elementos de contextualização da química ou física, mas na hora de responder você precisava usar o que sabe sobre a Biologia! Portanto, não basta estudar apenas uma disciplina, é preciso considerar também estas duas outras disciplinas.

Bom, você já deve estar ansioso(a), né?! Então vamos lá! Para gente começar, dá uma olhada nesse gráfico com a % de cada área! Veja que a ecologia segue na liderança!





Ecologia é a área da Biologia que mais aparece no ENEM! Desde 2013 esta área não só apareceu na prova todos os anos, como apareceu em mais de uma questão do mesmo ano! Não dá para vacilar! “Mas Ecologia é uma área muito ampla, Jubilut!”. Não se desespere, vamos te ajudar!

Foque nos impactos ambientais, pois nos últimos 5 anos foi disparado o assunto que mais apareceu dentro de Ecologia. Efeito estufa, chuva ácida, introdução de espécies exóticas e os impactos causados pelos lixões e aquecimento global também já apareceram na prova de Biologia. Fique atento nas causas e consequências das ações humanas no meio ambiente. Como os redatores do ENEM adoram explorar temas da atualidade, uma dica valiosa é ficar ligado nas notícias sobre problemas ambientais que saem na mídia (jornais, sites e revistas) para complementar os estudos em Ecologia.

Você sabe o que é eutrofização? Ah, sabe por que te perguntei isso? O ENEM ama cobrar esse tópico na prova. O lançamento de dejetos humanos e animais nos rios, lagos e mares, por serem constituídos de matéria orgânica, aumentam a quantidade de nitratos e fosfatos e também de outros nutrientes disponíveis no ambiente aquático. Este fenômeno, nós chamamos de eutrofização. A eutrofização é muito prejudicial à vida, pois induz o crescimento de algas que formam uma densa camada na superfície da água impedindo a entrada de luz. Isso implica na redução da taxa fotossintética dos organismos e conseqüente diminuição das taxas de oxigênio dissolvido. Além disso, a eutrofização permite a intensa multiplicação de bactérias aeróbias, que

se proliferam e consomem rapidamente o gás oxigênio dissolvido na água. Sem oxigênio, a maioria das formas de vida não sobrevivem, incluindo as próprias bactérias. Além disso, o acúmulo de dejetos no ambiente aquático facilita a contaminação por muitas doenças, como a hepatite A, por exemplo.



Questões sobre preservação ambiental também marcam presença! O tema lixo já foi utilizado em diversas questões nos anos anteriores relacionando com as novas soluções que existem para o tratamento dos resíduos que geramos. Vale ficar ligado no funcionamento dos biodigestores e na tecnologia das sacolas biodegradáveis. Lembre-se sempre: Você é responsável pelo lixo que produz e a reciclagem é extremamente importante para o meio ambiente pois reduz a matéria-prima extraída do ambiente e diminui o volume dos resíduos sólidos produzidos. Se você não está manjando sobre quais são os produtos recicláveis e para onde vão, é melhor estudar!!!

Na prova de 2018 apareceram outras perguntas relacionando os impactos ambientais e a preservação do meio ambiente! O tema corredores ecológicos teve destaque! Você sabe o que são e qual sua importância?

Eles permitem a ligação de suas áreas do mesmo bioma, permitindo assim o fluxo de genes entre as duas comunidades! E a gente sabe que a variabilidade genética aumenta as chances de sobrevivência das espécies.



Além da interdisciplinaridade percebemos que cada vez mais há a união de diferentes áreas da Biologia nas perguntas! Em 2018 apareceu uma questão que falava sobre o uso de leveduras para o clareamento de jeans! Essas leveduras foram manipuladas geneticamente e receberam o gene responsável pela produção da enzima peroxidase. Ou seja, são organismos transgênicos! Olha a biotecnologia aí! Ok, mas e qual a relação estabelecida com a ecologia nessa questão?! Nas alternativas apareceram ideias associadas à preservação ambiental, e tratamento dos efluentes da lavagem dos jeans!

Outro assunto que merece bastante destaque dentro de impactos ambientais é o branqueamento de corais. O motivo para o branqueamento dos corais está diretamente ligado à temperatura das águas. Quando ficam em regiões mais quentes, as algas começam a produzir substâncias químicas tóxicas ao coral. Para se defender, o cnidário tem a estratégia de expulsar as algas. A perda das zooxantelas é visível: elas são responsáveis pela coloração dos corais,

e sem elas os corais acabam ficando brancos. Se a temperatura não diminui e os corais não restabelecem suas estruturas com as zooxantelas, eles morrem. Esse é um dos mais visíveis, e também preocupantes, resultados das mudanças climáticas nos oceanos mundiais!



Ainda neste sentido, fique de olho nos assuntos que tratam sobre reflorestamentos. Eles são de grande ajuda para reduzir o efeito estufa e conter o aquecimento global, pois as árvores retendo carbono, diminuem a quantidade de gás carbônico atmosférico que é responsável pela acentuação do efeito estufa.

Cadeias alimentares apareceram em quase todos os anos. Não preciso nem dizer que você precisa dominar esse assunto, não é?! Estude todos os conceitos e saiba identificar os níveis tróficos nas cadeias alimentares terrestres e aquáticas. Lembre-se que a energia luminosa é captada pelos produtores através da fotossíntese, transformada em energia química e transferida aos consumidores de forma unidirecional, diminuindo em quantidade à medida que flui ao longo da cadeia alimentar. É importante que você saiba interpretar pirâmides de energia e de biomassa. Não deixe de estudar os possíveis problemas gerados pela retirada de uma espécie da cadeia alimentar. Fique esperto! Esteja por dentro dos quatro elementos

que compõem a matéria viva (oxigênio, carbono, hidrogênio e oxigênio) e de como eles passam do ambiente para os seres vivos e dos seres vivos para o ambiente, completando ciclos biogeoquímicos. O ciclo do carbono é o preferido. Lembre-se que o carbono circula pela cadeia alimentar na forma de moléculas orgânicas e volta ao ambiente na forma de gás carbônico através da respiração de animais e vegetais, ou da decomposição de seus corpos após a morte.

Não deixe de dar aquela revisada nas relações ecológicas, com foco no mutualismo, que é basicamente uma troca de benefícios entre espécies diferentes, que não podem viver separadamente. São exemplos de mutualismo a associação entre corais e algas, plantas e bactérias fixadoras de nitrogênio e plantas e polinizadores. Portanto, se você costuma pular aquela parte sobre comensalismo, predação, competição e o papel de cada organismo no ecossistema, você pode perder a oportunidade de fazer pontos importantes na prova.

Você se recorda dos assuntos sobre Biomas e Ecossistemas do Brasil?! Onde ocorrem e quais são as características de alguns deles? Eles já caíram no ENEM! O Top trending neste tópico ficou para a Caatinga e Manguezal. Então, não dê bobeira, estude as características do Cerrado, Mangue, Caatinga, e dos demais biomas brasileiros! Pampa, Amazônia, Pantanal, Floresta de Cocais e Floresta de Araucárias. Ufa!!! Melhor você correr para revisar! Tenha domínio do conteúdo que envolve os biomas brasileiros. As características de clima, fauna, vegetação e pluviosidade marcaram presença e podem aparecer novamente.



Apareceu uma questão que abordava um bioma específico, o deserto! Esse bioma é caracterizado pela escassez de água e a pergunta era justamente sobre isso, as adaptações da fauna para sobrevivência nesse ambiente! E tem uma aula que fala especificamente sobre isso na nossa plataforma, gravada pelo professor Jubilut diretamente do deserto da Arábia! Vale você ficar ligado e também revisar as adaptações das plantas para sobrevivência em locais de clima seco!

Assuntos como habitat e nicho ecológico (conceitos), controle populacional por predação e controle biológico do *Aedes aegypti* também já foram temas de questões da prova, portanto não deixe de revisá-los!

## FISIOLOGIA HUMANA (13%)



Em Fisiologia Humana a preferência do ENEM nos últimos anos foi por questões envolvendo o Sistema Imunológico, seguido pelo Sistema Circulatório, Digestório e Nervoso. Agora a grande pergunta é: dentro desse tema, quais são os assuntos mais cobrados?

Não se desespere com nomes complexos, processos que parecem ter vindo de outro mundo. A prova do ENEM tem por princípio a associação das matérias com atualidades e com a realidade que cada estudante vive. Por isso, são muito comuns questões que relacionam o conteúdo aprendido com Programas de Saúde. Então tente sempre relacionar notícias sobre saúde humana, alimentação etc. com os conteúdos que você está estudando em Fisiologia.

Dentro desta área, o assunto que mais que apareceu nas questões do ENEM foram Sistema Imunológico e aqui a medalha de ouro ficou para as vacinas. Por isso, esteja ligado nos assuntos que podem ser relacionados com este tema. Lembrando que já existe vacina para a dengue aprovada – ainda não comercializada e incorporada ao sistema público de saúde – e vacinas para a Zika sendo testadas.



Ainda com relação à Zika, questões sobre Sistema Nervoso podem aparecer relacionadas à microcefalia e à síndrome de Guillain-Barré, doenças que são causadas pelo Zika vírus. Questões envolvendo vacinas – contra o vírus da Zika, Dengue, HPV, H1N1, por exemplo – podem aparecer na sua prova relacionadas com o sistema imunológico.

Assuntos como a ação do álcool na circulação, dengue hemorrágica já

foram abordados dentro do Sistema Circulatório e também merecem atenção.

Além disso, a relação da alimentação com doenças é um assunto bastante recorrente. Por isso, saiba que a diabetes está relacionada com a produção de insulina – hormônio endócrino, que regula a quantidade de açúcar no sangue. Fique atento também à epidemia de obesidade no planeta.



**Na prova de 2018 o processo digestivo dos lipídios ganhou destaque! Essa questão no seu enunciado apresentava informações sobre a molécula, sua apolaridade e incapacidade de ser solubilizada em água! Olha aí a interdisciplinaridade com a química marcando presença mais uma vez! E a biologia, como apareceu? Fazendo a relação com o processo digestivo e ação dos ácidos biliares!**

Outro assunto recorrente são os hormônios. Fique ligado nos hormônios da tireoide e a ação de anticoncepcionais. A pílula anticoncepcional é um dos métodos contraceptivos de maior segurança, sendo constituída basicamente de dois hormônios sintéticos semelhantes aos hormônios produzidos pelo organismo feminino, o estrogênio e a progesterona. Saber como eles agem no organismo feminino pode ajudar na prova.





Dê bastante atenção também para assuntos envolvendo a ação algumas substâncias no corpo humano, como o álcool e cafeína. Por exemplo, saiba que a cafeína atua no cérebro, bloqueando a ação natural de um componente químico associado ao sono, a adenosina. Quando a cafeína bloqueia a adenosina, ocorre o aumento na excitação dos neurônios. Este processo induz a hipófise a liberar hormônios que vão ordenar às suprarrenais que produzam adrenalina - considerada o hormônio do alerta.

Em resumo, se você tiver bastante afinado na compreensão dos sistemas biológicos e na associação deles com temas atualidades e a sua realidade, você tem tudo para se dar bem nessa prova!

## BIOTECNOLOGIA (8%)



Desde que o ENEM mudou a sua “cara”, um dos temas preferidos tem sido a Biotecnologia, com destaque para os famosos transgênicos. Por isso nem pense em ir para esta prova sem ter bem fresco esse conteúdo na sua mente. O popular *Aedes aegypti* não sai da mídia e pode aparecer na sua prova envolvendo o uso de

mosquitos transgênicos para o controle populacional dos mosquitos selvagens.



Este é um assunto que tem causado muita polêmica e tem grandes chances de aparecer no ENEM e demais vestibulares: o uso de mosquitos da dengue transgênicos, tecnologia que já tem sido testada em alguns locais para reduzir as populações do *Aedes aegypti* selvagem – causador da Dengue, Zika e Chikungunya. **Em 2018 os transgênicos apareceram na pergunta sobre a produção de jeans e leveduras com genes para produção da peroxidase! Volta lá na ecologia e dá uma olhada no que falamos sobre essa questão!**

Além deles, estude também a CRISPR/Cas9, uma moderna técnica para edição do genoma que tem saído bastante na mídia nos últimos tempos. A CRISPR/Cas9 também é conhecida como a “tesoura genética”. Isto porque a técnica consiste no corte, a nível molecular, de genes de interesse, retirando-os das células ou adicionando-os em outro organismo. Outras técnicas já vinham realizando esta função há anos, porém nenhuma com tamanha rapidez e eficiência como a CRISPR/Cas9. Ela pode ser lembrada no ENEM em questões envolvendo genética e biotecnologia!

## CITOLOGIA (6%)



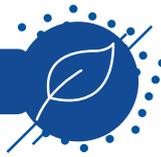
É bom você tirar um tempo para dar uma boa revisada sobre a menor unidade dos seres vivos: a célula. Aqui, dê uma atenção especial às organelas celulares: saber identificá-las e entender suas funções vão te ajudar a garantir uns pontinhos! A queridinha da citologia é a mitocôndria! As mitocôndrias são organelas capazes de converter a energia adquirida a partir do meio, em formas que as células utilizam para o trabalho. Elas estão presentes em praticamente todos os seres eucariontes e são delimitadas por duas membranas, sendo cada uma delas uma bicamada fosfolipídica. Sua cavidade interna é preenchida por um fluido que chamamos de matriz mitocondrial e lá estão imersos o DNA mitocondrial e diversas enzimas que catalisam algumas etapas da respiração celular. Ufa, assim ficou fácil!



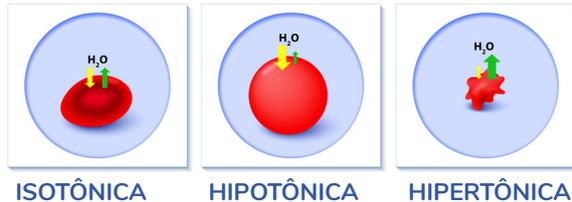
Quer mais? Aí vai um resumo sobre as organelas mais queridinhas, para refrescar a sua memória: O retículo endoplasmático granuloso (ou rugoso) é aquele que possui ribossomos aderidos à superfície, e estes atuam na produção de proteínas

celulares, especialmente aquelas que serão eliminadas para agir fora da célula. Ele também produz enzimas lisossômicas responsáveis pela digestão intracelular e outras proteínas componentes de membranas celulares. Outro tipo de retículo endoplasmático é o não granuloso, ou liso, aquele que não possui ribossomos aderidos. Este faz a produção de ácidos graxos, fosfolípidios e esteroides. Esta organela está presente em grande quantidade nas células do fígado e atua contra substâncias tóxicas, inativando-as, como acontece com o álcool, por exemplo. O complexo de Golgi também é uma organela bastante comum de ser cobrada nos vestibulares. O aparelho de Golgi atua como centro de armazenamento, transformação, empacotamento e remessa de substâncias na célula. Muitas das substâncias que passam pelo aparelho de Golgi serão eliminadas da célula, indo atuar em diferentes partes do organismo. Esta organela tem mesmo muitas funções! Não se esqueça dos lisossomos: são organelas capazes de digerir grande variedade de substâncias orgânicas pois possuem bolsas com diversos tipos de enzimas digestivas que irão digerir, por exemplo, DNA, RNA e proteínas.

Mas Jubilut, é tão importante assim saber sobre o funcionamento de todas as organelas e saber relacionar uma com a outra!? Com certeza! Em 2018 o ENEM perguntou sobre isso e o nível metabólico de uma célula. Se uma célula necessita produzir muitas proteínas para secreção, quais as organelas que ela terá em grande quantidade? Acertou se você pensou em retículo endoplasmático rugoso, complexo golgiense e mitocôndrias! A primeira, como você já sabe, produz as proteínas, a segunda endereça e empacota para a secreção. E a última irá fornecer energia para que todos esses processos aconteçam!



Sobre os tipos de transporte pela membrana reforce seus estudos do processo de osmose. É essencial que você saiba identificar quando uma solução é isotônica, hipotônica ou hipertônica com relação a uma determinada célula.

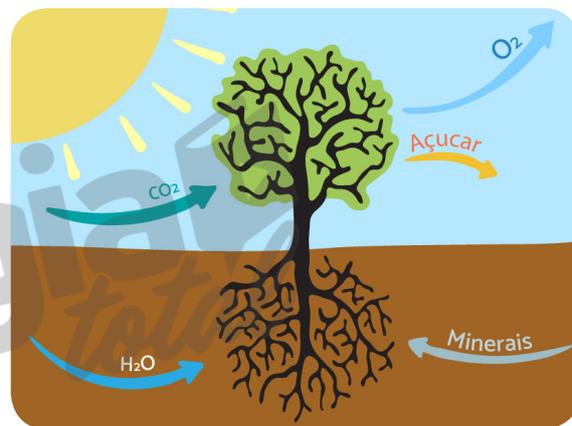


Em divisão celular, houve maior ênfase naquele processo que resulta em células-filhas com o mesmo número de cromossomos da célula-mãe. Sabe qual é? Isso mesmo, a mitose! Mas a meiose – que por sua vez resulta em células-filhas com a metade do número de cromossomos da célula-mãe – também é bastante cobrada.

Na prova de 2018 nós tivemos uma novidade! Uma questão que abordava a regulação do processo de divisão celular e aparecimento de câncer! Para saber respondê-la você precisava lembrar que no processo existem os pontos de checagem e que se há algo errado na duplicação celular a proteína p53 desencadeia a morte celular. Isso previne que células com mutações sérias em seu material genético continuem se reproduzindo e um câncer apareça!

E por último dê uma olhadinha também nos cromossomos. Por serem responsáveis por carregar toda a informação que as células necessitam para seu crescimento, desenvolvimento e reprodução, qualquer alteração pode gerar o que chamamos de síndromes cromossômicas.

Nem pense em fugir, esta é uma área muito importante, especialmente a parte de fisiologia vegetal! Em Botânica, o assunto mais cobrado foi a fotossíntese e a respiração, e aqui é muito importante saber interpretar gráficos. Lembre-se de estudar também o percurso da água dentro da planta: ela é conduzida da raiz até as folhas pelos vasos do xilema e eliminada sob forma de vapor através da transpiração, principalmente pelos estômatos.



Fique de olho nos hormônios vegetais! Eles são moléculas sinalizadoras que em pequenas quantidades iniciam respostas em células ou tecidos-alvo. Assim como nos animais, as plantas também possuem hormônios que regulam suas funções e metabolismo, e eles recebem um nome especial: os fitormônios. Você sabe quais são os principais hormônios vegetais e suas funções? Vamos lá... a auxina é o hormônio responsável pela regulação do crescimento da planta; as giberelinas fazem a regulação da quebra de dormência das gemas presentes no caule, incentivam a germinação e desenvolvimento dos primórdios foliares e frutos e também

o alongamento celular; o ácido abscísico inibe o crescimento, promove a dormência de gemas e sementes e induz o envelhecimento das plantas e o fechamento dos estômatos e o etileno é o responsável pela regulação do amadurecimento de frutos e também atua na abscisão das folhas.

As características adaptativas das estruturas nos diferentes biomas, também podem ser questão de prova, uma vez que este tópico deu as caras no ENEM em 2018! Dá uma olhada no item sobre ecologia, lá falamos tudo sobre essa questão!

Ainda sobre anatomia, é importante saber identificar estruturas. Questões nesse sentido sempre vem com uma imagem para você relacionar a estrutura com a função. Corre! Ainda dá tempo de garantir a cotovelada na botânica!

## BIOENERGÉTICA (5%)



A bioenergética é área da biologia que se dedica a estudar como os seres vivos produzem e utilizam moléculas orgânicas e energia! Nessa área da biologia é importante você saber diferenciar os processos! Não vale confundir a respiração celular aeróbica com a fermentação. Lembre-se que a primeira acontece com a participação das mitocôndrias e do gás oxigênio. Já a segunda acontece no citoplasma das células e não depende de mitocôndrias e nem do gás oxigênio! Lembre-se que o rendimento energético, ou seja, a quantidade de ATP produzida, é bem menor na fermentação e que ela pode acontecer nas nossas células musculares se faltar gás oxigênio!

Não deixe de estudar a fotossíntese e entender como todo o processo acontece! Lembre-se que para isso a presença de pigmentos fotossintéticos e/ou cloroplastos nos organismos é importante! A luz solar e o gás carbônico serão captados e convertidos em moléculas de glicose, que por sua vez serão consumidas na respiração celular aeróbica ou fermentação para a produção de ATP!

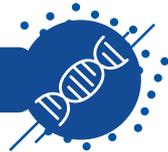


Nas provas anteriores, a fotossíntese teve um maior destaque! Sim, sabemos que este tema não é do mais fáceis... Mas vamos ajudar! Você deve saber identificar reações de fotossíntese. Não esqueça, nesse fenômeno a água é quebrada em seus componentes  $H_2$  e  $O_2$ , onde o  $H_2$  será utilizado na redução do  $CO_2$ , açúcar e água e o  $O_2$  será liberado como subproduto. Saiba identificar quais fatores são limitantes na eficiência fotossintética, como a quantidade de  $CO_2$  presente no ar, intensidade luminosa, quantidade de água, enzimas que atuam nas reações, número de cloroplastos e pigmento clorofila. E aproveitando este tema, estude os comprimentos de onda e sua relação com a fotossíntese.

Fica ligado que podem aparecer perguntas sobre a origem dos cloroplastos e mitocôndrias! Dá aquela revisada na teoria da endossimbiose! Relembra que

os cloroplastos têm origem em organismos procariontes que realizavam fotossíntese e as mitocôndrias têm origem em uma bactéria púrpura fotossintetizante que teria perdido a capacidade fotossintética, se especializando na cadeia respiratória.

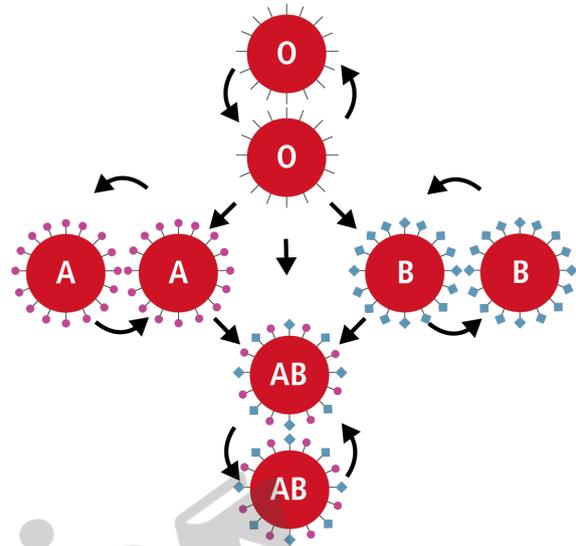
## GENÉTICA (5%)



Um dos temas que mais assustam os alunos na biologia é sem sombra de dúvidas a Genética. Seus “Aa” pra lá e “aa” pra cá causam arrepios mesmo nos mais destemidos estudantes. Sendo assim, resolvemos fazer uma análise a fundo nas questões de Genética do ENEM dos últimos anos. Após este exame detalhado só temos uma coisa para dizer: Genética no ENEM é muito tranquila! De qualquer forma é importante saber o que costuma ser cobrado.

Embora questões sobre Genética mendeliana não sejam o foco desta área, nos últimos anos voltaram com força total! O astro foi o sistema ABO e fator Rh em 2017. É muito importante que você saiba que os grupos sanguíneos do sistema ABO são determinados por um sistema de alelos múltiplos, que envolve três genes:  $I^A$ ,  $I^B$  e  $i$ . Os genes  $I^A$  e  $I^B$  são codominantes e ambos são dominantes sobre o recessivo  $i$ . A relação de dominância pode ser representada assim:  $I^A = I^B > i$ . O anti-Rh é capaz de aglutinar as hemácias humanas portadoras do antígeno correspondente, o chamado fator Rh. Os indivíduos, cujas hemácias são aglutinadas, são denominados Rh positivos (Rh+) e representam cerca de 85% das pessoas brancas. Já os chamados Rh negativos (Rh-) não possuem

o fator Rh e, conseqüentemente, suas hemácias não são aglutinadas pelo Rh. O fator Rh é herdado como uma característica mendeliana dominante, sendo condicionado por um gene designado por Rh.



Além disso, o ENEM também costuma abordar o DNA e a sua estrutura, os genes e o mecanismo de síntese proteica. Portanto, nada de focar apenas nos cálculos de probabilidades e subestimar os pareamentos das bases nitrogenadas (Adenina com Timina e Citosina com Guanina), a estrutura dupla-hélice do DNA, códons, anticódons, além dos mecanismos de tradução, transcrição e replicação do DNA. Não deixe de dar atenção aos fundamentos básicos da genética. Aqui vale dar uma revisada em termos como genótipo, fenótipo, retrocruzamento, genes dominantes, recessivos etc.

Na prova de 2018 tivemos três questões que pediam conhecimentos sobre genética! Uma delas abordava o conceito de “código genético”! Outra questão já demandava um pouco mais de vocês! Apresentava o resultado de um exame de DNA e pedia para

identificar qual planta havia sido doadora do pólen que deu origem à progênie (filhos). Então vale a pena você entender sobre como esses exames são realizados e como devem ser interpretados! A última questão que envolveu genética foi um pouco mais desafiadora e para se dar bem você precisava unir seus conhecimentos sobre reprodução, troca de genes entre populações diferentes e interpretar diagramas!

Não deixe a genética de fora dos seus estudos! Reforce os conceitos básicos como estrutura e composição do DNA, RNA, síntese protéica, e fique ligado nas novidades e avanços dessa área.

## EVOLUÇÃO (5%)



Como já dizia Theodosius Dobzhansky, nada na Biologia faz sentido exceto à luz da Evolução, isto é, a Evolução é essencial para entendermos a Biologia em um sentido amplo. Como a interdisciplinaridade é justamente a característica da prova do ENEM, ela está entre as áreas mais recorrentes desta prova! Nos últimos anos, os assuntos mais cobrados foram Seleção Natural e Teorias Evolutivas.

Aqui, foque na teoria da seleção natural, proposta por Charles Darwin! Este processo é um mecanismo de evolução que decorre das restrições que o meio impõe à sobrevivência dos organismos. Nestas condições, os mais aptos são aqueles que herdam características favoráveis à sobrevivência e à reprodução em um determinado ambiente. Sobre a seleção natural, foque nas características adaptativas, que são justamente as características que

oferecem vantagens a determinados organismos. Quer um exemplo? Nas diferentes ilhas de galápagos, existem tentilhões especializados em dietas específicas. Os tentilhões-dos-cactos, por exemplo, possuem um bico longo e afiado perfeito para rasgar e comer as flores e a polpa dos cactos de que se alimentam. Já o tentilhões-do-solo-dos-galápagos possuem bicos grandes e robustos que os permitem quebrar com habilidade as sementes que fazem parte de sua dieta. Isso ocorre, pois como os recursos alimentares são limitados, gerando competição entre os indivíduos, a seleção natural favorece os organismos que conseguem explorar melhor os recursos do ambiente – neste caso, os que têm os bicos mais adequados aos alimentos disponíveis. Entendeu o que são características adaptativas e o que elas têm a ver com a seleção natural?



Vamos revisar este tópico? A Seleção Natural proposta por Darwin diz que o sucesso adaptativo para indivíduos que apresentam características mais adequadas ao ambiente é maior, eles apresentam alterações nas suas características herdáveis e tendem a produzir maior prole do que aqueles sem tais características. Já Lamarck postulou os conceitos da lei do uso e desuso e da transmissão hereditária dos caracteres adquiridos, segundo ele, o ambiente induzia

transformações nos órgãos dos animais. O neodarwinismo surgiu fazendo referência a duas principais conclusões: a de que a evolução pode ser ilustrada pelas mutações e pela recombinação gênica, seguindo o processo de seleção natural; e que os fenômenos evolutivos têm como base os mecanismos genéticos. Sabendo as diferenças entre as teorias você está pronto para detonar em evolução!

Outro tema que o ENEM adora é sobre aquele processo pelo qual uma espécie se divide em duas ou mais espécies... Como é mesmo o nome? Se você pensou especiação, já tem um pontinho garantido! A especiação é o mecanismo responsável pela formação de novas espécies.

## BIOQUÍMICA (5%)



Nesta área, podemos incluir os mecanismos de obtenção de energia dos diferentes tipos de seres vivos, como a respiração, a fotossíntese e a fermentação que já foram explorados em bioenergética! Vale a pena retornar ao item e dar aquela revisada! Atenção máxima em fotossíntese e respiração celular aeróbica! Eles aparecem com muita frequência!

Em bioquímica, o ENEM costuma abordar os ácidos nucleicos e os conceitos envolvidos no dogma central da biologia. Portanto, não subestime os pareamentos das bases nitrogenadas (Adenina com Timina e Citosina com Guanina), a estrutura dupla-hélice do DNA, os códons e anticódons. Embora em menor quantidade, questões envolvendo lipídios, proteínas e carboidratos também já apareceram na prova. Fique de olho!



E os conceitos básicos dessa área também não devem ser ignorados! Na prova de 2018 havia uma questão que você precisava diferenciar anabolismo de catabolismo! Lembre-se que o nosso metabolismo depende desses dois tipos de reação! O catabolismo inclui as reações de quebra de moléculas, é o que acontece, por exemplo, nos nossos processos digestivos. O anabolismo é ao contrário, inclui as reações de síntese! Quando novas moléculas são produzidas.

E não deixe de dar aquela revisada nas proteínas, as funções que desempenham e cinética enzimática!

## ZOOLOGIA (4%)



Apesar de zoologia ter aparecido pouco, este assunto também merece sua atenção em alguns pontos principais! Não esqueça que os animais pertencem ao grande Reino Animal, que é dividido em diferentes filos. Vamos revisar a ordem de classificação dos seres vivos? Na ordem decrescente temos: reino, filo, classe, ordem, família, gênero e espécie!

Em 2018 os insetos ganharam destaque! As abelhas apareceram em uma questão sobre polinização e também uma sobre o tipo de

desenvolvimento que podem apresentar! Você sabe diferenciar holometábolos, hemimetábolos e ametábolos? Os holometábolos são aqueles que têm desenvolvimento indireto, exemplo clássico são as borboletas! A lagarta corresponde à fase larval! Mexendo nos seus livros você já deve ter encontrado traças, certo? Saiba que esses são organismos hemimetábolos que apresentam ninfas durante seu processo de desenvolvimento. As ninfas já são

parecidas com os adultos, mas faltam aparecer as asas! Os ametábolos são aqueles que não apresentam fase larval durante o seu desenvolvimento! Ou seja, são aqueles que apenas necessitam crescer em tamanho para se tornarem adultos.

O ENEM já cobrou questões sobre répteis e anfíbios, e características morfológicas de cnidários e moluscos. Não deixe de revisar estes conteúdos e suas características principais!



## ANOTAÇÕES

Biologia total

# TOP 3 ENEM BIOLOGIA





## EXERCÍCIOS

### ECOLOGIA (30%)



1. (ENEM 2016) O ambiente marinho pode ser contaminado com rejeitos radioativos provenientes de testes com armas nucleares. Os materiais radioativos podem se acumular nos organismos. Por exemplo, o estrôncio - 90 é quimicamente semelhante ao cálcio e pode substituir esse elemento nos processos biológicos.

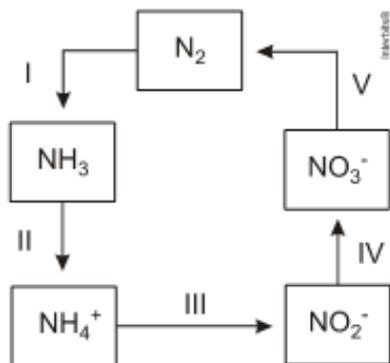
FIGUEIRA, R. C. L.; CUNHA, I. I. L. A contaminação dos oceanos por radionuclídeos antropogênicos. Química Nova na Escola, n. 1, 1998 (adaptado).

Um pesquisador analisou as seguintes amostras coletadas em uma região marinha próxima a um local que manipula o estrôncio radioativo: coluna vertebral de tartarugas, concha de moluscos, endoesqueleto de ouriços-do-mar, sedimento de recife de corais e tentáculos de polvo.

Em qual das amostras analisadas a radioatividade foi menor?

- Concha de moluscos.
- Tentáculos de polvo.
- Sedimento de recife de corais.
- Coluna vertebral de tartarugas.
- Endoesqueleto de ouriços-do-mar.

2. (ENEM 2014) A aplicação excessiva de fertilizantes nitrogenados na agricultura pode acarretar alterações no solo e na água pelo acúmulo de compostos nitrogenados, principalmente a forma mais oxidada, favorecendo a proliferação de algas e plantas aquáticas e alterando o ciclo do nitrogênio, representado no esquema. A espécie nitrogenada mais oxidada tem sua quantidade controlada por ação de microrganismos que promovem a reação de redução dessa espécie, no processo denominado desnitrificação.



O processo citado está representado na etapa

- I.
- II.
- III.
- IV.
- V.

3. (ENEM 2014) O potencial brasileiro para transformar lixo em energia permanece subutilizado — apenas pequena parte dos resíduos brasileiros é utilizada para gerar energia. Contudo, bons exemplos são os aterros sanitários, que utilizam a principal fonte de energia ali produzida. Alguns aterros vendem créditos de carbono com base no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), do Protocolo de Kyoto.

Essa fonte de energia subutilizada, citada no texto, é o

- etanol, obtido a partir da decomposição da matéria orgânica por bactérias.
- gás natural, formado pela ação de fungos decompositores da matéria orgânica.
- óleo de xisto, obtido pela decomposição da matéria orgânica pelas bactérias anaeróbias.
- gás metano, obtido pela atividade de bactérias anaeróbias na decomposição da matéria orgânica.
- gás liquefeito de petróleo, obtido pela decomposição de vegetais presentes nos restos de comida.

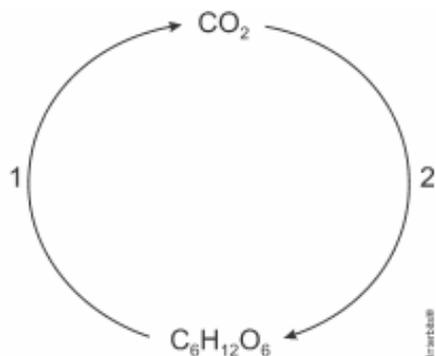
4. (ENEM 2013) Sabe-se que o aumento da concentração de gases como  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  e  $\text{N}_2\text{O}$  na atmosfera é um dos fatores responsáveis pelo agravamento do efeito estufa. A agricultura é uma das atividades humanas que pode contribuir tanto para a emissão quanto para o sequestro desses gases, dependendo do manejo da matéria orgânica do solo.

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

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

- Evitando a rotação de culturas.
- Liberando o  $\text{CO}_2$  presente no solo.
- Aumentando a quantidade de matéria orgânica do solo.
- Queimando a matéria orgânica que se deposita no solo.
- Atenuando a concentração de resíduos vegetais do solo.

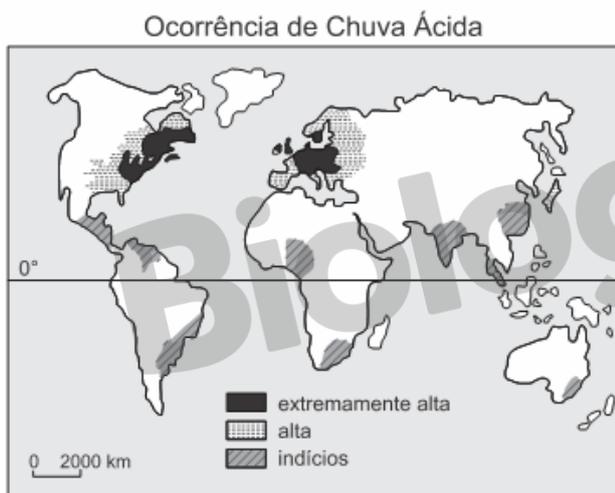
5. (ENEM 2015)



No esquema representado, o processo identificado pelo número 2 é realizado por

- a) seres herbívoros.
- b) fungos fermentadores.
- c) bactéria heterótrofas.
- d) organismos produtores.
- e) microrganismos decompositores.

6. (ENEM 2010)



Disponível em: <http://img15.imageshack.us> (adaptado).

A maior frequência na ocorrência do fenômeno atmosférico apresentado na figura relaciona-se a

- a) concentrações urbano-industriais.
- b) episódios de queimadas florestais.
- c) atividades de extrativismo vegetal.
- d) índices de pobreza elevados.
- e) climas quentes e muito úmidos.

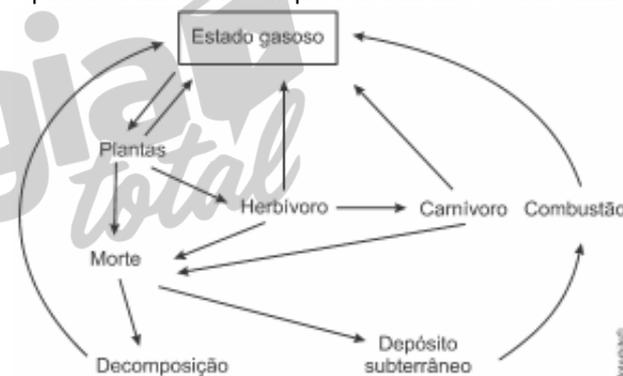
7. (ENEM 2010) Se, por um lado, o ser humano, como animal, é parte integrante da natureza e necessita dela para continuar sobrevivendo, por outro, como ser social, cada dia mais sofisticada os mecanismos de extrair da natureza recursos que, ao serem aproveitados, podem alterar de modo profundo a funcionalidade harmônica dos ambientes naturais.

ROSS, J. L. S. (Org.). Geografia do Brasil. São Paulo: EDUSP, 2005 (adaptado).

A relação entre a sociedade e a natureza vem sofrendo profundas mudanças em razão do conhecimento técnico. A partir da leitura do texto, identifique a possível consequência do avanço da técnica sobre o meio natural.

- a) sociedade aumentou o uso de insumos químicos – agrotóxicos e fertilizantes – e, assim, os riscos de contaminação.
- b) O homem, a partir da evolução técnica, conseguiu explorar a natureza e difundir harmonia na vida social.
- c) As degradações produzidas pela exploração dos recursos naturais são reversíveis, o que, de certa forma, possibilita a recriação da natureza.
- d) O desenvolvimento técnico, dirigido para a recomposição de áreas degradadas, superou os efeitos negativos da degradação.
- e) As mudanças provocadas pelas ações humanas sobre a natureza foram mínimas, uma vez que os recursos utilizados são de caráter renovável.

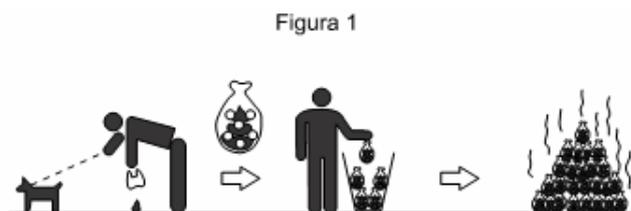
8. (ENEM 2016) Os seres vivos mantêm constantes trocas de matéria com o ambiente mediante processos conhecidos como ciclos biogeoquímicos. O esquema representa um dos ciclos que ocorrem nos ecossistemas.



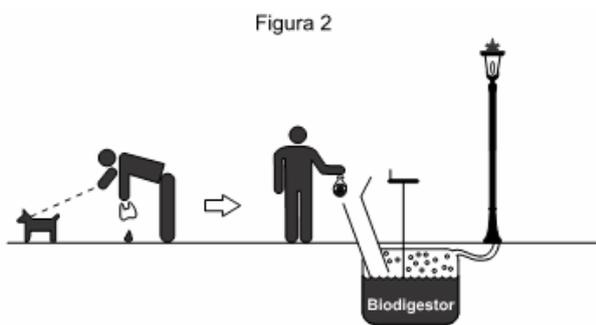
O esquema apresentado corresponde ao ciclo biogeoquímico do(a)

- a) água.
- b) fósforo.
- c) enxofre.
- d) carbono.
- e) nitrogênio.

9. (ENEM 2016) A coleta das fezes dos animais domésticos em sacolas plásticas e o seu descarte em lixeiras convencionais podem criar condições de degradação que geram produtos prejudiciais ao meio ambiente (Figura 1).



A Figura 2 ilustra o Projeto Park Spark, desenvolvido em Cambridge, MA (EUA), em que as fezes dos animais domésticos são recolhidas em sacolas biodegradáveis e jogadas em um biodigestor instalado em parques públicos; e os produtos são utilizados em equipamentos no próprio parque.



Disponível em: <http://parksparkproject.com>. Acesso em: 30 ago. 2013 (adaptado).

Uma inovação desse projeto é possibilitar o(a)

- queima de gás metano.
- armazenamento de gás carbônico.
- decomposição aeróbica das fezes.
- uso mais eficiente de combustíveis fósseis.
- fixação de carbono em moléculas orgânicas.

10. (ENEM 2016) Recentemente um estudo feito em campos de trigo mostrou que níveis elevados de dióxido de carbono na atmosfera prejudicam a absorção de nitrato pelas plantas. Consequentemente, a qualidade nutricional desses alimentos pode diminuir à medida que os níveis de dióxido de carbono na atmosfera atingirem as estimativas para as próximas décadas.

BLOOM, A.J. et al. Nitrate assimilation is inhibited by elevated CO<sub>2</sub> in field-grown wheat. *Nature Climate Change*, n. 4, abr. 2014 (adaptado).

Nesse contexto, a qualidade nutricional do grão de trigo será modificada primariamente pela redução de

- amido.
- frutose.
- lipídeos.
- celulose.
- proteínas.

11. (ENEM 2016) Suponha que um pesticida lipossolúvel que se acumula no organismo após ser ingerido tenha sido utilizado durante anos na região do Pantanal, ambiente que tem uma de suas cadeias alimentares representadas no esquema:

PLÂNCTON → PULGA-D'ÁGUA → LAMBARI → TUIUIÚ

Um pesquisador avaliou a concentração do pesticida nos tecidos de lambaris da região e obteve um resultado de 6,1 partes por milhão (ppm).

Qual será o resultado compatível com a concentração do pesticida (em ppm) nos tecidos dos outros componentes

da cadeia alimentar?

	PLÂNCTON	PULGA-D'ÁGUA	PIRANHA	TUIUIÚ
a)	15,1	10,3	4,3	1,2
b)	6,1	6,1	6,1	6,1
c)	2,1	4,3	10,4	14,3
d)	2,1	3,9	4,1	2,3
e)	8,8	5,8	5,3	9,6

12. (ENEM 2016) Chamamos de lixo a grande diversidade de resíduos sólidos de diferentes procedências, como os gerados em residências. O aumento na produção de resíduos sólidos leva à necessidade de se pensar em maneiras adequadas de tratamento. No Brasil, 76% do lixo é disposto em lixões e somente 24% tem como destino um tratamento adequado, considerando os aterros sanitários, as usinas de compostagem ou a incineração.

FADINI, P.S.; FADINI, A. A. A. Lixo: desafios e compromissos. *Química Nova na Escola*, maio 2001 (adaptado).

Comparando os tratamentos descritos, as usinas de compostagem apresentam como vantagem serem o destino

- que gera um produto passível de utilização na agricultura.
- onde ocorre a eliminação da matéria orgânica presente no lixo.
- mais barato, pois não implica custos de tratamento nem controle.
- que possibilita o acesso de catadores, pela disposição do lixo a céu aberto.
- em que se podem utilizar áreas contaminadas com resíduos de atividades de mineração.

13. (ENEM 2016) A modernização da agricultura, também conhecida como Revolução Verde, ficou marcada pela expansão da agricultura nacional. No entanto, trouxe consequências como o empobrecimento do solo, o aumento da erosão e dos custos de produção, entre outras. Atualmente, a preocupação com a agricultura sustentável tem suscitado práticas como a adubação verde, que consiste na incorporação ao solo de fitomassa de espécies vegetais distintas, sendo as leguminosas as mais difundidas.

ANUNCIACÃO, G. C. F. Disponível em: [www.muz.ifsuldeminas.edu.br](http://www.muz.ifsuldeminas.edu.br). Acesso em: 20 dez. 2012 (adaptado).

A utilização de leguminosas nessa prática de cultivo visa reduzir a

- utilização de agrotóxicos.
- atividade biológica do solo.
- necessidade do uso de fertilizantes.
- decomposição da matéria orgânica.
- capacidade de armazenamento de água no solo.

14. (ENEM 2016) A vegetação apresenta adaptações ao ambiente, como plantas arbóreas e arbustivas com raízes que se expandem horizontalmente, permitindo forte ancoragem no substrato lamacento; raízes que se expandem verticalmente, por causa da baixa oxigenação do substrato; folhas que têm glândulas para eliminar o excesso de sais; folhas que podem apresentar cutícula espessa para reduzir a perda de água por evaporação.

As características descritas referem-se a plantas adaptadas ao bioma:

- a) Cerrado.
- b) Pampas.
- c) Pantanal.
- d) Manguezal.
- e) Mata de Cocais.

15. (ENEM 2016) Em uma aula de biologia sobre formação vegetal brasileira, a professora destacou que, em uma região, a flora convive com condições ambientais curiosas. As características dessas plantas não estão relacionadas com a falta de água, mas com as condições do solo, que é pobre em sais minerais, ácido e rico em alumínio. Além disso, essas plantas possuem adaptações ao fogo.

As características adaptativas das plantas que correspondem à região destacada pela professora são:

- a) Raízes escoras e respiratórias.
- b) Raízes tabulares e folhas largas.
- c) Casca grossa e galhos retorcidos.
- d) Raízes aéreas e perpendiculares ao solo.
- e) Folhas reduzidas ou modificadas em espinhos.

16. (ENEM 2016) As sacolas plásticas são utilizadas em grande quantidade no Brasil por serem práticas, leves e de baixo custo. Porém, o tempo necessário para que sofram degradação nas condições do meio é de, no mínimo, 100 anos. Com o intuito de reduzir o impacto ambiental desses produtos, as sacolas biodegradáveis foram introduzidas no mercado. Essas sacolas são confeccionadas de um material polimérico que confere a elas uma característica que as torna biodegradáveis.

A qual característica das sacolas biodegradáveis o texto faz referência?

- a) Elevada massa molecular do polímero.
- b) Espessura fina do material que as constitui.
- c) Baixa resistência aos líquidos nas condições de uso.
- d) Baixa resistência ao ataque por microrganismos em condições adequadas.
- e) Ausência de anéis aromáticos na estrutura do polímero usado na confecção das sacolas.

17. (ENEM 2016) Os ecossistemas degradados por intensa atividade agrícola apresentam, geralmente, diminuição de sua diversidade e perda de sua estabilidade. Nesse contexto, o uso integrado de árvores aos sistemas agrícolas (sistemas agroflorestais) pode cumprir um papel inovador ao buscar a aceleração do processo sucessional e, ao mesmo tempo, uma produção escalonada e diversificada.

Disponível em: saf.cnpqg.embrapa.br. Acesso em: 21 jan. 2012 (adaptado).

Essa é uma estratégia de conciliação entre recuperação ambiental e produção agrícola, pois

- a) substitui gradativamente as espécies cultiváveis por espécies arbóreas.
- b) intensifica a fertilização do solo com o uso de técnicas apropriadas e biocidas.
- c) promove maior diversidade de vida no solo com o aumento da matéria orgânica.
- d) favorece a dispersão das sementes cultivadas pela fauna residente nas áreas florestais.
- e) cria condições para o estabelecimento de espécies pioneiras com a diminuição da insolação sobre o solo.

18. (ENEM 2016) Um pesquisador investigou o papel da predação por peixes na densidade e tamanho das presas, como possível controle de populações de espécies exóticas em costões rochosos. No experimento colocou uma tela sobre uma área da comunidade, impedindo o acesso dos peixes ao alimento, e comparou o resultado com uma área adjacente na qual os peixes tinham acesso livre.

O quadro apresenta os resultados encontrados após 15 dias de experimento.

Espécie exótica	Área com tela		Área sem tela	
	Densidade (indivíduo /m <sup>2</sup> )	Tamanho médio dos indivíduos (cm)	Densidade (indivíduo /m <sup>2</sup> )	Tamanho médio dos indivíduos (cm)
Alga	100	15	110	18
Craca	300	2	150	1,5
Mexilhão	380	3	200	6
Ascídia	55	4	58	3,8

O pesquisador concluiu corretamente que os peixes controlam a densidade dos(as)

- a) algas, estimulando seu crescimento.
- b) cracas, predando especialmente animais pequenos.
- c) mexilhões, predando especialmente animais pequenos.
- d) quatro espécies testadas, predando indivíduos pequenos.
- e) ascídias, apesar de não representarem os menores organismos.

19. (ENEM 2016) Ao percorrer o trajeto de uma cadeia alimentar, o carbono, elemento essencial e majoritário da matéria orgânica que compõe os indivíduos, ora se encontra

em sua forma inorgânica, ora se encontra em sua forma orgânica. Em uma cadeia alimentar composta por fitoplâncton, zooplâncton, moluscos, crustáceos e peixes ocorre a transição desse elemento da forma inorgânica para a orgânica.

Em qual grupo de organismos ocorre essa transição?

- a) Fitoplâncton.
- b) Zooplâncton.
- c) Moluscos.
- d) Crustáceos.
- e) Peixes.

20. (ENEM 2015) Na natureza a matéria é constantemente transformada por meio dos ciclos biogeoquímicos. Além do ciclo da água, existem os ciclos do carbono, do enxofre, do fósforo, do nitrogênio e do oxigênio.

O elemento que está presente em todos os ciclos nomeados é o

- a) fósforo.
- b) enxofre.
- c) carbono.
- d) oxigênio.
- e) nitrogênio.

21. (ENEM 2015) O nitrogênio é essencial para a vida e o maior reservatório global desse elemento, na forma de  $N_2$ , é a atmosfera. Os principais responsáveis por sua incorporação na matéria orgânica são microrganismos fixadores de  $N_2$ , que ocorrem de forma livre ou simbiotes com plantas.

ADUAN, R. E. et al. Os grandes ciclos biogeoquímicos do planeta. Planaltina: Embrapa, 2004 (adaptado).

Animais garantem suas necessidades metabólicas desse elemento pela

- a) absorção do gás nitrogênio pela respiração.
- b) ingestão de moléculas de carboidratos vegetais.
- c) incorporação de nitritos dissolvidos na água consumida.
- d) transferência da matéria orgânica pelas cadeias tróficas.
- e) protocooperação com microrganismos fixadores de nitrogênio.

22. (ENEM 2015) Dentre outras características, uma determinada vegetação apresenta folhas durante três a quatro meses ao ano, com limbo reduzido, mecanismo rápido de abertura e fechamento dos estômatos e caule suculento. Essas são algumas características adaptativas das plantas ao bioma onde se encontram.

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

- a) Escassez de nutrientes no solo.
- b) Estratificação da vegetação.
- c) Elevada insolação.

- d) Baixo pH do solo.
- e) Escassez de água.

23. (ENEM 2015) Bioindicador ou indicador biológico é uma espécie ou grupo de espécies que reflete o estado biótico de um meio ambiente, o impacto produzido sobre um habitat, comunidade ou ecossistema, entre outras funções. A posição trófica do organismo bioindicador é uma das características mais relevantes quanto ao seu grau de importância para essa função: quanto mais baixo o nível trófico do organismo, maior é a sua utilidade, pois se pressupõe que toda a cadeia trófica é contaminada a partir dele.

ANDRÉA, M. M. Bioindicadores ecotoxicológicos de agrotóxicos. Disponível em: [www.biologico.sp.gov.br](http://www.biologico.sp.gov.br). Acesso em: 11 mar. 2013 (adaptado).

O grupo de organismos mais adequado para essa condição, do ponto de vista da sua posição na cadeia trófica, é constituído por

- a) algas.
- b) peixes.
- c) baleias.
- d) camarões.
- e) anêmonas.

24. (ENEM 2015) O acúmulo de plásticos na natureza pode levar a impactos ambientais negativos, tanto em ambientes terrestres quanto aquáticos. Uma das formas de minimizar esse problema é a reciclagem, para a qual é necessária a separação dos diferentes tipos de plásticos. Em um processo de separação foi proposto o seguinte procedimento:

I. Coloque a mistura de plásticos picados em um tanque e acrescente água até a metade da sua capacidade.

II. Mantenha essa mistura em repouso por cerca de 10 minutos.

III. Retire os pedaços que flutuaram e transfira-os para outro tanque com uma solução de álcool.

IV. Coloque os pedaços sedimentados em outro tanque com solução de sal e agite bem.

Qual propriedade da matéria possibilita a utilização do procedimento descrito?

- a) Massa.
- b) Volume.
- c) Densidade.
- d) Porosidade.
- e) Maleabilidade.

25. (ENEM 2015) A remoção de petróleo derramado em ecossistemas marinhos é complexa e muitas vezes envolve a adição de mais substâncias ao ambiente. Para facilitar o processo de recuperação dessas áreas, pesquisadores têm estudado a bioquímica de bactérias encontradas em locais sujeitos dessas a esse tipo de impacto. Eles verificaram que algumas dessas espécies utilizam as

moléculas de hidrocarbonetos como fonte energética, atuando como biorremediadores, removendo o óleo do ambiente.

KREPSKY, N.; SILVA SOBRINHO, F.; CRAPEZ, M. A. C. *Ciência Hoje*, n. 223, jan.-fev. 2006 (adaptado).

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

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

26. (ENEM 2015) A indústria têxtil utiliza grande quantidade de corantes no processo de tingimento dos tecidos. O escurecimento das águas dos rios causado pelo despejo desses corantes pode desencadear uma série de problemas no ecossistema aquático.

Considerando esse escurecimento das águas, o impacto negativo inicial que ocorre é o(a)

- a) eutrofização.
- b) proliferação de algas.
- c) inibição da fotossíntese.
- d) fotodegradação da matéria orgânica.
- e) aumento da quantidade de gases dissolvidos.

27. (ENEM 2015) Os parasitoides são insetos diminutos, que têm hábitos bastante peculiares: suas larvas se desenvolvem dentro do corpo de outros animais. Em geral, cada parasitoide ataca hospedeiros de determinada espécie e, por isso, esses organismos vêm sendo amplamente usados para o controle biológico de pragas agrícolas.

Santo, M. M. E. Et AL. *Parasitoides: insetos benéficos e cruéis*. *Ciência Hoje*, n. 291, abr. 2012 (adaptado).

O uso desses insetos na agricultura traz benefícios ambientais, pois diminui o(a)

- a) tempo de produção agrícola.
- b) diversidade de insetos-praga.
- c) aplicação de inseticidas tóxicos.
- d) emprego de fertilizantes agrícolas.
- e) necessidade de combate a ervas daninhas.

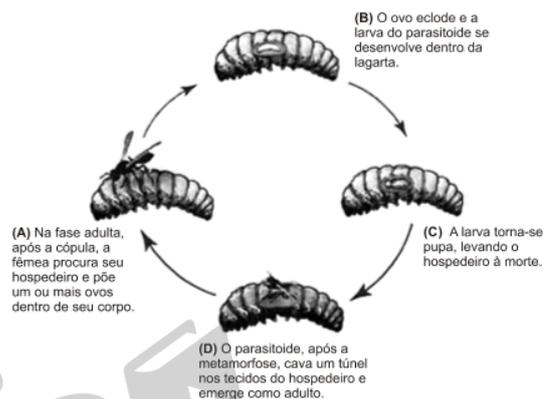
28. (ENEM 2014) Na técnica de plantio conhecida por hidroponia, os vegetais são cultivados em uma solução de nutrientes no lugar do solo, rica em nitrato e ureia.

Nesse caso, ao fornecer esses nutrientes na forma aproveitável pela planta, a técnica dispensa o trabalho das bactérias fixadoras do solo, que, na natureza, participam do ciclo do(a)

- a) água.
- b) carbono.
- c) nitrogênio.
- d) oxigênio.
- e) fósforo.

29. (ENEM 2014) Os parasitoides (misto de parasitas e predadores) são insetos diminutos que têm hábitos muito peculiares: suas larvas podem se desenvolver dentro do corpo de outros organismos, como mostra a figura. A forma adulta se alimenta de pólen e açúcares. Em geral, cada parasitoide ataca hospedeiros de determinada espécie e, por isso, esses organismos vêm sendo amplamente usados para o controle biológico de pragas agrícolas.

Ciclo de vida de um inseto parasitoide de lagartas



A forma larval do parasitoide assume qual papel nessa cadeia alimentar?

- a) Consumidor primário, pois ataca diretamente uma espécie herbívora.
- b) Consumidor secundário, pois se alimenta diretamente dos tecidos da lagarta.
- c) Organismo heterótrofo de primeira ordem, pois se alimenta de pólen na fase adulta.
- d) Organismo heterótrofo de segunda ordem, pois apresenta o maior nível energético na cadeia.
- e) Decompositor, pois se alimenta de tecidos do interior do corpo da lagarta e a leva à morte.

30. (ENEM 2014) A eutrofização é um dos fenômenos responsáveis pela mortalidade de parte das espécies aquáticas e, em regiões próximas a centros urbanos, pela perda da qualidade de vida da população. Um exemplo é a Lagoa da Pampulha, um dos mais conhecidos pontos turísticos da capital de Minas Gerais, onde as atividades de pesca e nado não são mais permitidas.

Para evitar a ocorrência desse fenômeno em lagos deve-se

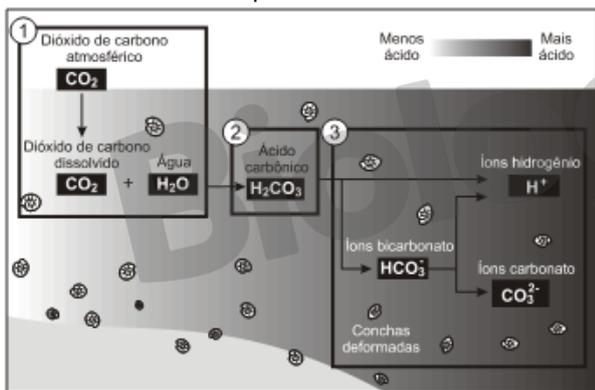
- a) manter inalterado seu volume de água.
- b) aumentar a população de algas planctônicas.
- c) diminuir o teor de nutrientes despejados nas águas.
- d) impedir a fotossíntese das algas abaixo da superfície.
- e) aumentar a população de espécies do topo da cadeia alimentar.

31. (ENEM 2014) Se por um lado a Revolução Industrial instituiu um novo patamar de tecnologia e, com isso, uma melhoria na qualidade de vida da população, por outro lado os resíduos decorrentes desse processo podem se acumular no ar, no solo e na água, causando desequilíbrios no ambiente.

O acúmulo dos resíduos provenientes dos processos industriais que utilizam combustíveis fósseis traz como consequência o(a)

- a) eutrofização dos corpos-d'água, aumentando a produtividade dos sistemas aquáticos.
- b) precipitação de chuvas ácidas, danificando florestas, ecossistemas aquáticos e construções.
- c) mudança na salinidade dos mares, provocando a mortalidade de peixes e demais seres aquáticos.
- d) acúmulo de detritos, causando entupimento de bueiros e alargamento das ruas.
- e) presença de mosquitos, levando à disseminação de doenças bacterianas e virais.

32. (ENEM 2014) Parte do gás carbônico da atmosfera é absorvida pela água do mar. O esquema representa reações que ocorrem naturalmente, em equilíbrio, no sistema ambiental marinho. O excesso de dióxido de carbono na atmosfera pode afetar os recifes de corais.



Disponível em: <http://news.bbc.co.uk>. Acesso em: 20 maio 2014 (adaptado).

O resultado desse processo nos corais é o(a)

- a) seu branqueamento, levando à sua morte e extinção.
- b) excesso de fixação de cálcio, provocando calcificação indesejável.
- c) menor incorporação de carbono, afetando seu metabolismo energético.
- d) estímulo da atividade enzimática, evitando a descalcificação dos esqueletos.
- e) dano à estrutura dos esqueletos calcários, diminuindo o tamanho das populações.

33. (ENEM 2014)

Estranha neve:

espuma, espuma apenas

que o vento espalha, bolha em baile no ar,

vinda do Tietê alvoroçado ao abrir de comportas,

espuma de dodecilbenzeno irreduzível,

emergindo das águas profanadas do rio-bandeirante,  
hoje rio-despejo de mil imundícies do progresso.

ANDRADE, C. D. Poesia e prosa. Rio de Janeiro: Nova Aguilar. 1992 (fragmento).

Nesse poema, o autor faz referência à

- a) disseminação de doenças nas áreas atingidas por inundações.
- b) contaminação do lençol freático pela eliminação de lixo nos rios.
- c) ocorrência de enchente causada pela impermeabilização dos solos.
- d) presença de detergentes sintéticos como agentes poluentes de águas.
- e) destruição de fauna e flora pela contaminação de bacias hidrográficas.

34. (ENEM 2014) Os corais funcionam como termômetros, capazes de indicar, mudando de coloração, pequenas alterações na temperatura da água dos oceanos. Mas, um alerta, eles estão ficando brancos. O seu clareamento progressivo acontece pela perda de minúsculas algas, chamadas zooxantelas, que vivem dentro de seus tecidos, numa relação de mutualismo.

Disponível em: <http://super.abril.com.br>. Acesso em: 6 dez 2012 (adaptado).

O desequilíbrio dessa relação faz com que os pólipos que formam os corais tenham dificuldade em

- a) produzir o próprio alimento.
- b) obter compostos nitrogenados.
- c) realizar a reprodução sexuada.
- d) absorver o oxigênio dissolvido na água.
- e) adquirir nutrientes derivados da fotossíntese.

35. (ENEM 2014) Existem bactérias que inibem o crescimento de um fungo causador de doenças no tomateiro, por consumirem o ferro disponível no meio. As bactérias também fazem fixação de nitrogênio, disponibilizam cálcio e produzem auxinas, substâncias que estimulam diretamente o crescimento do tomateiro.

PELZER, G. Q. et al. "Mecanismos de controle da murcha-de-esclerócio e promoção de crescimento em tomateiro mediados por rizobactérias". *Tropical Plant Pathology*, v. 36, n. 2, mar. abr. 2011 (adaptado).

Qual dos processos biológicos mencionados indica uma relação ecológica de competição?

- a) Fixação de nitrogênio para o tomateiro.
- b) Disponibilização de cálcio para o tomateiro.
- c) Diminuição da quantidade de ferro disponível para o fungo.
- d) Liberação de substâncias que inibem o crescimento do fungo.
- e) Liberação de auxinas que estimulam o crescimento do tomateiro.

36. (ENEM 2014) Surtsey é uma ilha vulcânica situada perto da costa sul da Islândia. A erupção vulcânica que lhe deu origem ocorreu na década de 1960, o que faz dela, seguramente, a ilha mais nova do Oceano Atlântico. As primeiras espécies que aí se fixaram foram musgos e líquens. À medida que as aves foram fixando-se na ilha, as condições do solo foram melhorando e espécies vegetais mais complexas puderam iniciar a colonização do território. Em 1988 foi observada a presença do primeiro arbusto.

Disponível em: [www.nacopadasarvores.blogspot.com.br](http://www.nacopadasarvores.blogspot.com.br). Acesso em: 25 maio 2012 (fragmento).

O conjunto das alterações ocorridas no ambiente descrito é exemplo de

- a) nicho ecológico.
- b) eficiência ecológica.
- c) sucessão ecológica.
- d) irradiação adaptativa.
- e) resistência ambiental.

37. (ENEM 2014) Uma região de Cerrado possui lençol freático profundo, estação seca bem marcada, grande insolação e recorrência de incêndios naturais. Cinco espécies de árvores nativas, com as características apresentadas no quadro, foram avaliadas quanto ao seu potencial para uso em projetos de reflorestamento nessa região.

Característica	Árvore 1	Árvore 2	Árvore 3	Árvore 4	Árvore 5
Superfície foliar	Coberta por tricomas	Coberta por cera	Coberta por cera	Coberta por espinhos	Coberta por espinhos
Profundidade das raízes	Baixa	Alta	Baixa	Baixa	Alta

Qual é a árvore adequada para o reflorestamento dessa região?

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

38. (ENEM 2013) Plantas terrestres que ainda estão em fase de crescimento fixam grandes quantidades de  $\text{CO}_2$ , utilizando-o para formar novas moléculas orgânicas, e liberam grande quantidade de  $\text{O}_2$ . No entanto, em florestas maduras, cujas árvores já atingiram o equilíbrio, o consumo de  $\text{O}_2$  pela respiração tende a igualar sua produção pela fotossíntese. A morte natural de árvores nessas florestas afeta temporariamente a concentração de  $\text{O}_2$  e de  $\text{CO}_2$  próximo à superfície do solo onde elas caíram.

A concentração de  $\text{O}_2$  próximo ao solo, no local da queda, será

- a) menor, pois haverá consumo de  $\text{O}_2$  durante a decomposição dessas árvores.
- b) maior, pois haverá economia de  $\text{O}_2$  pela ausência das árvores mortas.
- c) maior, pois haverá liberação de  $\text{O}_2$  durante a fotossíntese das árvores jovens.
- d) igual, pois haverá consumo e produção de  $\text{O}_2$  pelas árvores maduras restantes.
- e) menor, pois haverá redução de  $\text{O}_2$  pela falta da fotossíntese realizada pelas árvores mortas.

39. (ENEM 2013)



A posição ocupada pela vaca, na interação apresentada na tirinha, a caracteriza como

- a) produtora.
- b) consumidora primária.
- c) consumidora secundária.
- d) consumidora terciária.
- e) decompositora.

40. (ENEM 2013) Estudos de fluxo de energia em ecossistemas demonstram que a alta produtividade nos manguezais está diretamente relacionada às taxas de produção primária líquida e à rápida reciclagem dos nutrientes. Como exemplo de seres vivos encontrados nesse ambiente, temos: aves, caranguejos, insetos, peixes e algas.

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

- a) aves.
- b) algas.
- c) peixes.
- d) insetos.
- e) caranguejos.

41. (ENEM 2013) Química Verde pode ser definida como a criação, o desenvolvimento e a aplicação de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias nocivas à saúde humana e ao ambiente. Sabe-se que algumas fontes energéticas desenvolvidas pelo homem exercem, ou têm potencial para exercer, em algum nível, impactos ambientais negativos.

CORRÊA, A. G.; ZUIN, V. G. (Orgs.). Química Verde: fundamentos e aplicações. São Carlos: EdUFSCar, 2009.

À luz da Química Verde, métodos devem ser desenvolvidos para eliminar ou reduzir a poluição do ar causada especialmente pelas

- a) hidrelétricas.
- b) termelétricas.
- c) usinas geotérmicas.
- d) fontes de energia solar.
- e) fontes de energia eólica.

42. (ENEM 2013) Algumas estimativas apontam que, nos últimos cem anos, a concentração de gás carbônico na atmosfera aumentou em cerca de 40%, devido principalmente à utilização de combustíveis fósseis pela espécie humana. Alguns estudos demonstram que essa utilização em larga escala promove o aumento do efeito estufa.

Outros fatores de origem antrópica que aumentam o efeito estufa são

- a) chuva ácida e destruição da camada de ozônio.
- b) alagamento e inversão térmica.
- c) erosão e extinção das espécies.
- d) poluição das águas e do solo.
- e) queimada e desmatamento.

43. (ENEM 2013) As algas marinhas podem ser utilizadas para reduzir a contaminação por metais pesados em ambientes aquáticos. Elas podem funcionar como uma “esponja biológica”, absorvendo esses poluentes. Dentro das células dessas algas, esses metais são imobilizados no vacúolo por mecanismos bioquímicos.

Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br>. Acesso em: 21 nov. 2011 (adaptado).

Nesse processo, as algas atuam como agentes que promovem a

- a) biodigestão.
- b) eutrofização.
- c) desnitrificação.
- d) biorremediação.
- e) biomonitoração.

44. (ENEM 2013) A poluição térmica, provocada principalmente pela má utilização da água na refrigeração das turbinas e caldeiras de usinas hidrelétricas e termelétricas, respectivamente, afeta o aspecto físico-químico e biológico dos cursos hídricos. A água empregada na manutenção dessas usinas deveria ser tratada termicamente, promovendo a liberação do calor, para posterior devolução ao meio ambiente. Contudo, ao ser despejada nos lagos e nos rios, sem qualquer controle ou fiscalização, causa sérios danos à vida aquática, pois reduz significativamente o tempo de vida de algumas espécies, afetando seus ciclos de reprodução.

Disponível em: [www.brasilecola.com](http://www.brasilecola.com). Acesso em: 25 abr. 2010 (adaptado).

Um dos efeitos nocivos promovidos pela poluição térmica dos corpos hídricos pode ser identificado pelo(a)

- a) desenvolvimento excessivo do fitoplâncton, devido à eutrofização do meio aquático.
- b) prejuízo à respiração dos seres vivos, devido à redução da pressão parcial de oxigênio na água.
- c) bloqueio da entrada de raios solares na água, devido ao acúmulo de sedimentos na superfície.
- d) potenciação dos poluentes presentes, devido à diminuição da velocidade de degradação desses materiais.
- e) desequilíbrio dos organismos desses ecossistemas, devido ao aumento da concentração de dióxido de carbono.

45. (ENEM 2013) Para a produção de etanol combustível, as usinas retiram água do leito de rios próximos, reutilizando-a nas suas instalações. A vinhaça, resíduo líquido gerado nesse processo, é diluída para ser adicionada ao solo, utilizando uma técnica chamada de fertirrigação. Por meio desse procedimento, o fósforo e o potássio, essenciais à produção de cana-de-açúcar, são devolvidos ao solo, reduzindo o uso de fertilizantes sintéticos.

Essa intervenção humana no destino da vinhaça tem como resultado a diminuição do impacto ambiental referente à

- a) erosão do solo.
- b) produção de chuva ácida.
- c) elevação da temperatura global.
- d) eutrofização de lagos e represas.
- e) contaminação de rios por pesticidas.

46. (ENEM 2013) No Brasil, cerca de 80% da energia elétrica advém de hidrelétricas, cuja construção implica o represamento de rios. A formação de um reservatório para esse fim, por sua vez, pode modificar a ictiofauna local. Um exemplo é o represamento do Rio Paraná, onde se observou o desaparecimento de peixes cascudos quase que simultaneamente ao aumento do número de peixes de espécies exóticas introduzidas, como o mapará e a corvina, as três espécies com nichos ecológicos semelhantes.

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

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

- a) redução do fluxo gênico da espécie nativa.
- b) diminuição da competição intraespecífica.
- c) aumento da competição interespecífica.
- d) isolamento geográfico dos peixes.
- e) extinção de nichos ecológicos.

47. (ENEM 2013) Apesar de belos e impressionantes, corais exóticos encontrados na Ilha Grande podem ser uma ameaça ao equilíbrio dos ecossistemas do litoral do Rio de Janeiro. Originários do Oceano Pacífico,

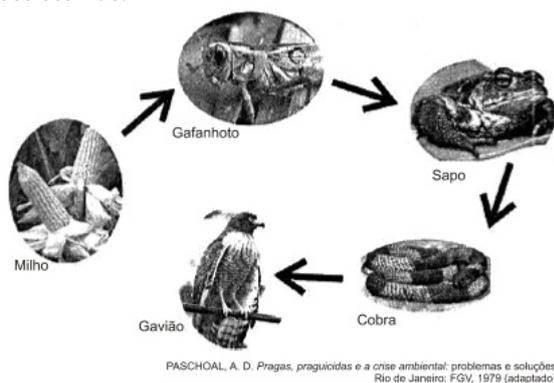
esses organismos foram trazidos por plataformas de petróleo e outras embarcações, provavelmente na década de 1980, e disputam com as espécies nativas elementos primordiais para a sobrevivência, como espaço e alimento. Organismos invasores são a segunda maior causa de perda de biodiversidade, superados somente pela destruição direta de habitats pela ação do homem. As populações de espécies invasoras crescem indefinidamente e ocupam o espaço de organismos nativos.

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

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

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

48. (ENEM 2012) O uso de defensivos agrícolas é preocupante pela sua toxicidade aos ecossistemas, tanto ao meio biótico como abiótico, afetando as cadeias alimentares. Alguns defensivos, como o DDT (dicloro-difenil-tricloroetano), por serem muito estáveis, entram nas cadeias alimentares e permanecem nos ecossistemas.



Com base nas informações e na figura, o elo da cadeia alimentar que apresentará as maiores concentrações do defensivo é o do(a)

- sapo, devido ao tempo de vida ser longo, acumulando maior quantidade de compostos tóxicos ao longo da vida.
- cobra, devido à digestão lenta dos alimentos, resultando na concentração dos compostos tóxicos neste organismo.
- gafanhoto, devido ao elevado consumo de milho, resultando em altas concentrações dos compostos tóxicos no seu organismo.

d) milho, devido à aplicação direta de defensivo na gramínea, gerando altas concentrações de compostos tóxicos em toda a planta.

e) gavião, devido à acumulação de compostos tóxicos ao longo da cadeia alimentar, resultando nas maiores concentrações neste organismo.

49. (ENEM 2012) Considere a seguinte cadeia alimentar em um ambiente marinho:

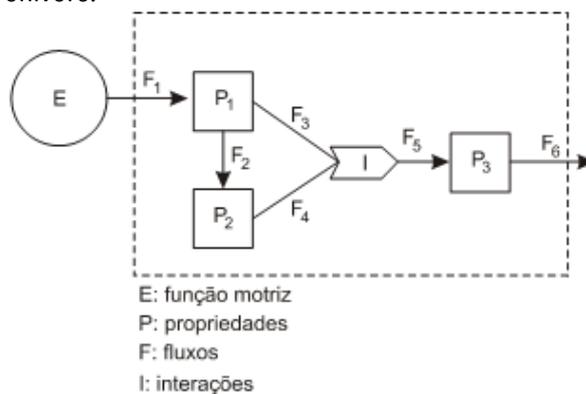
Fitoplânctons → Copépodos → Sardinhas → Atuns

Imagine que nessa cadeia sejam introduzidas águas-vivas, que se alimentam dos copépodos (crustáceos planctônicos). Nessa área, as águas-vivas não são alimentos para outros organismos. No mesmo período, ocorre sobrepesca das populações de sardinhas.

Como consequência das interferências descritas na cadeia alimentar, será observada diminuição

- da população de copépodos, em decorrência da diminuição do estoque de sardinhas.
- da população de atuns, em consequência da diminuição da população de sardinhas.
- da quantidade de fitoplâncton, devido à redução no estoque de copépodos.
- do estoque de copépodos, em função do aumento da população de atuns.
- da população de atuns, pelo aumento da população de copépodos.

50. (ENEM 2012) A figura representa um dos modelos de um sistema de interações entre seres vivos. Ela apresenta duas propriedades,  $P_1$  e  $P_2$ , que interagem em I, para afetar uma terceira propriedade,  $P_3$ , quando o sistema é alimentado por uma fonte de energia, E. Essa figura pode simular um sistema de campo em que  $P_1$  representa as plantas verdes;  $P_2$  um animal herbívoro e  $P_3$ , um animal onívoro.



ODUM, E. P. Ecologia, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

A função interativa I representa a proporção de

- herbivoria entre  $P_1$  e  $P_2$ .
- polinização entre  $P_1$  e  $P_2$ .
- $P_3$  utilizada na alimentação de  $P_1$  e  $P_2$ .
- $P_1$  ou  $P_2$  utilizada na alimentação de  $P_3$ .
- energia de  $P_1$  e de  $P_2$  que saem do sistema.

51. (ENEM 2012) O menor tamanduá do mundo é solitário e tem hábitos noturnos, passa o dia repousando, geralmente em um emaranhado de cipós, com o corpo curvado de tal maneira que forma uma bola. Quando em atividade, se locomove vagarosamente e emite som semelhante a um assobio. A cada gestação, gera um único filhote. A cria é deixada em uma árvore à noite e é amamentada pela mãe até que tenha idade para procurar alimento. As fêmeas adultas têm territórios grandes e o território de um macho inclui o de várias fêmeas, o que significa que ele tem sempre diversas pretendentes à disposição para namorar!

Ciência Hoje das Crianças, ano 19, n.º 174, nov. 2006 (adaptado).

Essa descrição sobre o tamanduá diz respeito ao seu

- a) hábitat.
- b) biótopo.
- c) nível trópico.
- d) nicho ecológico.
- e) potencial biótico.

52. (ENEM 2012) A instalação de uma indústria de processamento de pescados, próxima a uma aldeia de pescadores, situada à beira-mar, criou um conflito de interesses. A administração pública e os investidores defendem que haverá geração de renda, melhorando a qualidade de vida da população. Os moradores estão receptivos ao empreendimento, mas argumentam que, sem o devido controle, as atividades da indústria podem poluir a água do mar próxima à aldeia.

Uma maneira adequada, do ponto de vista social e ambiental, de minimizar a poluição na água do mar próxima à aldeia, pela instalação da fábrica, é a

- a) destinação apropriada dos efluentes líquidos.
- b) instalação de filtros nas chaminés da indústria.
- c) tratamento da água consumida pela comunidade.
- d) remoção da população para uma região afastada.
- e) realização de análise na água do mar próxima à aldeia.

53. (ENEM 2012) Não é de hoje que o homem cria, artificialmente, variedades de peixes por meio da hibridação. Esta é uma técnica muito usada pelos cientistas e pelos piscicultores porque os híbridos resultantes, em geral, apresentam maior valor comercial do que a média de ambas as espécies parentais, além de reduzir a sobrepesca no ambiente natural.

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

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

- a) originar uma nova espécie poliploide.
- b) substituir geneticamente a espécie natural.
- c) ocupar o primeiro nível trófico no hábitat aquático.

d) impedir a interação biológica entre as espécies parentais.

e) produzir descendentes com o código genético modificado.

54. (ENEM 2012) A vegetação do cerrado é constituída por árvores esparsas que apresentam troncos retorcidos e raízes profundas, disseminadas em meio a arbustos.

As raízes dessas árvores são uma importante estratégia evolutiva, pois

a) aumentam a taxa de fotossíntese das árvores, o que eleva a produção de biomassa.

b) melhoram a sustentação das árvores no solo, que se torna arenoso nos períodos intensos de seca.

c) possibilitam a absorção de água de regiões mais profundas do solo, inclusive em períodos de seca.

d) dificultam a ação de predadores que se alimentam desses órgãos, provocando a morte das árvores.

e) diminuem a superfície de contato desses órgãos com a atmosfera, impedindo a perda de água por evaporação.

55. (ENEM 2012) Muitas espécies de plantas lenhosas são encontradas no cerrado brasileiro. Para a sobrevivência nas condições de longos períodos de seca e queimadas periódicas, próprias desse ecossistema, essas plantas desenvolveram estruturas muito peculiares.

As estruturas adaptativas mais apropriadas para a sobrevivência desse grupo de plantas nas condições ambientais de referido ecossistema são:

a) Cascas finas e sem sulcos ou fendas.

b) Caules estreitos e retilíneos.

c) Folhas estreitas e membranosas.

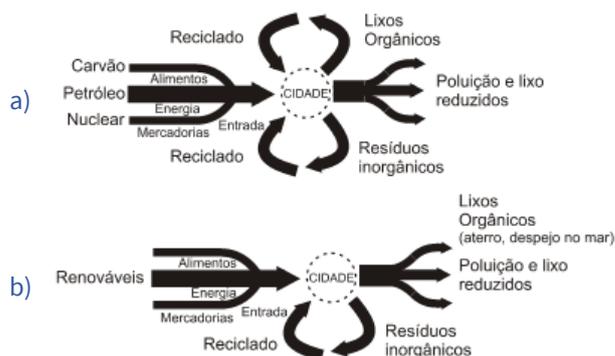
d) Gemas apicais com densa pilosidade.

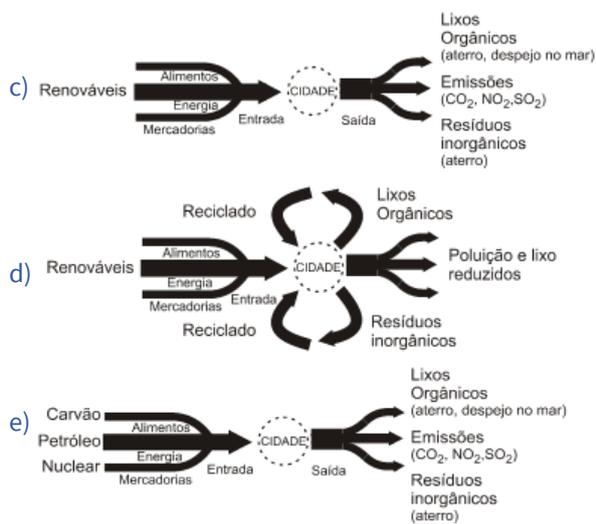
e) Raízes superficiais, em geral, aéreas.

56. (ENEM 2012) O desenvolvimento sustentável rompe com a lógica da organização social vigente, convidando a novos modos de pensar e agir. Dessa forma, sustentabilidade implica o uso de recursos renováveis em quantidades compatíveis com a capacidade de renovação do planeta.

MCT. Prêmio Jovem Cientista: cidades sustentáveis. Caderno do Professor, 2011 (adaptado).

Um esquema de cidade que pretende atender a esse conceito é:





57. (ENEM 2012) Diversos estudos têm sido desenvolvidos para encontrar soluções que minimizem o impacto ambiental de eventuais vazamentos em poços de petróleo, que liberam hidrocarbonetos potencialmente contaminantes. Alguns microrganismos podem ser usados como agentes de biorremediação nesses casos.

Os microrganismos adequados a essa solução devem apresentar a capacidade de

- excretar hidrocarbonetos solúveis.
- estabilizar quimicamente os hidrocarbonetos.
- utilizar hidrocarbonetos em seu metabolismo.
- diminuir a degradação abiótica de hidrocarbonetos.
- transferir hidrocarbonetos para níveis tróficos superiores.

58. (ENEM 2012) Para diminuir o acúmulo de lixo e o desperdício de materiais de valor econômico e, assim, reduzir a exploração de recursos naturais, adotou-se, em escala internacional, a política dos três erres: Redução, Reutilização e Reciclagem.

Um exemplo de reciclagem é a utilização de

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

59. (ENEM 2012) A produção de biocombustíveis é resultado direto do fomento a pesquisas científicas em biotecnologia que ocorreu no Brasil nas últimas décadas. A escolha do vegetal a ser usado considera, entre outros aspectos, a produtividade da matéria-prima em termos de rendimento e custos associados.

O etanol é produzido a partir da fermentação de carboidratos e quanto mais simples a molécula de glicídio, mais eficiente é o processo.

“Etanol de quê?”. Revista Pesquisa Fapesp, 28 de nov. 2007. (adaptado)

O vegetal que apresenta maior eficiência no processo de produção do etanol é a) o milho, pois apresenta sementes com alto teor de amido.

- o milho, pois apresenta sementes com alto teor de amido.
- a mandioca, pois apresenta raízes com alto teor de celulose.
- a soja, pois apresenta sementes com alto teor de glicogênio.
- o feijão, pois apresenta sementes com alto teor de quitina.
- a cana-de-açúcar, pois apresenta colmos com alto teor de sacarose.

60. (ENEM 2012) Pesticidas são contaminantes ambientais altamente tóxicos aos seres vivos e, geralmente, com grande persistência ambiental. A busca por novas formas de eliminação dos pesticidas tem aumentado nos últimos anos, uma vez que as técnicas atuais são economicamente dispendiosas e paliativas. A biorremediação de pesticidas utilizando micro-organismos tem se mostrado uma técnica muito promissora para essa finalidade, por apresentar vantagens econômicas e ambientais.

Para ser utilizado nesta técnica promissora, um microrganismo deve ser capaz de

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

61. (ENEM 2011) Moradores sobreviventes da tragédia que destruiu aproximadamente 60 casas no Morro do Bumba, na Zona Norte de Niterói (RJ), ainda defendem a hipótese de o deslizamento ter sido causado por uma explosão provocada por gás metano, visto que esse local foi um lixão entre os anos 1960 e 1980.

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

O gás mencionado no texto é produzido

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



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

Disponível em: [www.conpet.gov.br](http://www.conpet.gov.br). Acesso em: 22 jun. 2010.

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

- a) metano durante o processo de digestão.
- b) óxido nítrico durante o processo de ruminção.
- c) clorofluorcarbono durante o transporte de carne.
- d) óxido nítrico durante o processo respiratório.
- e) dióxido de enxofre durante o consumo de pastagens.

66. (ENEM 2011) Os vaga-lumes machos e fêmeas emitem sinais luminosos para se atraírem para o acasalamento. O macho reconhece a fêmea de sua espécie e, atraído por ela, vai ao seu encontro. Porém, existe um tipo de vaga-lume, o *Photuris*, cuja fêmea engana e atrai os machos de outro tipo, o *Photinus* fingindo ser desse gênero. Quando o macho *Photinus* se aproxima da fêmea *Photuris*, muito maior que ele, é atacado e devorado por ela.

BERTOLDI, O. G.; VASCONCELLOS, J. R. *Ciência & sociedade: a aventura da vida, a aventura da tecnologia*. São Paulo: Scipione, 2000 (adaptado).

A relação descrita no texto, entre a fêmea do gênero *Photuris* e o macho do gênero *Photinus*, é um exemplo de

- a) comensalismo.
- b) inquilinismo.
- c) cooperação.
- d) predatismo.
- e) mutualismo.

67. (ENEM 2011) O controle biológico, técnica empregada no combate a espécies que causam danos e prejuízos aos seres humanos, é utilizado no combate à lagarta que se alimenta de folhas de algodoeiro. Algumas espécies de borboleta depositam seus ovos nessa cultura. A microvespa *Trichogramma sp.* introduz seus ovos nos ovos de outros insetos, incluindo os das borboletas em questão. Os embriões da vespa se alimentam do conteúdo desses ovos e impedem que as larvas de borboleta se desenvolvam. Assim, é possível reduzir a densidade populacional das borboletas até níveis que não prejudiquem a cultura. A técnica de controle biológico realizado pela microvespa *Trichogramma sp.* consiste na

- a) introdução de um parasita no ambiente da espécie que se deseja combater.
- b) introdução de um gene letal nas borboletas para diminuir o número de indivíduos.
- c) competição entre a borboleta e a microvespa para a obtenção de recursos.

d) modificação do ambiente para selecionar indivíduos melhor adaptados.

e) aplicação de inseticidas a fim de diminuir o número de indivíduos que se deseja combater.

68. (ENEM 2011) Os biocombustíveis de primeira geração são derivados da soja, milho e cana-de-açúcar e sua produção ocorre através da fermentação. Biocombustíveis derivados de material celulósico ou biocombustíveis de segunda geração — coloquialmente chamados de “gasolina de capim” — são aqueles produzidos a partir de resíduos de madeira (serragem, por exemplo), talos de milho, palha de trigo ou capim de crescimento rápido e se apresentam como uma alternativa para os problemas enfrentados pelos de primeira geração, já que as matérias-primas são baratas e abundantes.

DALE, B. E.; HUBER, G. W. Gasolina de capim e outros vegetais. *Scientific American Brasil*. Ago. 2009, nº 87 (adaptado).

O texto mostra um dos pontos de vista a respeito do uso dos biocombustíveis na atualidade, os quais

a) são matrizes energéticas com menor carga de poluição para o ambiente e podem propiciar a geração de novos empregos, entretanto, para serem oferecidos com baixo custo, a tecnologia da degradação da celulose nos biocombustíveis de segunda geração deve ser extremamente eficiente.

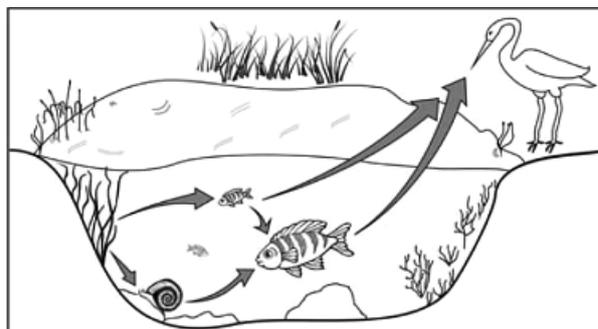
b) oferecem múltiplas dificuldades, pois a produção é de alto custo, sua implantação não gera empregos, e deve-se ter cuidado com o risco ambiental, pois eles oferecerem os mesmos riscos que o uso de combustíveis fósseis.

c) sendo de segunda geração, são produzidos por uma tecnologia que acarreta problemas sociais, sobretudo decorrente do fato de a matéria-prima ser abundante e facilmente encontrada, o que impede a geração de novos empregos.

d) sendo de primeira e segunda geração, são produzidos por tecnologias que devem passar por uma avaliação criteriosa quanto ao uso, pois uma enfrenta o problema da falta de espaço para plantio da matéria-prima e a outra impede a geração de novas fontes de emprego.

e) podem acarretar sérios problemas econômicos e sociais, pois a substituição do uso de petróleo afeta negativamente toda uma cadeia produtiva na medida em que exclui diversas fontes de emprego nas refinarias, postos de gasolina e no transporte petróleo e gasolina.

69. (ENEM 2010) A figura representa uma cadeia alimentar em uma lagoa. As setas indicam o sentido do fluxo de energia entre os componentes dos níveis tróficos.



Sabendo-se que o mercúrio se acumula nos tecidos vivos, que componente dessa cadeia alimentar apresentará maior teor de mercúrio no organismo se nessa lagoa ocorrer um derramamento desse metal?

- a) As aves, pois são os predadores do topo dessa cadeia e acumulam mercúrio incorporado pelos componentes dos demais elos.
- b) Os caramujos, pois se alimentam das raízes das plantas, que acumulam maior quantidade de metal.
- c) Os grandes peixes, pois acumulam o mercúrio presente nas plantas e nos peixes pequenos.
- d) Os pequenos peixes, pois acumulam maior quantidade de mercúrio, já que se alimentam das plantas contaminadas.
- e) As plantas aquáticas, pois absorvem grande quantidade de mercúrio da água através de suas raízes e folhas.

70. (ENEM 2010) Os corais que formam o banco dos Abrolhos, na Bahia, podem estar extintos até 2050 devido a uma epidemia. Por exemplo, os corais-cérebro já tiveram cerca de 10% de sua população afetada pela praga-branca, a mais prevalente das seis doenças identificadas em Abrolhos, causada provavelmente por uma bactéria. Os cientistas atribuem a proliferação das patologias ao aquecimento global e à poluição marinha. O aquecimento global reduziria a imunidade dos corais ou estimularia os patógenos causadores desses males, trazendo novos agentes infecciosos.

FURTADO, F. Peste branca no mar. *Ciência hoje*. Rio de Janeiro, v. 42, n. 251, ago. 2008 (adaptado).

A fim de combater a praga-branca, a medida mais apropriada, segura e de efeitos mais duradouros seria

- a) aplicar antibióticos nas águas litorâneas de Abrolhos.
- b) substituir os aterros sanitários por centros de reciclagem de lixo.
- c) introduzir nas águas de Abrolhos espécies que se alimentem da bactéria causadora da doença.
- d) aumentar, mundialmente, o uso de transportes coletivos e diminuir a queima de derivados de petróleo.
- e) criar uma lei que proteja os corais, impedindo que mergulhadores e turistas se aproximem deles e os contaminem.

71. (ENEM 2010) O aquecimento global, ocasionado pelo aumento do efeito estufa, tem como uma de suas causas a disponibilização acelerada de átomos de carbono para a atmosfera. Essa disponibilização acontece, por exemplo, na queima de combustíveis fósseis, como a gasolina, os óleos e o carvão, que libera o gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) para a atmosfera. Por outro lado, a produção de metano ( $\text{CH}_4$ ), outro gás causador do efeito estufa, está associada à pecuária e à degradação de matéria orgânica em aterros sanitários.

Apesar dos problemas causados pela disponibilização acelerada dos gases citados, eles são imprescindíveis à vida na Terra e importantes para a manutenção do equilíbrio ecológico, porque, por exemplo, o

- a) metano é fonte de carbono para os organismos fotossintetizantes.
- b) metano é fonte de hidrogênio para os organismos fotossintetizantes.
- c) gás carbônico é fonte de energia para os organismos fotossintetizantes.
- d) gás carbônico é fonte de carbono inorgânico para os organismos fotossintetizantes.
- e) gás carbônico é fonte de oxigênio molecular para os organismos heterotróficos aeróbios.

72. (ENEM 2010) O despejo de dejetos de esgotos domésticos e industriais vem causando sérios problemas aos rios brasileiros. Esses poluentes são ricos em substâncias que contribuem para a eutrofização de ecossistemas, que é um enriquecimento da água por nutrientes, o que provoca um grande crescimento bacteriano e, por fim, pode promover escassez de oxigênio.

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

- a) Aquecer as águas dos rios para aumentar a velocidade de decomposição dos dejetos.
- b) Retirar do esgoto os materiais ricos em nutrientes para diminuir a sua concentração nos rios.
- c) Adicionar bactérias anaeróbicas às águas dos rios para que elas sobrevivam mesmo sem o oxigênio.
- d) Substituir produtos não degradáveis por biodegradáveis para que as bactérias possam utilizar os nutrientes.
- e) Aumentar a solubilidade dos dejetos no esgoto para que os nutrientes fiquem mais acessíveis às bactérias.

73. (ENEM 2010) Os oceanos absorvem aproximadamente um terço das emissões de  $\text{CO}_2$  procedentes de atividades humanas, como a queima de combustíveis fósseis e as queimadas. O  $\text{CO}_2$  combina-se com as águas dos oceanos, provocando uma alteração importante em suas propriedades. Pesquisas com vários organismos marinhos revelam que essa alteração nos oceanos afeta uma série de processos biológicos necessários para o desenvolvimento e a sobrevivência de várias espécies da vida marinha.

A alteração a que se refere o texto diz respeito ao aumento

- a) da acidez das águas dos oceanos.
- b) do estoque de pescado nos oceanos.
- c) da temperatura média dos oceanos.
- d) do nível das águas dos oceanos.
- e) da salinização das águas dos oceanos.

74. (ENEM 2010) No ano de 2000, um vazamento em dutos de óleo na baía de Guanabara (RJ) causou um dos maiores acidentes ambientais do Brasil. Além de afetar a fauna e a flora, o acidente abalou o equilíbrio da cadeia alimentar de toda a baía. O petróleo forma uma película na superfície da água, o que prejudica as trocas gasosas da atmosfera com a água e desfavorece a realização de fotossíntese pelas algas, que estão na base da cadeia alimentar hídrica. Além disso, o derramamento de óleo contribuiu para o envenenamento das árvores e, conseqüentemente, para a intoxicação da fauna e flora aquáticas, bem como conduziu à morte diversas espécies de animais, entre outras formas de vida, afetando também a atividade pesqueira.

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

A situação exposta no texto e suas implicações

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

75. (ENEM 2010) Um agricultor, buscando o aumento da produtividade de sua lavoura, utilizou o adubo NPK (nitrogênio, fósforo e potássio) com alto teor de sais minerais. A irrigação dessa lavoura é feita por canais que são desviados de um rio que abastece os canais, devido à contaminação das águas pelo excesso de adubo usado pelo agricultor.

Que processo biológico pode ter sido provocado na água do rio pelo uso do adubo NPK?

- a) Lixiviação, processo em que ocorre a lavagem do solo, que acaba disponibilizando os nutrientes para a água do rio.
- b) Acidificação, processo em que os sais, ao se dissolverem na água do rio, formam ácidos.
- c) Eutrofização, ocasionada pelo aumento do fósforo e nitrogênio dissolvidos na água, que resulta na proliferação do fitoplâncton.
- d) Aquecimento, decorrente do aumento de sais dissolvidos na água do rio, que eleva sua temperatura.
- e) Denitrificação, processo em que o excesso de nitrogênio que chega ao rio é disponibilizado para a atmosfera, prejudicando o desenvolvimento dos peixes.

76. (ENEM 2010) A interferência do homem no meio ambiente tem feito com que espécies de seres vivos desapareçam muito mais rapidamente do que em épocas anteriores. Vários mecanismos de proteção ao planeta têm sido discutidos por cientistas, organizações e governantes. Entre esses mecanismos, destaca-se o acordado na Convenção sobre a Diversidade Biológica durante a Rio 92, que afirma que a nação tem direito sobre a variedade de vida contida no seu território e o dever de conservá-la, utilizando-se dela de forma sustentável.

A dificuldade encontrada pelo Brasil em seguir o acordo da Convenção sobre a Diversidade Biológica decorre, entre outros fatores, do fato de a

- a) extinção de várias espécies ter ocorrido em larga escala.
- b) alta biodiversidade no país impedir a sua conservação.
- c) utilização de espécies nativas de forma sustentável ser utópica.
- d) grande extensão de nosso território dificultar a sua fiscalização.
- e) classificação taxonômica de novas espécies ocorrer de forma lenta.

77. (ENEM 2009) O lixo orgânico de casa – constituído de restos de verduras, frutas, legumes, cascas de ovo, aparas de grama, entre outros –, se for depositado nos lixões, pode contribuir para o aparecimento de animais e de odores indesejáveis.

Entretanto, sua reciclagem gera um excelente adubo orgânico, que pode ser usado no cultivo de hortaliças, frutíferas e plantas ornamentais. A produção do adubo ou composto orgânico se dá por meio da compostagem, um processo simples que requer alguns cuidados especiais. O material que é acumulado diariamente em recipientes próprios deve ser revirado com auxílio de ferramentas adequadas, semanalmente, de forma a homogeneizá-lo. É preciso também umedecê-lo periodicamente. O material de restos de capina pode ser intercalado entre uma camada e outra de lixo da cozinha. Por meio desse método, o adubo orgânico estará pronto em aproximadamente dois a três meses.

Como usar o lixo orgânico em casa? Ciência Hoje, v. 42, jun. 2008 (adaptado).

Suponha que uma pessoa, desejosa de fazer seu próprio adubo orgânico, tenha seguido o procedimento descrito no texto, exceto no que se refere ao umedecimento periódico do composto. Nessa situação,

- a) o processo de compostagem iria produzir intenso mau cheiro.
- b) o adubo formado seria pobre em matéria orgânica que não foi transformada em composto.
- c) a falta de água no composto vai impedir que microrganismos decomponham a matéria orgânica.

- d) a falta de água no composto iria elevar a temperatura da mistura, o que resultaria na perda de nutrientes essenciais.
- e) apenas microrganismos que independem de oxigênio poderiam agir sobre a matéria orgânica e transformá-la em adubo.

78. (ENEM 2009) Uma pesquisadora deseja reflorestar uma área de mata ciliar quase que totalmente desmatada. Essa formação vegetal é um tipo de floresta muito comum nas margens de rios dos cerrados no Brasil central e, em seu clímax, possui vegetação arbórea perene e apresenta dossel fechado, com pouca incidência luminosa no solo e nas plântulas. Sabe-se que a incidência de luz, a disponibilidade de nutrientes e a umidade do solo são os principais fatores do meio ambiente físico que influenciam no desenvolvimento da planta. Para testar unicamente os efeitos da variação de luz, a pesquisadora analisou, em casas de vegetação com condições controladas, o desenvolvimento de plantas de 10 espécies nativas da região desmatada sob quatro condições de luminosidade: uma sob sol pleno e as demais em diferentes níveis de sombreamento. Para cada tratamento experimental, a pesquisadora relatou se o desenvolvimento da planta foi bom, razoável ou ruim, de acordo com critérios específicos. Os resultados obtidos foram os seguintes:

Espécie	Condição de Luminosidade			
	Sol pleno	Sombreamento		
		30%	50%	90%
1	Razoável	Bom	Razoável	Ruim
2	Bom	Razoável	Ruim	Ruim
3	Bom	Bom	Razoável	Ruim
4	Bom	Bom	Bom	Bom
5	Bom	Razoável	Ruim	Ruim
6	Ruim	Razoável	Bom	Bom
7	Ruim	Ruim	Ruim	Razoável
8	Ruim	Ruim	Razoável	Ruim
9	Ruim	Razoável	Bom	Bom
10	Razoável	Razoável	Razoável	Bom

Para o reflorestamento da região desmatada,

- a) a espécie 8 é mais indicada que a 1, uma vez que aquela possui melhor adaptação a regiões com maior incidência de luz.
- b) recomenda-se a utilização de espécies pioneiras, isto é, aquelas que suportam alta incidência de luz, como as espécies 2, 3 e 5.
- c) sugere-se o uso de espécies exóticas, pois somente essas podem suportar a alta incidência luminosa característica de regiões desmatadas.
- d) espécies de comunidade clímax, como as 4 e 7, são as mais indicadas, uma vez que possuem boa

- capacidade de aclimação a diferentes ambientes.
- e) é recomendado o uso de espécies com melhor desenvolvimento à sombra, como as plantas das espécies 4, 6, 7, 9 e 10, pois essa floresta, mesmo no estágio de degradação referido, possui dossel fechado, o que impede a entrada de luz.

79. (ENEM 2009) O cultivo de camarões de água salgada vem se desenvolvendo muito nos últimos anos na região Nordeste do Brasil e, em algumas localidades, passou a ser a principal atividade econômica. Uma das grandes preocupações dos impactos negativos dessa atividade está relacionada à descarga, sem nenhum tipo de tratamento, dos efluentes dos viveiros diretamente no ambiente marinho, em estuários ou em manguezais. Esses efluentes possuem matéria orgânica particulada e dissolvida, amônia, nitrito, nitrato, fosfatos, partículas de sólidos em suspensão e outras substâncias que podem ser consideradas contaminantes potenciais.

CASTRO, C. B.; ARAGÃO, J. S.; COSTA-LOTUFO, L. V. Monitoramento da toxicidade de efluentes de uma fazenda de cultivo de camarão marinho. Anais do IX Congresso Brasileiro de Ecotoxicologia, 2006 (adaptado).

Suponha que tenha sido construída uma fazenda de carcinicultura próximo a um manguezal. Entre as perturbações ambientais causadas pela fazenda, espera-se que

- a) a atividade microbiana se torne responsável pela reciclagem do fósforo orgânico excedente no ambiente marinho.
- b) a relativa instabilidade das condições marinhas torne as alterações de fatores físico-químicos pouco críticas à vida no mar.
- c) a amônia excedente seja convertida em nitrito, por meio do processo de nitrificação, e em nitrato, formado como produto intermediário desse processo.
- d) os efluentes promovam o crescimento excessivo de plantas aquáticas devido à alta diversidade de espécies vegetais permanentes no manguezal.
- e) o impedimento da penetração da luz pelas partículas em suspensão venha a comprometer a produtividade primária do ambiente marinho, que resulta da atividade metabólica do fitoplâncton.

80. (ENEM 2011) Certas espécies de algas são capazes de absorver rapidamente compostos inorgânicos presentes na água, acumulando-os durante seu crescimento. Essa capacidade fez com que se pensasse em usá-las como biofiltros para a limpeza de ambientes aquáticos contaminados, removendo, por exemplo, nitrogênio e fósforo de resíduos orgânicos e metais pesados provenientes de rejeitos industriais lançados nas águas. Na técnica do cultivo integrado, animais e algas crescem de forma associada, promovendo um maior equilíbrio ecológico.

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

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

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

81. (ENEM 2018) O alemão Fritz Haber recebeu o Prêmio Nobel de química de 1918 pelo desenvolvimento de um processo viável para a síntese da amônia (NH<sub>3</sub>). Em seu discurso de premiação, Haber justificou a importância do feito dizendo que:

“Desde a metade do século passado, tornou-se conhecido que um suprimento de nitrogênio é uma necessidade básica para o aumento das safras de alimentos; entretanto, também se sabia que as plantas não podem absorver o nitrogênio em sua forma simples, que é o principal constituinte da atmosfera. Elas precisam que o nitrogênio seja combinado [...] para poderem assimilá-lo.

Economias agrícolas basicamente mantêm o balanço do nitrogênio ligado. No entanto, com o advento da era industrial, os produtos do solo são levados de onde cresce a colheita para lugares distantes, onde são consumidos, fazendo com que o nitrogênio ligado não retorne à terra da qual foi retirado.

Isso tem gerado a necessidade econômica mundial de abastecer o solo com nitrogênio ligado. [...] A demanda por nitrogênio, tal como a do carvão, indica quão diferente nosso modo de vida se tornou com relação ao das pessoas que, com seus próprios corpos, fertilizam o solo que cultivam.

Desde a metade do último século, nós vínhamos aproveitando o suprimento de nitrogênio do salitre que a natureza tinha depositado nos desertos montanhosos do Chile. Comparando o rápido crescimento da demanda com a extensão calculada desses depósitos, ficou claro que em meados do século atual uma emergência seríssima seria inevitável, a menos que a química encontrasse uma saída.”

HABER, F. *The Synthesis of Ammonia from its Elements*. Disponível em: [www.nobelprize.org](http://www.nobelprize.org). Acesso em: 13 jul. 2013 (adaptado).

De acordo com os argumentos de Haber, qual fenômeno teria provocado o desequilíbrio no “balanço do nitrogênio ligado”?

- a) O esgotamento das reservas de salitre no Chile.
- b) O aumento da exploração de carvão vegetal e carvão mineral.
- c) A redução da fertilidade do solo nas economias agrícolas.
- d) A intensificação no fluxo de pessoas do campo para as cidades.
- e) A necessidade das plantas de absorverem sais de nitrogênio disponíveis no solo.

82. (ENEM PPL 2018) O monóxido de carbono (CO) é um gás extremamente tóxico. Ele interfere no processo respiratório dos vertebrados, pois se o CO estiver presente no ar, haverá no sangue uma “competição” entre o CO e o O<sub>2</sub>.

Infelizmente, grande parte da população convive diretamente com a presença desse gás, uma vez que ele é produzido em grandes quantidades

- a) nas queimadas em matas e florestas.
- b) na decomposição da matéria orgânica nos “lixões” urbanos.
- c) no abdômen de animais ruminantes criados em sistemas de confinamento.
- d) no processo de combustão incompleta de combustíveis fósseis.
- e) nas chaminés das indústrias que utilizam madeira de reflorestamento como combustível.

83. (ENEM 2018) Companhias que fabricam jeans usam cloro para o clareamento, seguido de lavagem. Algumas estão substituindo o cloro por substâncias ambientalmente mais seguras como peróxidos, que podem ser degradados por enzimas chamadas peroxidases. Pensando nisso, pesquisadores inseriram genes codificadores de peroxidases em leveduras cultivadas nas condições de clareamento e lavagem dos jeans e selecionaram as sobreviventes para produção dessas enzimas.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. *Microbiologia*. Rio de Janeiro: Artmed, 2016 (adaptado).

Nesse caso, o uso dessas leveduras modificadas objetiva

- a) reduzir a quantidade de resíduos tóxicos nos efluentes da lavagem.
- b) eliminar a necessidade de tratamento da água consumida.
- c) elevar a capacidade de clareamento dos jeans.
- d) aumentar a resistência do jeans a peróxidos.
- e) associar ação bactericida ao clareamento.

84. (ENEM PPL 2018) Um biólogo foi convidado para realizar um estudo do possível crescimento de populações de roedores em cinco diferentes regiões impactadas pelo desmatamento para ocupação humana, o que poderia estar prejudicando a produção e armazenagem local de grãos. Para cada uma das cinco populações analisadas (I a V), identificou as taxas de natalidade (n), mortalidade (m), emigração (e) e imigração (i), em número de indivíduos, conforme ilustrado no quadro.

	n	m	e	i
I	65	40	23	5
II	27	8	18	2
III	54	28	15	16
IV	52	25	12	40
V	12	9	6	4

Em longo prazo, se essas taxas permanecerem constantes, qual dessas regiões deverá apresentar maiores prejuízos na produção/armazenagem de grãos?

- a) I
- b) II
- c) III
- d) IV
- e) V

85. (ENEM 2018) A utilização de extratos de origem natural tem recebido a atenção de pesquisadores em todo o mundo, principalmente nos países em desenvolvimento que são altamente acometidos por doenças infecciosas e parasitárias. Um bom exemplo dessa utilização são os produtos de origem botânica que combatem insetos.

O uso desses produtos pode auxiliar no controle da

- a) esquistossomose.
- b) leptospirose.
- c) leishmaniose.
- d) hanseníase.
- e) aids.

86. (ENEM 2018) Corredores ecológicos visam mitigar os efeitos da fragmentação dos ecossistemas promovendo a ligação entre diferentes áreas, com o objetivo de proporcionar o deslocamento de animais, a dispersão de sementes e o aumento da cobertura vegetal. São instituídos com base em informações como estudos sobre o deslocamento de espécies, sua área de vida (área necessária para o suprimento de suas necessidades vitais e reprodutivas) e a distribuição de suas populações.

Disponível em: [www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br). Acesso em: 30 nov. 2017 (adaptado).

Nessa estratégia, a recuperação da biodiversidade é efetiva porque

- a) propicia o fluxo gênico.
- b) intensifica o manejo de espécies.
- c) amplia o processo de ocupação humana.
- d) aumenta o número de indivíduos nas populações.
- e) favorece a formação de ilhas de proteção integral.

87. (ENEM PPL 2018) As larvas do inseto do bicho-da-farinha (*Tenebrio molitor*) conseguem se alimentar de isopor descartado (poliestireno expandido), transformando-o em dióxido de carbono e outros componentes. Dessa forma, essas larvas contribuem para a redução dos impactos negativos causados pelo acúmulo de isopor no ambiente.

Disponível em: [www.bbc.com](http://www.bbc.com). Acesso em: 29 out. 2015 (adaptado).

A redução dos impactos causados pelo acúmulo de isopor é resultante de qual processo desempenhado pelas larvas do bicho-da-farinha?

- a) Bioindicação.
- b) Biomarcação.
- c) Biodegradação.
- d) Bioacumulação.
- e) Biomonitoramento.

88. (ENEM 2018) Insetos podem apresentar três tipos de desenvolvimento. Um deles, a holometabolia (desenvolvimento completo), é constituído pelas fases de ovo, larva, pupa e adulto sexualmente maduro, que ocupam diversos habitat. Os insetos com holometabolia pertencem às ordens mais numerosas em termos de espécies conhecidas.

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

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

89. (ENEM 2017) Uma grande virada na moderna história da agricultura ocorreu depois da Segunda Guerra Mundial. Após a guerra, os governos haviam se deparado com um enorme excedente de nitrato de amônio, ingrediente usado na fabricação de explosivos. A partir daí as fábricas de munição foram adaptadas para começar a produzir fertilizantes tendo como

componente principal os nitratos.

SOUZA, F. A. *Agricultura natural/orgânica como instrumento de fixação biológica e manutenção do nitrogênio no solo: um modelo sustentável de MDL*. Disponível em: [www.planetaorganico.com.br](http://www.planetaorganico.com.br). Acesso em: 17 jul. 2015 (adaptado).

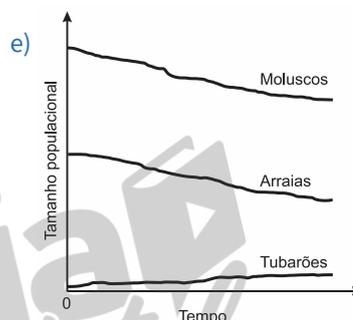
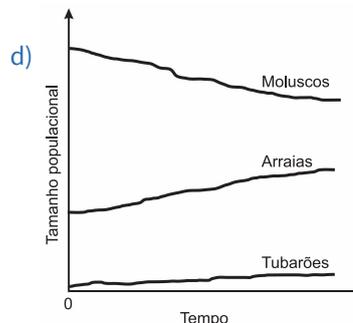
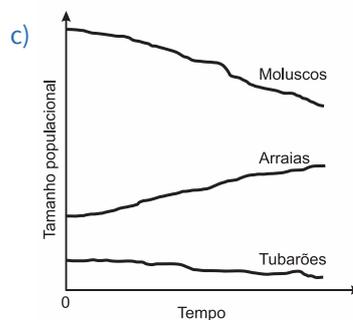
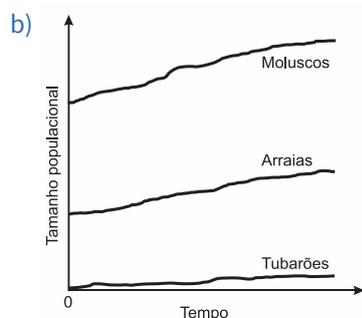
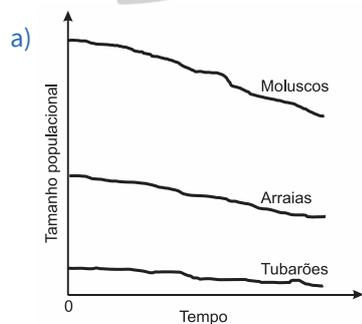
No ciclo natural do nitrogênio, o equivalente ao principal componente desses fertilizantes industriais é produzido na etapa de

- a) nitratação.
- b) nitrosação.
- c) amonificação.
- d) desnitrificação.
- e) fixação biológica do  $N_2$ .

90. (ENEM PPL 2017) Dados compilados por Jeremy Jackson, do Instituto Scripps de Oceanografia (EUA), mostram que o declínio de 90% dos indivíduos de 11 espécies de tubarões do Atlântico Norte, causado pelo excesso de pesca, fez com que a população de um arraia, normalmente devorada por eles, explodisse para 40 milhões de indivíduos. Doce vingança: essa horda de arraias é capaz de devorar 840 mil toneladas de moluscos por ano, o que provavelmente explica o colapso da antes lucrativa pesca de mariscos na Baía de Chesapeake (EUA).

LOPES, R. J. *Nós, o asteroide*. Revista Unesp Ciência, abr. 2010. Disponível em: <https://issuu.com>. Acesso em: 9 maio 2017 (adaptado).

Qual das figuras representa a variação do tamanho populacional de tubarões, arraias e moluscos no Atlântico Norte, a partir do momento em que a pesca de tubarões foi iniciada (tempo zero)?



91. (ENEM 2017) Os botos-cinza (*Sotalia guianensis*), mamíferos da família dos golfinhos, são excelentes indicadores da poluição das áreas em que vivem, pois passam toda a sua vida – cerca de 30 anos – na mesma região. Além disso, a espécie acumula mais contaminantes em seu organismo, como o mercúrio, do que outros animais da sua cadeia alimentar.

MARCOLINO, B. *Sentinelas do mar*. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br>. Acesso em: 1 ago. 2012 (adaptado).

Os botos-cinza acumulam maior concentração dessas substâncias porque

- a) são animais herbívoros.
- b) são animais detritívoros.
- c) são animais de grande porte.
- d) digerem o alimento lentamente.
- e) estão no topo da cadeia alimentar.

92. (ENEM PPL 2017) **Asa branca**

*Quando olhei a terra ardendo*

*Qual fogueira de São João*

*Eu perguntei a Deus do céu, ai*

*Por que tamanha judiação*

*Que brasileiro, que fornalha*

*Nem um pé de plantação*

*Por falta d'água perdi meu gado*

*Morreu de sede meu alazão*

*Até mesmo a asa branca*

*Bateu asas do sertão*

*Então eu disse adeus Rosinha*

*Guarda contigo meu coração*

[...]

GONZAGA, L.; TEIXEIRA, H. Disponível em: [www.luizluagonzaga.mus.br](http://www.luizluagonzaga.mus.br). Acesso em: 20 set. 2011 (fragmento).

O bioma brasileiro retratado na canção é caracterizado principalmente por

- a) índices pluviométricos baixos.
- b) alta taxa de evapotranspiração.
- c) temperatura de clima temperado.
- d) vegetação predominantemente epífita.
- e) migração das aves no período reprodutivo.

93. (ENEM PPL 2017) Para a produção de adubo caseiro (compostagem), busca-se a decomposição aeróbica, que produz menos mau cheiro, seguindo estes passos:

I. Reserve um recipiente para depositar o lixo orgânico e monte a composteira em um local sombreado.

II. Deposite em apenas um dos lados da composteira o material orgânico e cubra-o com folhas.

III. Regue o material para umedecer a camada superficial.

IV. Proteja o material de chuvas intensas e do sol direto.

V. De dois em dois dias transfira o material para o outro lado para arejar.

Em cerca de dois meses o adubo estará pronto.

Processo de compostagem. Disponível em: [www.ib.usp.br](http://www.ib.usp.br). Acesso em: 2 ago. 2012 (adaptado).

Dos procedimentos listados, o que contribui para o aumento da decomposição aeróbica é o

- a) I.
- b) II.

- c) III.
- d) IV.
- e) V.

94. (ENEM PPL 2017) O Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para as familiares pilhas e baterias portáteis comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado. Os estabelecimentos que comercializam esses produtos, bem como a rede de assistência técnica autorizada, devem receber dos usuários as pilhas e baterias usadas para repasse aos respectivos fabricantes ou importadores.

Resolução Conama n. 401, de 4 de novembro de 2008. Disponível em: [www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br). Acesso em: 14 maio 2013 (adaptação).

Do ponto de vista ambiental, a destinação final apropriada para esses produtos é

- a) direcionar as pilhas e baterias para compostagem.
- b) colocar as pilhas e baterias em um coletor de lixo seletivo.
- c) enviar as pilhas e baterias usadas para firmas de recarga.
- d) acumular as pilhas e baterias em armazéns de estocagem.
- e) destinar as pilhas e baterias à reutilização de seus componentes.

95. (ENEM 2017) O fenômeno da piracema (subida do rio) é um importante mecanismo que influencia a reprodução de algumas espécies de peixes, pois induz o processo que estimula a queima de gordura e ativa mecanismos hormonais complexos, preparando-os para a reprodução. Intervenções antrópicas nos ambientes aquáticos, como a construção de barragens, interferem na reprodução desses animais.

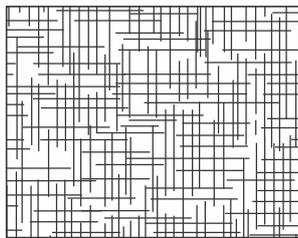
MALTA, P. *Impacto ambiental das barragens hidrelétricas*. Disponível em: <http://futurambiental.com>. Acesso em: 10 maio 2013 (adaptado).

Essa intervenção antrópica prejudica a piracema porque reduz o(a)

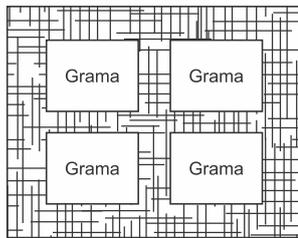
- a) percurso da migração.
- b) longevidade dos indivíduos.
- c) disponibilidade de alimentos.
- d) período de migração da espécie.
- e) número de espécies de peixes no local.

96. (ENEM 2017) Para se adequar às normas ambientais atuais, as construtoras precisam prever em suas obras a questão do uso de materiais de modo a minimizar os impactos causados no local. Entre esses materiais está o chamado concregrama ou pisograma, que é um tipo de revestimento composto por peças de concreto com áreas vazadas, preenchidas com solo gramado. As

figuras apresentam essas duas formas de piso feitos de concreto.



Piso tradicional de concreto



Piso concregrama

PONTES, K. L. F. *Estudo de caso de um protótipo experimental* [...]. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br>. Acesso em: 9 maio 2017 (adaptado).

A utilização desse tipo de piso em uma obra tem o objetivo de evitar, no solo a

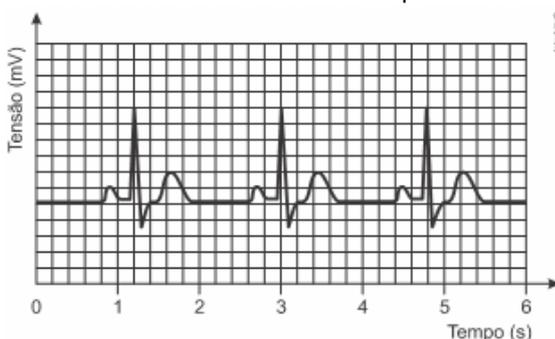
- impermeabilização.
- diminuição da temperatura.
- acumulação de matéria orgânica.
- alteração do pH.
- salinização.

## FISIOLOGIA HUMANA (13%)



1. (ENEM 2016) O eletrocardiograma, exame utilizado para avaliar o estado do coração de um paciente, trata-se do registro da atividade elétrica do coração ao longo de um certo intervalo de tempo. A figura representa o eletrocardiograma de um paciente adulto, descansado, não fumante, em um ambiente com temperatura agradável.

Nessas condições, é considerado normal um ritmo cardíaco entre 60 e 100 batimentos por minuto.



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

- normal.
- acima do valor ideal.
- abaixo do valor ideal.
- próxima do limite inferior.
- próxima do limite superior.

2. (ENEM 2016) Portadores de diabetes insipidus reclamam da confusão feita pelos profissionais da saúde quanto aos dois tipos de diabetes: *mellitus* e *insipidus*. Enquanto o primeiro tipo está associado aos níveis ou à ação da insulina, o segundo não está ligado à deficiência desse hormônio. O diabetes *insipidus* é caracterizado por um distúrbio na produção ou no funcionamento do hormônio antidiurético (na sigla em inglês, ADH), secretado pela neuro-hipófise para controlar a reabsorção de água pelos túbulos renais.

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

- Alta taxa de glicose no sangue.
- Aumento da pressão arterial.
- Ganho de massa corporal.
- Anemia crônica.
- Desidratação.

3. (ENEM 2015) Durante a aula, um professor apresentou uma pesquisa nacional que mostrava que o consumo de sódio pelos adolescentes brasileiros é superior ao determinado pela Organização Mundial da Saúde. O professor, então, destacou que esse hábito deve ser evitado.

A doença associada a esse hábito é a

- obesidade.
- osteoporose.
- diabetes tipo II.
- hipertensão arterial.
- hipercolesterolemia.

4. (ENEM 2015) Uma enzima foi retirada de um dos órgãos do sistema digestório de um cachorro e, após ser purificada, foi diluída em solução fisiológica e distribuída em três tubos de ensaio com os seguintes conteúdos:

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

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

De qual órgão do cachorro a enzima foi retirada?

- Fígado.
- Pâncreas.
- Estômago.
- Vesícula biliar.
- Intestino delgado.

5. (ENEM 2015) Durante uma expedição, um grupo de estudantes perdeu-se de seu guia. Ao longo do dia em que esse grupo estava perdido, sem água e debaixo de sol, os estudantes passaram a sentir cada vez mais sede. Consequentemente, o sistema excretor desses indivíduos teve um acréscimo em um dos seus processos funcionais.

Nessa situação o sistema excretor dos estudantes

- a) aumentou a filtração glomerular.
- b) produziu maior volume de urina.
- c) produziu urina com menos ureia.
- d) produziu urina com maior concentração de sais.
- e) reduziu a reabsorção de glicose e aminoácidos.

6. (ENEM 2015) De acordo com estatísticas do Ministério da Saúde, cerca de 5% das pessoas com dengue hemorrágica morrem. A dengue hemorrágica tem como base fisiopatológica uma resposta imune anômala, causando aumento da permeabilidade de vasos sanguíneos, queda da pressão arterial e manifestações hemorrágicas, podendo ocorrer manchas vermelhas na pele e sangramento pelo nariz, boca e gengivas. O hemograma do paciente pode apresentar como resultado leucopenia (diminuição do número de glóbulos brancos), linfocitose (aumento do número de linfócitos), aumento do hematócrito e trombocitopenia (contagem de plaquetas abaixo de  $100.000/\text{mm}^3$ )

Disponível em: [www.ciencianews.com.br](http://www.ciencianews.com.br). Acesso em: 28 fev. 2012

(adaptado).

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

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

7. (ENEM 2014) Na década de 1940, na Região Centro-Oeste, produtores rurais, cujos bois, porcos, aves e cabras estavam morrendo por uma peste desconhecida, fizeram uma promessa, que consistiu em não comer carne e derivados até que a peste fosse debelada. Assim, durante três meses, arroz, feijão, verduras e legumes formaram o prato principal desses produtores.

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

- a) vitaminas A e E.
- b) frutose e sacarose.
- c) aminoácidos naturais.
- d) aminoácidos essenciais.
- e) ácidos graxos saturados.

8. (ENEM 2014) Um pesquisador percebe que o rótulo de um dos vidros em que guarda um concentrado de enzimas digestivas está ilegível. Ele não sabe qual enzima o vidro contém, mas desconfia de que seja uma protease gástrica, que age no estômago digerindo proteínas. Sabendo que a digestão no estômago é ácida e no intestino é básica, ele monta cinco tubos de ensaio com alimentos diferentes, adiciona o concentrado de enzimas em soluções com pH determinado e aguarda para ver se a enzima age em algum deles.

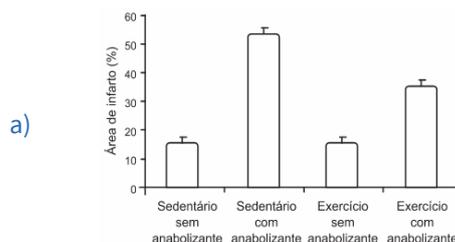
O tubo de ensaio em que a enzima deve agir para indicar que a hipótese do pesquisador está correta é aquele que contém

- a) cubo de batata em solução com pH=9
- b) pedaço de carne em solução com pH=5
- c) clara de ovo cozida em solução com pH=9
- d) porção de macarrão em solução com pH=5
- e) bolinha de manteiga em solução com pH=9

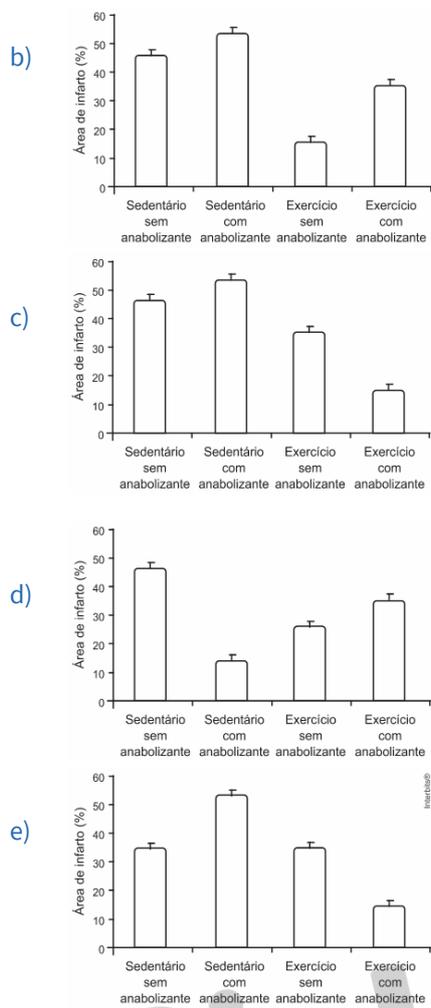
9. (ENEM 2014) Os efeitos do exercício físico na redução de doenças cardiovasculares são bem conhecidos, aumentando, por exemplo, a tolerância a infartos em comparação com indivíduos sedentários. Visando ganho de força, de massa muscular e perda de gordura, verifica-se o uso de anabolizantes por alguns esportistas. Em uma pesquisa com ratos, confirmou-se a melhora da condição cardíaca em resposta ao exercício, mas verificou-se que os efeitos benéficos do exercício físico são prejudicados pelo uso de anabolizantes, como o decanoato de nandrolona, aumentando a área cardíaca afetada pelo infarto.

CHAVES, E. A. et al. Cardioproteção induzida pelo exercício é prejudicada pelo tratamento com anabolizante decanoato de nandrolona. Brazilian Journal of Biomotricity, v. 1, n. 3, 2007 (adaptado)

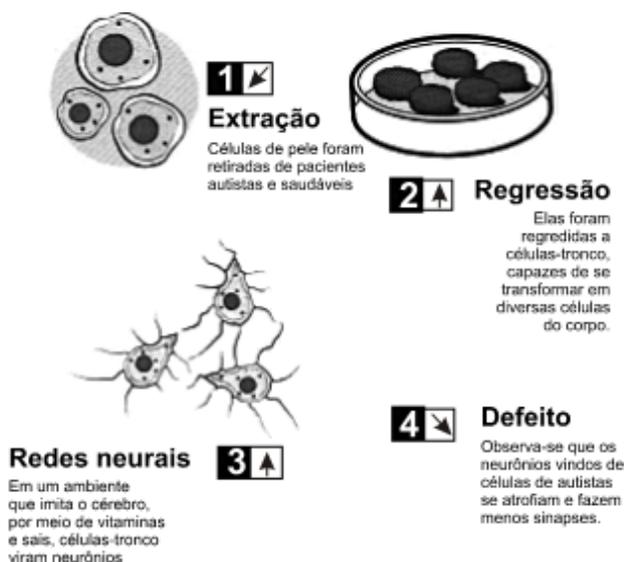
Qual gráfico representa os resultados desse estudo?



O Hoje, 15 out 2011 (adaptado).



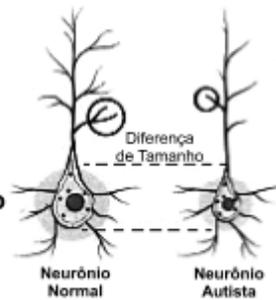
10. (ENEM 2013) O estudo do comportamento dos neurônios ao longo de nossa vida pode aumentar a possibilidade de cura do autismo, uma doença genética. A ilustração do experimento mostra a criação de neurônios normais a partir de células da pele de pacientes com autismo:



**5**

### Revitalização

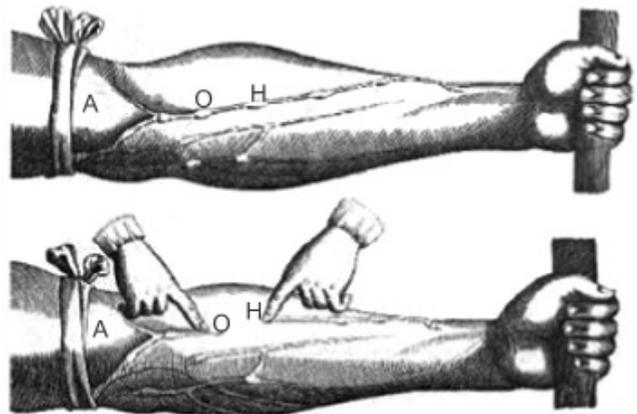
Em teste, o hormônio IGF1 e o antibiótico Gentamicina revertem a atrofia



Analisando-se o experimento, a diferenciação de células-tronco em neurônios ocorre estimulada pela

- extração e utilização de células da pele de um indivíduo portador da doença.
- regressão das células epiteliais a células-tronco em um meio de cultura apropriado.
- atividade genética natural do neurônio autista num meio de cultura semelhante ao cérebro.
- aplicação de um fator de crescimento (hormônio IGF1) e do antibiótico Gentamicina no meio de cultura.
- criação de um meio de cultura de células que imita o cérebro pela utilização de vitaminas e sais minerais.

11. (ENEM 2013) A imagem representa uma ilustração retirada do livro *De Motu Cordis*, de autoria do médico inglês William Harvey, que fez importantes contribuições para o entendimento do processo de circulação do sangue no corpo humano. No experimento ilustrado, Harvey, após aplicar um torniquete (A) no braço de um voluntário e esperar alguns vasos incharem, pressionava-os em um ponto (H). Mantendo o ponto pressionado, deslocava o conteúdo de sangue em direção ao cotovelo, percebendo que um trecho do vaso sanguíneo permanecia vazio após esse processo (H - O).



Disponível em: [www.answers.com](http://www.answers.com). Acesso em: 18 dez. 2012 (adaptado).

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

- pressão arterial.
- válvulas venosas.
- circulação linfática.
- contração cardíaca.
- transporte de gases.

12. (ENEM 2013) O sistema somatossensorial nos informa o que ocorre tanto na superfície do corpo como em seu interior, e processa muitas classes de diferentes estímulos, como pressão, temperatura, toque, posição. Em uma experiência, após vendar os olhos do indivíduo, foram feitos toques com as duas pontas de um compasso em diversas partes do corpo e em diferentes distâncias, visando à identificação das regiões e distâncias onde eram sentidos um ou dois toques. Os locais do corpo, a quantidade de toques que foram sentidos e a distância entre as duas pontas do compasso estão apresentados na tabela:

Distância (cm)	6	5	3,5	2,5	1	0,5	<0,5
Locais	Número de toques						
Costas	2	2	1	1	1	1	1
Panturrilha	2	1	1	1	1	1	1
Antebraço	2	2	1	1	1	1	1
Polegar	2	2	2	2	2	2	2
Indicador	2	2	2	2	2	2	2

DINIZ, C. W. P. Desvendando o corpo dos animais. Belém: UFPA, 2004.

As diferenças observadas entre as várias regiões do corpo refletem que a densidade dos receptores

- não é a mesma em todos os pontos, existindo regiões com maior capacidade de discriminação e sensibilidade, como o indicador e o polegar.
- apresenta pequena diferenciação entre os diversos pontos, existindo regiões com menor capacidade de discriminação e sensibilidade, como o indicador e a panturrilha
- apresenta pequena diferenciação entre os diversos pontos, diferenciando-se em regiões com maior capacidade de discriminação e sensibilidade, como as costas e o antebraço.
- não é a mesma em todos os pontos, existindo regiões com maior capacidade de discriminação e sensibilidade, como o panturrilha e as costas.
- se equivale, existindo pontos que manifestam uma maior sensibilidade e discriminação, como as costas e o antebraço.

13. (ENEM 2012) Os conhecimentos de fisiologia são aqueles básicos para compreender as alterações que ocorrem durante as atividades físicas (frequência cardíaca, queima de calorias, perda de água e sais minerais) e aquelas que ocorrem em longo prazo (melhora da condição cardiorrespiratória, aumento da massa muscular, da força e da flexibilidade e diminuição de tecido adiposo). A bioquímica abordará conteúdos que subsidiam a fisiologia: alguns processos metabólicos de produção de energia, eliminação e reposição de nutrientes básicos. Os conhecimentos de biomecânica são relacionados à anatomia e contemplam, principalmente, a adequação dos hábitos posturais, como, por exemplo, levantar um peso e equilibrar objetos.

Em um exercício físico, são exemplos da abordagem fisiológica, bioquímica e biomecânica, respectivamente,

- a quebra da glicose na célula para produção de energia no ciclo de Krebs; o aumento da frequência cardíaca e da pressão arterial; o tamanho da passada durante a execução da corrida.
- a quebra da glicose na célula para produção de energia no ciclo de Krebs; o tamanho da passada durante a execução da corrida; o aumento da frequência cardíaca e da pressão arterial.
- o tamanho da passada durante a execução da corrida; o aumento da frequência cardíaca e da pressão arterial; a quebra da glicose na célula para produção de energia no ciclo de Krebs.
- o aumento da frequência cardíaca e da pressão arterial; a quebra da glicose na célula para produção de energia no ciclo de Krebs; o tamanho da passada durante a execução da corrida.
- o aumento da frequência cardíaca e pressão arterial; o tamanho da passada durante a execução da corrida; a quebra da glicose na célula para produção de energia no ciclo de Krebs.

14. (ENEM 2012) A vesícula biliar é um órgão muscular onde a bile é armazenada. Os cálculos biliares que algumas vezes se formam neste órgão devem ser removidos cirurgicamente, dependendo da avaliação da gravidade das complicações decorrentes da presença desses cálculos no indivíduo. Entretanto, apesar de algum prejuízo causado pela remoção da vesícula biliar, o indivíduo pode ter uma vida relativamente normal.

A remoção cirúrgica desse órgão retardará a

- síntese de glicogênio.
- produção de bile.
- secreção de suco gástrico.
- produção de enzimas digestivas.
- digestão das gorduras.

15. (ENEM 2012)



DAVIS, J. Garfield esta de dieta. Porto Alegre: L&PM, 2006.

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

- a) anemia.
- b) beribéri.
- c) diabetes.
- d) escorbuto.
- e) fenilcetonúria.

16. (ENEM 2011) A produção de soro antiofídico é feita por meio da extração da peçonha de serpentes que, após tratamento, é introduzida em um cavalo. Em seguida são feitas sangrias para avaliar a concentração de anticorpos produzidos pelo cavalo. Quando essa concentração atinge o valor desejado, é realizada a sangria final para obtenção do soro. As hemácias são devolvidas ao animal, por meio de uma técnica denominada plasmaferese, a fim de reduzir os efeitos colaterais provocados pela sangria.

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

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

- a) febre alta e constante.
- b) redução de imunidade.
- c) aumento da pressão arterial.
- d) quadro de leucemia profunda.
- e) problemas no transporte de oxigênio.

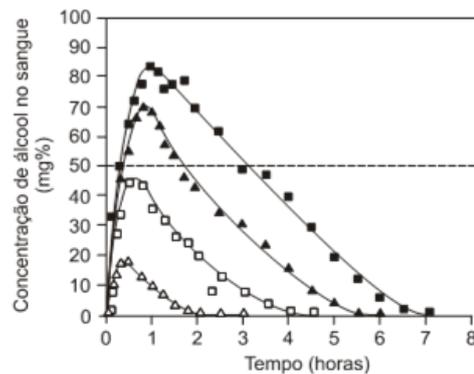
17. (ENEM 2010) A cafeína atua no cérebro, bloqueando a ação natural de um componente químico associado ao sono, a adenosina. Para uma célula nervosa, a cafeína se parece com a adenosina e combina-se com seus receptores. No entanto, ela não diminui a atividade das células da mesma forma. Então, ao invés de diminuir a atividade por causa do nível de adenosina, as células aumentam sua atividade, fazendo com que os vasos sanguíneos do cérebro se contraíam, uma vez que a cafeína bloqueia a capacidade da adenosina de dilatá-los. Com a cafeína bloqueando a adenosina, aumenta a excitação dos neurônios, induzindo a hipófise a liberar hormônios que ordenam às suprarrenais que produzam adrenalina, considerada o hormônio do alerta.

Disponível em: <http://ciencia.hsw.uol.com.br>. Acesso em: 23 abr. 2010 (adaptado).

Infer-se do texto que o objetivo da adição de cafeína em alguns medicamentos contra a dor de cabeça é

- a) contrair os vasos sanguíneos do cérebro, diminuindo a compressão sobre as terminações nervosas.
- b) aumentar a produção de adrenalina, proporcionando uma sensação de analgesia.
- c) aumentar os níveis de adenosina, diminuindo a atividade das células nervosas do cérebro.
- d) induzir a hipófise a liberar hormônios, estimulando a produção de adrenalina.
- e) excitar os neurônios, aumentando a transmissão de impulsos nervosos.

18. (ENEM 2009) Analise a figura.



Disponível em: <http://www.alcoologia.net>. Acesso em: 15 jul. 2009 (adaptado).

Supondo que seja necessário dar um título para essa figura, a alternativa que melhor traduziria o processo representado seria:

- a) Concentração média de álcool no sangue ao longo do dia.
- b) Variação da frequência da ingestão de álcool ao longo das horas.
- c) Concentração mínima de álcool no sangue a partir de diferentes dosagens.
- d) Estimativa de tempo necessário para metabolizar diferentes quantidades de álcool.
- e) Representação gráfica da distribuição de frequência de álcool em determinada hora do dia.

19. (ENEM 2008) Defende-se que a inclusão da carne bovina na dieta é importante, por ser uma excelente fonte de proteínas. Por outro lado, pesquisas apontam efeitos prejudiciais que a carne bovina traz à saúde, como o risco de doenças cardiovasculares. Devido aos teores de colesterol e de gordura, há quem decida substituí-la por outros tipos de carne, como a de frango e a suína. O quadro a seguir apresenta a quantidade de colesterol em diversos tipos de carne crua e cozida.

Alimento	Colesterol (mg/100g)	
	Cru	Cozido
Carne de frango (branca) sem pele	58	75
Carne de frango (escura) sem pele	80	124
Pele de frango	104	139
Carne suína (bisteca)	49	97
Carne suína (toucinho)	54	56
Carne bovina (contrafilé)	51	66
Carne bovina (músculo)	52	67

Revista ProTeste, nº 54, dez/2006 (com adaptações).

Com base nessas informações, avalie as afirmativas a seguir.

I. O risco de ocorrerem doenças cardiovasculares por ingestões habituais da mesma quantidade de carne é menor se esta for carne branca de frango do que se for toucinho.

II. Uma porção de contrafilé cru possui, aproximadamente, 50% de sua massa constituída de colesterol.

III. A retirada da pele de uma porção cozida de carne escura de frango altera a quantidade de colesterol a ser ingerida.

IV. A pequena diferença entre os teores de colesterol encontrados no toucinho cru e no cozido indica que esse tipo de alimento é pobre em água.

É correto apenas o que se afirma em:

- a) I e II.
- b) I e III.
- c) II e III.
- d) II e IV.
- e) III e IV

20. (ENEM 2000) O metabolismo dos carboidratos é fundamental para o ser humano, pois a partir desses compostos orgânicos obtém-se grande parte da energia para as funções vitais. Por outro lado, desequilíbrios nesse processo podem provocar hiperglicemia ou diabetes.

O caminho do açúcar no organismo inicia-se com a ingestão de carboidratos que, chegando ao intestino, sofrem a ação de enzimas, “quebrando-se” em moléculas menores (glicose, por exemplo) que serão absorvidas.

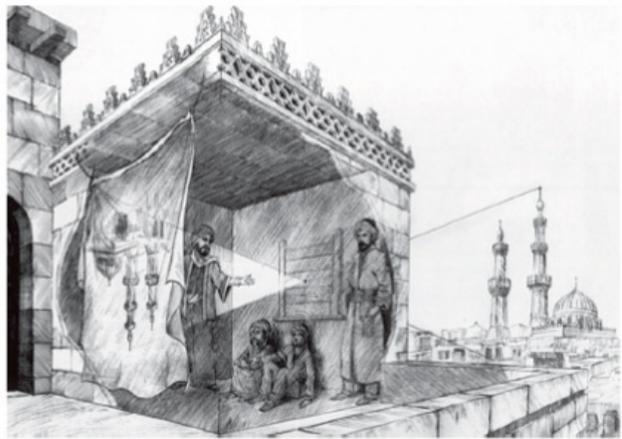
A insulina, hormônio produzido no pâncreas, é responsável por facilitar a entrada da glicose nas células. Se uma pessoa produz pouca insulina, ou se sua ação está diminuída, dificilmente a glicose pode entrar na célula e ser consumida.

Com base nessas informações, pode-se concluir que:

- a) o papel realizado pelas enzimas pode ser diretamente substituído pelo hormônio insulina.
- b) a insulina produzida pelo pâncreas tem um papel enzimático sobre as moléculas de açúcar.
- c) o acúmulo de glicose no sangue é provocado pelo aumento da ação da insulina, levando o indivíduo a um quadro clínico de hiperglicemia.
- d) a diminuição da insulina circulante provoca um acúmulo de glicose no sangue.
- e) o principal papel da insulina é manter o nível de glicose suficientemente alto, evitando, assim, um quadro clínico de diabetes.

21. (ENEM 2015) Entre os anos de 1028 e 1038, Alhazen (Ibn al-Haytham: 965-1040 d.C.) escreveu sua principal obra, o *Livro da Óptica*, que, com base em experimentos, explicava o funcionamento da visão e outros aspectos da ótica, por exemplo, o funcionamento da câmara escura. O livro foi traduzido e incorporado aos conhecimentos científicos

ocidentais pelos europeus. Na figura, retirada dessa obra, é representada a imagem invertida de edificações em tecido utilizado como anteparo.

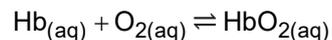


Zewail, A. H. Micrographia of twenty-first century: from camera obscura to 4D microscopy. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, v. 368, 2010 (adaptado)

Se fizermos uma analogia entre a ilustração e o olho humano, o tecido corresponde ao(à)

- a) íris
- b) retina
- c) pupila
- d) córnea
- e) cristalino

22. (ENEM 2015) Hipóxia ou mal das alturas consiste na diminuição de oxigênio (O<sub>2</sub>) no sangue arterial do organismo. Por essa razão, muitos atletas apresentam mal-estar (dores de cabeça, tontura, falta de ar etc.) ao praticarem atividade física em altitudes elevadas. Nessas condições, ocorrerá uma diminuição na concentração de hemoglobina oxigenada (HbO<sub>2</sub>) em equilíbrio no sangue, conforme a relação:



Mal da montanha. Disponível em: [www.feng.pucrs.br](http://www.feng.pucrs.br). Acesso em: 11 fev. 2015 (adaptado).

A alteração da concentração de hemoglobina oxigenada no sangue ocorre por causa do(a)

- a) elevação da pressão arterial.
- b) aumento da temperatura corporal.
- c) redução da temperatura do ambiente.
- d) queda da pressão parcial de oxigênio.
- e) diminuição da quantidade de hemácias.

23. (ENEM 2009) Estima-se que haja atualmente no mundo 40 milhões de pessoas infectadas pelo HIV (o vírus que causa a AIDS), sendo que as taxas de novas infecções continuam crescendo, principalmente na África, Ásia e Rússia. Nesse cenário de pandemia, uma vacina contra o HIV teria imenso impacto, pois salvaria milhões de vidas.

Certamente seria um marco na história planetária e também uma esperança para as populações carentes de tratamento antiviral e de acompanhamento médico.

Uma vacina eficiente contra o HIV deveria

- a) induzir a imunidade, para proteger o organismo da contaminação viral.
- b) ser capaz de alterar o genoma do organismo portador, induzindo a síntese de enzimas protetoras.
- c) produzir antígenos capazes de se ligarem ao vírus, impedindo que este entre nas células do organismo humano.
- d) ser amplamente aplicada em animais, visto que esses são os principais transmissores do vírus para os seres humanos.
- e) estimular a imunidade, minimizando a transmissão do vírus por gotículas de saliva.

24. (ENEM 2018) Para serem absorvidos pelas células do intestino humano, os lipídios ingeridos precisam ser primeiramente emulsificados. Nessa etapa da digestão, torna-se necessária a ação dos ácidos biliares, visto que os lipídios apresentam uma natureza apolar e são insolúveis em água.

Esses ácidos atuam no processo de modo a

- a) hidrolisar os lipídios.
- b) agir como detergentes.
- c) tornar os lipídios anfífilos.
- d) promover a secreção de lipases.
- e) estimular o trânsito intestinal dos lipídios.

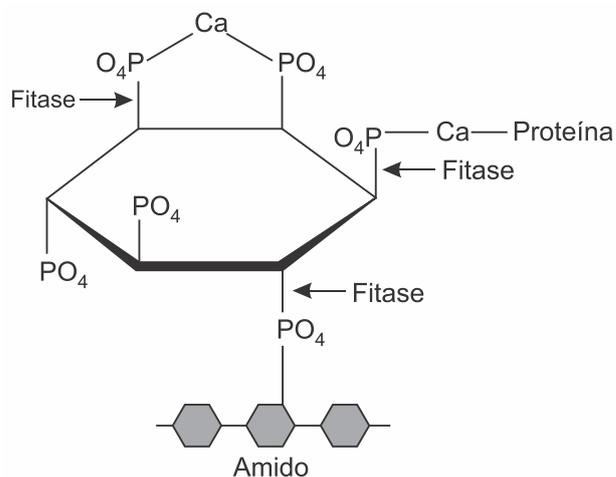
25. (ENEM PPL 2018) O suco de repolho pode ser utilizado como indicador ácido-base em diferentes soluções. Para isso, basta misturar um pouco desse suco à solução desejada e comparar a coloração final com a escala indicadora de pH, com valores de 1 a 14, mostrada a seguir.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Vermelho			Rosa				Roxo			Azul		Verde	Amarelo

Utilizando-se o indicador ácido-base e a escala para determinar o pH da saliva humana e do suco gástrico, têm-se, respectivamente, as cores

- a) vermelha e vermelha.
- b) vermelha e azul.
- c) rosa e roxa.
- d) roxa e amarela.
- e) roxa e vermelha.

26. (ENEM PPL 2018) O fitato, presente em diversos cereais, apresenta a propriedade de associar-se a alguns minerais, proteínas e carboidratos, formando complexos insolúveis e incapazes de serem digeridos por animais monogástricos. Por esse motivo, muitas rações ricas em cereais contêm, na sua formulação final, a enzima fitase como aditivo. O esquema de ação dessa enzima sobre o fitato está representado na figura.



ROMANO, F.; RUSSO, A. *Biocatalysis Research Progress*. Hauppauge (NY): Nova Science Publishers, 2008 (adaptado).

A adição de fitase nessas rações acarretará um aumento da

- a) eliminação de produtos nitrogenados.
- b) disponibilidade de nutrientes.
- c) desnaturação de proteínas.
- d) assimilação de fitato.
- e) absorção de amido.

27. (ENEM 2018) O deserto é um bioma que se localiza em regiões de pouca umidade. A fauna é, predominantemente, composta por animais roedores, aves, répteis e artrópodes.

Uma adaptação, associada a esse bioma, presente nos seres vivos dos grupos citados é o(a)

- a) existência de numerosas glândulas sudoríparas na epiderme.
- b) eliminação de excretas nitrogenadas de forma concentrada.
- c) desenvolvimento do embrião no interior de ovo com casca.
- d) capacidade de controlar a temperatura corporal.
- e) respiração realizada por pulmões foliáceos.

28. (ENEM 2018) Anabolismo e catabolismo são processos celulares antagônicos, que são controlados principalmente pela ação hormonal. Por exemplo, no fígado a insulina atua como um hormônio com ação anabólica, enquanto o glucagon tem ação catabólica e ambos são secretados em resposta ao nível de glicose sanguínea.

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

- a) realizar a fermentação láctica.
- b) metabolizar aerobicamente a glicose.
- c) produzir aminoácidos a partir de ácidos graxos.
- d) transformar ácidos graxos em glicogênio.
- e) estimular a utilização do glicogênio.

29. (ENEM 2017) A retina é um tecido sensível à luz, localizado na parte posterior do olho, onde ocorre o processo de formação de imagem. Nesse tecido, encontram-se vários tipos celulares específicos. Um desses tipos celulares são os cones, os quais convertem os diferentes comprimentos de onda da luz visível em sinais elétricos, que são transmitidos pelo nervo óptico até o cérebro.

Disponível em: [www.portaldaretina.com.br](http://www.portaldaretina.com.br). Acesso em: 13 jun. 2012 (adaptado).

Em relação à visão, a degeneração desse tipo celular irá

- a) comprometer a capacidade de visão em cores.
- b) impedir a projeção dos raios luminosos na retina.
- c) provocar a formação de imagens invertidas na retina.
- d) causar dificuldade de visualização de objetos próximos.
- e) acarretar a perda da capacidade de alterar o diâmetro da pupila.

## GENÉTICA (5%)

1. (ENEM PPL 2018) Gregor Mendel, no século XIX, investigou os mecanismos da herança genética observando algumas características de plantas de ervilha, como a produção de sementes lisas (dominante) ou rugosas (recessiva), característica determinada por um par de alelos com dominância completa. Ele acreditava que a herança era transmitida por fatores que, mesmo não percebidos nas características visíveis (fenótipo) de plantas híbridas (resultantes de cruzamentos de linhagens puras), estariam presentes e se manifestariam em gerações futuras.

A autofecundação que fornece dados para corroborar a ideia de transmissão dos fatores idealizada por Mendel ocorre entre plantas

- a) híbridas, de fenótipo dominante, que produzem apenas sementes lisas.
- b) híbridas, de fenótipo dominante, que produzem sementes lisas e rugosas.
- c) de linhagem pura, de fenótipo dominante, que produzem apenas sementes lisas.
- d) de linhagem pura, de fenótipo recessivo, que produzem sementes lisas e rugosas.
- e) de linhagem pura, de fenótipo recessivo, que produzem apenas sementes rugosas.

2. (ENEM 2018) Um estudante relatou que o mapeamento do DNA da cevada foi quase todo concluído e seu código genético desvendado. Chamou atenção para o número de genes que compõem esse código genético e que a semente da cevada, apesar

de pequena, possui um genoma mais complexo que o humano, sendo boa parte desse código constituída de sequências repetidas.

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

Cientificamente esse conceito é definido como

- a) trincas de nucleotídeos que codificam os aminoácidos.
- b) localização de todos os genes encontrados em um genoma.
- c) codificação de sequências repetidas presentes em um genoma.
- d) conjunto de todos os RNAs mensageiros transcritos em um organismo.
- e) todas as sequências de pares de bases presentes em um organismo.

3. (ENEM PPL 2018) Em pacientes portadores de astrocitoma pilocítico, um tipo de tumor cerebral, o gene BRAF se quebra e parte dele se funde a outro gene, KIAA1549. Para detectar essa alteração cromossômica, foi desenvolvida uma sonda que é um fragmento de DNA que contém partículas fluorescentes capazes de reagir com os genes BRAF e KIAA1549 fazendo cada um deles emitir uma cor diferente. Em uma célula normal, como os dois genes estão em regiões distintas do genoma, as duas cores aparecem separadamente. Já quando há a fusão dos dois genes, as cores aparecem sobrepostas.

Disponível em: <http://agencia.fapesp.br>. Acesso em: 3 out. 2015.

A alteração cromossômica presente nos pacientes com astrocitoma pilocítico é classificada como

- a) estrutural do tipo deleção.
- b) numérica do tipo euploidia.
- c) numérica do tipo duplicação.
- d) numérica do tipo aneuploidia.
- e) estrutural do tipo translocação.

4. (ENEM 2018) Considere, em um fragmento ambiental, uma árvore matriz com frutos (M) e outras cinco que produziram flores e são apenas doadoras de pólen (DP1, DP2, DP3, DP4 e DP5). Foi excluída a capacidade de autopolinização das árvores. Os genótipos da matriz, da semente (S1) e das prováveis fontes de pólen foram obtidos pela análise de dois locos (loco A e loco B) de marcadores de DNA, conforme a figura.

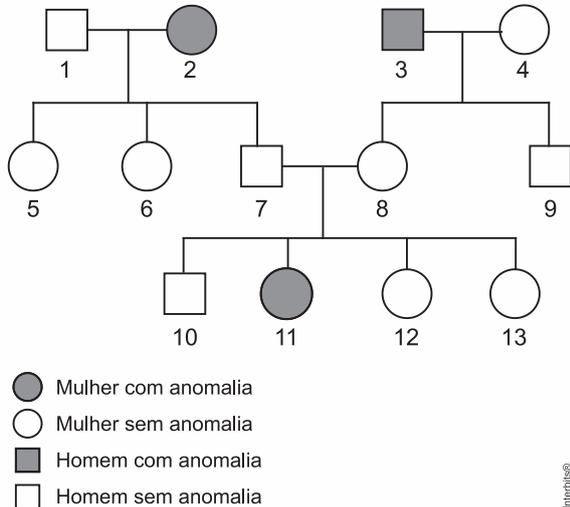


COLLEVATTI, R. G.; TELLES, M. P.; SOARES, T. N. Dispersão do pólen entre pequizeiros: uma atividade para a genética do ensino superior. *Genética na Escola*, n. 1, 2013 (adaptado).

A progênie S1 recebeu o pólen de qual doadora?

- a) DP1
- b) DP2
- c) DP3
- d) DP4
- e) DP5

5. (ENEM PPL 2017) O heredograma mostra a incidência de uma anomalia genética em um grupo familiar.



O indivíduo representado pelo número 10, preocupado em transmitir o alelo para a anomalia genética a seus filhos, calcula que a probabilidade de ele ser portador desse alelo é de

- a) 0%.
- b) 25%.
- c) 50%.
- d) 67%.
- e) 75%;

6. (ENEM PPL 2017) Uma mulher deu à luz o seu primeiro filho e, após o parto, os médicos testaram o sangue da criança para a determinação de seu grupo sanguíneo. O sangue da criança era do tipo O+. Imediatamente, a equipe médica aplicou na mãe uma solução contendo anticorpos anti-Rh, uma vez que ela tinha o tipo sanguíneo O-.

Qual é a função dessa solução de anticorpos?

- a) Modificar o fator Rh do próximo filho.
- b) Destruir as células sanguíneas do bebê.
- c) Formar uma memória imunológica na mãe.
- d) Neutralizar os anticorpos produzidos pela mãe.
- e) Promover a alteração do tipo sanguíneo materno.

7. (ENEM 2017) A terapia celular tem sido amplamente divulgada como revolucionária, por permitir a regeneração de tecidos a partir de células novas. Entretanto, a técnica de se introduzirem novas células em um tecido, para o tratamento de enfermidades em indivíduos, já era aplicada rotineiramente em hospitais.

A que técnica refere-se o texto?

- a) Vacina.
- b) Biópsia.
- c) Hemodiálise
- d) Quimioterapia.
- e) Transfusão de sangue.

8. (ENEM 2017) A distrofia muscular Duchenne (DMD) é uma doença causada por uma mutação em um gene localizado no cromossomo X. Pesquisadores estudaram uma família na qual gêmeas monozigóticas eram portadoras de um alelo mutante recessivo para esse gene (heterozigóticas). O interessante é que uma das gêmeas apresentava o fenótipo relacionado ao alelo mutante, isto é, DMD, enquanto a sua irmã apresentava fenótipo normal.

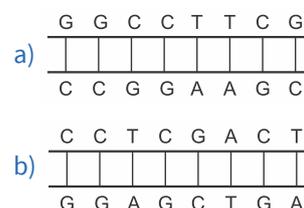
RICHARDS. C. S. et al. The American Journal of Human Genetics, n. 4, 1990 (adaptado).

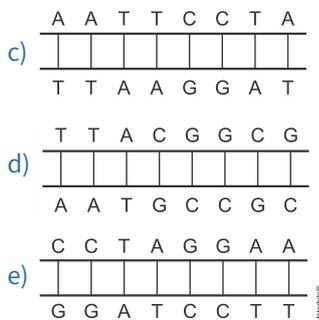
A diferença na manifestação da DMD entre as gêmeas pode ser explicada pela

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

9. (ENEM 2017) A reação em cadeia da polimerase (PCR, na sigla em inglês) é uma técnica de biologia molecular que permite replicação in vitro do DNA de forma rápida. Essa técnica surgiu na década de 1980 e permitiu avanços científicos em todas as áreas de investigação genômica. A dupla hélice é estabilizada por ligações de hidrogênio, duas entre as bases adenina (A) e timina (T) e três entre as bases guanina (G) e citosina (C). Inicialmente, para que o DNA possa ser replicado, a dupla hélice precisa ser totalmente desnaturada (desenrolada) pelo aumento da temperatura, quando são desfeitas as ligações de hidrogênio entre as diferentes bases nitrogenadas.

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



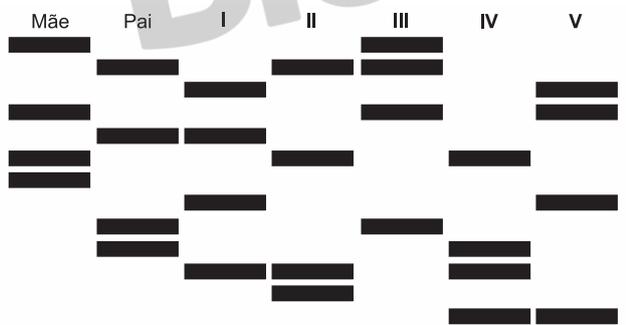


10. (ENEM PPL 2017) Um geneticista observou que determinada plantação era sensível a um tipo de praga que atacava as flores da lavoura. Ao mesmo tempo, ele percebeu que uma erva daninha que crescia associada às plantas não era destruída. A partir de técnicas de manipulação genética, em laboratório, o gene da resistência à praga foi inserido nas plantas cultivadas, resolvendo o problema.

Do ponto de vista da biotecnologia, como essa planta resultante da intervenção é classificada?

- a) Clone.
- b) Híbrida.
- c) Mutante.
- d) Dominante.
- e) Transgênica.

11. (ENEM PPL 2017) O resultado de um teste de DNA para identificar o filho de um casal, entre cinco jovens, está representado na figura. As barras escuras correspondem aos genes compartilhados.



Qual dos jovens é filho do casal?

- a) I
- b) II
- c) III
- d) IV
- e) V

**BIOTECNOLOGIA (8%)**



1. (ENEM 2015) A palavra “biotecnologia” surgiu no século XX, quando o cientista Herbert Boyer introduziu a informação responsável pela fabricação da insulina

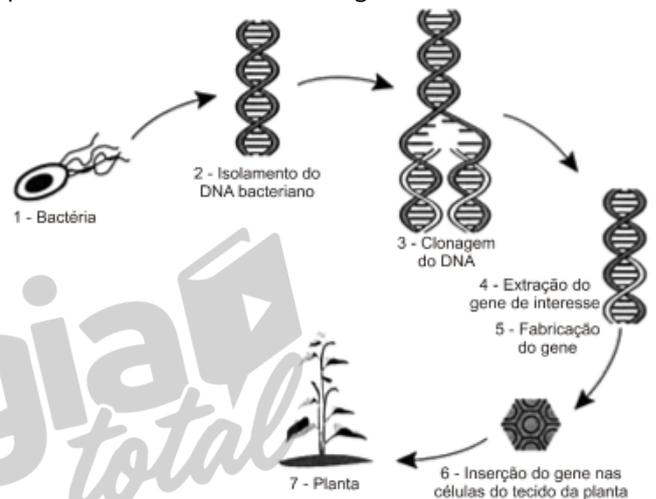
humana em uma bactéria para que ela passasse a produzir a substância.

Disponível em: [www.brasil.gov.br](http://www.brasil.gov.br). Acesso em 28 jul. 2012 (adaptado).

As bactérias modificadas por Herbert Boyer passaram a produzir insulina humana porque receberam

- a) a sequência de DNA codificante de insulina humana.
- b) a proteína sintetizada por células humanas.
- c) um RNA recombinante de insulina humana.
- d) o RNA mensageiro de insulina humana.
- e) um cromossomo da espécie humana.

2. (ENEM 2014) Em um laboratório de genética experimental, observou-se que determinada bactéria continha um gene que conferia resistência a pragas específicas de plantas. Em vista disso, os pesquisadores procederam de acordo com a figura.



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

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

- a) Clone.
- b) Híbrida.
- c) Mutante.
- d) Adaptada.
- e) Transgênica.

3. (ENEM 2014) Na década de 1990, células do cordão umbilical de recém-nascidos humanos começaram a ser guardadas por criopreservação, uma vez que apresentam alto potencial terapêutico em consequência de suas características peculiares.

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

- a) multiplicação lenta.
- b) comunicação entre células.
- c) adesão a diferentes tecidos.
- d) diferenciação em células especializadas.
- e) reconhecimento de células semelhantes.

4. (ENEM 2013) A estratégia de obtenção de plantas transgênicas pela inserção de transgenes em cloroplastos, em substituição à metodologia clássica de inserção do transgene no núcleo da célula hospedeira, resultou no aumento quantitativo da produção de proteínas recombinantes com diversas finalidades biotecnológicas. O mesmo tipo de estratégia poderia ser utilizada para produzir proteínas recombinantes em células de organismos eucarióticos não fotossintetizantes, como as leveduras, que são usadas para produção comercial de várias proteínas recombinantes e que podem ser cultivadas em grandes fermentadores.

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

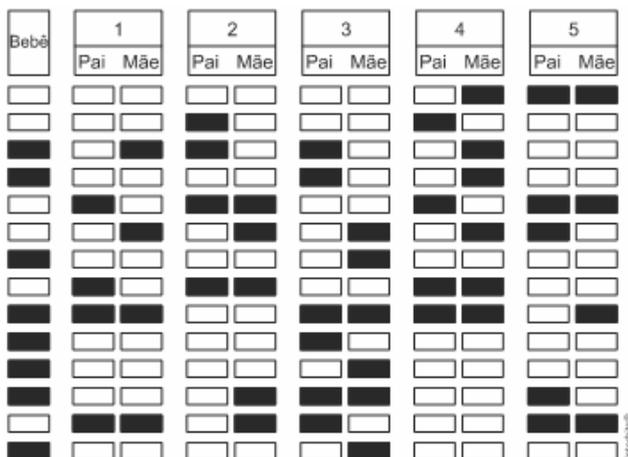
- a) Lisossomo.
- b) Mitocôndria.
- c) Peroxissomo.
- d) Complexo golgiense.
- e) Retículo endoplasmático.

5. (ENEM 2013) Para a identificação de um rapaz vítima de acidente, fragmentos de tecidos foram retirados e submetidos à extração de DNA nuclear, para comparação com o DNA disponível dos possíveis familiares (pai, avô materno, avó materna, filho e filha). Como o teste com o DNA nuclear não foi conclusivo, os peritos optaram por usar também DNA mitocondrial, para dirimir dúvidas.

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

- a) pai.
- b) filho.
- c) filha.
- d) avó materna.
- e) avô materno.

6. (ENEM 2013) Cinco casais alegavam ser os pais de um bebê. A confirmação da paternidade foi obtida pelo exame de DNA. O resultado do teste está esquematizado na figura, em que cada casal apresenta um padrão com duas bandas de DNA (faixas, uma para cada suposto pai e outra para a suposta mãe), comparadas à do bebê.



Que casal pode ser considerado como pais biológicos do bebê?

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

7. (ENEM 2012) O milho transgênico é produzido a partir da manipulação do milho original, com a transferência, para este, de um gene de interesse retirado de outro organismo de espécie diferente.

A característica de interesse será manifestada em decorrência

- a) do incremento do DNA a partir da duplicação do gene transferido.
- b) da transcrição do RNA transportador a partir do gene transferido.
- c) da expressão de proteínas sintetizadas a partir do DNA não hibridizado.
- d) da síntese de carboidratos a partir da ativação do DNA do milho original.
- e) da tradução do RNA mensageiro sintetizado a partir do DNA recombinante.

8. (ENEM 2011) Um instituto de pesquisa norte-americano divulgou recentemente ter criado uma “célula sintética”, uma bactéria chamada de *Mycoplasma mycoides*. Os pesquisadores montaram uma sequência de nucleotídeos, que formam o único cromossomo dessa bactéria, o qual foi introduzido em outra espécie de bactéria, a *Mycoplasma capricolum*. Após a introdução, o cromossomo da *M. capricolum* foi neutralizado e o cromossomo artificial da *M. mycoides* começou a gerenciar a célula, produzindo suas proteínas.

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

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

- a) possibilidade de sequenciar os genomas de bactérias para serem usados como receptoras de cromossomos artificiais.
- b) capacidade de criação, pela ciência, de novas formas de vida, utilizando substâncias como carboidratos e lipídeos.
- c) possibilidade de produção em massa da bactéria *Mycoplasma capricolum* para sua distribuição em ambientes naturais.
- d) possibilidade de programar geneticamente microrganismos ou seres mais complexos para produzir medicamentos, vacinas e biocombustíveis.
- e) capacidade da bactéria *Mycoplasma capricolum* de expressar suas proteínas na bactéria sintética e estas serem usadas na indústria.

9. (ENEM2010) Segundo Jeffrey M. Smith, pesquisador de um laboratório que faz análises de organismos geneticamente modificados, após a introdução da soja transgênica no Reino Unido, aumentaram em 50% os casos de alergias. “O gene que é colocado na soja cria uma proteína nova que até então não existia na alimentação humana, a qual poderia ser potencialmente alergênica”, explica o pesquisador.

Correio do Estado/MS. 19 abr. 2004 (adaptado).

Considerando-se as informações do texto, os grãos transgênicos que podem causar alergias aos indivíduos que irão consumi-los são aqueles que apresentam, em sua composição, proteínas

- que podem ser reconhecidas como antigênicas pelo sistema imunológico desses consumidores.
- que não são reconhecidas pelos anticorpos produzidos pelo sistema imunológico desses consumidores.
- com estrutura primária idêntica às já encontradas no sistema sanguíneo desses consumidores.
- com sequência de aminoácidos idêntica às produzidas pelas células brancas do sistema sanguíneo desses consumidores.
- com estrutura quaternária idêntica à dos anticorpos produzidos pelo sistema imunológico desses consumidores.

10. (ENEM 2009) Em um experimento, preparou-se um conjunto de plantas por técnica de clonagem a partir de uma planta original que apresentava folhas verdes. Esse conjunto foi dividido em dois grupos, que foram tratados de maneira idêntica, com exceção das condições de iluminação, sendo um grupo exposto a ciclos de iluminação solar natural e outro mantido no escuro. Após alguns dias, observou-se que o grupo exposto à luz apresentava folhas verdes como a planta original e o grupo cultivado no escuro apresentava folhas amareladas.

Ao final do experimento, os dois grupos de plantas apresentaram

- os genótipos e os fenótipos idênticos.
- os genótipos idênticos e os fenótipos diferentes.
- diferenças nos genótipos e fenótipos.
- o mesmo fenótipo e apenas dois genótipos diferentes.
- o mesmo fenótipo e grande variedade de genótipos.

11. (ENEM 2009) Um novo método para produzir insulina artificial que utiliza tecnologia de DNA recombinante foi desenvolvido por pesquisadores do Departamento de Biologia Celular da Universidade de Brasília (UnB) em parceria com a iniciativa privada. Os pesquisadores modificaram geneticamente a bactéria *Escherichia coli* para torná-la capaz de sintetizar o hormônio. O processo permitiu fabricar insulina em maior quantidade e em apenas 30 dias, um terço do tempo necessário para obtê-

la pelo método tradicional, que consiste na extração do hormônio a partir do pâncreas de animais abatidos.

Ciência Hoje, 24 abr. 2001.

Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br> (adaptado).

A produção de insulina pela técnica do DNA recombinante tem, como consequência,

- o aperfeiçoamento do processo de extração de insulina a partir do pâncreas suíno.
- a seleção de microrganismos resistentes a antibióticos.
- o progresso na técnica da síntese química de hormônios.
- impacto favorável na saúde de indivíduos diabéticos.
- a criação de animais transgênicos.

12. (ENEM 2009) Uma vítima de acidente de carro foi encontrada carbonizada devido a uma explosão. Índícios, como certos adereços de metal usados pela vítima, sugerem que a mesma seja filha de um determinado casal. Uma equipe policial de perícia teve acesso ao material biológico carbonizado da vítima, reduzido, praticamente, a fragmentos de ossos. Sabe-se que é possível obter DNA em condições para análise genética de parte do tecido interno de ossos. Os peritos necessitam escolher, entre cromossomos autossômicos, cromossomos sexuais (X e Y) ou DNAm (DNA mitocondrial), a melhor opção para identificação do parentesco da vítima com o referido casal.

Sabe-se que, entre outros aspectos, o número de cópias de um mesmo cromossomo por célula maximiza a chance de se obter moléculas não degradadas pelo calor da explosão.

Com base nessas informações e tendo em vista os diferentes padrões de herança de cada fonte de DNA citada, a melhor opção para a perícia seria a utilização

- do DNAm, transmitido ao longo da linhagem materna, pois, em cada célula humana, há várias cópias dessa molécula.
- do cromossomo X, pois a vítima herdou duas cópias desse cromossomo, estando assim em número superior aos demais.
- do cromossomo autossômico, pois esse cromossomo apresenta maior quantidade de material genético quando comparado aos nucleares, como, por exemplo, o DNAm.
- do cromossomo Y, pois, em condições normais, este é transmitido integralmente do pai para toda a prole e está presente em duas cópias em células de indivíduos do sexo feminino.
- de marcadores genéticos em cromossomos autossômicos, pois estes, além de serem transmitidos pelo pai e pela mãe, estão presentes em 44 cópias por célula, e os demais, em apenas uma.

13. (ENEM 2012) 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.

“Combustível de algas”.  
Revista Pesquisa Fapesp, ed. 12, fev. 2012 (adaptado)

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 CO<sub>2</sub> 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.

## BIOQUÍMICA (5%)



1. (ENEM 2010) Alguns fatores podem alterar a rapidez das reações químicas. A seguir, destacam-se três exemplos no contexto da preparação e da conservação de alimentos:

1. A maioria dos produtos alimentícios se conserva por muito mais tempo quando submetidos à refrigeração. Esse procedimento diminui a rapidez das reações que contribuem para a degradação de certos alimentos.

2. Um procedimento muito comum utilizado em práticas de culinária é o corte dos alimentos para acelerar o seu cozimento, caso não se tenha uma panela de pressão.

3. Na preparação de iogurtes, adicionam-se ao leite bactérias produtoras de enzimas que aceleram as reações envolvendo açúcares e proteínas lácteas.

Com base no texto, quais são os fatores que influenciam a rapidez das transformações químicas relacionadas aos exemplos 1, 2 e 3, respectivamente?

- a) Temperatura, superfície de contato e concentração.
- b) Concentração, superfície de contato e catalisadores.
- c) Temperatura, superfície de contato e catalisadores.
- d) Superfície de contato, temperatura e concentração.
- e) Temperatura, concentração e catalisadores.

2. (ENEM 2012) Para preparar uma massa básica de pão, deve-se misturar apenas farinha, água, sal e fermento.

Parte do trabalho deixa-se para o fungo presente no fermento: ele utiliza amido e açúcares da farinha em reações químicas que resultam na produção de alguns outros compostos importantes no processo de crescimento da massa. Antes de assar, é importante que a massa seja deixada num recipiente por algumas horas para que o processo de fermentação ocorra.

Esse período de espera é importante para que a massa cresça, pois é quando ocorre a

- a) reprodução do fungo na massa.
- b) formação de dióxido de carbono.
- c) liberação de energia pelos fungos.
- d) transformação da água líquida em vapor d'água.
- e) evaporação do álcool formado na decomposição dos açúcares.

3. (ENEM 2016) Em 1950, Erwin Chargaff e colaboradores estudavam a composição química do DNA e observaram que a quantidade de adenina (A) é igual à de timina (T), e a quantidade de guanina (G) é igual à de citosina (C) na grande maioria das duplas fitas de DNA. Em outras palavras, esses cientistas descobriram que o total de purinas (A+G) e o total de pirimidinas (C+T) eram iguais.

Um professor trabalhou esses conceitos em sala de aula e apresentou como exemplo uma fita simples de DNA com 20 adeninas, 25 timinas, 30 guaninas e 25 citosinas.

Qual a quantidade de cada um dos nucleotídeos, quando considerada a dupla fita de DNA formada pela fita simples exemplificada pelo professor?

- a) Adenina: 20; Timina: 25; Guanina: 25; Citosina: 30.
- b) Adenina: 25; Timina: 20; Guanina: 45; Citosina: 45.
- c) Adenina: 45; Timina: 45; Guanina: 55; Citosina: 55.
- d) Adenina: 50; Timina: 50; Guanina: 50; Citosina: 50.
- e) Adenina: 55; Timina: 55; Guanina: 45; Citosina: 45.

4. (ENEM 2014) O arroz-dourado é uma planta transgênica capaz de produzir quantidades significativas de betacaroteno, que é ausente na variedade branca. A presença dessa substância torna os grãos amarelados, o que justifica seu nome.

A ingestão dessa variedade geneticamente modificada está relacionada à redução da incidência de

- a) fragilidade óssea.
- b) fraqueza muscular.
- c) problemas de visão.
- d) alterações na tireoide.
- e) sangramento gengival.

5. (ENEM 2012) O DNA (ácido desoxirribonucleico), material genético de seres vivos, é uma molécula de fita dupla, que pode ser extraída de forma caseira a partir de frutas, como morango ou banana amassados, com uso de detergente, de sal de cozinha, de álcool comercial e

de uma peneira ou de um coador de papel.

O papel do detergente nessa extração de DNA é

- a) aglomerar o DNA em solução para que se torne visível.
- b) promover lise mecânica do tecido para obtenção do DNA.
- c) emulsificar a mistura para promover a precipitação do DNA.
- d) promover atividades enzimáticas para acelerar a extração do DNA.
- e) romper as membranas celulares para liberação do DNA em solução.

6. (ENEM 2010) Um molusco, que vive no litoral oeste dos EUA, pode redefinir tudo o que se sabe sobre a divisão entre animais e vegetais. Isso porque o molusco (*Elysia chlorotica*) é um híbrido de bicho com planta. Cientistas americanos descobriram que o molusco conseguiu incorporar um gene das algas e, por isso, desenvolveu a capacidade de fazer fotossíntese. É o primeiro animal a se “alimentar” apenas de luz e  $\text{CO}_2$ , como as plantas.

GARATONI, B. Superinteressante.

Edição 276, mar. 2010 (adaptado).

A capacidade de o molusco fazer fotossíntese deve estar associada ao fato de o gene incorporado permitir que ele passe a sintetizar

- a) clorofila, que utiliza a energia do carbono para produzir glicose.
- b) citocromo, que utiliza a energia da água para formar oxigênio.
- c) clorofila, que doa elétrons para converter gás carbônico em oxigênio.
- d) citocromo, que doa elétrons da energia luminosa para produzir glicose.
- e) clorofila, que transfere a energia da luz para compostos orgânicos.

7. (ENEM 2009) A fotossíntese é importante para a vida na Terra. Nos cloroplastos dos organismos fotossintetizantes, a energia solar é convertida em energia química que, juntamente com água e gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), é utilizada para a síntese de compostos orgânicos (carboidratos). A fotossíntese é o único processo de importância biológica capaz de realizar essa conversão. Todos os organismos, incluindo os produtores, aproveitam a energia armazenada nos carboidratos para impulsionar os processos celulares, liberando  $\text{CO}_2$  para a atmosfera e água para a célula por meio da respiração celular. Além disso, grande fração dos recursos energéticos do planeta, produzidos tanto no presente (biomassa) como em tempos remotos (combustível fóssil), é resultante da atividade fotossintética.

As informações sobre obtenção e transformação dos recursos naturais por meio dos processos vitais de fotossíntese e respiração, descritas no texto, permitem concluir que

- a) o  $\text{CO}_2$  e a água são moléculas de alto teor energético.
- b) os carboidratos convertem energia solar em energia química.
- c) a vida na Terra depende, em última análise, da energia proveniente do Sol.
- d) o processo respiratório é responsável pela retirada de carbono da atmosfera.
- e) a produção de biomassa e de combustível fóssil, por si, é responsável pelo aumento de  $\text{CO}_2$  atmosférico.

## EVOLUÇÃO (5%)



1. (ENEM 2016) Apesar da grande diversidade biológica, a hipótese de que a vida na Terra tenha tido uma única origem comum é aceita pela comunidade científica. Uma evidência que apoia essa hipótese é a observação de processos biológicos comuns a todos os seres vivos atualmente existentes.

Um exemplo de tal processo é o(a)

- a) desenvolvimento embrionário.
- b) reprodução sexuada.
- c) respiração aeróbica.
- d) excreção urinária.
- e) síntese proteica.

2. (ENEM 2016) Darwin, em viagem às Ilhas Galápagos, observou que os tentilhões apresentavam bicos com formatos diferentes em cada ilha, de acordo com o tipo de alimentação disponível. Lamarck, ao explicar que o pescoço da girafa teria esticado para colher folhas e frutos no alto das árvores, elaborou ideias importantes sobre a evolução dos seres vivos.

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

- a) mutação.
- b) adaptação.
- c) seleção natural.
- d) recombinação gênica.
- e) variabilidade genética.

3. (ENEM 2016) O Brasil possui um grande número de espécies distintas entre animais, vegetais e microrganismos envolvidos em uma imensa

complexidade e distribuídos em uma grande variedade de ecossistemas.

SANDES, A. R. R.; BLASI, G. Biodiversidade e diversidade química e genética. Disponível em: <http://novastecnologias.com.br>. Acesso em: 22 set. 2015 (adaptado).

O incremento da variabilidade ocorre em razão da permuta genética, a qual propicia a troca de segmentos entre cromátides não irmãs na meiose.

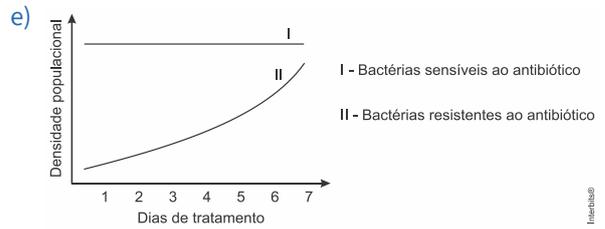
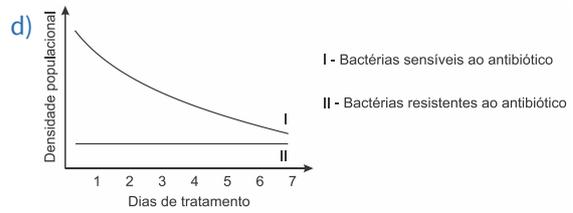
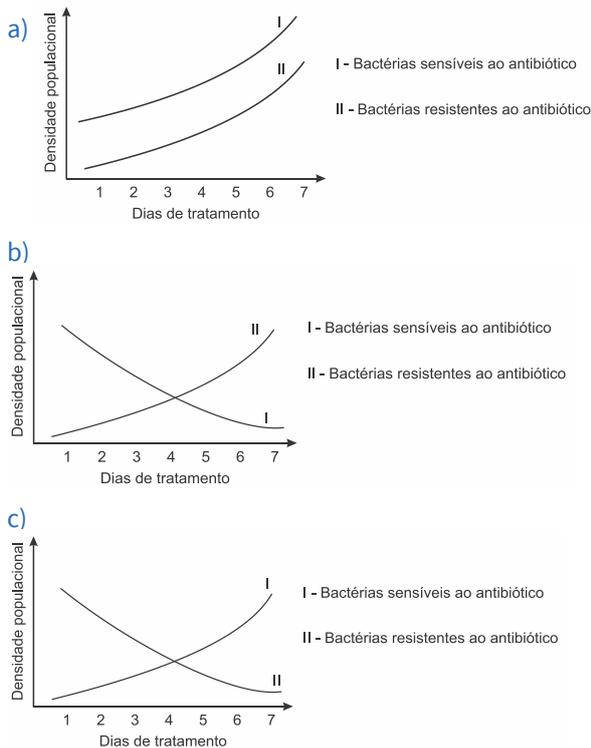
Essa troca de segmentos é determinante na

- produção de indivíduos mais férteis.
- transmissão de novas características adquiridas.
- recombinação genética na formação dos gametas.
- ocorrência de mutações somáticas nos descendentes.
- variação do número de cromossomos característico da espécie.

4. (ENEM 2015) As superbactérias respondem por um número crescente de infecções e mortes em todo o mundo. O termo superbactérias é atribuído às bactérias que apresentam resistência a praticamente todos os antibióticos. Dessa forma, no organismo de um paciente, a população de uma espécie bacteriana patogênica pode ser constituída principalmente por bactérias sensíveis a antibióticos usuais e por um número reduzido de superbactérias que, por mutação ou intercâmbio de material genético, tornaram-se resistentes aos antibióticos existentes.

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

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



5. (ENEM 2015) Algumas raças de cães domésticos não conseguem copular entre si devido à grande diferença em seus tamanhos corporais. Ainda assim, tal dificuldade reprodutiva não ocasiona a formação de novas espécies (especiação).

Essa especiação não ocorre devido ao(a)

- oscilação genética das raças.
- convergência adaptativa entre raças.
- isolamento geográfico entre as raças.
- seleção natural que ocorre entre as raças.
- manutenção do fluxo gênico entre as raças.

6. (ENEM 2014) Segundo a teoria evolutiva mais aceita hoje, as mitocôndrias, organelas celulares responsáveis pela produção de ATP em células eucariotas, assim como os cloroplastos, teriam sido originados de procariontes ancestrais que foram incorporados por células mais complexas.

Uma característica da mitocôndria que sustenta essa teoria é a

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

7. (ENEM 2014) Embora seja um conceito fundamental para a biologia, o termo “evolução” pode adquirir significados diferentes no senso comum. A ideia de que a espécie humana é o ápice do processo evolutivo é amplamente difundida, mas não é compartilhada por muitos cientistas.

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

- modificação de características.
- incremento no tamanho corporal.
- complexificação de seus sistemas.
- melhoria de processos e estruturas.
- especialização para uma determinada finalidade.

8. (ENEM 2013) As fêmeas de algumas espécies de aranhas, escorpiões e de outros invertebrados predam os machos após a cópula e inseminação. Como exemplo, fêmeas canibais do inseto conhecido como louva-a-deus, *Tenodera aridifolia*, possuem até 63% da sua dieta composta por machos parceiros. Para as fêmeas, o canibalismo sexual pode assegurar a obtenção de nutrientes importantes na reprodução. Com esse incremento na dieta, elas geralmente produzem maior quantidade de ovos.

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

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

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

9. (ENEM 2013) Lobos da espécie *Canis lycaon*, do leste dos Estados Unidos, estão inter cruzando com coiotes (*Canis latrans*). Além disso, indivíduos presentes na borda oeste da área de distribuição de *C. lycaon* estão se acasalando também com lobos cinzentos (*Canis lupus*). Todos esses cruzamentos têm gerado descendentes férteis.

Scientific American Brasil, Rio de Janeiro, ano II, 2011 (adaptado).

Os animais descritos foram classificados como espécies distintas no século XVIII. No entanto, aplicando-se o conceito biológico de espécie, proposto por Ernst Mayr em 1942, e ainda muito usado hoje em dia, esse fato não se confirma, porque

- esses animais são morfologicamente muito semelhantes.
- o fluxo gênico entre as três populações é mantido.
- apresentam nichos ecológicos muito parecidos.
- todos têm o mesmo ancestral comum.
- pertencem ao mesmo gênero.

10. (ENEM 2012) Paleontólogos estudam fósseis e esqueletos de dinossauros para tentar explicar o desaparecimento desses animais. Esses estudos permitem afirmar que esses animais foram extintos há cerca de 65 milhões de anos.

Uma teoria aceita atualmente é a de que um asteroide colidiu com a Terra, formando uma densa nuvem de poeira na atmosfera.

De acordo com essa teoria, a extinção ocorreu em função de modificações no planeta que

- desestabilizaram o relógio biológico dos animais, causando alterações no código genético.
- reduziram a penetração da luz solar até a superfície da Terra, interferindo no fluxo energético das teias tróficas.
- causaram uma série de intoxicações nos animais, provocando a bioacumulação de partículas de poeira nos organismos.
- resultaram na sedimentação das partículas de poeira levantada com o impacto do meteoro, provocando o desaparecimento de rios e lagos.
- evitaram a precipitação de água até a superfície da Terra, causando uma grande seca que impediu a retroalimentação do ciclo hidrológico.

11. (ENEM 2012) Charles R. Darwin (1809-1882) apresentou, em 1859, no livro *A origem das espécies*, suas ideias a respeito dos mecanismos de evolução pelo processo da seleção natural. Ao elaborar a Teoria da Evolução, Darwin não conseguiu obter algumas respostas aos seus questionamentos.

O que esse autor não conseguiu demonstrar em sua teoria?

- A sobrevivência dos mais aptos.
- A origem das variações entre os indivíduos.
- O crescimento exponencial das populações.
- A herança das características dos pais pelos filhos.
- A existência de características diversas nos seres da mesma espécie.

12. (ENEM 2012) Em certos locais, larvas de moscas, criadas em arroz cozido, são utilizadas como iscas para pesca. Alguns criadores, no entanto, acreditam que essas larvas surgem espontaneamente do arroz cozido, tal como preconizado pela teoria da geração espontânea.

Essa teoria começou a ser refutada pelos cientistas ainda no século XVII, a partir dos estudos de Redi e Pasteur, que mostraram experimentalmente que

- seres vivos podem ser criados em laboratório.
- a vida se originou no planeta a partir de microrganismos.

- c) o ser vivo é oriundo da reprodução de outro ser vivo pré-existente.
- d) seres vermiformes e microrganismos são evolutivamente aparentados.
- e) vermes e microrganismos são gerados pela matéria existente nos cadáveres e nos caldos nutritivos, respectivamente.

13. (ENEM 2010)



A tirinha mostra que o ser humano, na busca de atender suas necessidades e de se apropriar dos espaços,

- a) adotou a acomodação evolucionária como forma de sobrevivência ao se dar conta de suas deficiências impostas pelo meio ambiente.
- b) utilizou o conhecimento e a técnica para criar equipamentos que lhe permitiram compensar as suas limitações físicas.
- c) levou vantagens em relação aos seres de menor estatura, por possuir um físico bastante desenvolvido, que lhe permitia muita agilidade.
- d) dispensou o uso da tecnologia por ter um organismo adaptável aos diferentes tipos de meio ambiente.
- e) sofreu desvantagens em relação a outras espécies, por utilizar os recursos naturais como forma de se apropriar dos diferentes espaços.

14. (ENEM 2010) A perda de pelos foi uma adaptação às mudanças ambientais, que forçaram nossos ancestrais a deixar a vida sedentária e viajar enormes distâncias à procura de água e comida. Junto com o surgimento de membros mais alongados e com a substituição de glândulas apócrinas (produtoras de suor oleoso e de lenta evaporação) por glândulas écrinas (suor aquoso e de rápida evaporação), a menor quantidade de pelos teria favorecido a manutenção de uma temperatura corporal saudável nos trópicos castigados por calor sufocante, em que viveram nossos ancestrais.

Scientific American. Brasil, mar. 2010 (adaptado).

De que maneira o tamanho dos membros humanos poderia estar associado à regulação da temperatura corporal?

- a) Membros mais longos apresentam maior relação superfície/volume, facilitando a perda de maior quantidade de calor.
- b) Membros mais curtos têm ossos mais espessos, que protegem vasos sanguíneos contra a perda de calor.

- c) Membros mais curtos desenvolvem mais o tecido adiposo, sendo capazes de reter maior quantidade de calor.
- d) Membros mais longos possuem pele mais fina e com menos pelos, facilitando a perda de maior quantidade de calor.
- e) Membros mais longos têm maior massa muscular, capazes de produzir e dissipar maior quantidade de calor.

15. (ENEM 2010) Alguns anfíbios e répteis são adaptados à vida subterrânea. Nessa situação, apresentam algumas características corporais como, por exemplo, ausência de patas, corpo anelado que facilita o deslocamento no subsolo e, em alguns casos, ausência de olhos.

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

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

16. (ENEM 2010) Experimentos realizados no século XX demonstraram que hormônios femininos e mediadores químicos atuam no comportamento materno de determinados animais, como cachorros, gatos e ratos, reduzindo o medo e a ansiedade, o que proporciona maior habilidade de orientação espacial. Por essa razão, as fêmeas desses animais abandonam a prole momentaneamente, a fim de encontrar alimentos, o que ocorre com facilidade e rapidez. Ainda, são capazes de encontrar rapidamente o caminho de volta para proteger os filhotes.

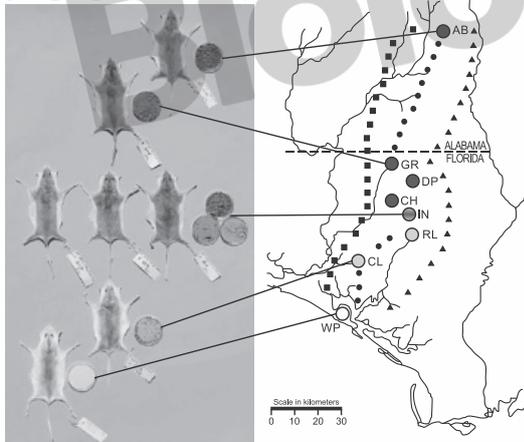
VARELLA, D. Borboletas da alma: escritos sobre ciência e saúde. Companhia das Letras, 2006 (adaptado).

Considerando a situação descrita sob o ponto de vista da hereditariedade e da evolução biológica, o comportamento materno decorrente da ação das substâncias citadas é

- a) transmitido de geração a geração, sendo que indivíduos portadores dessas características terão mais chance de sobreviver e deixar descendentes com as mesmas características.

- b) transmitido em intervalos de gerações, alternando descendentes machos e fêmeas, ou seja, em uma geração recebem a característica apenas os machos e, na outra geração, apenas as fêmeas.
- c) determinado pela ação direta do ambiente sobre a fêmea quando ela está no período gestacional, portanto todos os descendentes receberão as características.
- d) determinado pelas fêmeas, na medida em que elas transmitem o material genético necessário à produção de hormônios e dos mediadores químicos para sua prole de fêmeas, durante o período gestacional.
- e) determinado após a fecundação, pois os espermatozoides dos machos transmitem as características para a prole e, ao nascerem, os indivíduos são selecionados pela ação do ambiente.

17. (ENEM 2009) Os ratos *Peromyscus polionotus* encontram-se distribuídos em ampla região na América do Norte. A pelagem de ratos dessa espécie varia do marrom claro até o escuro, sendo que os ratos de uma mesma população têm coloração muito semelhante. Em geral, a coloração da pelagem também é muito parecida à cor do solo da região em que se encontram, que também apresenta a mesma variação de cor, distribuída ao longo de um gradiente sul norte. Na figura, encontram-se representadas sete diferentes populações de *P. polionotus*. Cada população é representada pela pelagem do rato, por uma amostra de solo e por sua posição geográfica no mapa.



MULLEN, L. M.; HOEKSTRA, H. E. Natural selection along an environmental gradient: a classic cline in mouse pigmentation. *Evolution*, 2008.

O mecanismo evolutivo envolvido na associação entre cores de pelagem e de substrato é

- a) a alimentação, pois pigmentos de terra são absorvidos e alteram a cor da pelagem dos roedores.
- b) o fluxo gênico entre as diferentes populações, que mantém constante a grande diversidade interpopulacional.
- c) a seleção natural, que, nesse caso, poderia ser entendida como a sobrevivência diferenciada de indivíduos com características distintas.
- d) a mutação genética, que, em certos ambientes, como os de solo mais escuro, têm maior ocorrência e capacidade de alterar significativamente a cor da pelagem dos animais.

- e) a herança de caracteres adquiridos, capacidade de organismos se adaptarem a diferentes ambientes e transmitirem suas características genéticas aos descendentes.

18. (ENEM PPL 2018) Podemos esperar que, evoluindo de ancestrais que disputavam os mesmos recursos, as espécies tenham desenvolvido características que asseguram menor ou nenhuma competição com membros de outras espécies. Espécies em coexistência, com um potencial aparente para competir, exibirão diferenças em comportamento, fisiologia ou morfologia.

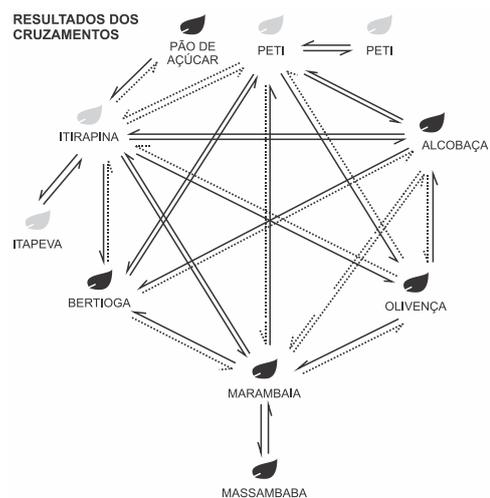
TOWSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. *Fundamentos em ecologia*. Porto Alegre: Artmed, 2006 (adaptado).

Qual fenômeno evolutivo explica a manutenção das diferenças ecológicas e biológicas citadas?

- a) Mutação.
- b) Fluxo gênico.
- c) Seleção natural.
- d) Deriva genética.
- e) Equilíbrio de Hardy-Weinberg.

19. (ENEM 2018) O processo de formação de novas espécies é lento e repleto de nuances e estágios intermediários, havendo uma diminuição da viabilidade entre cruzamentos. Assim, plantas originalmente de uma mesma espécie que não cruzam mais entre si podem ser consideradas como uma espécie se diferenciando. Um pesquisador realizou cruzamentos entre nove populações – denominadas de acordo com a localização onde são encontradas – de uma espécie de orquídea (*Epidendrum denticulatum*). No diagrama estão os resultados dos cruzamentos entre as populações.

Considere que o doador fornece o pólen para o receptor.



DOADOR —> RECEPTOR - Polinização induzida bem-sucedida  
 DOADOR ..... RECEPTOR - Polinização induzida inviável ou nula

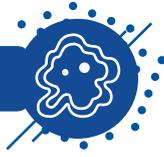
Mata Atlântica Cerrado

FIORAVANTI, C. Os primeiros passos de novas espécies: plantas e animais se diferenciam por meio de mecanismos surpreendentes. *Pesquisa Fapesp*, out. 2013 (adaptado).

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

- Bertioga e Marambaia; Alcobaça e Olivença.
- Itirapina e Itapeva; Marambaia e Massambaba.
- Itirapina e Marambaia; Alcobaça e Itirapina.
- Itirapina e Peti; Alcobaça e Marambaia.
- Itirapina e Olivença; Marambaia e Peti.

## CITOLOGIA (6%)



### 1. (ENEM 2016) Companheira viajante

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

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

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

- centríolo.
- lisossomo.
- mitocôndria.
- complexo golgiense.
- retículo endoplasmático liso.

2. (ENEM 2016) As proteínas de uma célula eucariótica possuem peptídeos sinais, que são sequências de aminoácidos responsáveis pelo seu endereçamento para as diferentes organelas, de acordo com suas funções. Um pesquisador desenvolveu uma nanopartícula capaz de carregar proteínas para dentro de tipos celulares específicos. Agora ele quer saber se uma nanopartícula carregada com uma proteína bloqueadora do ciclo de Krebs in vitro é capaz de exercer sua atividade em uma célula cancerosa, podendo cortar o aporte energético e destruir essas células.

Ao escolher essa proteína bloqueadora para carregar as nanopartículas, o pesquisador deve levar em conta um peptídeo sinal de endereçamento para qual organela?

- Núcleo.
- Mitocôndria.
- Peroxisossomo.
- Complexo golgiense.
- Retículo endoplasmático.

3. (ENEM 2016) O paclitaxel é um triterpeno poli-hidroxilado que foi originalmente isolado da casca de *Taxus brevifolia*, árvore de crescimento lento e em risco de extinção, mas agora é obtido por rota química semissintética. Esse fármaco é utilizado como agente quimioterápico no tratamento de tumores de ovário, mama e pulmão. Seu mecanismo de ação antitumoral envolve sua ligação à tubulina, interferindo na função dos microtúbulos.

KRETZER, I. F. Terapia antitumoral combinada de derivados do paclitaxel e etoposídeo associados à nanoemulsão lipídica rica em colesterol – LDE.

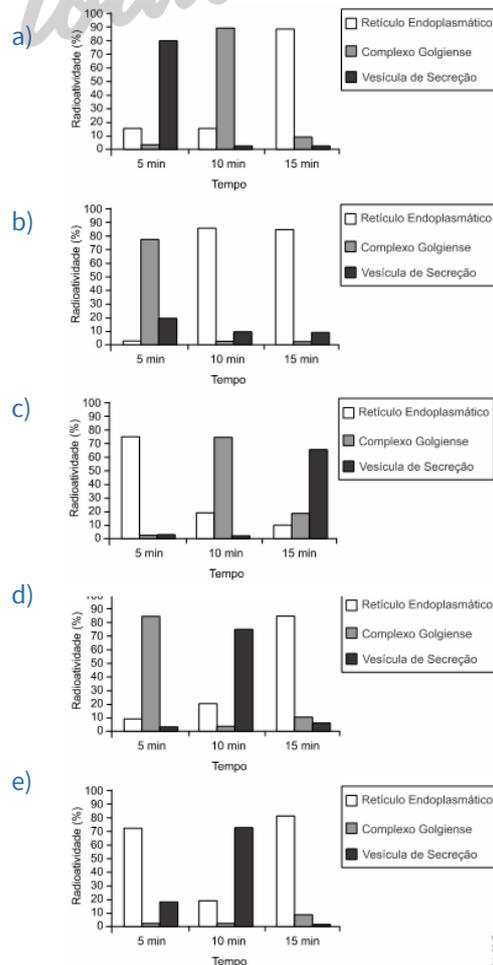
Disponível em: [www.teses.usp.br](http://www.teses.usp.br). Acesso em: 29 fev. 2012 (adaptado).

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

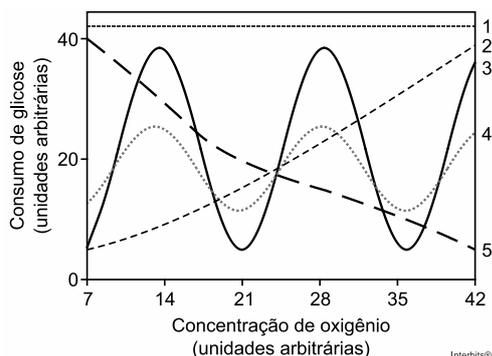
- Divisão celular.
- Transporte passivo.
- Equilíbrio osmótico.
- Geração de energia.
- Síntese de proteínas.

4. (ENEM 2015) Muitos estudos de síntese e endereçamento de proteínas utilizam aminoácidos marcados radioativamente para acompanhar as proteínas, desde fases iniciais de sua produção até seu destino final. Esses ensaios foram muito empregados para estudo e caracterização de células secretoras.

Após esses ensaios de radioatividade, qual gráfico representa a evolução temporal da produção de proteínas e sua localização em uma célula secretora?



5. (ENEM 2015) Normalmente, as células do organismo humano realizam a respiração aeróbica, na qual o consumo de uma molécula de glicose gera 38 moléculas de ATP. Contudo em condições anaeróbicas, o consumo de uma molécula de glicose pelas células é capaz de gerar apenas duas moléculas de ATP.



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

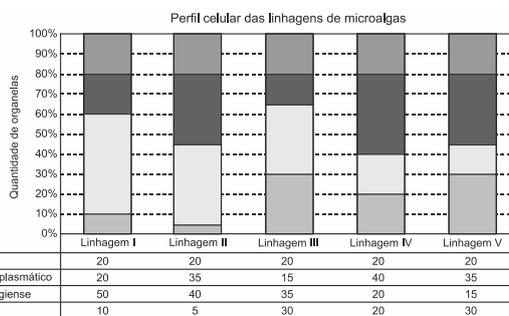
- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

6. (ENEM 2014) Segundo a teoria evolutiva mais aceita hoje, as mitocôndrias, organelas celulares responsáveis pela produção de ATP em células eucariotas, assim como os cloroplastos, teriam sido originados de procariontes ancestrais que foram incorporados por células mais complexas.

Uma característica da mitocôndria que sustenta essa teoria é a

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

7. (ENEM 2013) Uma indústria está escolhendo uma linhagem de microalgas que otimize a secreção de polímeros comestíveis, os quais são obtidos do meio de cultura de crescimento. Na figura podem ser observadas as proporções de algumas organelas presentes no citoplasma de cada linhagem.



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

- a) I
- b) II
- c) III
- d) IV
- e) V

8. (ENEM 2013) Mitocôndrias são organelas citoplasmáticas em que ocorrem etapas do processo de respiração celular. Nesse processo, moléculas orgânicas são transformadas e, juntamente com o O<sub>2</sub>, são produzidos CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O, liberando energia, que é armazenada na célula na forma de ATP.

Na espécie humana, o gameta masculino (espermatozoide) apresenta, em sua peça intermediária, um conjunto de mitocôndrias, cuja função é

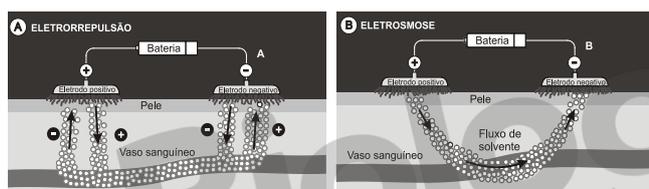
- a) facilitar a ruptura da membrana do ovócito.
- b) acelerar sua maturação durante a espermatogênese.
- c) localizar a tuba uterina para fecundação do gameta feminino.
- d) aumentar a produção de hormônios sexuais masculinos.
- e) fornecer energia para sua locomoção.

9. (ENEM 2012) Alimentos como carnes, quando guardados de maneira inadequada, deterioram-se rapidamente devido à ação de bactérias e fungos. Esses organismos se instalam e se multiplicam rapidamente por encontrarem aí condições favoráveis de temperatura, umidade e nutrição. Para preservar tais alimentos é necessário controlar a presença desses microrganismos. Uma técnica antiga e ainda bastante difundida para preservação desse tipo de alimento é o uso do sal de cozinha (NaCl).

Nessa situação, o uso do sal de cozinha preserva os alimentos por agir sobre os microrganismos,

- a) desidratando suas células.
- b) inibindo sua síntese proteica.
- c) inibindo sua respiração celular.
- d) bloqueando sua divisão celular.
- e) desnaturando seu material genético.

10. (ENEM 2009) Um medicamento, após ser ingerido, atinge a corrente sanguínea e espalha-se pelo organismo, mas, como suas moléculas “não sabem” onde é que está o problema, podem atuar em locais diferentes do local “alvo” e desencadear efeitos além daqueles desejados. Não seria perfeito se as moléculas dos medicamentos soubessem exatamente onde está o problema e fossem apenas até aquele local exercer sua ação? A técnica conhecida como iontoforese, indolor e não invasiva, promete isso. Como mostram as figuras, essa nova técnica baseia-se na aplicação de uma corrente elétrica de baixa intensidade sobre a pele do paciente, permitindo que fármacos permeiem membranas biológicas e alcancem a corrente sanguínea, sem passar pelo estômago. Muitos pacientes relatam apenas um formigamento no local de aplicação. O objetivo da corrente elétrica é formar poros que permitam a passagem do fármaco de interesse. A corrente elétrica é distribuída por eletrodos, positivo e negativo, por meio de uma solução aplicada sobre a pele. Se a molécula do medicamento tiver carga elétrica positiva ou negativa, ao entrar em contato com o eletrodo de carga de mesmo sinal, ela será repelida e forçada a entrar na pele (eletrorrepulsão - A). Se for neutra, a molécula será forçada a entrar na pele juntamente com o fluxo de solvente fisiológico que se forma entre os eletrodos (eletrosmose - B).



GRANTERI, T.; GELFUSO, G. M.; LOPES, R. F. V. Medicção do futuro-iontoforese facilita entrada de fármacos no organismo. *Ciência Hoje*, vol. 44, no. 259, maio 2009 (adaptado).

De acordo com as informações contidas no texto e nas figuras, o uso da iontoforese

- provoca ferimento na pele do paciente ao serem introduzidos os eletrodos, rompendo o epitélio.
- aumenta o risco de estresse nos pacientes, causado pela aplicação da corrente elétrica.
- inibe o mecanismo de ação dos medicamentos no tecido-alvo, pois estes passam a entrar por meio da pele.
- diminui o efeito colateral dos medicamentos, se comparados com aqueles em que a ingestão se faz por via oral.
- deve ser eficaz para medicamentos constituídos de moléculas polares e ineficaz, se essas forem apolares.

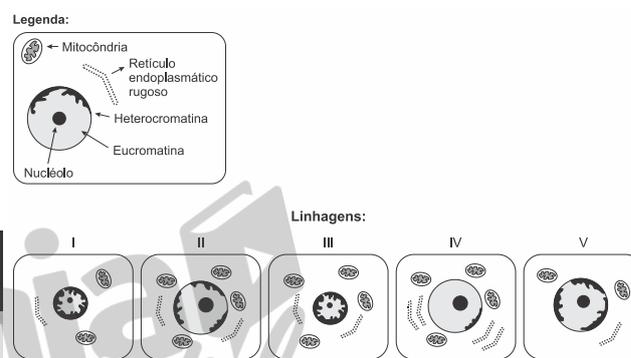
11. (ENEM PPL 2018) A ricina, substância tóxica extraída da mamona, liga-se ao açúcar galactose presente na membrana plasmática de muitas células do nosso corpo. Após serem endocitadas, penetram no citoplasma da célula, onde destroem os ribossomos, matando a célula em poucos minutos.

SADAVA, D. et al. *Vida: a ciência da biologia*. Porto Alegre: Artmed, 2009 (adaptado).

O uso dessa substância pode ocasionar a morte de uma pessoa ao inibir, diretamente, a síntese de

- RNA.
- DNA.
- lipídios.
- proteínas.
- carboidratos.

12. (ENEM 2018) O nível metabólico de uma célula pode ser determinado pela taxa de síntese de RNAs e proteínas, processos dependentes de energia. Essa diferença na taxa de síntese de biomoléculas é refletida na abundância e características morfológicas dos componentes celulares. Em uma empresa de produção de hormônios proteicos a partir do cultivo de células animais, um pesquisador deseja selecionar uma linhagem com o metabolismo de síntese mais elevado, dentre as cinco esquematizadas na figura.



Qual linhagem deve ser escolhida pelo pesquisador?

- I
- II
- III
- IV
- V

13. (ENEM 2018) No ciclo celular atuam moléculas reguladoras. Dentre elas, a proteína p53 é ativada em resposta a mutações no DNA, evitando a progressão do ciclo até que os danos sejam reparados, ou induzindo a célula à autodestruição.

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

A ausência dessa proteína poderá favorecer a

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

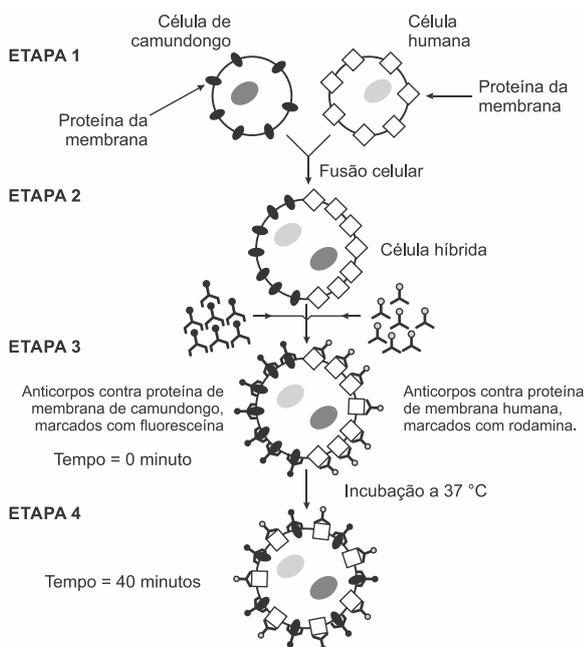
14. (ENEM PPL 2018) De acordo com o Ministério da Saúde, a cegueira noturna ou nictalopia é uma doença caracterizada pela dificuldade de se enxergar em ambientes com baixa luminosidade. Sua ocorrência pode estar relacionada a uma alteração ocular congênita ou a problemas nutricionais. Com esses sintomas, uma senhora dirigiu-se ao serviço de saúde e seu médico sugeriu a ingestão de vegetais ricos em carotenoides, como a cenoura.

Disponível em: <http://bvsmis.saude.gov.br>. Acesso em: 1 mar. 2012 (adaptado).

Essa indicação médica deve-se ao fato de que os carotenoides são os precursores de

- a) hormônios, estimulantes da regeneração celular da retina.
- b) enzimas, utilizadas na geração de ATP pela respiração celular.
- c) vitamina A, necessária para a formação de estruturas fotorreceptoras.
- d) tocoferol, uma vitamina com função na propagação dos impulsos nervosos.
- e) vitamina C, substância antioxidante que diminui a degeneração de cones e bastonetes.

15. (ENEM 2017) Visando explicar uma das propriedades da membrana plasmática, fusionou-se uma célula de camundongo com uma célula humana, formando uma célula híbrida. Em seguida, com o intuito de marcar as proteínas de membrana, dois anticorpos foram inseridos no experimento, um específico para as proteínas de membrana do camundongo e outro para as proteínas de membrana humana. Os anticorpos foram visualizados ao microscópio por meio de fluorescência de cores diferentes.



ALBERTS, B. et al. *Biologia molecular da célula*, Porto Alegre: Artes Médicas, 1997 (adaptado).

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

- a) movimentam-se livremente no plano da bicamada lipídica.
- b) permanecem confinadas em determinadas regiões da bicamada.
- c) auxiliam o deslocamento dos fosfolipídios da membrana plasmática.
- d) são mobilizadas em razão da inserção de anticorpos.
- e) são bloqueadas pelos anticorpos.

16. (ENEM PPL 2017) A horticultura tem sido recomendada para a agricultura familiar, porém as perdas são grandes devido à escassez de processos compatíveis para conservar frutas e hortaliças. O processo, denominado desidratação osmótica, tem se mostrado uma alternativa importante nesse sentido, pois origina produtos com boas condições de armazenamento e qualidade semelhante à matéria-prima.

GOMES, A. T.; CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. *Desidratação osmótica: uma tecnologia de baixo custo para o desenvolvimento da agricultura familiar*. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, n. 3, set.-dez. 2007 (adaptado).

Esse processo para conservar os alimentos remove a água por

- a) aumento do ponto de ebulição do solvente.
- b) passagem do soluto através de uma membrana semipermeável.
- c) utilização de solutos voláteis, que facilitam a evaporação do solvente.
- d) aumento da volatilidade do solvente pela adição de solutos ao produto.
- e) pressão gerada pela diferença de concentração entre o produto e a solução.

17. (ENEM 2017) Uma das estratégias para conservação de alimentos é o salgamento, adição de cloreto de sódio (NaCl), historicamente utilizado por tropeiros, vaqueiros e sertanejos para conservar carnes de boi, porco e peixe.

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

- a) O sal adicionado diminui a concentração de solutos em seu interior.
- b) O sal adicionado desorganiza e destrói suas membranas plasmáticas.
- c) A adição de sal altera as propriedades de suas membranas plasmáticas.
- d) Os íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  provenientes da dissociação do sal entram livremente nelas.
- e) A grande concentração de sal no meio extracelular provoca a saída de água de dentro delas.

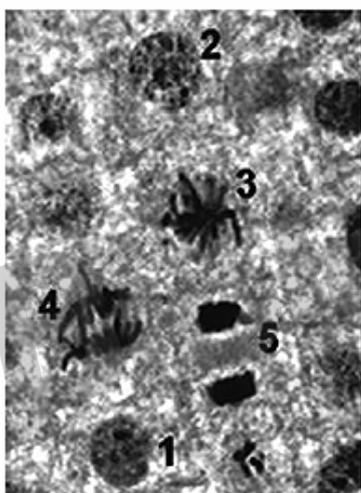
18. (ENEM PPL 2017) Os sapos passam por uma metamorfose completa. Os girinos apresentam cauda

e brânquias externas, mas não têm pernas. Com o crescimento e desenvolvimento do girino, as brânquias desaparecem, as pernas surgem e a cauda encolhe. Posteriormente, a cauda desaparece por apoptose ou morte celular programada, regulada por genes, resultando num sapo adulto jovem.

A organela citoplasmática envolvida diretamente no desaparecimento da cauda é o

- a) ribossomo.
- b) lisossomo.
- c) peroxissomo.
- d) complexo golgiense.
- e) retículo endoplasmático.

19. (ENEM PPL 2017) Para estudar os cromossomos, é preciso observá-los no momento em que se encontram no ponto máximo de sua condensação. A imagem corresponde ao tecido da raiz de cebola, visto ao microscópio, e cada número marca uma das diferentes etapas do ciclo celular.



Disponível em: [www.histologia.icb.ufg.br](http://www.histologia.icb.ufg.br). Acesso em: 6 mar. 2015 (adaptado).

Qual número corresponde à melhor etapa para que esse estudo seja possível?

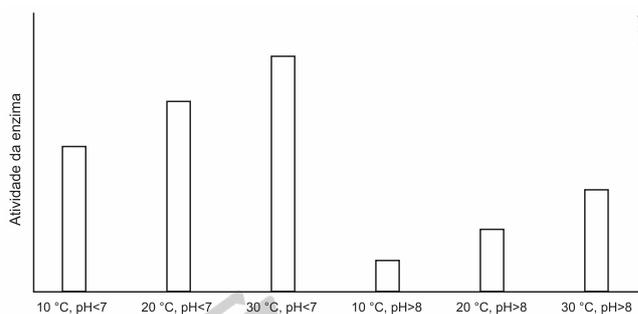
- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

20. (ENEM PPL 2017) Os distúrbios por deficiência de iodo (DDI) são fenômenos naturais e permanentes amplamente distribuídos em várias regiões do mundo. Populações que vivem em áreas deficientes em iodo têm o risco de apresentar os distúrbios causados por essa deficiência, cujos impactos sobre os níveis de desenvolvimento humano, social e econômico são muito graves. No Brasil, vigora uma lei que obriga os produtores de sal de cozinha a incluírem em seu produto certa quantidade de iodeto de potássio.

Essa inclusão visa prevenir problemas em qual glândula humana?

- a) Hipófise.
- b) Tireoide.
- c) Pâncreas.
- d) Suprarrenal.
- e) Paratireoide.

21. (ENEM PPL 2017) Sabendo-se que as enzimas podem ter sua atividade regulada por diferentes condições de temperatura e pH, foi realizado um experimento para testar as condições ótimas para a atividade de uma determinada enzima. Os resultados estão apresentados no gráfico.



Em relação ao funcionamento da enzima, os resultados obtidos indicam que o(a)

- a) aumento do pH leva a uma atividade maior da enzima.
- b) temperatura baixa (10°C) é o principal inibidor da enzima.
- c) ambiente básico reduz a quantidade de enzima necessária na reação.
- d) ambiente básico reduz a quantidade de substrato metabolizado pela enzima.
- e) temperatura ótima de funcionamento da enzima é 30°C, independentemente do pH.

## MICROBIOLOGIA E PARASITOLOGIA



1. (ENEM 2016) A sombra do cedro vem se encostar no cocho. Primo Ribeiro levantou os ombros; começa a tremer. Com muito atraso. Mas ele tem no baço duas colmeias de bichinhos maldosos, que não se misturam, soltando enxames no sangue em dias alternados. E assim nunca precisa de passar um dia sem tremer.

ROSA, J. G. Sagarana. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1984.

O texto de João Guimarães Rosa descreve as manifestações das crises paroxísticas da malária em seu personagem. Essas se caracterizam por febre alta, calafrios, sudorese intensa e tremores, com intervalos de 48 h ou 72 h, dependendo da espécie de *Plasmodium*.

Essas crises periódicas ocorrem em razão da

- lise das hemácias, liberando merozoítos e substâncias denominadas hemozoínas.
- invasão das hemácias por merozoítos com maturação até a forma esquizonte.
- reprodução assexuada dos esporozoítos no fígado do indivíduo infectado.
- liberação de merozoítos dos hepatócitos para a corrente sanguínea.
- formação de gametócitos dentro das hemácias.

2. (ENEM 2015) *Euphorbia mili* é uma planta ornamental amplamente disseminada no Brasil e conhecida como coroa-de-cristo. O estudo químico do látex dessa espécie forneceu o mais potente produto natural moluscicida, a miliamina L.

MOREIRA, C. P. S.; ZANI, C. L.; ALVES, T. M. A. Atividade moluscicida do látex de *Synadenium carinatum* boiss. (Euphorbiaceae) sobre *Biomphalaria glabrata* e isolamento do constituinte majoritário. Revista Eletrônica de Farmácia. n. 3, 2010 (adaptado).

O uso desse látex em água infestada por hospedeiros intermediários tem potencial para atuar no controle da

- dengue.
- malária.
- elefantíase.
- ascaridíase.
- esquistossomose.

3. (ENEM 2012) Medidas de saneamento básico são fundamentais no processo de promoção de saúde e qualidade de vida da população. Muitas vezes, a falta de saneamento está relacionada com o aparecimento de várias doenças. Nesse contexto, um paciente dá entrada em um pronto atendimento relatando que há 30 dias teve contato com águas de enchente. Ainda informa que nesta localidade não há rede de esgoto e drenagem de águas pluviais e que a coleta de lixo é inadequada. Ele apresenta os seguintes sintomas: febre, dor de cabeça e dores musculares.

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

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

- difteria.
- botulismo.
- tuberculose.
- leptospirose.
- meningite meningocócica.

4. (ENEM 2012) A doença de Chagas afeta mais de oito milhões de brasileiros, sendo comum em áreas rurais.

É uma doença causada pelo protozoário *Trypanosoma cruzi* e transmitida por insetos conhecidos como barbeiros ou chupanças.

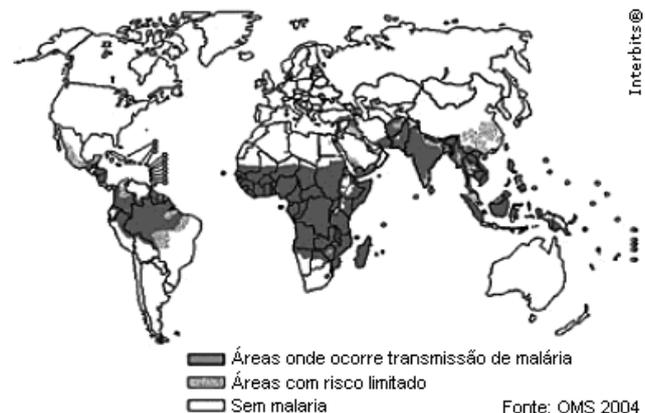
Uma ação do homem sobre o meio ambiente que tem contribuído para o aumento dessa doença é

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

5. (ENEM 2011) Durante as estações chuvosas, aumentam no Brasil as campanhas de prevenção à dengue, que têm como objetivo a redução da proliferação do mosquito *Aedes aegypti*, transmissor do vírus da dengue. Que proposta preventiva poderia ser efetivada para diminuir a reprodução desse mosquito?

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

6. (ENEM 2011)



Fonte: OMS 2004

Disponível em: [www.anvisa.gov.br](http://www.anvisa.gov.br).

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

- a) endemia, pois se concentra em uma área geográfica restrita desse continente.
- b) peste, já que ocorre nas regiões mais quentes do continente.
- c) epidemia, já que ocorre na maior parte do continente.
- d) surto, pois apresenta ocorrência em áreas pequenas.
- e) pandemia, pois ocorre em todo o continente.

7. (ENEM 2010) Investigadores das Universidades de Oxford e da Califórnia desenvolveram uma variedade de *Aedes aegypti* geneticamente modificada que é candidata para uso na busca de redução na transmissão do vírus da dengue. Nessa nova variedade de mosquito, as fêmeas não conseguem voar devido à interrupção do desenvolvimento do músculo das asas. A modificação genética introduzida é um gene dominante condicional, isso é, o gene tem expressão dominante (basta apenas uma cópia do alelo) e este só atua nas fêmeas.

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

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

- a) diminuiria o sucesso reprodutivo desses machos transgênicos.
- b) restringiria a área geográfica de voo dessa espécie de mosquito.
- c) dificultaria a contaminação e reprodução do vetor natural da doença.
- d) tomaria o mosquito menos resistente ao agente etiológico da doença.
- e) dificultaria a obtenção de alimentos pelos machos geneticamente modificados.

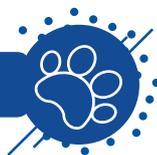
8. (ENEM 2010) Em 2009, o município maranhense de Bacabal foi fortemente atingido por enchentes, submetendo a população local a viver em precárias condições durante algum tempo. Em razão das enchentes, os agentes de saúde manifestaram, na ocasião, temor pelo aumento dos casos de doenças como, por exemplo, a malária, a leptospirose, a leishmaniose e a esquistossomose.

“Cidades inundadas enfrentam aumento de doenças”. Folha Online. 22 abr. 2009. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br>. Acesso: em 28 abr. 2010 (adaptado).

Que medidas o responsável pela promoção da saúde da população afetada pela enchente deveria sugerir para evitar o aumento das doenças mencionadas no texto, respectivamente?

- a) Evitar o contato com a água contaminada por mosquitos, combater os percevejos hematófagos conhecidos como barbeiros, eliminar os caramujos do gênero *Biomphalaria* e combater o mosquito *Anopheles*.
- b) Combater o mosquito *Anopheles*, evitar o contato com a água suja acumulada pelas enchentes, combater o mosquito flebótomo e eliminar caramujos do gênero *Biomphalaria*.
- c) Eliminar os caramujos do gênero *Biomphalaria*, combater o mosquito flebótomo, evitar o contato com a água suja acumulada pelas enchentes e combater o mosquito *Aedes*.
- d) Combater o mosquito *Aedes*, evitar o contato com a água suja acumulada pelas enchentes, eliminar os caramujos do gênero *Biomphalaria* e combater os percevejos hematófagos conhecidos como barbeiros.
- e) Combater o mosquito *Aedes*, eliminar os caramujos do gênero *Biomphalaria*, combater o mosquito flebótomo e evitar o contato com a água contaminada por mosquitos.

## ZOOLOGIA (4/1)



1. (ENEM 2016) A formação de coágulos sanguíneos em veias e artérias é um dos fatores responsáveis pela ocorrência de doenças cardiovasculares, como varizes, infarto e acidentes vasculares cerebrais. A prevenção e o tratamento dessas doenças podem ser feitos com drogas anticoagulantes. A indústria farmacêutica estimula a pesquisa de toxinas animais com essa propriedade.

Considerando as adaptações relacionadas aos hábitos alimentares, os animais adequados ao propósito dessas pesquisas são os(as)

- a) moluscos fitófagos.
- b) moscas saprófagas.
- c) pássaros carnívoros.
- d) morcegos frugívoros.
- e) mosquitos hematófagos.

2. (ENEM 2015) Os anfíbios representam o primeiro grupo de vertebrados que, evolutivamente, conquistou o ambiente terrestre. Apesar disso, a sobrevivência do grupo ainda permanece restrita a ambientes úmidos ou aquáticos, devido à manutenção de algumas características fisiológicas relacionadas à água.

Uma das características a que o texto se refere é a

- a) a reprodução por viviparidade.
- b) respiração pulmonar nos adultos.
- c) regulação térmica por endotermia.
- d) cobertura corporal delgada e altamente permeável.
- e) locomoção por membros anteriores e posteriores desenvolvidos.

3. (ENEM 2013) Dupla humilhação destas lombrigas, humilhação de confessá-las a Dr. Alexandre, sério, perante irmãos que se divertem com tua fauna intestinal em perversas indagações: “Você vai ao circo assim mesmo? Vai levando suas lombrigas? Elas também pagam entrada, se não podem ver o espetáculo? E se, ouvindo lá de dentro, as gabarolas do palhaço, vão querer sair para fora, hem? Como é que você se arranja?” O que é pior: mínimo verme, quinze centímetros modestos, não mais — vermezinho idiota — enquanto Zé, rival na escola, na queda de braço, em tudo, se gabando mostra no vidro o novelo comprovador de seu justo gabo orgulhoso: ele expeliu, entre ohs! e ahs! de agudo pasmo familiar, formidável tênia porcina: a solitária de três metros.

ANDRADE, C. D. Boitempo. Rio de Janeiro: Aguiar, 1988.

O texto de Carlos Drummond de Andrade aborda duas parasitoses intestinais que podem afetar a saúde humana. Com relação às tênias, mais especificamente, a *Taenia solium*, considera-se que elas podem parasitar o homem na ocasião em que ele come carne de

- a) peixe mal-assada.
- b) frango mal-assada.
- c) porco mal-assada.
- d) boi mal-assada.
- e) carneiro mal-assada.

4. (ENEM 2013) Em 1861 foi anunciada a existência de um fóssil denominado *Arqueopterix*, que revolucionou o debate acerca da evolução dos animais. Tratava-se de um dinossauro que possuía penas em seu corpo. A partir dessa descoberta, a árvore filogenética dos animais acabou sofrendo transformações quanto ao ancestral direto das aves.

Nessa nova árvore filogenética, de qual grupo as aves se originaram?

- a) Peixes ósseos.
- b) Répteis.
- c) Mamíferos.
- d) Peixes cartilagosos.
- e) Anfíbios.

5. (ENEM 2013) As serpentes que habitam regiões de seca podem ficar em jejum por um longo período de tempo devido à escassez de alimento. Assim, a sobrevivência desses predadores está relacionada ao aproveitamento máximo dos nutrientes obtidos com a presa capturada. De acordo com essa situação, essas serpentes apresentam alterações morfológicas e fisiológicas, como o aumento das vilosidades intestinais e a intensificação da irrigação sanguínea na porção interna dessas estruturas.

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

- a) comprimento do trato gastrointestinal para caber mais alimento.

- b) área de contato com o conteúdo intestinal para absorção dos nutrientes.
- c) liberação de calor via irrigação sanguínea para controle térmico do sistema digestório.
- d) secreção de enzimas digestivas para aumentar a degradação proteica no estômago.
- e) processo de digestão para diminuir o tempo de permanência do alimento no intestino.

6. (ENEM 2011)

Os Bichinhos e O Homem  
Arca de Noé

(Toquinho & Vinicius de Moraes)

Nossa irmã, a mosca  
É feia e tosca  
Enquanto que o mosquito  
É mais bonito  
Nosso irmão besouro  
Que é feito de couro  
Mal sabe voar  
Nossa irmã, a barata  
Bichinha mais chata  
É prima da borboleta  
Que é uma careta  
Nosso irmão, o grilo  
Que vive dando estrilo  
Só pra chatear

MORAES, V. A arca de Noé: poemas infantis. São Paulo: Companhia das Letrinhas, 1991.

O poema acima sugere a existência de relações de afinidade entre os animais citados e nós, seres humanos. Respeitando a liberdade poética dos autores, a unidade taxonômica que expressa a afinidade entre nós e estes animais é

- a) o filo.
- b) o reino.
- c) a classe.
- d) a família.
- e) a espécie.

7. (ENEM 2010) As estrelas do mar comem ostras, o que resulta em efeitos econômicos negativos para criadores e pescadores. Por isso, ao se depararem com esses predadores em suas dragas, costumavam pegar as estrelas-do-mar, parti-las ao meio e atirá-las de novo à água. Mas o resultado disso não era a eliminação das estrelas-do-mar, e sim o aumento do seu número.

DONAVEL, D. A bela é uma fera. Super Interessante. Disponível em: <http://super.abril.com.br>.

Acesso em: 30 abr. 2010 (adaptado).

A partir do texto e do seu conhecimento a respeito desses organismos, a explicação para o aumento da população de estrelas-do-mar baseia-se no fato de elas possuírem

- a) papilas respiratórias que facilitaram sua reprodução e respiração por mais tempo no ambiente.
- b) pés ambulacrários que facilitaram a reprodução e a locomoção do equinodermo pelo ambiente aquático.
- c) espinhos na superfície do corpo que facilitaram sua proteção e reprodução, contribuindo para a sua sobrevivência.
- d) um sistema de canais que contribuíram na distribuição de água pelo seu corpo e ajudaram bastante em sua reprodução.
- e) alta capacidade regenerativa e reprodutiva, sendo cada parte seccionada capaz de dar origem a um novo indivíduo.

8. (ENEM PPL 2018) O sucesso adaptativo dos répteis relaciona-se, dentre outros fatores, ao surgimento de um revestimento epidérmico de queratina para economia de água metabólica.

Essa característica seria prejudicial em anfíbios, pois acarretaria problemas

- a) circulatórios, em razão da limitação na força contrátil do coração tricavitário.
- b) excretórios, em razão de incapacidade renal de processar níveis elevados de urina.
- c) digestivos, em razão da limitação do intestino em absorver alimentos muito diluídos.
- d) locomotores, em razão de incapacidade óssea de sustentar um animal mais pesado.
- e) respiratórios, em razão da pequena capacidade dos pulmões de realizar trocas gasosas.

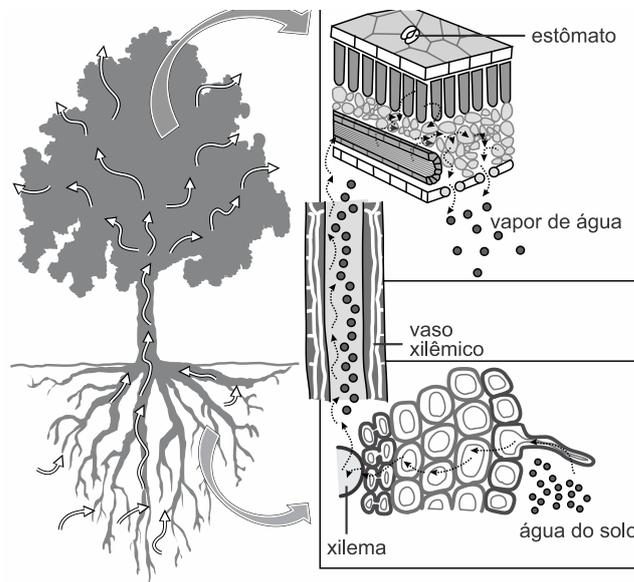
## BOTÂNICA (6%)

1. (ENEM 2016) Em uma aula de biologia sobre formação vegetal brasileira, a professora destacou que, em uma região, a flora convive com condições ambientais curiosas. As características dessas plantas não estão relacionadas com a falta de água, mas com as condições do solo, que é pobre em sais minerais, ácido e rico em alumínio. Além disso, essas plantas possuem adaptações ao fogo.

As características adaptativas das plantas que correspondem à região destacada pela professora são:

- a) Raízes escoras e respiratórias.
- b) Raízes tabulares e folhas largas.
- c) Casca grossa e galhos retorcidos.
- d) Raízes aéreas e perpendiculares ao solo.
- e) Folhas reduzidas ou modificadas em espinhos.

2. (ENEM 2016) A figura abaixo ilustra o movimento da seiva xilêmica em uma planta.



CORREIA, S. Teoria da tensão-coesão-adesão. *Revista de Ciência Elementar*, n. 1, 2014 (adaptado).

Mesmo que essa planta viesse a sofrer ação contínua do vento e sua copa crescesse voltada para baixo, essa seiva continuaria naturalmente seu percurso.

O que garante o transporte dessa seiva é a

- a) gutação.
- b) gravidade.
- c) respiração.
- d) fotossíntese.
- e) transpiração.

3. (ENEM 2015) A reprodução vegetativa de plantas por meio de estacas é um processo natural. O homem, observando esse processo, desenvolveu uma técnica para propagar plantas em escala comercial.

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

- a) transgenia.
- b) clonagem.
- c) hibridização.
- d) controle biológico.
- e) melhoramento genético.

4. (ENEM 2014) O Brasil tem investido em inovações tecnológicas para a produção e comercialização de maçãs. Um exemplo é a aplicação do composto volátil 1-metilciclopropeno, que compete pelos sítios de ligação do hormônio vegetal etileno nas células desse fruto.

Disponível em: <http://revistaseletronicas.pucrs.br>. Acesso em: 16 ago 2012 (adaptado).

Com base nos conhecimentos sobre o efeito desse hormônio, o 1-metilciclopropeno age retardando o(a)

- a) formação do fruto.
- b) crescimento do fruto.
- c) amadurecimento do fruto.
- d) germinação das sementes.
- e) formação de sementes no fruto.

5. (ENEM 2009) Quando adquirimos frutas no comércio, observamos com mais frequência frutas sem ou com poucas sementes. Essas frutas têm grande apelo comercial e são preferidas por uma parcela cada vez maior da população. Em plantas que normalmente são diploides, isto é, apresentam dois cromossomos de cada par, uma das maneiras de produzir frutas sem sementes é gerar plantas com uma ploidia diferente de dois, geralmente triploide. Uma das técnicas de produção dessas plantas triploides é a geração de uma planta tetraploide (com 4 conjuntos de cromossomos), que produz gametas diploides e promove a reprodução dessa planta com uma planta diploide normal.

A planta triploide oriunda desse cruzamento apresentará uma grande dificuldade de gerar gametas viáveis, pois como a segregação dos cromossomos homólogos na meiose I é aleatória e independente, espera-se que

- a) os gametas gerados sejam diploides.
- b) as cromátides irmãs sejam separadas ao final desse evento.
- c) o número de cromossomos encontrados no gameta seja 23.
- d) um cromossomo de cada par seja direcionado para uma célula filha.
- e) um gameta raramente terá o número correto de cromossomos da espécie.

6. (ENEM 2013) A Caatinga é o único bioma exclusivamente brasileiro, ocupando cerca de 7% a 10% do território nacional. Nesse ambiente seco, mesmo quando chove, não há acúmulo de água, pois o solo é raso e pedregoso. Assim, as plantas desse bioma possuem modificações em suas raízes, caules e folhas, que permitem melhor adaptação a esse ambiente, contra a perda de água e de nutrientes. Geralmente, seus caules são suculentos e suas folhas possuem forma de espinhos e cutículas altamente impermeáveis, que apresentam queda na estação seca.

Disponível em: [www.ambientebrasil.com.br](http://www.ambientebrasil.com.br). Acesso em: 21 maio 2010 (adaptado).

Considerando as adaptações nos órgãos vegetativos, a principal característica das raízes dessas plantas, que atribui sua maior adaptação à Caatinga, é o(a)

- a) armazenamento de nutrientes por um sistema radicular aéreo.
- b) fixação do vegetal ao solo por um sistema radicular do tipo tuberoso.
- c) fixação do vegetal ao substrato por um sistema radicular do tipo sugador.
- d) absorção de água por um sistema radicular desenvolvido e profundo.
- e) armazenamento de água do solo por um sistema radicular do tipo respiratório.

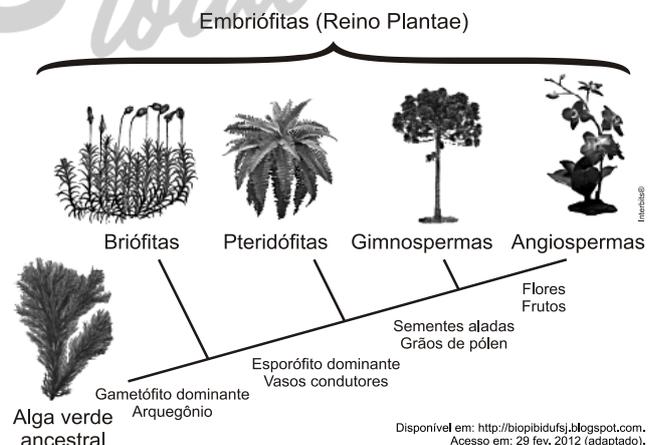
7. (ENEM 2013) O manguezal é um dos mais ricos ambientes do planeta, possui uma grande concentração de vida, sustentada por nutrientes trazidos dos rios e das folhas que caem das árvores. Por causa da quantidade de sedimentos — restos de plantas e outros organismos — misturados à água salgada, o solo dos manguezais tem aparência de lama, mas dele resulta uma floresta exuberante capaz de sobreviver naquele solo lodoso e salgado.

NASCIMENTO, M. S. V. Disponível em: <http://chc.cienciahoje.uol.com.br>. Acesso em: 3 ago. 2011.

Para viverem em ambiente tão peculiar, as plantas dos manguezais apresentam adaptações, tais como

- a) folhas substituídas por espinhos, a fim de reduzir a perda de água para o ambiente.
- b) folhas grossas, que caem em períodos frios, a fim de reduzir a atividade metabólica.
- c) caules modificados, que armazenam água, a fim de suprir as plantas em períodos de seca.
- d) raízes desenvolvidas, que penetram profundamente no solo, em busca de água.
- e) raízes respiratórias ou pneumatóforos, que afloram do solo e absorvem o oxigênio diretamente do ar.

8. (ENEM 2012) A imagem representa o processo de evolução das plantas e algumas de suas estruturas. Para o sucesso desse processo, a partir de um ancestral simples, os diferentes grupos vegetais desenvolveram estruturas adaptativas que lhes permitiram sobreviver em diferentes ambientes.



Qual das estruturas adaptativas apresentadas contribuiu para uma maior diversidade genética?

- a) As sementes aladas, que favorecem a dispersão aérea.
- b) Os arquegônios, que protegem o embrião multicelular.
- c) Os grãos de pólen, que garantem a polinização cruzada.
- d) Os frutos, que promovem uma maior eficiência reprodutiva.
- e) Os vasos condutores, que possibilitam o transporte da seiva bruta.

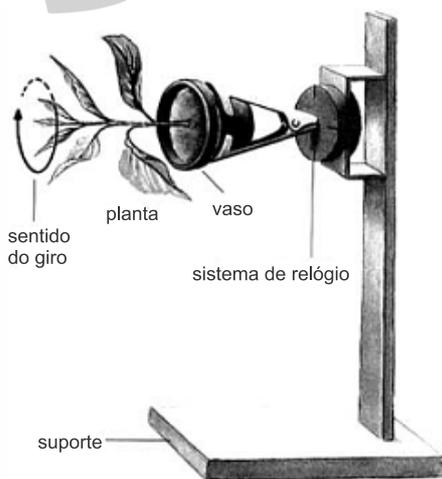
9. (ENEM 2010) Os frutos são exclusivos das angiospermas, e a dispersão das sementes dessas plantas é muito importante para garantir seu sucesso reprodutivo, pois permite a conquista de novos territórios. A dispersão é favorecida por certas características dos frutos (ex.: cores fortes e vibrantes, gosto e odor agradáveis, polpa suculenta) e das sementes (ex.: presença de ganchos e outras estruturas fixadoras que se aderem às penas e pelos de animais, tamanho reduzido, leveza e presença de expansões semelhantes a asas). Nas matas brasileiras, os animais da fauna silvestre têm uma importante contribuição na dispersão de sementes e, portanto, na manutenção da diversidade da flora.

CHIARADIA, A. Mini-manual de pesquisa: Biologia. Jun. 2004 (adaptado).

Das características de frutos e sementes apresentadas, quais estão diretamente associadas a um mecanismo de atração de aves e mamíferos?

- Ganchos que permitem a adesão aos pelos e penas.
- Expansões semelhantes a asas que favorecem a flutuação.
- Estruturas fixadoras que se aderem às asas das aves.
- Frutos com polpa suculenta que fornecem energia aos dispersores.
- Leveza e tamanho reduzido das sementes, que favorecem a flutuação.

10. (ENEM 2010) A produção de hormônios vegetais (como a auxina, ligada ao crescimento vegetal) e sua distribuição pelo organismo são fortemente influenciadas por fatores ambientais. Diversos são os estudos que buscam compreender melhor essas influências. O experimento seguinte integra um desses estudos.



O fato de a planta do experimento crescer na direção horizontal, e não na vertical, pode ser explicado pelo argumento de que o giro faz com que a auxina se

- distribua uniformemente nas faces do caule, estimulando o crescimento de todas elas de forma igual.
- acumule na face inferior do caule e, por isso, determine um crescimento maior dessa parte.
- concentre na extremidade do caule e, por isso, iniba o crescimento nessa parte.

d) distribua uniformemente nas faces do caule e, por isso, iniba o crescimento de todas elas.

e) concentre na face inferior do caule e, por isso, iniba a atividade das gemas laterais.

11. (ENEM 2010) A lavoura arrozeira na planície costeira da região sul do Brasil comumente sofre perdas elevadas devido à salinização da água de irrigação, que ocasiona prejuízos diretos, como a redução de produção da lavoura. Solos com processo de salinização avançado não são indicados, por exemplo, para o cultivo de arroz. As plantas retiram a água do solo quando as forças de embebição dos tecidos das raízes são superiores às forças com que a água é retida no solo.

WINKEL, H.L.; TSCHIEDEL, M. Cultura do arroz: salinização de solos em cultivos de arroz.

Disponível em: <http://agropage.tripod.com/saliniza.html>.

Acesso em: 25 jun. 2010 (adaptado)

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

a) aumento da salinidade, em que a água do solo atinge uma concentração de sais maior que a das células das raízes das plantas, impedindo, assim, que a água seja absorvida.

b) aumento da salinidade, em que o solo atinge um nível muito baixo de água, e as plantas não têm força de sucção para absorver a água.

c) diminuição da salinidade, que atinge um nível em que as plantas não têm força de sucção, fazendo com que a água não seja absorvida.

d) aumento da salinidade, que atinge um nível em que as plantas têm muita sudação, não tendo força de sucção para superá-la.

e) diminuição da salinidade, que atinge um nível em que as plantas ficam túrgidas e não têm força de sudação para superá-la.

12. (ENEM PPL 2018) No século XVII, um cientista alemão chamado Jan Baptista van Helmont fez a seguinte experiência para tentar entender como as plantas se nutriam: plantou uma muda de salgueiro que pesava em um vaso contendo 2,5kg de terra seca. Tampou o vaso com uma placa de ferro perfurada para deixar passar água. Molhou diariamente a planta com água da chuva. Após 5 anos, pesou novamente a terra seca e encontrou os mesmos 100kg, enquanto que a planta de salgueiro pesava 80kg.

BAKER, J. J. W.; ALEEN, G. E. *Estudo da biologia*. São Paulo: Edgar Blücher, 1975 (adaptado).

Os resultados desse experimento permitem confrontar a interpretação equivocada do senso comum de que as plantas

a) absorvem gás carbônico do ar.

b) usam a luz como fonte de energia.

- c) absorvem matéria orgânica do solo.
- d) usam a água para constituir seu corpo.
- e) produzem oxigênio na presença de luz.

13. (ENEM 2018) O cruzamento de duas espécies da família das Anonáceas, a cherimoia (*Annona cherimola*) com a fruta-pinha (*Annona squamosa*), resultou em uma planta híbrida denominada de atemoia. Recomenda-se que o seu plantio seja por meio de enxertia.

Um dos benefícios dessa forma de plantio é a

- a) ampliação da variabilidade genética.
- b) produção de frutos das duas espécies.
- c) manutenção do genótipo da planta híbrida.
- d) reprodução de clones das plantas parentais.
- e) modificação do genoma decorrente da transgenia.

14. (ENEM 2018) A polinização, que viabiliza o transporte do grão de pólen de uma planta até o estigma de outra, pode ser realizada biótica ou abioticamente. Nos processos abióticos, as plantas dependem de fatores como o vento e a água.

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

- a) diminuição do cálice.
- b) alongamento do ovário.
- c) disponibilização do néctar.
- d) intensificação da cor das pétalas.
- e) aumento do número de estames.

15. (ENEM PPL 2018) Do ponto de vista genético, o número de cromossomos é uma característica marcante de cada espécie. A goiabeira (*Psidium guajava* L.), por exemplo, apresenta como padrão específico 22 cromossomos. A organização celular do gametófito feminino (saco embrionário) das flores de Angiospermas é complexa, sendo formada por um conjunto de oito células que, após a fecundação, originarão células com diferentes números cromossômicos. Nesse grupo, as células somáticas são diploides, as gaméticas são haploides e o tecido de reserva da semente é triploide.

Durante o ciclo de vida de uma goiabeira, quantos cromossomos podem ser encontrados, respectivamente, na oosfera, no zigoto e no endosperma?

- a) 22, 22, 23
- b) 11, 22, 33
- c) 22, 44, 33
- d) 11, 22, 44
- e) 11, 22, 22

16. (ENEM PPL 2018) A fotossíntese é um processo físico-químico realizado por organismos clorofilados.

Nos vegetais, é dividido em duas fases complementares: uma responsável pela síntese de ATP e pela redução do NADP<sup>+</sup> e a outra pela fixação de carbono.

Para que a etapa produtora de ATP e NADPH ocorra, são essenciais

- a) água e oxigênio.
- b) glicose e oxigênio.
- c) radiação luminosa e água.
- d) glicose e radiação luminosa.
- e) oxigênio e dióxido de carbono.

17. (ENEM 2017) A Mata Atlântica caracteriza-se por uma grande diversidade de epífitas, como as bromélias. Essas plantas estão adaptadas a esse ecossistema e conseguem captar luz, água e nutrientes mesmo vivendo sobre as árvores.

Disponível em: [www.ib.usp.br](http://www.ib.usp.br). Acesso em: 23 fev. 2013 (adaptado).

Essas espécies captam água do(a)

- a) organismo das plantas vizinhas.
- b) solo através de suas longas raízes.
- c) chuva acumulada entre suas folhas.
- d) seiva bruta das plantas hospedeiras.
- e) comunidade que vive em seu interior.

18. (ENEM PPL 2017) A célula fotovoltaica é uma aplicação prática do efeito fotoelétrico. Quando a luz incide sobre certas substâncias, libera elétrons que, circulando livremente de átomo para átomo, formam uma corrente elétrica. Uma célula fotovoltaica é composta por uma placa de ferro recoberta por uma camada de selênio e uma película transparente de ouro. A luz atravessa a película, incide sobre o selênio e retira elétrons, que são atraídos pelo ouro, um ótimo condutor de eletricidade. A película de ouro é conectada à placa de ferro, que recebe os elétrons e os devolve para o selênio, fechando o circuito e formando uma corrente elétrica de pequena intensidade.

DIAS, C. B. Célula fotovoltaica.

Disponível em: <http://super.abril.com.br>.

O processo biológico que se assemelha ao descrito é a

- a) fotossíntese.
- b) fermentação.
- c) quimiossíntese.
- d) hidrólise de ATP.
- e) respiração celular.

19. (ENEM 2017) Pesquisadores conseguiram estimular a absorção de energia luminosa em plantas graças ao uso de nanotubos de carbono. Para isso, nanotubos de carbono “se inseriram” no interior dos cloroplastos por uma montagem espontânea, através das membranas dos cloroplastos. Pigmentos da planta absorvem as

radiações luminosas, os elétrons são “excitados” e se deslocam no interior de membranas dos cloroplastos, e a planta utiliza em seguida essa energia elétrica para a fabricação de açúcares. Os nanotubos de carbono podem absorver comprimentos de onda habitualmente não utilizados pelos cloroplastos, e os pesquisadores tiveram a ideia de utilizá-los como “antenas”, estimulando a conversão de energia solar pelos cloroplastos, com o aumento do transporte de elétrons.

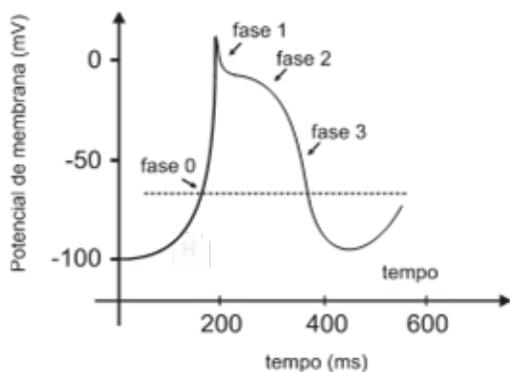
Nanotubos de carbono incrementam a fotossíntese de plantas.  
Disponível em: <http://lqes.iqm.unicamp.br>. Acesso em: 14 nov. 2014  
(adaptado).

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

- utilização de água.
- absorção de fótons.
- formação de gás oxigênio.
- proliferação dos cloroplastos.
- captação de dióxido de carbono.



1. (ENEM 2009) As células possuem potencial de membrana, que pode ser classificado em repouso ou ação, e é uma estratégia eletrofisiológica interessante e simples do ponto de vista físico. Essa característica eletrofisiológica está presente na figura a seguir, que mostra um potencial de ação disparado por uma célula que compõe as fibras de Purkinje, responsáveis por conduzir os impulsos elétricos para o tecido cardíaco, possibilitando assim a contração cardíaca. Observa-se que existem quatro fases envolvidas nesse potencial de ação, sendo denominadas fases 0, 1, 2 e 3.



O potencial de repouso dessa célula é -100mV, e quando ocorre influxo de íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Ca}^{2+}$ , a polaridade celular pode atingir valores de até +10mV, o que se denomina despolarização celular. A modificação no potencial de repouso pode disparar um potencial de ação quando a voltagem da membrana atinge o limiar de disparo que está representado na figura pela linha pontilhada.

Contudo, a célula não pode se manter despolarizada, pois isso acarretaria a morte celular. Assim, ocorre a repolarização celular, mecanismo que reverte a despolarização e retorna a célula ao potencial de repouso. Para tanto, há o efluxo celular de íons  $\text{K}^+$ .

Qual das fases, presentes na figura, indica o processo de despolarização e repolarização celular, respectivamente?

- Fases 0 e 2.
- Fases 0 e 3.
- Fases 1 e 2.
- Fases 2 e 0.
- Fases 3 e 1.

2. (ENEM 2016) A perda de massa muscular é comum com a idade, porém, é na faixa dos 60 anos que ela se torna clinicamente perceptível e suas consequências começam a incomodar no dia a dia, quando simples atos de subir escadas ou ir à padaria se tomam sacrifícios. Esse processo tem nome: sarcopenia. Essa condição ocasiona a perda da força e qualidade dos músculos e tem um impacto significativo na saúde.

Disponível em: [www.infoescola.com](http://www.infoescola.com).  
Acesso em: 19 dez. 2012 (adaptado).

A sarcopenia é inerente ao envelhecimento, mas seu quadro e consequentes danos podem ser retardados com a prática de exercícios físicos, cujos resultados mais rápidos são alcançados com o(a)

- hidroginástica.
- alongamento.
- musculação.
- corrida.
- dança.

3. (ENEM 2015) A toxina botulínica (produzida pelo bacilo *Clostridium botulinum*) pode ser encontrada em alimentos mal conservados, causando até a morte de consumidores. No entanto, essa toxina modificada em laboratório está sendo usada cada vez mais para melhorar a qualidade de vida das pessoas com problemas físicos e/ou estéticos, atenuando problemas como o blefaroespasm, que provoca contrações involuntárias das pálpebras.

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

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

- glandular, uma vez que ela impede a produção de secreção de substâncias na pele.
- muscular, uma vez que ela provoca a paralisia das fibras que formam esse tecido.
- epitelial, uma vez que ela leva ao aumento da camada de queratina que protege a pele.
- conjuntivo, uma vez que ela aumenta a quantidade

de substância intercelular no tecido.

e) adiposo, uma vez que ela reduz a espessura da camada de células de gordura do tecido.

4. (ENEM 2012) Os tecidos animais descritos no quadro são formados por um conjunto de células especializadas, e a organização estrutural de cada um reflete suas respectivas funções.

Tecido	Organização estrutural
Ósseo	Células encerradas em uma matriz extracelular rica principalmente em fibras colágenas e fosfato de cálcio.
Conjuntivo denso	Grande quantidade de fibras colágenas
Conjuntivo frouxo	Fibras proteicas frouxamente entrelaçadas
Epitelial de revestimento	Células intimamente unidas entre si, podendo formar uma ou mais camadas celulares.
Muscular estriado esquelético	Longas fibras musculares ricas em proteínas filamentosas

De acordo com a organização estrutural dos tecidos descrita, aquele que possui a capacidade de formar barreiras contra agentes invasores e evitar a perda de líquidos corporais é o tecido

- a) ósseo.
- b) conjuntivo denso.
- c) conjuntivo frouxo.
- d) epitelial de revestimento.
- e) muscular estriado esquelético.

5. (ENEM 2011) Um paciente deu entrada em um pronto-socorro apresentando os seguintes sintomas: cansaço, dificuldade em respirar e sangramento nasal. O médico solicitou um hemograma ao paciente para definir um diagnóstico. Os resultados estão dispostos na tabela:

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

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

- a) o sangramento nasal é devido à baixa quantidade de plaquetas, que são responsáveis pela coagulação sanguínea.
- b) o cansaço ocorreu em função da quantidade de glóbulos brancos, que são responsáveis pela coagulação sanguínea.
- c) a dificuldade respiratória ocorreu da baixa quantidade de glóbulos vermelhos, que são responsáveis pela defesa imunológica.

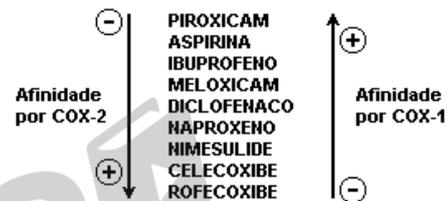
d) o sangramento nasal é decorrente da baixa quantidade de glóbulos brancos, que são responsáveis pelo transporte de gases no sangue.

e) a dificuldade respiratória ocorreu pela quantidade de plaquetas, que são responsáveis pelo transporte de oxigênio no sangue.

6. (ENEM 2006) Os efeitos dos antiinflamatórios estão associados à presença de inibidores da enzima chamada ciclooxigenase 2 (COX-2). Essa enzima degrada substâncias liberadas de tecidos lesados e as transforma em prostaglandinas pró-inflamatórias, responsáveis pelo aparecimento de dor e inchaço.

Os antiinflamatórios produzem efeitos colaterais decorrentes da inibição de uma outra enzima, a COX-1, responsável pela formação de prostaglandinas, protetoras da mucosa gastrointestinal.

O esquema a seguir mostra alguns antiinflamatórios (nome genérico). As setas indicam a maior ou a menor afinidade dessas substâncias pelas duas enzimas.



Com base nessas informações, é correto concluir-se que

- a) o piroxicam é o antiinflamatório que mais pode interferir na formação de prostaglandinas protetoras da mucosa gastrointestinal.
- b) o rofecoxibe é o antiinflamatório que tem a maior afinidade pela enzima COX-1.
- c) a aspirina tem o mesmo grau de afinidade pelas duas enzimas.
- d) o diclofenaco, pela posição que ocupa no esquema, tem sua atividade antiinflamatória neutralizada pelas duas enzimas.
- e) o nimesulide apresenta o mesmo grau de afinidade pelas enzimas COX-1 e COX-2.

7. (ENEM 2017) Pesquisadores criaram um tipo de plaqueta artificial, feita com um polímero gelatinoso coberto de anticorpos, que promete agilizar o processo de coagulação quando injetada no corpo. Se houver sangramento, esses anticorpos fazem com que a plaqueta mude sua forma e se transforme em uma espécie de rede que gruda nas lesões dos vasos sanguíneos e da pele.

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

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

- a) Filariose.
- b) Hemofilia.
- c) Aterosclerose.
- d) Doença de Chagas.
- e) Síndrome da imunodeficiência adquirida.



1. (ENEM 2014) Os gêmeos sempre exerceram um fascínio para a maioria das pessoas, principalmente os monozigóticos ou idênticos. Parte desse interesse está relacionada ao fato de que esses indivíduos representam a manifestação natural que mais se aproxima da clonagem na espécie humana.

O mecanismo que está associado com a formação dos indivíduos citados é a

- a) divisão do feto em gestação em dois indivíduos separados.
- b) divisão do embrião em dois grupos celulares independentes.
- c) fecundação de um óvulo por dois espermatozoides diferentes.
- d) ocorrência de duas fecundações simultâneas no útero materno.
- e) fertilização sucessiva de dois óvulos por apenas um espermatozoide.

2. (ENEM 2015) A cariotipagem é um método que analisa células de um indivíduo para determinar seu padrão cromossômico. Essa técnica consiste na montagem fotográfica, em sequência, dos pares de cromossomos e permite identificar um indivíduo normal (46, XX OU 46, XY) ou com alguma alteração cromossômica. A investigação do cariótipo de uma criança do sexo masculino com alterações morfológicas e comprometimento cognitivo verificou que ela apresentava fórmula cariotípica 47, XY, +18.

A alteração cromossômica da criança pode ser classificada como

- a) estrutural, do tipo deleção.
- b) numérica, do tipo euploidia.
- c) numérica, do tipo poliploidia.
- d) estrutural, do tipo duplicação.
- e) numérica, do tipo aneuploidia.

3. (ENEM 2010) A utilização de células-tronco do próprio indivíduo (autotransplante) tem apresentado sucesso como terapia medicinal para a regeneração de tecidos e órgãos cujas células perdidas não têm capacidade de reprodução, principalmente em substituição aos transplantes, que causam muitos problemas devido à rejeição pelos receptores.

O autotransplante pode causar menos problemas de rejeição quando comparado aos transplantes tradicionais, realizados entre diferentes indivíduos. Isso porque as

- a) células-tronco se mantêm indiferenciadas após sua introdução no organismo do receptor.
- b) células provenientes de transplantes entre diferentes indivíduos envelhecem e morrem rapidamente.
- c) células-tronco, por serem doadas pelo próprio indivíduo receptor, apresentam material genético semelhante.
- d) células transplantadas entre diferentes indivíduos se diferenciam em tecidos tumorais no receptor.
- e) células provenientes de transplantes convencionais não se reproduzem dentro do corpo do receptor.

4. (ENEM 2013) As fêmeas de algumas espécies de aranhas, escorpiões e de outros invertebrados predam os machos após a cópula e inseminação. Como exemplo, fêmeas canibais do inseto conhecido como louva-a-deus, *Tenodera aridifolia*, possuem até 63% da sua dieta composta por machos parceiros. Para as fêmeas, o canibalismo sexual pode assegurar a obtenção de nutrientes importantes na reprodução. Com esse incremento na dieta, elas geralmente produzem maior quantidade de ovos.

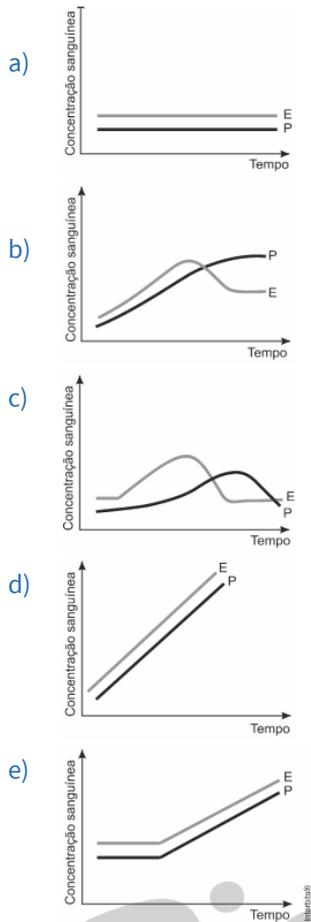
BORGES, J. C. "Jogo mortal". Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br>. Acesso em: 1 mar. 2012 (adaptado).

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

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

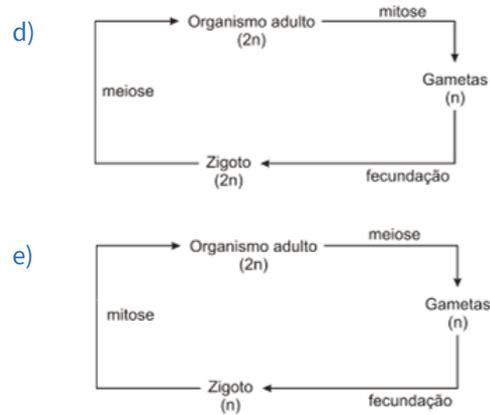
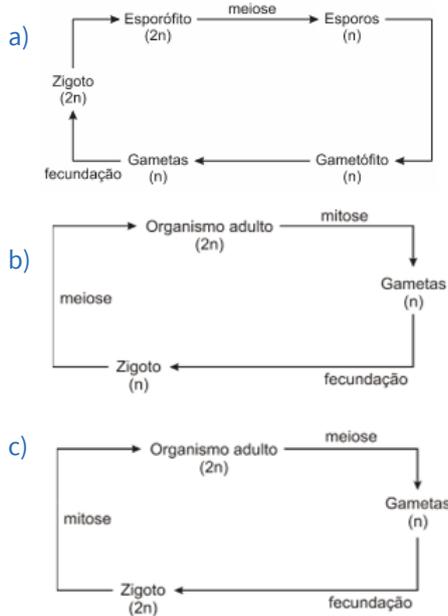
5. (ENEM 2013) A pílula anticoncepcional é um dos métodos contraceptivos de maior segurança, sendo constituída basicamente de dois hormônios sintéticos semelhantes aos hormônios produzidos pelo organismo feminino, o estrogênio (E) e a progesterona (P). Em um experimento médico, foi analisado o sangue de uma mulher que ingeriu ininterruptamente um comprimido desse medicamento por dia durante seis meses.

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



6. (ENEM 2009) Os seres vivos apresentam diferentes ciclos de vida, caracterizados pelas fases nas quais gametas são produzidos e pelos processos reprodutivos que resultam na geração de novos indivíduos.

Considerando-se um modelo simplificado padrão para geração de indivíduos viáveis, a alternativa que corresponde ao observado em seres humanos é:



Disponível em: [www.infoescola.com](http://www.infoescola.com) (adaptado).

7. (ENEM 2006) Em certas localidades ao longo do rio Amazonas, são encontradas populações de determinada espécie de lagarto que se reproduzem por partenogênese. Essas populações são constituídas, exclusivamente, por fêmeas que procriam sem machos, gerando apenas fêmeas. Isso se deve a mutações que ocorrem ao acaso nas populações bissexuais. Avalie as afirmações seguintes, relativas a esse processo de reprodução.

- I. Na partenogênese, as fêmeas dão origem apenas a fêmeas, enquanto, nas populações bissexuadas, cerca de 50% dos filhotes são fêmeas.
- II. Se uma população bissexuada se mistura com uma que se reproduz por partenogênese, esta última desaparece.
- III. Na partenogênese, um número  $x$  de fêmeas é capaz de produzir o dobro do número de descendentes de uma população bissexuada de  $x$  indivíduos, uma vez que, nesta, só a fêmea põe ovos.

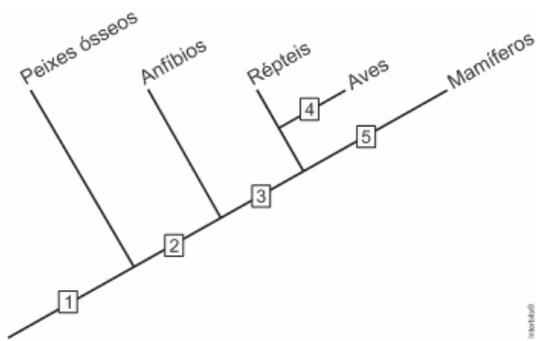
É correto o que se afirma

- a) apenas em I.
- b) apenas em II.
- c) apenas em I e III.
- d) apenas em II e III.
- e) em I, II e III.

CLASSIFICAÇÃO DOS SERES VIVOS



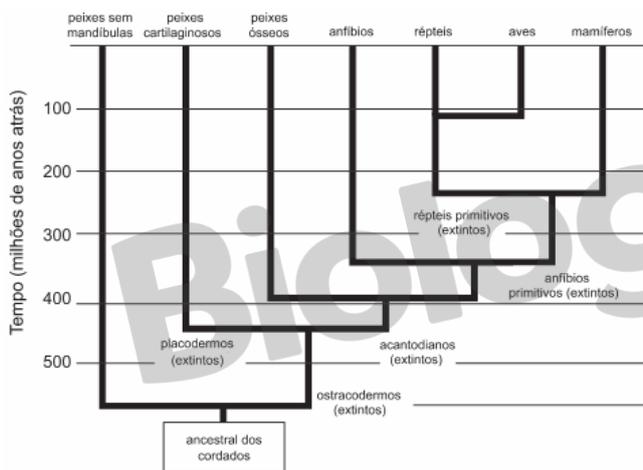
1. (ENEM 2015) O cladograma representa, de forma simplificada, o processo evolutivo de diferentes grupos de vertebrados. Nesses organismos, o desenvolvimento de ovos protegidos por casca rígida (pergamínacea ou calcárea) possibilitou a conquista do ambiente terrestre.



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

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

2. (ENEM 2014) A classificação dos seres vivos permite a compreensão das relações evolutivas entre eles. O esquema representa a história evolutiva de um grupo.



Disponível em: [www.sobiologia.com.br](http://www.sobiologia.com.br). Acesso em: 22 jan. 2012 (adaptado).

Os animais representados nesse esquema pertencem ao filo dos cordados, porque

- possuem ancestrais que já foram extintos.
- surgiram há mais de 500 milhões de anos.
- evoluíram a partir de um ancestral comum.
- deram origem aos grupos de mamíferos atuais.
- vivem no ambiente aquático em alguma fase da vida.

3. (ENEM 2017) A classificação biológica proposta por Whittaker permite distinguir cinco grandes linhas evolutivas utilizando, como critérios de classificação, a organização celular e o modo de nutrição. Woese e seus colaboradores, com base na comparação das seqüências que codificam o RNA ribossômico dos seres vivos, estabeleceram relações de ancestralidade entre os grupos e concluíram que os procariontes do reino Monera não eram um grupo coeso do ponto de vista evolutivo.

Whittaker (1969)	Woese (1990)
<b>Cinco reinos</b>	<b>Três domínios</b>
Monera	Archaea
	Eubacteria
Protista	Eukarya
Fungi	
Plantae	
Animalia	

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

- tipos de células.
- aspectos ecológicos.
- relações filogenéticas.
- propriedades fisiológicas.
- características morfológicas.

SAÚDE



1. (ENEM PPL 2018) Uma idosa residente em uma cidade do interior do país foi levada a um hospital por sua neta. Ao examiná-la, o médico verificou que a senhora apresentava um quadro crônico de edema linfático nos membros inferiores e nos seios, concluindo ser um caso de elefantíase ou filariose linfática. Preocupada com a possibilidade de adquirir a mesma doença, a neta perguntou ao médico como era possível se prevenir.

Qual foi a orientação dada à jovem pelo médico?

- Usar repelentes e telas em janelas, já que a doença é transmitida por mosquito.
- Evitar nadar em rios, lagos e lagoas da região, já que a doença é transmitida pela água contaminada.
- Evitar contato com animais de zoológicos, uma vez que se trata de uma zoonose veiculada por grandes mamíferos.
- Realizar exames médicos periódicos para detectar precocemente a doença, já que se trata de uma enfermidade hereditária.
- Manter uma dieta balanceada e prática regular de atividades físicas, uma vez que a doença está associada ao sedentarismo.

2. (ENEM 2017) Os medicamentos são rotineiramente utilizados pelo ser humano com o intuito de diminuir ou, por muitas vezes, curar possíveis transtornos de saúde. Os antibióticos são grupos de fármacos inseridos no tratamento de doenças causadas por bactérias.





## Ecologia

1: [B]

### [Resposta do ponto de vista da disciplina de Biologia]

Como o estrôncio pode substituir o cálcio em processos biológicos, a menor radioatividade será encontrada nos componentes de seres vivos com menor concentração de cálcio, no caso os tentáculos de polvo.

### [Resposta do ponto de vista da disciplina de Química]

O estrôncio (família IIA ou grupo 2) apresenta propriedades químicas semelhantes ao cálcio (família IIA ou grupo 2) e pode substituí-lo.

O cálcio pode ser encontrado em estruturas derivadas de carbonatos e fosfatos de cálcio, como nas colunas vertebrais de tartarugas, conchas de moluscos, endoesqueletos de ouriços-do-mar e sedimentos de recife de corais

O estrôncio, assim como o cálcio, não poderá ser encontrado, em grandes quantidades, em tentáculos de polvos.

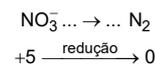
2: [E]

### [Resposta do ponto de vista da disciplina Biologia]

A reposição do nitrogênio atmosférico é realizada por bactérias anaeróbicas e representada no esquema pela etapa [V].

### [Resposta do ponto de vista da disciplina Química]

Desnitrificação:



3: [D]

### [Resposta do ponto de vista da disciplina Biologia]

A fonte de energia subutilizada nos aterros sanitários é o gás metano (CH<sub>4</sub>), produzido pela atividade decompositora de bactérias anaeróbicas.

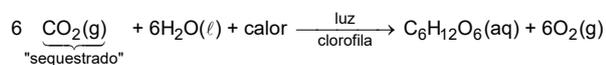
### [Resposta do ponto de vista da disciplina Química]

Essa fonte de energia subutilizada, citada no texto, é o gás metano (CH<sub>4</sub>), menor hidrocarboneto existente, obtido pela atividade de bactérias anaeróbicas na decomposição da matéria orgânica.

4: [C]

### [Resposta do ponto de vista da disciplina de Química]

No processo de fotossíntese o CO<sub>2</sub> é utilizado como reagente ("sequestrado") e ocorre a formação de matéria orgânica, ou seja, aumenta a quantidade de matéria orgânica no solo. Este processo permite diminuir a quantidade de gás carbônico na atmosfera.



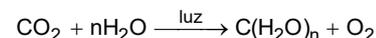
### [Resposta do ponto de vista da disciplina de Biologia]

A fotossíntese, realizada pelas plantas, algas e certas bactérias, remove o CO<sub>2</sub> da atmosfera, contribuindo para a fixação do carbono na forma de compostos orgânicos.

5: [D]

### [Resposta do ponto de vista da disciplina de Química]

No esquema representado podemos identificar o processo de fotossíntese.



### [Resposta do ponto de vista da disciplina de Biologia]

Os organismos produtores (autótrofos) são capazes de fixar o CO<sub>2</sub> na forma de matéria orgânica (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) por meio dos processos de fotossíntese ou quimiossíntese.

6: [A]

O mapa mostra as regiões mais industrializadas dos continentes. Nessas regiões são maiores as emissões de gases como óxidos de nitrogênio e de enxofre responsáveis pela formação dos ácidos nítrico e sulfúrico que contribuem para a formação da "chuva ácida".

7: [A]

As modificações impostas pelo homem à natureza incluem a contaminação por fertilizantes, agrotóxicos e outros poluentes ambientais.

8: [D]

O ciclo biogeoquímico do carbono ocorre entre atmosfera, terra e águas, relacionando-se às atividades de fotossíntese e respiração de seres vivos, decomposição e combustão.

9: [A]

O biodigestor realiza a decomposição incompleta das fezes dos animais produzindo, como subproduto, o gás metano (CH<sub>4</sub>). Esse gás pode ser utilizado como combustível na iluminação pública.

10: [E]

A deficiência na absorção de nitratos do solo prejudicará a produção de compostos orgânicos nitrogenados, tais como, proteínas, ácidos nucleicos, clorofila, etc. pelas plantas de trigo.

11: [C]

Sabendo-se que o pesticida se acumula no organismo, os níveis tróficos mais altos terão maior concentração dessa substância. Assim, o plâncton terá menor concentração, que vai crescendo, na pulga d'água, depois no lambari, em seguida na piranha e, em maior concentração, no tuiuí

12: [A]

A compostagem, muito utilizada na agricultura, é o processo de transformação da matéria orgânica, encontrada no lixo, em adubo orgânico. É considerada um tipo de reciclagem do lixo orgânico, em que os microrganismos são responsáveis pela degradação natural.

13: [C]

A aplicação de leguminosas reduz a necessidade de uso de fertilizantes, pois apresentam em suas raízes bactérias que fixam nitrogênio da atmosfera, fornecendo diversos compostos nitrogenados aos vegetais.

14: [D]

As características apresentadas no texto são típicas de plantas adaptadas ao bioma Manguezal.

15: [C]

De acordo com as características mencionadas da região, sabe-se que o bioma é o Cerrado, pois sua vegetação está adaptada às constantes queimadas, além da falta de sais minerais no solo, muito ácido e com grande quantidade de alumínio. Assim, a casa grossa tornou-se uma proteção contra o fogo e o caule retorcido ocorre devido às queimadas, que destroem as gemas laterais, induzindo o crescimento da planta em diferentes direções.

16: [D]

As sacolas biodegradáveis apresentam em sua constituição polímeros decompostos com maior facilidade pelos microrganismos, em condições específicas, como temperatura, umidade e quantidade de oxigênio.

17: [C]

Os sistemas agroflorestais promovem maior diversidade de vida no solo com o aumento da matéria orgânica originada das árvores plantadas em áreas agrícolas. A decomposição dos detritos vegetais e animais enriquece o solo com nutrientes.

18: [C]

Os dados da tabela revelam que os peixes se alimentam, preferencialmente, de mexilhões pequenos. Na área desprotegida pela tela, a densidade dos mexilhões diminuiu, mas os sobreviventes apresentam tamanho maior.

19: [A]

As microalgas componentes do fitoplâncton realizam a transição do elemento carbono de sua forma inorgânica ( $\text{CO}_2$ ) para a forma orgânica ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ), ao realizar a fotossíntese.

20: [D]

O elemento químico está presente em todos os ciclos biogeoquímicos, porque aparece associado com o hidrogênio, carbono, fósforo e nitrogênio formando inúmeras substâncias inorgânicas e orgânicas que compõem o ambiente e os organismos vivos.

21: [D]

Os animais obtêm o elemento químico nitrogênio através da dieta, ingerindo matéria orgânica nitrogenada produzida ao longo das cadeias e teias alimentares.

22: [E]

A escassez de água é um fator ambiental abiótico que influencia a morfologia e a fisiologia da vegetação típica das regiões áridas.

23: [A]

As algas constituintes do fitoplâncton são os melhores bioindicadores de poluentes, porque ocupam o primeiro nível trófico nas cadeias e teias alimentares de que participam. O declínio populacional desse nível compromete todas as populações que dele dependem no ambiente impactado.

24: [C]

A separação dos diferentes tipos de plásticos pelo método proposto é baseada na propriedade da matéria conhecida como densidade.

25: [C]

As bactérias escolhidas para atuarem no processo de biorremediação devem possuir a capacidade de sintetizar enzimas que catalisem as reações de quebra das moléculas constituintes do óleo.

26: [C]

O escurecimento da água impede a passagem de luz. Consequentemente, ocorrerá a queda da taxa fotossintética dos organismos autótrofos que nela vivem.

27: [C]

A utilização de parasitoides como controle biológico de pragas agrícolas resulta na menor utilização de inseticidas tóxicos na prática agrícola e, consequentemente, em menor impacto ambiental.

28: [C]

Na técnica de plantio por hidroponia, o fornecimento de uma solução rica em nitrato de ureia substitui o trabalho das bactérias fixadoras do solo que participam do ciclo do nitrogênio.

29: [B]

Ao se alimentar dos tecidos da lagarta que ingere os produtos agrícolas, a larva do inseto parasitoide se comporta como consumidor secundário na cadeia alimentar proposta.

30: [C]

A eutrofização é o enriquecimento das águas com nutrientes orgânicos e (ou) inorgânicos. O aumento de nutrientes na água provoca o aumento da DBO (demanda bioquímica pelo oxigênio) e, consequentemente, a morte dos organismos aeróbicos. Com a proliferação de micro-organismos anaeróbicos forma-se o chamando "esgoto a céu aberto".

31: [B]

A fumaça liberada pelas chaminés das fábricas e indústrias liberam gases, como óxidos de enxofre e nitrogênio, os quais se combinam com a água da chuva formando ácido sulfúrico e ácido nítrico. As chuvas ácidas danificam florestas, ecossistemas aquáticas e construções.

32: [E]

A redução do pH das águas marinhas pode causar danos à estrutura dos exoesqueletos calcários de moluscos e cnidários formadores dos recifes de coral, reduzindo o tamanho dessas populações oceânicas.

33: [D]

No poema, o autor faz referência à presença de detergentes sintéticos como agentes poluentes das águas, ao citar "Estranha neve: espuma, espuma apenas...".

34: [E]

As algas zooxantelas são autótrofas e fornecem aos pólipos dos corais nutrientes derivados da fotossíntese.

35: [C]

A relação ecológica de competição entre bactérias e fungos é evidenciada pela disputa envolvendo o ferro disponível no meio. As bactérias são mais eficientes na captação do íon ferro e, consequentemente, reduzem o crescimento dos fungos que atacam os tomateiros.

36: [C]

O processo de colonização e desenvolvimento de uma comunidade vegetal em determinado ambiente desabitado é conhecido como sucessão ecológica.

37: [B]

A árvore adequada para um projeto de reflorestamento no Cerrado brasileiro deve produzir raízes bem desenvolvidas que consigam atingir lençóis freáticos profundos. Essas plantas também devem possuir a superfície foliar coberta por cutícula cerosa espessa para reduzir a transpiração durante a estação seca e ensolarada.

38: [A]

A decomposição aeróbica de árvores caídas reduz, localmente, a quantidade de oxigênio devido ao consumo desse gás pelos agentes decompositores.

39: [B]

Ao se alimentarem do pasto, os bovinos se comportam como consumidores primários, ocupando o segundo nível da cadeia trófica de que participam.

40: [B]

A produção de matéria orgânica em ecossistemas aquáticos é determinada pela atividade fotossintética das algas componentes do fitoplâncton.

41: [B]

A queima de combustíveis fósseis ou radioativos em usinas termelétricas, com a finalidade de obter energia elétrica, produz resíduos que causam impactos ambientais negativos, como a liberação de gases estufa ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,...) e gases causadores da acidificação da chuva ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,...).

42: [E]

Os desmatamentos e as queimadas promovem o acúmulo do  $\text{CO}_2$  na atmosfera, agravando o aumento do aquecimento global.

43: [D]

A biorremediação é uma estratégia que utiliza seres vivos com a finalidade de diminuir o impacto ambiental causado pelos poluentes ambientais, tais como o acúmulo de metais pesados na água.

44: [B]

A poluição térmica dos corpos hídricos prejudica a respiração dos seres vivos devido à redução da pressão parcial do oxigênio ( $pO_2$ ) na água. A solubilidade do oxigênio na água diminui com o aumento da temperatura.

45: [D]

A utilização da adubação orgânica do solo evita a contaminação dos corpos d'água por pesticidas sintéticos.

46: [C]

A introdução de espécies exóticas em um ecossistema pode causar o aumento da competição interespecífica quando há sobreposição de nichos ecológicos entre o invasor e as espécies nativas.

47: [B]

As espécies exóticas podem causar impacto ambiental negativo por ocuparem nichos ecológicos em locais distantes de onde vivem. Elas causam diminuição da biodiversidade da área invadida, sobretudo quando são favorecidas pela ausência de parasitas e predadores específicos nos locais ocupados.

48: [E]

Os defensivos agrícolas não biodegradáveis se acumulam ao longo das cadeias alimentares, apresentando maiores concentrações nos predadores que ocupam os níveis mais distantes dos produtores.

49: [B]

A sobrepesca de sardinhas provocará um desequilíbrio na cadeia alimentar, causando a redução da população de atuns que se alimentam de sardinhas.

50: [D]

A função interativa I representa a proporção de energia transferida de  $P_1$  (herbívoro) ou  $P_2$  (carnívoro) na alimentação de  $P_3$  (onívoro).

51: [D]

O texto descreve o nicho ecológico tamanduá-mirim, isto é, o papel funcional desempenhado por esta espécie em seu *habitat*.

52: [A]

A destinação adequada dos efluentes residuais produzidos pela fábrica diminui, ou torna nulo, o impacto causado por seu lançamento nas águas marinhas exploradas pelos pescadores.

53: [B]

Os peixes híbridos podem invadir rios e lagos, se reproduzir e substituir as populações naturais por competirem com estes pelos recursos do meio.

54: [C]

A vegetação do cerrado brasileiro é constituída por árvores e arbustos retorcidos e dotados de raízes profundas, que conseguem retirar água das regiões mais profundas do solo.

55: [D]

As plantas do cerrado brasileiro muitas vezes apresentam as gemas apicais pilosas como fator adaptativo para a proteção contra o fogo que, com frequência, atinge esse bioma.

56: [D]

O esquema proposto na alternativa [D] é adequado ao modelo de desenvolvimento sustentável porque propõe a reciclagem do lixo orgânico e dos resíduos inorgânicos, além da redução da poluição e do lixo produzidos pelas cidades.

57: [C]

Os microrganismos adequados para funcionar como biorremediadores são capazes de utilizar hidrocarbonetos em

seu metabolismo e, conseqüentemente, degradar compostos que poluem o meio ambiente.

58: [B]

As latas de alumínio podem ser recicladas para a fabricação de lingotes do mineral. Esses lingotes são reutilizados para a produção de diversos materiais que contêm alumínio, inclusive novas latas.

59: [E]

A produção de etanol a partir da cana-de-açúcar é mais eficiente, pois essa planta é formada por colmos, isto é, caules segmentados, com alto teor de sacarose.

60: [E]

A biorremediação consiste na utilização de microrganismos capazes de metabolizar os materiais que contaminam o ambiente, liberando subprodutos pouco tóxicos ou não tóxicos.

61: [B]

A degradação anaeróbica da matéria orgânica por bactérias metanogênicas produz metano como subproduto. O gás metano pode causar explosões em lixões abandonados se não for corretamente canalizado ou dispensado.

62: [D]

As áreas represadas para o abastecimento de hidrelétricas são fontes importantes de produção de metano ( $CH_4$ ) devido à intensa decomposição anaeróbica da biomassa vegetal morta e submersa.

63: [E]

O texto revela que a ideia do senso comum, de que as lagartas de borboletas possuem voracidade generalizada, é derrubada pela especificidade dos animais ao se alimentar das plantas da família *Solanaceae* existentes nos locais onde vivem.

64: [C]

Ao se alimentar de humanos que comeram vegetais, o tigre comporta-se como consumidor secundário. Os abutres serão consumidores terciários quando ingerirem a carne do tigre morto.

65: [A]

A digestão da celulose do capim ingerido pelos ruminantes é realizada por microrganismos anaeróbicos metanogênicos. Esses organismos produzem o gás metano como subproduto de seu metabolismo celular.

66: [D]

As fêmeas do vaga-lume do gênero *Photuris* matam e devoram os vaga-lumes do gênero *Photinus*, configurando uma relação ecológica desarmônica interespecífica denominada predatismo.

67: [A]

A técnica utilizada no combate às lagartas que se alimentam das folhas do algodoeiro consiste no controle biológico de pragas. Esse método emprega parasitas específicos das espécies que se quer combater. Os embriões da microvespa se desenvolvem alimentando-se dos ovos da borboleta, controlando a população das lagartas que comem folhas.

68: [A]

Os biocombustíveis são menos poluentes que os combustíveis fósseis. Sua produção deve ocorrer com eficiência suficiente para que sejam oferecidos a um custo razoável e possam gerar empregos.

69: [A]

O mercúrio é um poluente não biodegradável e de difícil eliminação pelos organismos vivos. Esse metal pesado acumula-se ao longo das cadeias alimentares, ficando mais concentrado nos níveis mais distantes dos produtores, isto é,

acumulado nos tecidos dos consumidores que se alimentam de organismos contaminados.

70: [D]

A utilização de transportes coletivos e a diminuição da queima de combustíveis fósseis auxiliam na redução do aquecimento global. A destruição da fauna coralínea mundial está inequivocamente relacionada à intensificação do efeito estufa da atmosfera terrestre.

71: [D]

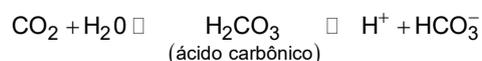
Ao realizarem a fotossíntese, os organismos autótrofos consomem  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$  do ambiente e produzem matéria orgânica e oxigênio. A matéria orgânica produzida é utilizada como fonte de energia pelos organismos autótrofos e heterótrofos.

72: [B]

Uma maneira de evitar a diminuição da concentração de oxigênio no ambiente é tratar o esgoto antes de lançá-lo no ambiente. Dessa forma, diminui-se a concentração de materiais ricos em nutrientes, evitando sua eutrofização.

73: [A]

O gás carbônico é uma substância capaz de se dissolver na água tornando-a mais ácida. O equilíbrio adiante mostra a reação:



74: [C]

Os efeitos do derrame de petróleo na baía de Guanabara em 2000 ilustram a grande interdependência entre as diversas formas de vida e seu habitat. Ao desfavorecer a realização da fotossíntese, o derrame de petróleo desfavorece toda a comunidade marinha.

75: [C]

A eutroficação é provocada pela ação humana e consiste no enriquecimento das águas com nutrientes que favorecem a proliferação excessiva de algas do fitoplâncton.

76: [D]

O Brasil é um país extenso com grandes áreas, onde a fiscalização é precária ou ausente.

77: [C]

A água é um componente abiótico indispensável para o metabolismo dos seres vivos em geral e em particular dos microrganismos decompositores que agem no lixo orgânico. Dessa forma, a falta de água impede a ação desses microrganismos.

78: [B]

Um programa de reflorestamento deve seguir os passos de uma sucessão ecológica e, nesse caso, uma vez que na região desmatada há incidência solar direta, as plantas indicadas para iniciar esse processo seriam as espécies pioneiras, como as plantas 2, 3 e 5, que suportam uma incidência maior de luz.

79: [E]

As partículas sólidas provenientes da carcinicultura, quando em suspensão na água, dificultam a entrada de luz, comprometendo a fotossíntese promovida pelo fitoplâncton que são os produtores dos ecossistemas marinhos.

80: [D]

As algas utilizam os resíduos nitrogenados eliminados pelos animais para a produção de matéria orgânica durante a fotossíntese. O excesso de oxigênio liberado nesse processo é liberado para o meio ambiente.

81: [D]

O transporte das colheitas em grande escala do campo para as cidades causa desequilíbrio no ciclo do nitrogênio, porque esse elemento não retorna para o ambiente na zona rural.

82: [D]

Grande parte do monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ) presente na atmosfera das grandes cidades é proveniente do processo de combustão incompleta de combustíveis fósseis.

83: [A]

As enzimas peroxidases produzidas pelas leveduras geneticamente modificadas degradam os peróxidos utilizados no clareamento dos tecidos, reduzindo a carga de poluentes que seriam lançados nos cursos d'água.

84: [D]

Na região IV, os fatores de acréscimo populacional ( $n+i$ ) somam 90, enquanto os fatores de decréscimo ( $m+e$ ) somam 37. Logo, o saldo será  $90 - 37 = 53$ . Nas regiões I, II, III e V, os saldos são, respectivamente, 7, 3, 27 e 1.

85: [C]

Os produtos de origem botânica que combatem insetos podem ser efetivos no controle dos mosquitos transmissores da leishmaniose. Essa parasitose é transmitida ao homem pela picada de mosquitos-palha fêmea infectadas com o protozoário *Leishmania* sp.

86: [A]

Os corredores ecológicos facilitam o fluxo gênico entre populações, aumentando a variabilidade genética e a capacidades de adaptação ao ambiente.

87: [C]

A oxidação do isopor produzindo  $\text{CO}_2$  e outras substâncias químicas é um fenômeno de degradação biológica ou biodegradação.

88: [C]

Em insetos holometábolos, as fases de larva e adultos ocupam nichos ecológicos diferentes. Dessa forma, fica reduzida a competição intraespecífica e aumentada a chance de adaptação ao meio e formação de novas espécies.

89: [A]

A nitratação corresponde ao processo de oxidação do nitrito ( $\text{NO}_2$ ) até a formação de nitrato ( $\text{NO}_3$ ) e é realizado por bactérias nitrificantes como as pertencentes ao gênero *Nitrobacter*.

90: [C]

O gráfico que mostra o declínio populacional dos moluscos devorados pelas arraiais encontra-se na alternativa [C]. Note que o aumento da população de arraiais foi causado pelo declínio dos tubarões, seus predadores.

91: [E]

Os organismos que se situam no topo da cadeia alimentar apresentam as maiores concentrações de poluentes que não conseguem excretar, devido ao efeito cumulativo ou magnificação trófica dessas substâncias.

92: [A]

A caatinga nordestina é o bioma brasileiro com índices pluviométricos baixos.

93: [E]

O arejamento do material orgânico em decomposição estimula a atividade dos micro-organismos aeróbicos.

94: [E]

Do ponto de vista ambiental, a destinação final apropriada para esses produtos é destinar as pilhas e baterias à reutilização de seus componentes.

95: [A]

As barragens nos rios reduzem o percurso da migração, prejudicando o processo reprodutivo dos peixes que realizam a subida do rio (piracema).

96: [A]

A utilização do pisograma em uma obra tem o objetivo de evitar a impermeabilização do solo, fato que dificulta o escoamento das águas das chuvas.

## Fisiologia

1: [C]

De acordo com o eletrocardiograma apresentado, o paciente apresenta frequência cardíaca abaixo do valor ideal, em torno de 50 batimentos por minuto.

2: [E]

A deficiência do hormônio antidiurético (ADH) causa o aumento do volume de água eliminado na diurese. Consequentemente, um sintoma clássico de pacientes acometidos por diabetes insipidus é a desidratação.

3: [D]

O consumo excessivo de sais ricos em sódio está associado ao quadro de hipertensão arterial.

4: [C]

A enzima foi retirada do estômago do cachorro. A pepsina consegue hidrolisar as proteínas da carne em pH ácido ( $\approx 2,0$ ) em temperatura de  $37^{\circ}\text{C}$ .

5: [D]

Em situação de risco de desidratação, a ação do hormônio antidiurético (ADH), amplifica a reabsorção de água nos túbulos renais. Consequentemente, os estudantes eliminam urina com menor volume de água e maior concentração de sais minerais.

6: [D]

A trombocitopenia, caracterizada pela diminuição do número de plaquetas, é o principal fator desencadeante do quadro agudo verificado em casos hemorrágicos relacionados à dengue.

7: [D]

Os produtores rurais devem consumir alimentos ricos em aminoácidos essenciais que não são produzidos pelo organismo humano.

8: [B]

A protease presente no suco gástrico acelera a hidrólise de proteínas em meio ácido. A hipótese do pesquisador será confirmada se a enzima digerir a carne em  $\text{pH}=5$ .

9: [B]

O gráfico [B] está de acordo com as informações propostas no enunciado da questão.

10: [E]

A diferenciação das células-tronco em neurônios é estimulada em um meio de cultura que imita o cérebro, além de conter vitaminas e sais minerais.

11: [B]

A demonstração de William Harvey sugere a existência de válvulas no interior das veias. Essas válvulas facilitam o retorno em direção ao coração.

12: [A]

A tabela mostra que existem regiões do corpo humano capazes de discriminar com maior precisão os toques do compasso na pele como, por exemplo, o polegar e o indicador. Não importando a distância dos toques, o homem consegue saber

exatamente o número de toques aplicados nesses órgãos da mão.

13: [D]

Em um exercício físico, são abordagens fisiológica, bioquímica e biomecânica, respectivamente: variações de frequência cardíaca e da pressão arterial, utilização da glicemia para a produção de energia e o tamanho da passada durante a execução da corrida.

14: [E]

A remoção cirúrgica da vesícula biliar retardará a digestão de gorduras, porque, no indivíduo operado, ocorrerá uma redução na quantidade de bile a ser secretada no intestino. A bile contém sais e ácidos responsáveis pela emulsificação das gorduras, fato que facilita a ação hidrolítica das enzimas lipases pancreática e entérica.

15: [C]

A obesidade e o sedentarismo podem desencadear o desenvolvimento do diabetes, doença caracterizada por hiperglicemia e danos subsequentes nos componentes do sistema circulatório.

16: [E]

As hemácias (eritrócitos) são os elementos figurados do sangue responsáveis pelo transporte de oxigênio.

17: [A]

A dor de cabeça é uma condição associada à dilatação dos vasos sanguíneos cerebrais. A cafeína presente nos medicamentos que combatem as dores de cabeça provoca vasoconstrição dos vasos cerebrais, diminuindo os sintomas desse tipo de algia (dor).

18: [D]

O gráfico informa várias dosagens de álcool no sangue. Após atingir um nível máximo, o álcool vai sendo metabolizado e o seu nível no sangue cai gradativamente até a total eliminação. Quanto maior a dosagem de álcool, maior o tempo necessário para sua metabolização. Portanto a alternativa D seria o título mais correto que traduziria o processo representado no gráfico.

19: [E]

O quadro mostra que a quantidade de colesterol na carne branca do frango é maior do que o teor desse lipídio no toucinho, seja cru ou cozido. Uma porção de contrafile cru possui  $51\text{ mg}/100\text{g}$  de colesterol.

20: [D]

A redução na produção de insulina ou a resistência das células à sua ação provoca a hiperglicemia, típica das doenças conhecidas como diabetes mellitus.

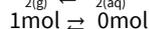
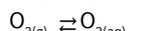
21: [B]

A estrutura do olho análoga à imagem invertida utilizada na figura é a retina. Quando a imagem é formada na retina, esta é reduzida e invertida. Ao chegar ao córtex cerebral, ela é processada.

22: [D]

[Resposta do ponto de vista da disciplina de Química]

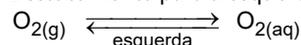
Teremos:



Quanto maior a altitude, menor a pressão (P): queda da pressão parcial do  $\text{O}_2$ .

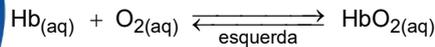


Deslocamento para a esquerda:



A concentração  $O_{2(aq)}$  diminui.

O equilíbrio abaixo também desloca para a esquerda:



Conclusão: a concentração de hemoglobina oxigenada no sangue diminui devido à queda da pressão parcial do oxigênio.

[Resposta do ponto de vista da disciplina de Biologia]

A hipóxia, ou mal das alturas, é causada pela menor saturação da hemoglobina com o gás oxigênio. Em altitudes elevadas o ar é rarefeito e a pressão parcial do  $O_2$  é menor do que ao nível do mar.

23: [A]

Uma vacina contra HIV (vírus da imunodeficiência adquirida), assim como qualquer outra vacina, conteria antígenos atenuados e induziria o sistema imunológico a produzir anticorpos específicos que protegeria o organismo contra a contaminação viral.

24: [B]

Os ácidos biliares emulsificam as gorduras, funcionando como um “detergente” natural. Eles transformam gotas de gordura em gotículas microscópicas, aumentando a superfície de contato com as enzimas lipases pancreática e entérica.

25: [E]

O pH da saliva se situa entre 6,5 e 7,5 (neutro), tornando o indicador de pH roxo. O suco gástrico apresenta pH em torno de 2,0 (ácido) e torna o indicador vermelho.

26: [B]

A adição da enzima hidrolítica fitase aos cereais permite a digestão do fitato e, conseqüentemente, o aumento da disponibilidade de nutrientes.

27: [B]

A eliminação de excretas nitrogenadas de forma concentrada é uma estratégia que auxilia a sobrevivência de animais que habitam regiões com restrição hídrica.

28: [E]

Em caso de hipoglicemia, as ilhotas pancreáticas secretam o glucagon. Esse hormônio estimula a glicogenólise hepática, restaurando a glicemia normal.

29: [A]

A degeneração dos cones da retina irá comprometer a capacidade de visão em cores.

## Genética

1: [B]

A autofecundação que confirma a hipótese mendeliana da transmissão particulada dos fatores hereditários ocorre entre plantas híbridas, com fenótipo dominante, as quais produzem sementes lisas e rugosas.

2: [A]

O código genético é composto por trinças de nucleotídeos que especificam os aminoácidos das proteínas.

3: [E]

A fusão de regiões cromossômicas não homólogas é denominada translocação.

4: [E]

A doadora do pólen foi a DP5, pois suas bandas de DNA coincidem, respectivamente, com o alelo 2 no loco A e com o alelo 3 no loco B.

5: [D]

Alelos: a (anomalia) e A (normalidade)

pais: (7) Aa e (8) Aa

filho 10: A\_

$$P(10 \text{ ser } Aa) = \frac{2}{3} \cong 67\%$$

6: [B]

A solução contendo anticorpos anti-Rh aplicada na mãe após o parto de seu filho O+ tem a finalidade de destruir as células sanguíneas do bebê que poderiam desencadear uma resposta imunológica ativa na mãe e, conseqüentemente, a ocorrência da doença hemolítica nos próximos filhos Rh+.

7: [E]

A transfusão de sangue é um tipo de terapia celular, porque repõe os elementos figurados do sangue que se encontram alterados em diversas enfermidades.

8: [D]

A diferença fenotípica observada entre as gêmeas monozigóticas pode ser explicada pela inativação aleatória de um cromossomo X em fase posterior à divisão que resultou nos dois embriões.

9: [C]

Quanto maior for o número de pares A-T, menor será a quantidade de ligações de hidrogênio a serem rompidas e, portanto, menor será a temperatura necessária para desnaturar (separar) as cadeias polinucleotídicas do DNA.

10: [E]

Os organismos que recebem, incorporam e expressam genes de outras espécies são classificados como transgênicos.

11: [C]

O filho biológico do casal é o número III, porque as suas bandas de DNA coincidem com a mãe e com o pai.

## Biotecnologia

1: [A]

Ao receber a sequência de DNA codificante da insulina humana, as bactérias transgênicas modificadas por Herbert Boyer passaram a produzir o hormônio humano que regula a glicemia.

2: [E]

A planta é classificada como um organismo transgênico, pois recebe, incorpora e expressa o gene extraído de outra espécie.

3: [D]

O cordão umbilical dos mamíferos placentários contém células-tronco embrionárias, isto é, células indiferenciadas que podem se diferenciar em células especializadas.

4: [B]

As mitocôndrias possuem DNA próprio e, por esse motivo, poderiam receber, incorporar e expressar genes exógenos.

5: [D]

Os peritos devem verificar se há homologia entre o DNA mitocondrial do rapaz e o DNA mitocondrial de sua avó materna. As mitocôndrias são organelas herdadas pela linhagem matrilinear, por meio do citoplasma do óvulo.

6: [C]

O casal 3 pode ser considerado como pais biológicos do bebê, devido às coincidências de suas bandas de DNA com o pai e a mãe.

7: [E]

O gene inserido no milho por meio de uma molécula de DNA recombinante será expresso por meio da tradução do RNA mensageiro transcrito.

8: [D]

A criação experimental de um genoma completo de uma bactéria e sua expressão plena em outro micro-organismo bacteriano possibilita a reprogramação genética desses organismos e de outros mais complexos, com a finalidade de produzir medicamentos, vacinas e combustíveis.

9: [A]

As proteínas alergênicas presentes na soja geneticamente modificadas são reconhecidas pelo sistema imunológico humano como antígenos, ou seja, estranhas ao corpo. A reação do organismo a esses antígenos causa a alergia.

10: [B]

As duas plantas foram clonadas a partir da planta mãe. Isso significa que são geneticamente idênticas entre si (possuem o mesmo genótipo). Como foram expostos a condições ambientais diferentes (diferentes condições de iluminação), expressaram fenótipos diferentes: a que permaneceu no escuro apresentou folhas amarelas e a exposta a ciclos de iluminação permaneceu com as folhas verdes.

11: [D]

O método de produzir insulina a partir de bactérias geneticamente modificada causou um impacto positivo na saúde e na qualidade de vida de indivíduos diabéticos, pois não correm mais o risco de sofrerem rejeição à insulina de animais e podem pagar menos pelo medicamento.

12: [A]

O DNA mitocondrial é o mais indicado para ser usado nesse caso. Como uma única célula pode conter várias mitocôndrias, esta pode fornecer várias cópias de um único cromossomo.

13: [D]

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

## Bioquímica

1: [C]

São fatores que aceleram a velocidade das reações químicas: aumento da temperatura e da superfície de contato e a presença de catalisadores.

2: [B]

A produção de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), durante a fermentação alcoólica realizada por micro-organismos do gênero *Saccharomyces*, resulta no crescimento da massa do pão.

3: [C]

Fazendo o pareamento: as 20 adeninas vão parear com 20 timinas; as 25 timinas vão parear com 25 adeninas; as 30 guaninas vão parear com 30 citosinas; e as 25 citosinas vão parear com 25 guaninas. Somando-se:  $20+25=45$  adeninas;  $20+25=45$  timinas;  $30+25=55$  guaninas; e  $30+25=55$  citosinas.

4: [C]

O betacaroteno é um dos precursores da vitamina A. Essa vitamina lipossolúvel é importante para a formação do pigmento visual na retina dos olhos.

5: [E]

A extração do DNA das células eucarióticas é feita com o uso de detergentes, sais e alcoóis, pois essas substâncias rompem as membranas lipoproteicas que armazenam e protegem os cromossomos.

6: [E]

Os organismos clorofilados realizam a fotossíntese que consiste na transformação da energia luminosa em energia química na forma de compostos orgânicos.

7: [C]

Como todos os seres vivos obtêm, direta ou indiretamente, energia do Sol, a vida na Terra depende, em última análise, dessa energia proveniente do Sol.

## Evolução

1: [E]

A síntese ribossômica de proteínas é uma forte evidência de que todos os seres vivos compartilham o mesmo ancestral.

2: [B]

As duas teorias da evolução apresentam em comum a adaptação dos seres vivos, que possuem características adequadas a determinado ambiente, através de variações genéticas.

3: [C]

A permuta genética (ou *crossing-over*) corresponde à troca de segmentos entre cromátides homólogas (não irmãs). Ocorre durante a prófase I da meiose e produz variabilidade, porque promove a recombinação gênica da formação dos gametas animais.

4: [B]

O gráfico representado na alternativa [B] mostra que o antibiótico comum, utilizado durante uma semana, consegue diminuir a população de bactérias sensíveis, porém, não elimina as resistentes, as quais continuam a se multiplicar.

5: [E]

Cães de tamanhos extremos são raças de uma mesma espécie, porque mantêm o fluxo gênico com cães de tamanhos intermediários.

6: [D]

A capacidade de autoduplicação comandada por DNA circular próprio e semelhante ao DNA bacteriano é uma característica que apoia a origem, por endossimbiose, de organelas de eucariontes, como as mitocôndrias e os cloroplastos.

7: [A]

A evolução biológica é um processo contínuo envolvendo modificações de características e os seres humanos estão inseridos nesse contexto natural.

8: [B]

O canibalismo sexual favorece o sucesso reprodutivo dos parentais. Alimentando-se do macho, a fêmea aumenta a produção de ovos. Para o macho devorado durante a cópula, fica a garantia de que a maior parte da descendência terá o seu material genético.

9: [B]

No caso descrito, o conceito biológico de espécie proposto por Ernst Mayr, em 1942, segundo o qual espécies distintas estão isoladas reprodutivamente, não se confirma. Em certos casos de acasalamento de indivíduos considerados de espécies diferentes, a descendência é fértil.

10: [B]

A colisão de um asteroide com a Terra provocou a formação

de uma grande camada de poeira na atmosfera que reduziram a penetração de luz até a superfície do planeta. Consequentemente, houve redução da taxa de produção de matéria orgânica pela fotossíntese, fato que interferiu severamente no fluxo de energia nas cadeias e teias alimentares terrestres. A queda de um corpo celeste pode ter provocado a extinção em massa no fim do período Cretáceo da era Mesozoica.

11: [B]

Charles R. Darwin não pode explicar a origem das variações entre os indivíduos porque em sua época não eram conhecidos os princípios genéticos que determinam as diferenças entre os organismos.

12: [C]

Cientistas, como Redi e Pasteur, demonstraram experimentalmente o modelo biogenético para a origem dos organismos vivos, ou seja, atualmente não há formação de seres vivos por geração espontânea.

13: [B]

O homem desenvolveu tecnologia sofisticada para modificar o ambiente onde vive.

14: [A]

Os membros longos e afinados nas extremidades conferem aos mamíferos que os possuem uma maior relação superfície em relação ao seu volume. Dessa forma, esses animais conseguem perder calor em ambientes quentes e sobreviver nas regiões tropicais da Terra.

15: [B]

Lamarck defendia a lei de uso e desuso, segundo ele, adaptados à vida subterrânea os anfíbios e répteis não precisariam usar seus olhos e patas. A falta de uso desses órgãos levaria a um desaparecimento dos mesmos. Lamarck não conhecia os conceitos de gene e mutação, o que excluem as alternativas “d” e “e”.

16: [A]

O comportamento inato das fêmeas capazes de coletar alimentos e proteger sua prole é uma característica favorável para a sobrevivência em ambientes onde os filhotes podem ser atacados por predadores.

17: [C]

As diferentes tonalidades na pigmentação da pelagem dessa espécie de ratos é uma adaptação do indivíduo ao meio onde vive. Tonalidades de pelagem mais próximas às tonalidades do solo permitem maior sobrevivência e, portanto, a geração de um número maior de descendentes com as mesmas características. A seleção natural explica muito bem esse processo de sobrevivência dos indivíduos melhores adaptados ao ambiente.

18: [C]

A seleção natural é o fator evolutivo que preserva as características favoráveis para a sobrevivência e reprodução das espécies, em determinado ambiente.

19: [D]

A polinização inviável ou nula indica a diversificação genética que pode levar ao isolamento reprodutivo e a formação de novas espécies. As populações das localidades indicadas por setas opostas e interrompidas acham-se nesse processo evolutivo. São elas: Itirapina e Petí, além de Alcobaça e Marambaia.

## Citologia

1: [C]

A fornalha relaciona-se à respiração celular, com a formação de ATP, ocorrida dentro das mitocôndrias. Além disso, existem estudos que indicam que as mitocôndrias nos eucariontes

foram incorporadas através da fagocitose de células procariontes.

2: [B]

As nanopartículas devem ser endereçadas para o interior das mitocôndrias, local onde ocorre o ciclo de Krebs; mais exatamente na matriz mitocondrial.

3: [A]

O fármaco atua na divisão celular mitótica das células, pois interfere na função dos microtúbulos, evitando-se a formação das fibras do fuso.

4: [C]

Os aminoácidos marcados radioativamente serão localizados aos 5 minutos no retículo endoplasmático rugoso onde serão incorporados em proteínas. As proteínas serão transportadas e processadas no sistema golgiense (10 minutos) e, posteriormente, concentradas e embaladas em vesículas de secreção (15 minutos).

5: [E]

Curva 5. Em anaerobiose o consumo de glicose é alto, porque o rendimento energético é de 2 ATP. Em aerobiose, com o aumento da concentração do oxigênio disponível para a respiração aeróbica, o consumo de glicose é menor, porque o rendimento energético aumenta (38 ATP).

6: [D]

A capacidade de autoduplicação comandada por DNA circular próprio e semelhante ao DNA bacteriano é uma característica que apoia a origem, por endossimbiose, de organelas de eucariontes, como as mitocôndrias e os cloroplastos.

7: [A]

A linhagem I é a melhor para se conseguir o maior rendimento de polímeros secretados no meio de cultura, por apresentar o maior percentual de complexo golgiense.

8: [E]

As mitocôndrias localizadas na peça intermediária dos espermatozoides realizam a oxidação de compostos orgânicos. A energia liberada nesse processo é armazenada no ATP e disponibilizada para a locomoção do gameta masculino em direção ao gameta feminino.

9: [A]

O uso do sal de cozinha (NaCl) para a preservação de alimentos baseia-se no fato de que o sal se constitui em um meio hipertônico e capaz de provocar a desidratação osmótica e a morte dos micro-organismos decompositores.

10: [D]

O uso da iontoforese diminui o efeito colateral dos medicamentos, pois permite que os mesmos permeiem pelas membranas biológicas e alcancem a corrente sanguínea, sem passar pelo estômago. Não provoca ferimentos na pele nem aumenta o risco de estresse nos pacientes e é eficaz tanto para medicamentos constituídos de moléculas polares como de moléculas apolares.

11: [D]

Os ribossomos são organelas citoplasmáticas onde ocorre a síntese das proteínas.

12: [D]

O pesquisador deve escolher a linhagem IV. As células especializadas na produção de hormônios proteicos devem possuir grande quantidade de mitocôndrias, retículo endoplasmático rugoso abundante, além de nucléolo desenvolvido e eucromatina ativa.

13: [E]

A ausência da proteína p53 impede que ocorra o sistema de reparo de danos no DNA, consequentemente, pode resultar em proliferação celular descontrolada e desenvolvimento de tumores.

14: [C]

A vitamina A é fundamental para a produção e o bom funcionamento dos fotorreceptores de luz na retina do olho. Esses fotorreceptores são os bastonetes.

15: [A]

A mudança verificada na transição da etapa 3 para a etapa 4 demonstra que as proteínas podem se movimentar livremente na bicamada lipídica que forma a membrana plasmática das células.

16: [E]

A conservação dos alimentos pela desidratação osmótica remove água por pressão gerada pela diferença de concentração entre o produto (hipotônico) e a solução (hipertônica).

17: [E]

O salgamento das carnes funciona como conservante por se tratar de um ambiente fortemente hipertônico que provoca a desidratação osmótica dos alimentos e dos microrganismos decompositores.

18: [B]

Os lisossomos presentes nas células da cauda do girino liberam as suas enzimas as quais destroem essas células por autólise.

19: [C]

A melhor fase para se observar e estudar os cromossomos é a metáfase (3), porque nesse período, os cromossomos atingem o maior grau de condensação de sua cromátides irmãs.

20: [B]

O iodo é um elemento químico essencial para a produção dos hormônios  $T_3$  (triiodotironina) e  $T_4$  (tetraiodotironina) produzidos pela glândula tireoideia.

21: [D]

O aumento do pH causa a diminuição da atividade enzimática.

## Microbiologia e Parasitologia

1: [A]

Essas crises, decorrentes da malária, ocorrem porque há lise das hemácias (ruptura), liberando os merozoítos, um estágio do *Plasmodium*, e liberação de hemozoínas, substância decorrente desta ação.

2: [E]

A milamina L. é um potente moluscicida que pode controlar a população de caramujos transmissores da Esquistossomose (barriga d'água).

3: [D]

O acúmulo de lixo em ambientes urbanos atrai os ratos que são os reservatórios da bactéria causadora da leptospirose. As enchentes agravam o problema por espalhar a urina dos roedores com bactérias do gênero *Leptospira*.

4: [E]

Na falta de alimento, os barbeiros vetores da doença de Chagas migram para as casas de pau-a-pique, onde sugam o sangue do homem e transmitem, por suas fezes, o protozoário flagelado *Trypanosoma cruzi*.

5: [C]

Os mosquitos transmissores de doenças põem seus ovos na água e as larvas se desenvolvem nesse meio. Uma proposta para prevenir o aumento dessas doenças é evitar coleções de água parada onde seus insetos proliferam.

6: [A]

A malária é uma doença tropical endêmica na América do Sul, já que sua incidência é estável e atinge uma área restrita desse continente.

7: [C]

Como a fêmea mutante de *Aedes Aegypti* não pode voar, teria dificuldades em picar as pessoas e, portanto, de se contamar. A sua reprodução seria também dificultada devido à impossibilidade da ocorrência do encontro com o macho voador.

8: [B]

A malária é transmitida ao homem pela picada de fêmeas do mosquito prego (*Anopheles*). A leptospirose é adquirida quando o homem entra em contato com a água de enchentes contaminadas com urina de ratos portadores da bactéria *Leptospira interrogans*. A leishmaniose é transmitida pela picada dos mosquito palha fêmea. Caramujos infestados com larvas cercarias do verme *Schistosoma mansoni* transmitem a esquistossomose ao homem que entra em contato com a água onde vivem.

## Zoologia

1: [E]

Os mosquitos hematófagos produzem substâncias anticoagulantes que evitam a coagulação do sangue de que se alimentam. O sangue coagulado não pode ser digerido pelo inseto. Essas substâncias apresentam interesse à pesquisa no desenvolvimento de terapêuticos contra varizes, trombozes, infartos, etc.

2: [D]

Os anfíbios são animais vertebrados adaptados a ambientes úmidos ou aquáticos, porque apresentam a pele fina, permeável e pouco queratinizada, adaptada para a respiração cutânea nas formas terrestres.

3: [C]

A teníase (solitária), causada pela presença do platelminto *Taenia Solium* adulto no intestino humano, ocorreu pela ingestão de carne suína, crua ou malcozida, infestada pelas larvas cisticercos, conhecidas popularmente por "pipoquinha" ou "canjiquinha".

4: [B]

O registro fóssil revela que as aves e os répteis modernos compartilharam um ancestral reptiliano comum.

5: [B]

O aumento das vilosidades intestinais amplia a área de contato com o conteúdo intestinal, facilitando a absorção de nutrientes.

6: [B]

Os animais e o homem pertencem ao reino animal (*Animalia*).

7: [E]

As estrelas do mar são equinodermos dotados de alta capacidade de regeneração. Uma vez que partidas, cada porção é capaz de regenerar um animal completo. Essa forma de reprodução assexuada é um dos meios pelos quais a população desses animais aumenta.

8: [E]

Os anfíbios apresentam uma importante respiração cutânea, razão pela qual devem ter a pele fina, permeável, úmida e desprovida de anexos de queratina, os quais dificultariam as trocas gasosas.

## Botânica

1: [C]

De acordo com as características mencionadas da região, sabe-se que o bioma é o Cerrado, pois sua vegetação está adaptada às constantes queimadas, além da falta de sais minerais no solo, muito ácido e com grande quantidade de alumínio. Assim, a casa grossa tornou-se uma proteção contra o fogo e o caule retorcido ocorre devido às queimadas, que destroem as gemas laterais, induzindo o crescimento da planta em diferentes direções.

2: [E]

De acordo com a teoria da sucção-absorção, a subida da seiva bruta pelos vasos lenhosos do xilema é determinada, principalmente, pela transpiração realizada pelos estômatos localizados nas folhas das árvores.

3: [B]

A reprodução vegetativa das plantas é um processo de multiplicação assexuada. Cada segmento do vegetal original dará origem a uma nova planta idêntica (clone).

4: [C]

O composto volátil 1-metilciclopropeno, ao competir pelos sítios de ligação do hormônio vegetal etileno nas células das maçãs, age retardando o amadurecimento dos frutos.

5: [E]

Em plantas diploides, os cromossomos homólogos na meiose dão origem a gametas haploides, isto é, com a metade número de cromossomos da planta diploide. Em uma planta triploide, após a meiose, ocorre a formação de gametas com o número de cromossomos variável, por isso ela não possui a capacidade de fecundação. Isso faz com que não ocorra a formação de sementes.

6: [D]

As plantas presentes no bioma Caatinga apresentam diversas adaptações para a sobrevivência em ambiente quente e árido; dentre as quais, um sistema radicular bem desenvolvido e profundo capaz de absorver água e íons que percolam o solo raso e pedregoso desse ambiente.

7: [E]

As plantas dos manguezais apresentam adaptações para sobreviver em solo encharcado de água salobra e pobre em oxigênio, tais como raízes respiratórias (pneumatóforos), as quais afloram do solo e absorvem o oxigênio diretamente do ar.

8: [C]

A polinização cruzada é fonte de variabilidade genética (alternativa [C]). Porém, o aparecimento dos frutos facilita a dispersão de embriões que, isolados geograficamente, podem originar novas espécies de angiospermas, contribuindo, assim, para uma maior diversidade genética (alternativa [D]).

9: [D]

Os frutos carnosos suculentos, coloridos e perfumados atraem animais como aves e mamíferos. Ao comê-los, esses animais dispersam as sementes pelo ambiente juntamente com suas fezes.

10: [A]

O efeito de crescimento e curvatura do vegetal em resposta a um estímulo ambiental é denominado tropismo e depende da distribuição desigual de auxinas. Esses hormônios podem acelerar ou inibir o crescimento de um órgão vegetal, dependendo da concentração em que se encontram no local onde atuam.

11: [A]

A presença de sais na solução do solo faz com que seja dificultada a absorção de água pelas plantas (devido ao processo de osmose), o que provoca o fenômeno conhecido

por seca fisiológica, caracterizado pelo aumento da salinidade, em que a água do solo atinge uma concentração de sais maior que a das células das raízes das plantas, impedindo, assim, que a água seja absorvida.

12: [C]

As plantas retiram do solo uma solução de água e sais minerais, denominada seiva bruta, mineral ou inorgânica.

13: [C]

A enxertia é um processo de reprodução assexuada que preserva o genótipo da planta híbrida.

14: [E]

Em plantas polinizadas pelo vento (anemófilas) há grande produção de grãos de pólen e, conseqüentemente, aumento no número de estames.

15: [B]

Sendo haploide, a oosfera da goiabeira apresentará em seu núcleo  $n=11$  cromossomos. O zigoto é diploide com  $2n=22$  cromossomos e o endosperma triploide terá  $3n=33$  cromossomos.

16: [C]

Durante a fase fotoquímica (luminosa) da fotossíntese, os vegetais utilizam a energia da luz e da água para a síntese do ATP e do NADPH.

17: [C]

As plantas epífitas, como as bromélias, captam água da chuva acumulada entre suas folhas.

18: [A]

A transferência de elétrons entre substâncias proteicas condutoras produz a corrente elétrica que caracteriza a fase fotoquímica da fotossíntese.

19: [B]

Os nanotubos de carbono promovem diretamente a absorção de fótons de comprimentos de onda habitualmente não utilizadas pelos cloroplastos, aumentando a eficiência fotossintética.

## Histologia

1: [B]

A despolarização ocorre na fase em que o potencial sobe, que é a fase 0. A repolarização ocorre quando o potencial está voltando ao potencial de repouso, o que ocorre na fase 3.

2: [C]

A musculação é a atividade física mais indicada para pessoas com sarcopenia, pois acelera o crescimento e a resistência muscular.

3: [B]

A toxina botulínica atua sobre tecido muscular, causando paralisia temporária em sua atividade contrátil. Dessa forma, esse componente atenua os sintomas do blefaroespasm.

4: [D]

O tecido que possui a capacidade de formar barreiras contra agentes invasores e evitar a perda de líquidos corporais é o tecido epitelial de revestimento. Esse tecido é formado por células justapostas com pouco, ou nenhum, material intercelular.

5: [A]

As plaquetas são os elementos figurados do sangue responsáveis pela coagulação sanguínea. A deficiência desses elementos pode causar episódios hemorrágicos acompanhados de sintomas como cansaço e dificuldade respiratória.

6: [A]

O diagrama mostra que o anti-inflamatório piroxicam apresenta maior afinidade pela enzima COX-1 e, por esse motivo, é o que pode exercer maior interferência na produção de prostaglandinas protetoras da mucosa intestinal.

7: [B]

As plaquetas artificiais trariam melhora aos portadores de hemofilia, porque, nesse caso, os pacientes apresentam dificuldade de conter hemorragias devido a não produzirem os fatores necessários para que o sangue coagule.

## Reprodução e Embriologia

1: [B]

A formação dos gêmeos monozigóticos ou idênticos envolve a divisão do embrião em dois, ou mais, grupos celulares independentes. Esses grupos separados darão origem a indivíduos geneticamente idênticos e sempre do mesmo sexo.

2: [E]

A criança com cariótipo 47, XY, +18 apresenta um cromossomo autossômico extra, caracterizando uma mutação cromossômica numérica denominada aneuploidia.

3: [C]

O autotransplante de células tronco diminui a possibilidade de rejeição, pois elas são semelhantes geneticamente às células do receptor.

4: [B]

O canibalismo sexual favorece o sucesso reprodutivo dos parentais. Alimentando-se do macho, a fêmea aumenta a produção de ovos. Para o macho devorado durante a cópula, fica a garantia de que a maior parte da descendência terá o seu material genético.

5: [A]

A ingestão contínua do anticoncepcional hormonal fará com que os níveis sanguíneos dos componentes, estrogênio e progesterona, mantenham-se constantes durante o experimento.

6: [C]

Seres humanos são constituídos por células diploides (2n). As células germinativas sofrem meiose e dão origem a gametas haploides (n). Após a fecundação surge um zigoto diploide (2n) que através de sucessivas mitoses dará origem a um novo organismo adulto diploide (2n).

7: [A]

O intercâmbio gênico entre populações partenogenéticas e bissexuadas não causa o desaparecimento da população que se reproduz por partenogênese. Nas duas populações, somente as fêmeas põem ovos.

## Sistemática e Seres Vivos

1: [C]

O aparecimento do ovo amniótico com casca pergaminácea ou calcárea surgiu, de acordo com o cladograma, em 3.

2: [C]

Os animais representados são agrupados no filo dos cordados, porque compartilham e evoluíram a partir de um ancestral comum.

3: [C]

A classificação de Woese (1990) se baseia fundamentalmente, nas relações filogenéticas entre os seres vivos, isto é, relações de parentesco evolutivo.

## Saúde

1: [A]

A filariose é transmitida pela picada de fêmeas de mosquitos dos gêneros Culex, Aedes ou Anopheles. Por esse motivo, o médico indicou como medidas preventivas o uso de repelentes e telas em janelas.

2: [E]

Os antibióticos utilizados como medicamentos atuam danificando estruturas da célula bacteriana, tais como: parede celular, material genético, ribossomos, etc.



## ANOTAÇÕES

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



✉ contato@biologiatotal.com.br

📌 /biologiajubilit

▶ Biologia Total com Prof. Jubilit

📷 @paulojubilit

🐦 @Prof\_jubilit

📌 /biologiajubilit

**Biologia**  
total  
PROF. PAULO JUBILIT