

# CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS



## APRESENTAÇÃO

Caro(a) Estudante,

O Ministério da Educação, por meio do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), apresentou uma proposta de reformulação do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) e sua utilização como forma de seleção unificada nos processos seletivos das universidades públicas federais. A proposta tem como principais objetivos democratizar as oportunidades de acesso às vagas federais de ensino superior, possibilitar a mobilidade acadêmica e estimular a reestruturação dos currículos do ensino médio.

Para isso, a proposta do Inep/MEC para o Enem 2009 aliou a capacidade técnica do Inep, no que diz respeito à tecnologia educacional para desenvolvimento de exames, à excelência acadêmico-científica das Instituições Federais de Ensino Superior (Ifes). Trata-se não apenas de agregar funcionalidade a um exame que já se consolidou no País, mas também de criar oportunidade histórica para a ressignificação do ensino médio. Essa estrutura de avaliação aproxima o exame das Diretrizes Curriculares Nacionais e dos currículos praticados nas escolas, sem abandonar o modelo de avaliação centrado nas competências e habilidades.

A seguir, apresentam-se exemplos de questões no novo perfil de avaliação do Enem 2009, que resultam de um planejamento estruturado na elaboração e composição de testes, a partir de critérios técnicos e pedagógicos, com itens contextualizados e voltados para a realidade do(a) cidadão(ã). Estes exemplos oferecidos atendem a algumas das habilidades da nova **Matriz de Referência do Enem 2009**. São 10 (dez) exemplos de itens de cada área do conhecimento, além dos gabaritos e da descrição da habilidade de cada questão.

É importante lembrar que cada um dos quatro testes do Enem 2009 será composto por 45 itens de múltipla escolha, totalizando **180 questões**. No dia 3 de outubro (sábado) serão aplicados os testes de *Ciências da Natureza e suas Tecnologias* e de *Ciências Humanas e suas Tecnologias*; no dia 4 de outubro (domingo), os de *Linguagens, Códigos e suas Tecnologias* e de *Matemática e suas Tecnologias*, além de uma proposta de **Redação**. Essa configuração permitirá ao Enem 2009 a aferição mais exata das proficiências de todos os participantes do exame.

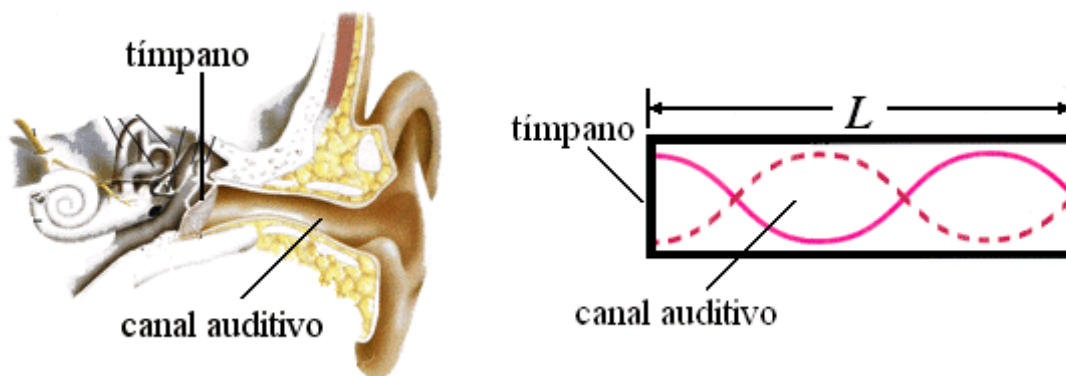
Bom estudo a todos e a todas!

Inep/MEC



## QUESTÃO 1

Um dos modelos usados na caracterização dos sons ouvidos pelo ser humano baseia-se na hipótese de que ele funciona como um tubo ressonante. Neste caso, os sons externos produzem uma variação de pressão do ar no interior do canal auditivo, fazendo a membrana (tímpano) vibrar. Esse modelo pressupõe que o sistema funciona de forma equivalente à propagação de ondas sonoras em tubos com uma das extremidades fechadas pelo tímpano. As frequências que apresentam ressonância com o canal auditivo têm sua intensidade reforçada, enquanto outras podem ter sua intensidade atenuada.

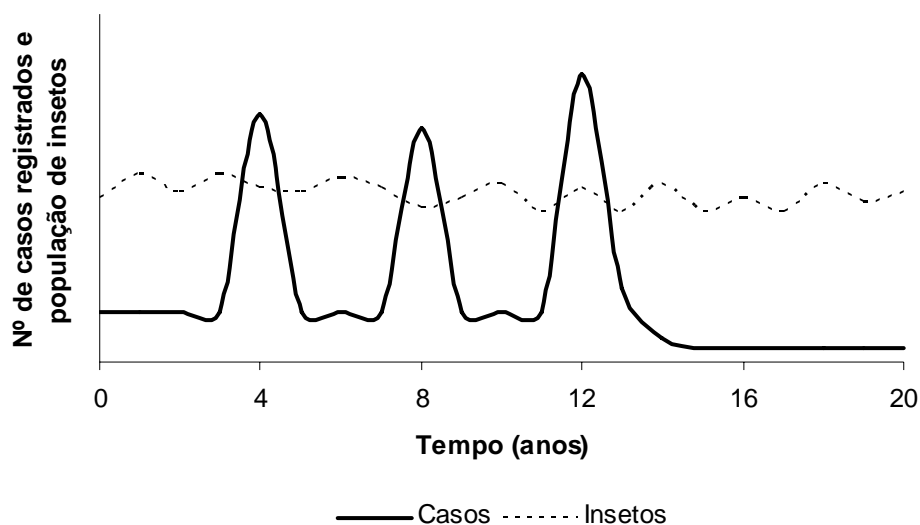


Considere que, no caso de ressonância, ocorra um nó sobre o tímpano e ocorra um ventre da onda na saída do canal auditivo, de comprimento  $L$  igual a 3,4 cm. Assumindo que a velocidade do som no ar ( $v$ ) é igual a 340 m/s, a frequência do primeiro harmônico (frequência fundamental,  $n = 1$ ) que se formaria no canal, ou seja, a frequência mais baixa que seria reforçada por uma ressonância no canal auditivo, usando este modelo é

- (A) 0,025 kHz, valor que considera a frequência do primeiro harmônico como igual a  $nv/4L$  e equipara o ouvido a um tubo com ambas as extremidades abertas.
- (B) 2,5 kHz, valor que considera a frequência do primeiro harmônico como igual a  $nv/4L$  e equipara o ouvido a um tubo com uma extremidade fechada.
- (C) 10 kHz, valor que considera a frequência do primeiro harmônico como igual a  $nv/L$  e equipara o ouvido a um tubo com ambas as extremidades fechadas.
- (D) 2.500 kHz, valor que expressa a frequência do primeiro harmônico como igual a  $nv/L$ , aplicável ao ouvido humano.
- (E) 10.000 kHz, valor que expressa a frequência do primeiro harmônico como igual a  $nv/L$ , aplicável ao ouvido e a tubo aberto e fechado.

## QUESTÃO 2

O gráfico a seguir ilustra, de maneira hipotética, o número de casos, ao longo de 20 anos, de uma doença infecciosa e transmissível (linha cheia), própria de uma região tropical específica, transmitida por meio da picada de inseto. A variação na densidade populacional do inseto transmissor, na região considerada, é ilustrada (linha pontilhada). Durante o período apresentado não foram registrados casos dessa doença em outras regiões.



Sabendo que as informações se referem a um caso típico de endemia, com um surto epidêmico a cada quatro anos, percebe-se que no terceiro ciclo houve um aumento do número de casos registrados da doença. Após esse surto foi realizada uma intervenção que controlou essa endemia devido

- (A) à população ter se tornado autoimune.
- (B) à introdução de predadores do agente transmissor.
- (C) à instalação de proteção mecânica nas residências, como telas nas aberturas.
- (D) ao desenvolvimento de agentes químicos para erradicação do agente transmissor.
- (E) ao desenvolvimento de vacina que ainda não era disponível na época do primeiro surto.

### QUESTÃO 3

Ao utilizarmos um copo descartável não nos damos conta do longo caminho pelo qual passam os átomos ali existentes, antes e após esse uso. O processo se inicia com a extração do petróleo, que é levado às refinarias para separação de seus componentes. A partir da matéria-prima fornecida pela indústria petroquímica, a indústria química produz o polímero à base de estireno, que é moldado na forma de copo descartável ou de outros objetos, tais como utensílios domésticos. Depois de utilizados, os copos são descartados e jogados no lixo para serem reciclados ou depositados em aterros.

Materiais descartáveis, quando não reciclados, são muitas vezes rejeitados e depositados indiscriminadamente em ambientes naturais. Em consequência, esses materiais são mantidos na natureza por longo período de tempo. No caso de copos plásticos constituídos de polímeros à base de produtos petrolíferos, o ciclo de existência deste material passa por vários processos que envolvem

- (A) a decomposição biológica, que ocorre em aterros sanitários, por micro-organismos que consomem plásticos com estas características apolares.
- (B) a polimerização, que é um processo artificial inventado pelo homem, com a geração de novos compostos resistentes e com maiores massas moleculares.
- (C) a decomposição química, devido à quebra de ligações das cadeias poliméricas, o que leva à geração de compostos tóxicos ocasionando problemas ambientais.
- (D) a polimerização, que produz compostos de propriedades e características bem definidas, com geração de materiais com ampla distribuição de massa molecular.
- (E) a decomposição, que é considerada uma reação química porque corresponde à união de pequenas moléculas, denominados monômeros, para a formação de oligômeros.

## QUESTÃO 4

A nanotecnologia está ligada à manipulação da matéria em escala nanométrica, ou seja, uma escala tão pequena quanto a de um bilionésimo do metro. Quando aplicada às ciências da vida, recebe o nome de nanobiotecnologia. No fantástico mundo da nanobiotecnologia, será possível a invenção de dispositivos ultrapequenos que, usando conhecimentos da biologia e da engenharia, permitirão examinar, manipular ou imitar os sistemas biológicos.

LACAVA, Z.; MORAIS, P. Nanobiotecnologia e saúde. *Com Ciência*. Reportagens. Nanociência & Nanotecnologia. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/nanotecnologia/nano15.htm>>. Acesso em: 4 maio 2009.

Como exemplo da utilização dessa tecnologia na Medicina, pode-se citar a utilização de nanopartículas magnéticas (nanoimãs) em terapias contra o câncer. Considerando-se que o campo magnético não age diretamente sobre os tecidos, o uso dessa tecnologia em relação às terapias convencionais é

- (A) de eficácia duvidosa, já que não é possível manipular nanopartículas para serem usadas na medicina com a tecnologia atual.
- (B) vantajoso, uma vez que o campo magnético gerado por essas partículas apresenta propriedades terapêuticas associadas ao desaparecimento do câncer.
- (C) desvantajoso, devido à radioatividade gerada pela movimentação de partículas magnéticas, o que, em organismos vivos, poderia causar o aparecimento de tumores.
- (D) desvantajoso, porque o magnetismo está associado ao aparecimento de alguns tipos de câncer no organismo feminino como, por exemplo, o câncer de mama e o de colo de útero.
- (E) vantajoso, pois se os nanoimãs forem ligados a drogas quimioterápicas, permitem que estas sejam fixadas diretamente em um tumor por meio de um campo magnético externo, diminuindo-se a chance de que áreas saudáveis sejam afetadas.

## QUESTÃO 5

Considere a situação em que foram realizados dois experimentos, designados de experimentos **A** e **B**, com dois tipos celulares, denominados células **1** e **2**. No experimento **A**, as células **1** e **2** foram colocadas em uma solução aquosa contendo cloreto de sódio (NaCl) e glicose ( $C_6H_{12}O_6$ ), com baixa concentração de oxigênio. No experimento **B** foi fornecida às células **1** e **2** a mesma solução, porém com alta concentração de oxigênio, semelhante à atmosférica. Ao final do experimento, mediu-se a concentração de glicose na solução extracelular em cada uma das quatro situações. Este experimento está representado no quadro abaixo. Foi observado no experimento **A** que a concentração de glicose na solução que banhava as células **1** era maior que a da solução contendo as células **2** e esta era menor que a concentração inicial. No experimento **B**, foi observado que a concentração de glicose na solução das células **1** era igual à das células **2** e esta era idêntica à observada no experimento **A**, para as células **2**, ao final do experimento.

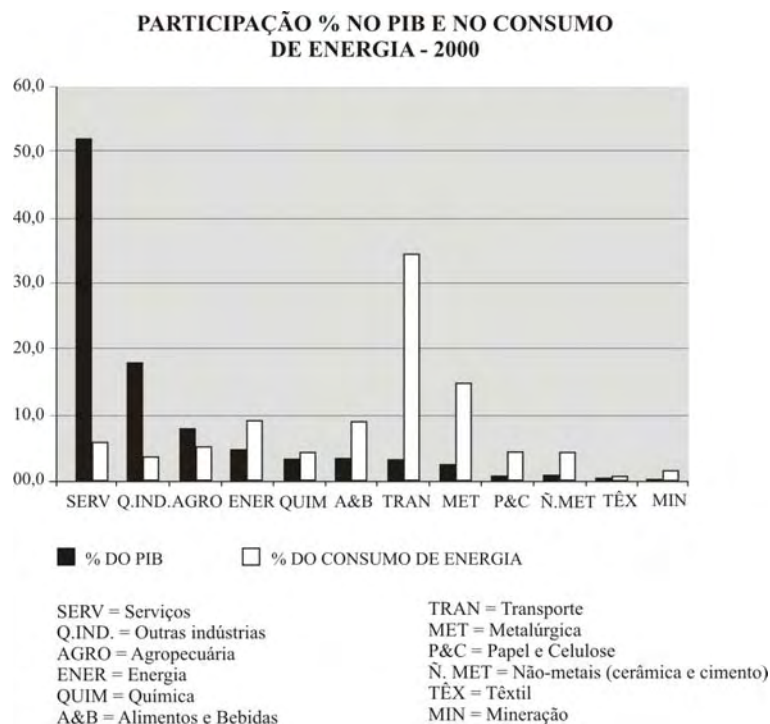
Experimento A		Experimento B	
Células 1	Células 2	Células 1	Células 2
NaCl e glicose baixa concentração de oxigênio		NaCl e glicose alta concentração de oxigênio	

Pela interpretação do experimento descrito, pode-se observar que o metabolismo das células estudadas está relacionado às condições empregadas no experimento, visto que as

- (A) células 1 realizam metabolismo aeróbio.
- (B) células 1 são incapazes de consumir glicose.
- (C) células 2 consomem mais oxigênio que as células 1.
- (D) células 2 têm maior demanda de energia que as células 1.
- (E) células 1 e 2 obtiveram energia a partir de substratos diferentes.

## QUESTÃO 6

No século XXI, racionalizar o uso da energia é uma necessidade imposta ao homem devido ao crescimento populacional e aos problemas climáticos que o uso da energia, nos moldes em que vem sendo feito, tem criado para o planeta. Assim, melhorar a eficiência no consumo global de energia torna-se imperativo. O gráfico, a seguir, mostra a participação de vários setores da atividade econômica na composição do PIB e sua participação no consumo final de energia no Brasil.



PATUSCO, J. A. M. Energia e economia no Brasil 1970-2000. *Economia & Energia*, n. 35, nov./dez., 2002. Disponível em: <<http://ecen.com/eee35/energ-econom1970-2000.htm>>. Acesso em: 20 mar. 2009. (com adaptações).

Considerando os dados apresentados, a fonte de energia primária para a qual uma melhoria de 10% na eficiência de seu uso resultaria em maior redução no consumo global de energia seria

- (A) o carvão.
- (B) o petróleo.
- (C) a biomassa.
- (D) o gás natural.
- (E) a hidroeletricidade.



## QUESTÃO 7

“Quatro, três, dois, um... Vá!” O relógio marcava 9h32min (4h32min em Brasília) na sala de comando da Organização Europeia de Pesquisa Nuclear (CERN), na fronteira da Suíça com a França, quando o narrador anunciou o surgimento de um *flash* branco nos dois telões. Era sinal de que o experimento científico mais caro e mais complexo da humanidade tinha dado seus primeiros passos rumo à simulação do *Big Bang*, a grande explosão que originou o universo. A plateia, formada por jornalistas e cientistas, comemorou com aplausos assim que o primeiro feixe de prótons foi injetado no interior do Grande Colisor de Hadrons (LHC – *Large Hadrons Collider*), um túnel de 27 km de circunferência construído a 100 m de profundidade. Duas horas depois, o segundo feixe foi lançado, em sentido contrário. Os feixes vão atingir velocidade próxima à da luz e, então, colidirão um com o outro. Essa colisão poderá ajudar a decifrar mistérios do universo.

CRAVEIRO, R. "Máquina do Big Bang" é ligada. *Correio Braziliense*, Brasília, 11 set. 2008, p. 34.  
(com adaptações).

Segundo o texto, o experimento no LHC fornecerá dados que possibilitarão decifrar os mistérios do universo. Para analisar esses dados provenientes das colisões no LHC, os pesquisadores utilizarão os princípios de transformação da energia. Sabendo desses princípios, pode-se afirmar que

- (A) as colisões podem ser elásticas ou inelásticas e, em ambos os casos, a energia cinética total se dissipa na colisão.
- (B) a energia dos aceleradores é proveniente da energia liberada nas reações químicas no feixe injetado no interior do Grande Colisor.
- (C) o feixe de partículas adquire energia cinética proveniente das transformações de energia ocorridas na interação do feixe com os aceleradores.
- (D) os aceleradores produzem campos magnéticos que não interagem com o feixe, já que a energia preponderante das partículas no feixe é a energia potencial.
- (E) a velocidade das partículas do feixe é irrelevante nos processos de transferência de energia nas colisões, sendo a massa das partículas o fator preponderante.

## QUESTÃO 8

A figura a seguir ilustra as principais fontes de emissões mundiais de gás carbônico, relacionando-as a nossas compras domésticas (familiares).



Compre verde: como nossas compras podem ajudar a salvar o planeta. *Época*, n. 515, 31 março 2008.

Com base nas informações da figura, é observado que as emissões de gás carbônico estão diretamente ligadas às compras domésticas. Deste modo, deduz-se das relações de produção e consumo apresentadas que

- (A) crescimento econômico e proteção ambiental são políticas públicas incompatíveis.
- (B) a redução da atividade industrial teria pouco impacto nas emissões globais de gás carbônico.
- (C) os fluxos de carbono na biosfera não são afetados pela atividade humana, pois são processos cíclicos.
- (D) a produção de alimentos, em seu conjunto, é diretamente responsável por 17% das emissões de gás carbônico.
- (E) haveria decréscimo das emissões de gás carbônico se o consumo ocorresse em áreas mais próximas da produção.

## QUESTÃO 9

“Dê-me um navio cheio de ferro e eu lhe darei uma era glacial”, disse o cientista John Martin (1935-1993), dos Estados Unidos, a respeito de uma proposta de intervenção ambiental para resolver a elevação da temperatura global; o americano foi recebido com muito ceticismo. O pesquisador notou que mares com grande concentração de ferro apresentavam mais fitoplâncton e que essas algas eram capazes de absorver elevadas concentrações de dióxido de carbono da atmosfera. Esta incorporação de gás carbônico e de água ( $H_2O$ ) pelas algas ocorre por meio do processo de fotossíntese, que resulta na produção de matéria orgânica empregada na constituição da biomassa e na liberação de gás oxigênio ( $O_2$ ). Para essa proposta funcionar, o carbono absorvido deveria ser mantido no fundo do mar, mas como a maioria do fitoplâncton faz parte da cadeia alimentar de organismos marinhos, ao ser decomposto devolve  $CO_2$  à atmosfera.

Os sete planos para salvar o mundo. *Galileu*, n. 214, maio 2009. (com adaptações).

Considerando que a ideia do cientista John Martin é viável e eficiente e que todo o gás carbônico absorvido ( $CO_2$ , de massa molar igual a 44 g/mol) transforma-se em biomassa fitoplanctônica (cuja densidade populacional de 100 g/m<sup>2</sup> é representada por  $C_6H_{12}O_6$ , de massa molar igual a 180 g/mol), um aumento de 10 km<sup>2</sup> na área de distribuição das algas resultaria na

- (A) emissão de  $4,09 \times 10^6$  kg de gás carbônico para a atmosfera, bem como no consumo de toneladas de gás oxigênio da atmosfera.
- (B) retirada de  $1,47 \times 10^6$  kg de gás carbônico da atmosfera, além da emissão direta de toneladas de gás oxigênio para a atmosfera.
- (C) retirada de  $1,00 \times 10^6$  kg de gás carbônico da atmosfera, bem como na emissão direta de toneladas de gás oxigênio das algas para a atmosfera.
- (D) retirada de  $6,82 \times 10^5$  kg de gás carbônico da atmosfera, além do consumo de toneladas de gás oxigênio da atmosfera para a biomassa fitoplanctônica.
- (E) emissão de  $2,44 \times 10^5$  kg de gás carbônico para a atmosfera, bem como na emissão direta de milhares de toneladas de gás oxigênio para a atmosfera a partir das algas.

Observação: Item reformulado e revisado em 30 de julho de 2009.

## QUESTÃO 10

Na Região Amazônica, diversas espécies de aves se alimentam da ucuúba (*Virola sebifera*), uma árvore que produz frutos com polpa carnosas, vermelha e nutritiva. Em locais onde essas árvores são abundantes, as aves se alternam no consumo dos frutos maduros, ao passo que em locais onde elas são escassas, tucanos-de-papo-branco (*Ramphastus tucanos cuvieri*) permanecem forrageando nas árvores por mais tempo. Por serem de grande porte, os tucanos-de-papo-branco não permitem a aproximação de aves menores, nem mesmo de outras espécies de tucanos. Entretanto, um tucano de porte menor (*Ramphastus vitellinus Ariel*), ao longo de milhares de anos, apresentou modificação da cor do seu papo, do amarelo para o branco, de maneira que se tornou semelhante ao seu parente maior. Isso permite que o tucano menor compartilhe as ucuúbas com a espécie maior sem ser expulso por ela ou sofrer as agressões normalmente observadas nas áreas onde a espécie apresenta o papo amarelo.

PAULINO NETO, H. F. Um tucano 'disfarçado'. *Ciência Hoje*, v. 252, p. 67-69, set. 2008. (com adaptações).

O fenômeno que envolve as duas espécies de tucano constitui um caso de

- (A) mutualismo, pois as duas espécies compartilham os mesmos recursos.
- (B) parasitismo, pois a espécie menor consegue se alimentar das ucuúbas.
- (C) relação intraespecífica, pois ambas as espécies apresentam semelhanças físicas.
- (D) sucessão ecológica, pois a espécie menor está ocupando o espaço da espécie maior.
- (E) mimetismo, pois uma espécie está fazendo uso de uma semelhança física em benefício próprio.

## GABARITO

**Questão 1** – Gabarito: **B** .....  
Habilidade 1 – Reconhecer características ou propriedades de fenômenos ondulatórios ou oscilatórios, relacionando-os a seus usos em diferentes contextos.

**Questão 2** – Gabarito: **E** .....  
Habilidade 2 – Associar a solução de problemas de comunicação, transporte, saúde, ou outro, com o correspondente desenvolvimento científico e tecnológico.

**Questão 3** – Gabarito: **C** .....  
Habilidade 8 – Identificar etapas em processos de obtenção, transformação, utilização ou reciclagem de recursos naturais, energéticos ou matérias-primas, considerando processos biológicos, químicos ou físicos neles envolvidos.

**Questão 4** – Gabarito: **E** .....  
Habilidade 11 – Reconhecer benefícios, limitações e aspectos éticos da biotecnologia, considerando estruturas e processos biológicos envolvidos em produtos biotecnológicos.

**Questão 5** – Gabarito: **A** .....  
Habilidade 15 – Interpretar modelos e experimentos para explicar fenômenos ou processos biológicos em qualquer nível de organização dos sistemas biológicos.

**Questão 6** – Gabarito: **B** .....  
Habilidade 17 – Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica.

**Questão 7** – Gabarito: **C** .....  
Habilidade 20 – Caracterizar causas ou efeitos dos movimentos de partículas, substâncias, objetos ou corpos celestes.

**Questão 8** – Gabarito: **E** .....  
Habilidade 23 – Avaliar possibilidades de geração, uso ou transformação de energia em ambientes específicos, considerando implicações éticas, ambientais, sociais e/ou econômicas.

**Questão 9** – Gabarito: **B** .....  
Habilidade 27 – Avaliar propostas de intervenção no meio ambiente aplicando conhecimentos químicos, observando riscos ou benefícios.

**Questão 10** – Gabarito: **E** .....  
Habilidade 28 – Associar características adaptativas dos organismos com seu modo de vida ou com seus limites de distribuição em diferentes ambientes, em especial em ambientes brasileiros.

**INEP**



Ministério  
da Educação

