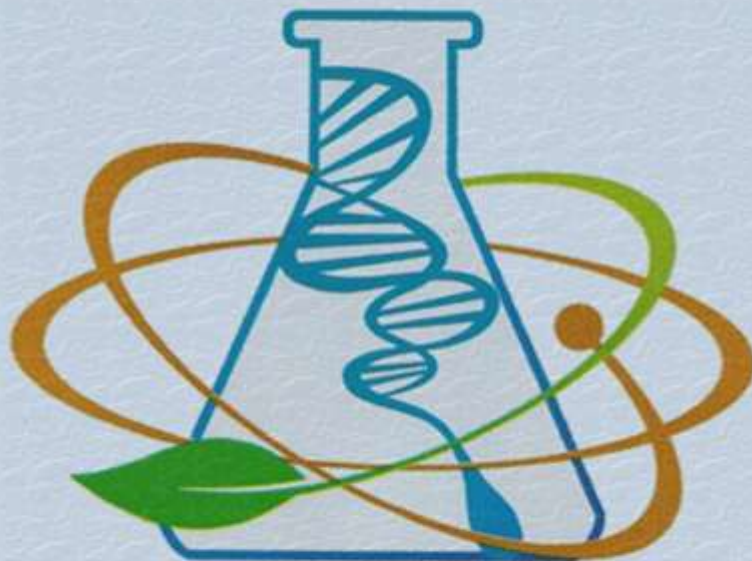


Caderno Marista para o ENEM

Diretoria Executiva da Rede de Colégios – DERC
Out/2012

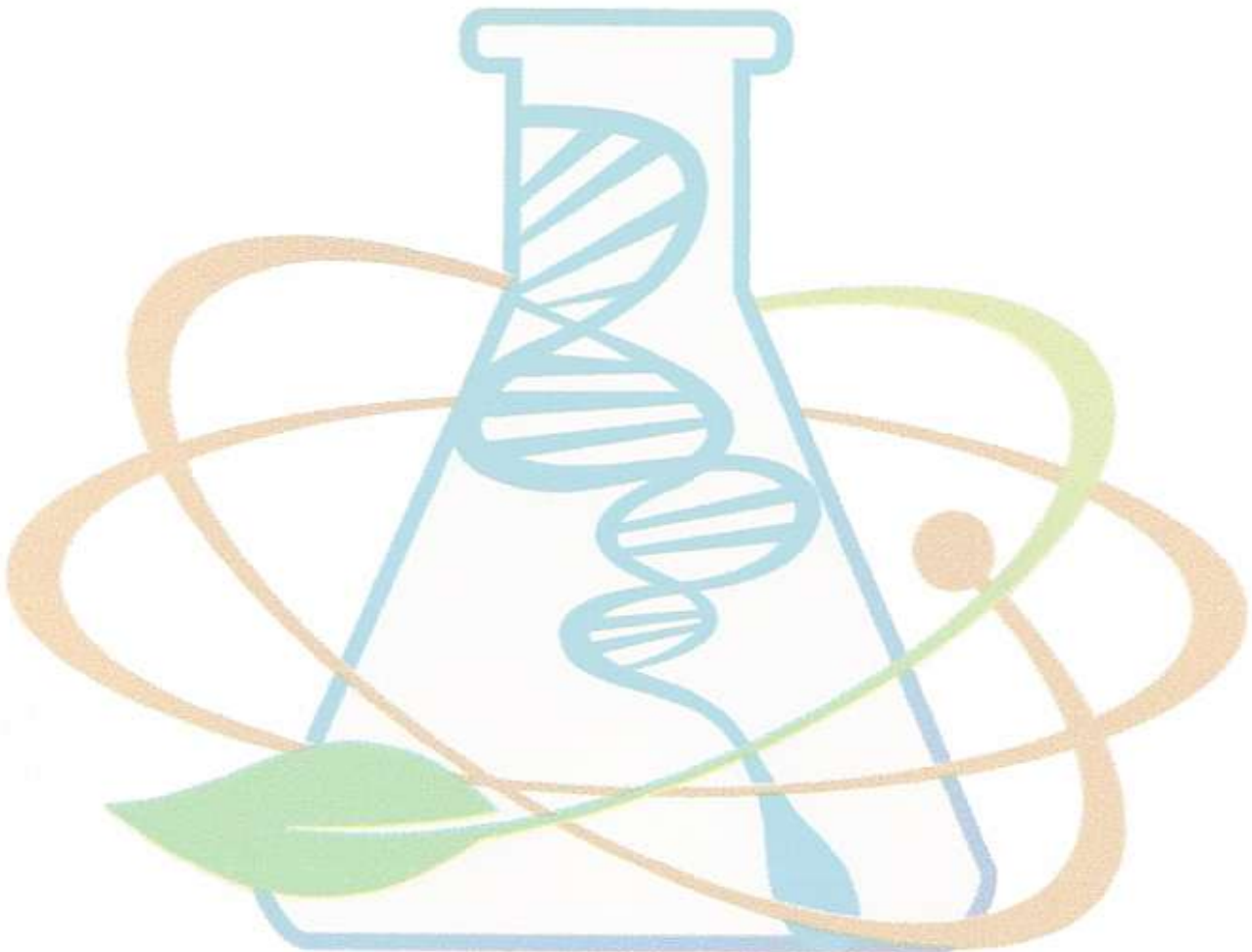


COLÉGIOS MARISTAS

GRUPO MARISTA

Ciências da Natureza e suas Tecnologias

Formação de professores - 1





EXPEDIENTE

DIRETORIA EXECUTIVA DA REDE DE COLÉGIOS (DERC)

Diretor Executivo: Ir. Paulinho Vogel

Diretora Educacional: Isabel Cristina Michelan de Azevedo

Diretor de Negócios: André Garcia

CONSELHO EDITORIAL

Ana Lúcia Carneiro Fernandes Souto

Denize Maria Munhoz da Rocha R. de Souza

Isabel Cristina Michelan de Azevedo

Jorge Lampe Narciso Junior

Leandro Gaffo

Marco Aurélio Ghislandi

Maria de Lourdes R. Remenche

Maria Rosa Chaves Künzle

EQUIPE DE ELABORAÇÃO

Ana Lúcia Carneiro Fernandes Souto

Isabel Cristina Michelan de Azevedo

Jorge Lampe Narciso Junior

Monica Fogaça

Suzi Luci Schmitz

REVISÃO GRAMATICAL

Elisabete Franczak

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

Maria Auxiliadora Ferreira Santos

APOIO

Equipe de Marketing do Grupo Marista



Curitiba, 15 de outubro de 2012.

Caro professor,

Você tem em mãos um caderno elaborado para dar continuidade aos diálogos realizados ao longo deste ano em torno das características da área de Ciências da Natureza e suas tecnologias. Ao organizar os componentes curriculares em grandes áreas, o ENEM preconiza uma forma de organização interdisciplinar, precursora de uma necessária articulação entre os conhecimentos construídos historicamente.

O desenvolvimento dos objetivos formativos da área de Ciências da Natureza do ENEM, no entanto, depende da interface com as outras áreas (Linguagens e Códigos e suas tecnologias e Ciências Humanas e suas tecnologias), pois é condição de realização de um projeto pedagógico de uma escola de Ensino Médio formar sujeitos capazes de questionar processos naturais e tecnológicos, identificando regularidades, apresentando interpretações e prevendo evoluções, além de desenvolver o raciocínio, a capacidade de aprender e a comunicação.

Não há como perder de vista, segundo Luiz Carlos de Menezes¹ (apud MACEDO; ASSIS, 2002), que a construção do conhecimento científico é claramente disciplinar e dificilmente se poderia conceber um aprendizado que não o fosse, por isso neste material encontra-se uma reflexão que parte dos componentes de Física, Química e Biologia para aprofundar a compreensão das competências da área de Ciências da Natureza.

Além de uma análise conceitual, foram inseridas atividades que pretendem discutir as possibilidades de concretização da interdisciplinaridade, não pela fusão das disciplinas, mas pela contextualização das questões e das situações selecionadas.

Convidamos você a tomar este material como um ponto de partida para outros diálogos em sua unidade e com os colegas do Grupo Marista, tendo em vista a plena concretização do projeto pedagógico ao qual está vinculado.

Equipe Educacional da Diretoria Executiva da Rede de Colégios
(DERC)

¹ Professor da Universidade de São Paulo, autor da Matriz de Competências do ENEM, em sua primeira edição (1998), e coordenador da área de Ciências Naturais e suas tecnologias.



SUMÁRIO

A noção de competência e habilidades no EXAME NACIONAL DE ENSINO MÉDIO (ENEM).....	6
As competências da área Ciências da Natureza sob o olhar da Física.....	10
As competências da área Ciências da Natureza sob o olhar da Química.....	38
As competências da área Ciências da Natureza sob o olhar da Biologia.....	79
Considerações finais.....	104
Referências.....	105



A noção de competência e habilidades no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)

A Matriz de Competências e Habilidades do ENEM tem como referência um currículo escolar integrado, “norteado por objetivos de ensino/aprendizagem em que os conteúdos escolares são plurais e só têm sentido e significado se mobilizados pelo sujeito do conhecimento: o estudante”². Nesse sentido, o modelo de avaliação do ENEM procura aferir as estruturas mentais com as quais se constroem continuamente o conhecimento e não apenas a memória que, embora seja importantíssima, não consegue sozinha fazer os indivíduos capazes de compreender o mundo em que vivem, sobretudo diante das velozes mudanças sociais, econômicas, tecnológicas e do próprio acervo de conhecimentos, com os quais convive diariamente (BRASIL, 2007, p. 5-6).

Observa-se, assim, que o novo paradigma introduzido pelo ENEM na cultura escolar brasileira, desde sua primeira edição, está apoiado nas concepções de Jean Piaget e de Paulo Freire, ao buscar promover o desenvolvimento das estruturas lógicas básicas da inteligência humana e também da consciência crítica de todos os envolvidos no processo educativo.

Desde 2009, a Matriz do ENEM está organizada em 5 eixos cognitivos, comuns a todas as áreas de conhecimento, 30 competências e 120 habilidades, distribuídas entre as quatro áreas: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias, Ciências Humanas e suas Tecnologias, Matemática e suas tecnologias e Ciências da Natureza e suas tecnologias.

Os eixos cognitivos do ENEM referem-se às competências que estiveram vigentes por dez anos (de 1998 até 2008), porque a ideia é manter a pessoa no centro das atenções. É importante lembrar que cada pessoa representa um papel social que se consolida nas relações com o outro, por isso é inconcebível pensá-la isoladamente. Quando os eixos cognitivos são assumidos na perspectiva das pessoas, estabelece-se o compromisso de entendermos como elas agem e se relacionam, além de buscar promover a investigação sobre as diversas formas de agrupar esses componentes e de representar o modo como elas interagem (MACEDO; ASSIS, 2002, p. 20-21).

A análise de cada um dos eixos cognitivos permite entendermos sua dupla vinculação: psicológica e social, uma vez que as faculdades mentais são consideradas estratégias cognitivas voltadas para a análise da realidade.

² Afirmação feita por Maria Inês Fini, idealizadora do ENEM, que coordenou o projeto de 1998 até 2002. (FINI, 2011).



EIXO COGNITIVO	DESCRIÇÃO	ANÁLISE
I – Dominar linguagens	Dominar a norma culta da língua portuguesa e fazer uso das linguagens matemática, artística e científica e das línguas espanhola e inglesa.	Significa saber atravessar as fronteiras de um domínio linguístico para outro, por isso é preciso reconhecer diferentes tipos de discurso, sabendo usá-los de acordo com cada contexto. Implica também trabalhar com os conteúdos das linguagens na dimensão das conjecturas, proposições e símbolos.
II – Compreender fenômenos	Construir e aplicar conceitos das várias áreas do conhecimento para a compreensão de fenômenos naturais, de processos histórico-geográficos, da produção tecnológica e das manifestações artísticas.	Exige formular hipóteses ou ideias sobre as relações causais que determinam os fenômenos naturais e não naturais, conhecer as consequências e estabelecer significados para eles. Isso significa inter-relacionar situações, coisas e pessoas para inferir sobre elementos que não estão diretamente ligados aos fatos, mas que podem ser deduzidos a partir deles.
III – Enfrentar situações-problema	Selecionar, organizar, relacionar, interpretar dados e informações, representados de diferentes formas, para tomar decisões e enfrentar situações-problema.	Implica tomar decisões, coordenar perspectivas em contextos variados, correr riscos, coordenar as dimensões afetiva, cognitiva, política, cultural, religiosa etc., para aceitar os desafios colocados. Quando o enfrentamento, considerando as dificuldades e os obstáculos, é bem-sucedido, ocorre a resolução de uma situação-problema.
IV – Construir argumentação	Relacionar informações, representadas em diferentes formas e conhecimentos disponíveis em situações concretas, para construir argumentação consistente.	Prevê o estabelecimento de diálogos, pois argumentar é saber persuadir o outro e a si mesmo em torno de uma ideia, considerando os diversos ângulos de uma mesma questão, compartilhando pontos de vista e respeitando as diferenças. É o exercício da cidadania, pois argumentar é uma prática social cada vez mais necessária e exigente.
V – Elaborar propostas	Recorrer aos conhecimentos desenvolvidos na escola para elaboração de propostas de intervenção solidária na realidade, respeitando os valores humanos e considerando a diversidade sociocultural.	Exige do sujeito mais do que a capacidade de resolver problemas, pois a sociedade contemporânea requer posicionamentos e novas soluções para a vida em sociedade. Para criar o novo, é preciso saber criticar a realidade, compreender os fenômenos, comprometer e envolver-se ativamente com projetos coletivos de maneira sensível e solidária.



As competências da atual Matriz do ENEM têm a mesma base teórica da primeira matriz que as considera expressões de saberes e de esquemas cognitivos. Embora o conceito de competência seja polêmico por expressar tanto comportamentos visíveis, observáveis, ações funcionais (sentido amplo) quanto o funcionamento cognitivo interno do sujeito (sentido restrito), a definição assumida pelo INEP indica que a cognição está associada aos contextos, por isso é evidente o fato de competências e habilidades dependerem dos conteúdos implicados nas situações e dos significados que as tarefas têm para os sujeitos.

Se as “*competências* são as modalidades estruturais da inteligência, ou melhor, ações e operações que utilizamos para estabelecer relações com e entre objetos, situações, fenômenos e pessoas que desejamos conhecer”, percebe-se que não são modalidades da inteligência pré-formadas, mas que são desenvolvidas ao longo do tempo por meio das interações estabelecidas pelos sujeitos nos espaços de convivência. Ao mesmo tempo, ao conceber que “as *habilidades* decorrem das competências adquiridas e referem-se ao plano imediato do ‘saber fazer’, por meio das ações e operações [...]”, torna-se evidente que o desenvolvimento das habilidades se dá em um movimento contínuo, mediado pela escola e pelas relações sociais, que possibilita ao sujeito aperfeiçoamento, articulação e enfrentamento de situações-problema mais específicas ou cotidianas, tendo em vista a ampliação progressiva das competências ou uma nova reorganização (BRASIL, 2000, p. 5).

A partir dessas definições, observa-se que a diferença entre competência e habilidade depende fundamentalmente do recorte estabelecido. Ou seja, uma competência de ordem mais geral, como resolver problemas matemáticos, supõe o domínio de várias habilidades (calcular, ler, interpretar, tomar decisões, responder por escrito etc.), mas em outro contexto interpretar um problema, por exemplo, representa uma competência que envolverá outro conjunto de habilidades (BRASIL, 2005, p. 19).

As 30 competências propostas na Matriz do ENEM 2009 indicam que o mais importante é valorizar a capacidade de os estudantes relacionarem diferentes informações apresentadas nos itens que compõem as provas. Ao estabelecer conexões e lidar com questões que propõem desafios, o sujeito deve coordenar condições variadas, projetar novas possibilidades, organizar estratégias ou planos, para ser capaz de lidar simultaneamente com temas pertinentes ao pensamento científico e ao conhecimento popular ou empírico.

É nessa perspectiva que o conceito de competência, cuja significação se configura na perspectiva estrutural, supõe, de um lado, as ações e operações gerais do sujeito, enquanto possibilidades dadas pelo funcionamento cognitivo, ao mesmo tempo em que serve de base para as relações das mesmas com os saberes específicos, expressos em habilidades ou no saber fazer imediato, requerido por situações enfrentadas pelo sujeito (TEIXEIRA, 2007, p. 18).



As 120 habilidades apontam as operações mentais requeridas pelas avaliações e representam os esquemas de ação (atos sensório-motores) apropriados pelos sujeitos, bem como as operações tomadas também como atos simbólicos. A análise do conjunto das habilidades revela níveis diferentes de operações, que podem ser associados à taxonomia de Bloom³, e evidentes relações com conteúdos provenientes dos componentes curriculares, que continuam sendo essenciais, pois o conhecimento humano é disciplinar, segundo Menezes (apud MACEDO; ASSIS, 2002).

Os conteúdos específicos são colocados a serviço das habilidades, que estão associadas às 8 competências e perpassam várias ações ou operações, como pode ser visto na seguinte distribuição:

- Reconhecer, associar, confrontar e avaliar (associadas à Competência 1);
- Dimensionar, relacionar e selecionar (associadas à Competência 2);
- Identificar, compreender, analisar, reconhecer e avaliar (associadas à Competência 3);
- Reconhecer, identificar, interpretar e compreender (associadas à Competência 4);
- Relacionar e avaliar (associadas à Competência 5);
- Caracterizar, utilizar, compreender e avaliar (associadas à Competência 6);
- Utilizar, caracterizar e avaliar (associadas à Competência 7);
- Associar, interpretar, avaliar (associadas à competência 8).

Em uma rápida análise, observa-se que algumas operações são recorrentes (reconhecer, compreender e avaliar), por isso merecem maior atenção. Reconhecer é a operação que exige o exercício da identificação em diferentes contextos, compreender já requer a coordenação de elementos dispersos, em diferentes perspectivas, compondo uma estrutura (reversível), e avaliar é uma operação mais complexa que prevê julgamentos das opções oferecidas, pois o sujeito necessita atribuir um valor (social e cultural) às situações ou ideias em jogo. Tais definições evidenciam que operações mentais necessitam dos conteúdos ou conceitos para serem colocadas em ação, daí ser importante intensificar a relação entre as competências, as habilidades e os componentes curriculares.

Ao contribuírem para a composição das áreas de conhecimento, as habilidades indicam possibilidades de articulação desses componentes, minimizando, assim, o isolamento e a desarticulação que podem existir no trabalho realizado em muitas escolas de educação básica.

Isso significa que competências, habilidades e conhecimentos específicos podem ser desenvolvidos em conjunto, nas muitas disciplinas escolares, por isso neste material estão sendo apresentadas análises que procuram aprofundar essas relações em Física, Química e Biologia, por estarem integradas na área de Ciências da Natureza, e ainda buscou-se discutir que tipo de atividades favorece a concretização dessa intencionalidade.

³ A obra *Taxinomia de objetivos educacionais*, de Benjamin Bloom et al., continua sendo uma importante referência para o estudo e organização das operações mentais, por isso ainda orienta a escrita dos objetivos educacionais.



AS COMPETÊNCIAS DA ÁREA CIÊNCIAS DA NATUREZA SOB O OLHAR DA FÍSICA

O componente curricular Física da educação básica tem como foco de estudo os fenômenos naturais e tecnológicos, mais precisamente: os movimentos nas escalas do micro ao macro; a interação entre radiação e matéria; geração, uso e transformação de energia, e fenômenos da termodinâmica e do eletromagnetismo. Esse estudo deve ocorrer integrado com as outras áreas do conhecimento, contribuindo com a formação de cidadãos conscientes, participativos e ativos na busca de soluções de problemas reais, a partir da avaliação dos prós e contras das situações e possíveis intervenções.

O ensino de Física deve fornecer recursos para que os jovens possam compreender que o uso das ciências tem possibilitado a melhoria da qualidade de vida de muitos, mas, infelizmente, não de todos. Deve também reconhecer que as melhorias envolvem principalmente o surgimento das tecnologias aeroespaciais, de comunicação, de saúde, de transporte, dos processos produtivos, de geração de energia e outras, enquanto que os prejuízos são, até o momento, principalmente provenientes do forte impacto socioambiental com perda da qualidade de vida de diversas comunidades.

O estudante, ao final da educação básica, deve ser capaz de compreender o cotidiano de forma conceitual e crítica, valorizando o diálogo entre as linguagens científicas e as linguagens das demais culturas e estabelecendo relações histórico-temporais na análise do presente e na projeção do futuro. Para tanto, entendemos que os estudantes devem ter desenvolvidas competências e habilidades que lhes permitam compreender a Física, bem como suas dinâmicas e o mundo.

O ENEM elenca oito competências para a área de Ciências da Natureza, entre elas uma competência específica para a Física. Todas elas são fundamentais no estudo do componente curricular Física para que o estudante alcance a meta supracitada. Isso porque as competências fazem a ponte entre os conceitos básicos do pensamento físico e a realidade do atual desenvolvimento tecnocientífico que permeia nossas realidades. Elas permitem colocar os conceitos aprendidos a serviço da discussão e resolução de problemas, da reflexão em torno de assuntos veiculados nas mídias e/ou presentes no cotidiano. Servem principalmente para subsidiar a tomada de decisão mais consciente.

O exercício da tomada de decisão na resolução de situações-problema exige que o estudante saiba selecionar conhecimentos, procedimentos e valores adequados à análise do caso em questão, mais ainda, que tenha compreensão aprofundada desses conhecimentos e que saiba organizá-los, relacioná-los e colocá-los em ação na construção de hipóteses, explicações, julgamentos, argumentações, de modo a criar propostas adequadas para a promoção do bem coletivo.



É justamente por isso que o ENEM está focado na análise e/ou resolução de situações-problema que precisam ser interpretadas a partir do uso dos conceitos básicos da Física, isolados ou relacionados com conceitos de outros componentes dessa área ou de outras áreas de conhecimento, em uma perspectiva prática e ética para sua resolução. Frequentemente estão presentes nos itens temas discutidos na atualidade, mas relacionados aos conteúdos estudados no ensino médio, como: movimento, equilíbrio, energia, trabalho, potência, o Universo, fenômenos elétricos e magnéticos, oscilações, ondas, fenômenos ópticos, radiação, calor, fenômenos térmicos e a descoberta de leis físicas.

A análise das provas do ENEM a partir de 2009 mostra uma preponderância de questões relativas à eletricidade (abordando os diversos tipos de energia, fontes, consumo, cálculo e transformações de potência elétrica) e calor, e também a fenômenos térmicos (calorimetria, temperatura média, calor específico, isolante térmico e transformações térmicas)⁴.

As formas como a Física pode ser abordada em cada uma das competências da área são apresentadas a seguir, com dicas e exemplos de atividades que podem auxiliar no estudo da física de modo articulado com o desenvolvimento das competências.

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

A Física, assim como as demais ciências, produz modelos científicos teóricos e/ou experimentais, que são aproximações da realidade, visando explicar os fenômenos naturais. Para tanto, os físicos empregam recursos e métodos específicos da área que visam validá-los perante a comunidade científica.

A compreensão da origem, estrutura e dinâmica dos conhecimentos, conceitos e teorias da Física é elemento básico para a compreensão do papel desse componente como instrumento de construção de significados de mundo, saberes e culturas. Essa competência se refere exatamente à análise do processo de produção desses conhecimentos, considerando tanto a compreensão das dinâmicas internas do componente quanto o aspecto humano de sua produção.

Historicamente, podemos dizer que a Física busca compreender e explicar o que dos fenômenos naturais se mantém além da influência do observador. Assim, para que uma teoria proveniente de um processo experimental seja validada, é preciso que o(s) experimento(s) possa(m) ser reproduzido(s) em outros laboratórios obtendo o mesmo

⁴ Disponível em: <<http://zerohora.clicrbs.com.br/rs/geral/vestibular/noticia/2012/06/nova-pesquisa-destaca-conteudos-mais-exigidos-no-exame-de-fisica-do-enem-3779876.html>> e <<http://noticias.universia.com.br/destaque/noticia/2012/06/04/939719/mais-cai-na-prova-fisica-do-enem.html>>.



resultado, independentemente do cientista que o realiza. Atualmente, com o advento da Física Quântica, a influência do observador não pode ser sempre desconsiderada.

Isso provê o caráter exato da Física, mas apesar disso ela não pode ser considerada uma ciência pronta e acabada. Seus conceitos e teorias não são verdades absolutas, ao contrário, são verdades transitórias válidas até que uma nova descoberta, um novo experimento e/ou a tecnologia mais avançada levante(m) dados que elas não conseguem explicar. Quando isso acontece, as teorias normalmente deixam de ser válidas e são substituídas por outras. Nessa dinâmica é simples compreender que o estado de desenvolvimento tecnológico influencia diretamente a construção dos saberes da Física.

Além disso, por ser fruto da construção humana, a Física não é neutra, podendo estar também a serviço de interesses econômicos e políticos. O saber da Física é um saber humano profundamente matizado também pelos aspectos sociais, econômicos, políticos e culturais, que influenciam tanto seus avanços e resultados quanto sua utilização. Um aspecto dessa influência é o incentivo político-financeiro ao desenvolvimento de uma área em detrimento de outra, por exemplo, o desenvolvimento das roupas antichamas dos bombeiros e o micro-ondas são frutos da corrida à conquista espacial.

O conhecimento dessas forças múltiplas faz com que questões referentes ao “por que” e “para que” aprender ciência tenham respostas mais claras. A cidadania consciente passa pela compreensão das complexas relações entre os saberes e seus diferentes usos, o que possibilita deixar de considerar a Física como “fim nela mesma” ou “ciência por ciência”.

É importante que os professores estejam atentos para isso, problematizando o modo pelo qual os conceitos e modelos científicos foram produzidos na história, em relações de poder. Nessa direção, seguem dicas importantes que devem ser levadas em conta na hora de estudar e resolver as questões propostas.

- a) A produção científica está constantemente sujeita a mudanças e não **descobre** a realidade, a ciência propõe teorias a partir de modelos aproximados da realidade, o que contraria a ideia de que os conhecimentos científicos são cópias fiéis da realidade.
- b) Não existe um único método científico, há vários tipos ligados a diferentes teorias. O conhecimento depende do estabelecimento de relações entre teorias, de aproximações, observações, resultados experimentais e matemáticos, argumentos racionais etc. Apesar da diversidade, há aspectos comuns aos vários métodos, como: registros de dados experimentais e/ou teóricos, a busca e crítica das evidências, validação e replicação dos estudos pelas comunidades científicas.
- c) A produção científica não depende apenas da razão; ela é influenciada pela história de vida do pesquisador, por opiniões, políticas, sentimentos, julgamentos e está sujeita aos referenciais teóricos escolhidos pelo próprio cientista ou pelo grupo ao qual pertence (que geralmente são os que inspiram as questões iniciais das pesquisas).



- d) O objetivo da ciência é a busca da explicação dos fenômenos naturais (por meio de modelos, teorias, hipóteses) ou a previsão da repetição desses fenômenos (leis). Ela não descobre leis da natureza, essas leis são criações do(s) pesquisador(es) a partir do estabelecimento de relações possíveis e criativas entre teorias e leis vigentes na época, que dependem do grau de aproximação de seu modelo ao que foi observado na realidade.
- e) A ciência é uma das tradições sociais e culturais, isto é, é uma produção feita por pessoas. Ela é mais uma das práticas que caracterizam a cultura dos grupos sociais, apesar de haver outras práticas que produzem conhecimentos de outros tipos.
- f) A tecnologia não é apenas o produto final, mas todas as condições do processo que participam da criação e elaboração de um produto (conhecimentos anteriores e produzidos durante a confecção, descrição de procedimentos e condições históricas de influência).
- g) A tecnologia não é necessariamente evolutiva, no sentido de o novo ser melhor do que o antigo. O julgamento da melhoria ou não da tecnologia deve considerar diferentes aspectos, tais como impactos socioambientais, acessibilidade, sustentabilidade, custos na produção e descarte de resíduos etc., ou seja, aspectos outros que não apenas o estudo da eficiência e eficácia do produto.

A seguir são dados exemplos de uma atividade e de uma questão do ENEM relacionadas com a Competência 1 no componente curricular Física.

Atividade referente à Competência 1 - adaptada de Forato (2009, p. 40-41):

Um pouco sobre a luz na antiguidade grega

Você já olhou para o céu longe das luzes da cidade em uma noite sem nuvens? Quem não fica encantado diante daquela infinidade de estrelas brilhantes, da Via Láctea e da luz prateada da lua? Os povos antigos viam esse espetáculo da natureza praticamente todas as noites, pois não havia iluminação forte nas ruas das cidades. Cada povo construiu seu próprio modo de entender e relatar esses e outros fenômenos naturais, e contar a história do mundo.

As primeiras formas de explicar a natureza foram a mitologia e a religião, até surgir na Antiguidade, por volta do século VI a.C., o pensamento filosófico. Não temos muitas informações sobre essa época, os estudos baseiam-se em alguns documentos históricos.

Costuma-se dividir a filosofia grega em dois períodos: antes e depois de Sócrates. Os filósofos anteriores a Sócrates (os chamados "pré-socráticos") escreveram muitas obras que, no entanto, não foram conservadas. Tudo o que se sabe sobre eles é indireto, baseado em pequenos trechos de seus escritos que foram citados por outros autores posteriores (os "fragmentos" dos pré-socráticos) e em descrições feitas por autores posteriores a Sócrates (os



"testemunhos", ou "doxografia"). Diante do pequeno número de informações sobre esses pensadores, qualquer tentativa de descrever seu pensamento será apenas uma tentativa, uma "reconstrução", que pode ser até razoável, mas nunca será definitiva ou segura. Fala-se e escreve-se muito sobre Pitágoras, Heráclito, Tales e outros dos pré-socráticos; mas pouco se sabe, realmente, sobre o que eles ensinaram. (MARTINS, 1996, p. 35).

Os estudiosos acreditam que os filósofos teriam começado a indagar qual seria a "verdadeira" explicação para o funcionamento do mundo, por exemplo, sobre a luz, e sobre a visão. Talvez eles formulassem perguntas do tipo: Por que as estrelas brilham? Como vemos as estrelas? Por que não as vemos durante o dia? O que é necessário para enxergar? O que acontece nos olhos que nos permite ver? A informação sobre o mundo vem de fora ou está nos olhos?

Foram surgindo tentativas de responder a essas questões. Em primeiro lugar, você vê porque tem olhos, mas do que depende a visão? Não enxergamos em um quarto escuro, então, a visão depende da luz. Mas o que é a luz? Que relação ela tem com os olhos? Será que enxergamos porque algo sai dos nossos olhos? Será que a informação sobre o mundo chega aos nossos olhos? Se for algo que chaga aos olhos, o que será? As respostas variavam de acordo com cada escola de pensamento – correntes filosóficas compostas por pensadores com afinidades de ideias que compartilhavam visões semelhantes sobre o funcionamento do mundo.

O filósofo Leucipo de Mileto viveu por volta de 500 a.C. Ele acreditava que os objetos emitiam pequenas partículas, como se fossem películas que se desprendiam de sua superfície, que chegavam aos nossos olhos ocasionando a visão. Tais películas, denominadas *eidola*, emanavam (saíam) da superfície dos corpos levando informações sobre eles, como a cor e a forma dos objetos. A luz para ele era essa emanção material transmitida dos objetos visíveis para o olho do observador, e a sensação visual seria causada pelo contato direto das *eidola* com o órgão dos sentidos.

FORATO, Thaís Cyrino de Mello. *A natureza da ciência como saber escolar*. um estudo de caso a partir da história da luz. 2009. 222 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. 2 v. p. 40-41. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-24092009-130728/publico/Thais_Volume_2.pdf>. Acesso em: 9 out. 2012. (Adaptado).

Com base no texto e em seus conhecimentos de Física, proponha um experimento que mostre que a teoria de Leucipo está errada.



A análise dessa atividade mostra que ela pode ser empregada para desenvolver a competência 1 de diversas maneiras, por exemplo, ressaltando que:

- Havia diferentes teorias no período e todas eram bem fundamentadas com relação ao que se considerava válido na investigação da natureza.
- Grandes pensadores e filósofos elaboraram teorias consideradas “erradas” pela ciência atual.
- As ideias e teorias devem ser analisadas em seus contextos por serem profundamente matizadas pelas crenças dos filósofos e pelos processos histórico-social-econômico e científico da época.
- Havia mais de uma interpretação possível para os fenômenos estudados e, portanto, seria ingênuo acreditar em “observação neutra”.
- A natureza não fornece evidências suficientemente simples que permitam interpretações sem ambiguidades.
- Os pensadores não construíram deduções incontestáveis, mas sim hipóteses para explicar os fenômenos naturais.

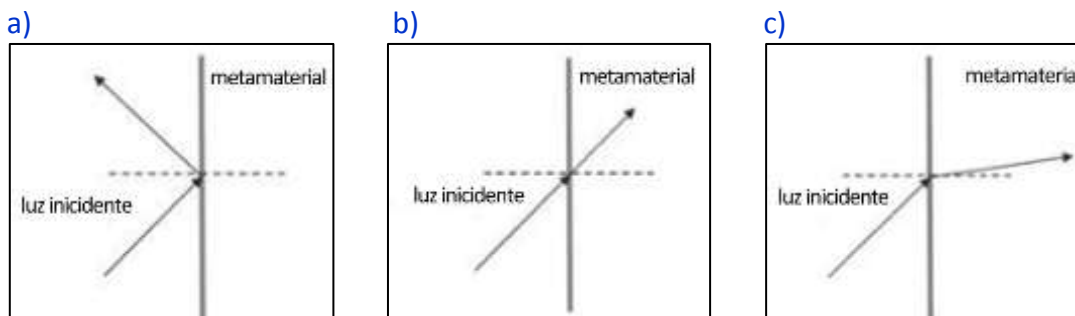
Na resolução da atividade proposta, o estudante exercita diretamente as habilidades 1 e 3.

Questão do ENEM referente à Competência 1:

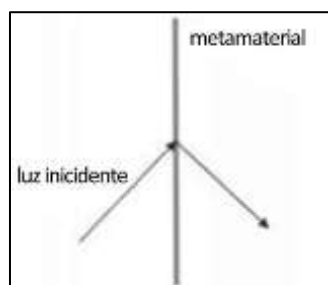
(ENEM, 2010) Um grupo de cientistas liderado por pesquisadores do Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech), nos Estados Unidos, construiu o primeiro metamaterial que apresenta valor negativo do índice de refração relativo para a luz visível. Denomina-se metamaterial um material óptico artificial, tridimensional, formado por pequenas estruturas menores do que o comprimento de onda da luz, o que lhe dá propriedades e comportamentos que não são encontrados em materiais naturais. Esse material tem sido chamado de “canhoto”.

Disponível em: <<http://inovacaotecnologica.com.br>>. Acesso em: 28 abr. 2010. (Adaptado).

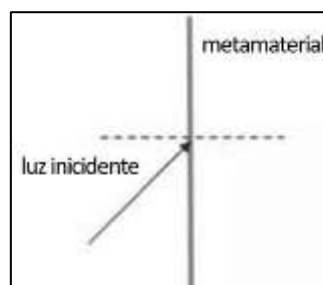
Considerando o comportamento atípico desse metamaterial, qual é a figura que representa a refração da luz ao passar do ar para esse meio?



d)



e)



Alternativa correta: d

COMENTÁRIOS

Essa questão do ENEM coloca com muita clareza a construção humana das ciências e de suas tecnologias, visto que o metamaterial foi produzido por uma equipe do Caltech. Para que a questão ficasse em completa harmonia com a descrição da competência, seu enunciado deveria oferecer informações sobre os motivos que desencadearam a pesquisa e os possíveis usos do metamaterial. Essa questão está diretamente relacionada com a habilidade 1, a saber: reconhecer características ou propriedades de fenômenos ondulatórios ou oscilatórios, relacionando-os a seus usos em diferentes contextos.

COMPETÊNCIA 2: Identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais em diferentes contextos

Essa competência propõe olhar as tecnologias com sentido prático como conhecimentos sistemáticos aplicáveis, tanto do ponto de vista da compreensão de seu funcionamento quanto de suas potenciais aplicabilidades em diferentes situações.

Para tanto, as tecnologias são entendidas como artefatos ou ferramentas vinculadas aos contextos que motivaram sua produção, mas que podem ser utilizadas em outras e diversas situações e, ainda, se transformar – e se transformam, ao longo do tempo.

A aplicação das tecnologias em diferentes contextos que não apenas aquele que motivou sua produção requer como condição básica o conhecimento de sua funcionalidade, propriedades e potencialidades. Isso permite uma melhor compreensão dos modos de intervenção na sociedade e suas possíveis consequências, o que acaba por possibilitar a participação consciente.

Para entender melhor o cerne dessa competência, é útil observar o significado do termo tecnologia.

Segundo o Dicionário Etimológico Nova Fronteira (CUNHA, 1987), temos:



- Tecn(o): do grego *Techno*, de *téchnè*, “arte, habilidade”, está relacionado ao “conjunto de processos de uma arte” “maneira ou habilidade especial de executar ou fazer algo”.
- Logia → LOG(O): derivado do grego *logos*, “palavra, estudo, tratado”.

O termo tecn(o) está vinculado à ideia de “saber fazer” ou de autoria, e não simplesmente à de consumo, uso. Ele está associado a significados tais como: fabricar, produzir, construir, dar à luz; ou seja, está relacionado a um fim prático.

O termo *logus*, associado ao primeiro, produz a ideia de estudar/conhecer a arte de se produzir ou executar algo.

Assim, saber sobre tecnologia exige um profundo conhecimento do modo de fazer e do motivo pelo qual se age de determinada maneira para alterar um objeto ou fenômeno. Saber sobre tecnologia não é simplesmente saber nomear, reconhecer ou usar os artefatos produzidos por especialistas. A tecnologia se refere ao estudo de todo o conjunto de atividades humanas implicadas em modificar, criar, transformar, agir sobre recursos materiais e energéticos e sobre os seus efeitos, desde os processos de extração e purificação, transformação, distribuição, consumo, descarte e tratamento dos resíduos.

Nessa competência, os conhecimentos da Física são mobilizados para compreender os processos de produção, distribuição e as possibilidades de utilização de dispositivos elétricos e eletrônicos, normas e manuais técnicos e testes comparativos entre sistemas e aparelhos de uso cotidiano, visando os direitos dos consumidores e a sustentabilidade econômica, ambiental e social.

A seguir são dados exemplos de uma atividade e de uma questão do ENEM relacionadas com a Competência 2 no componente curricular Física.

Atividade referente à Competência 2 - adaptada do texto de Jonathan D. Machado, de 21 de dezembro de 2011.

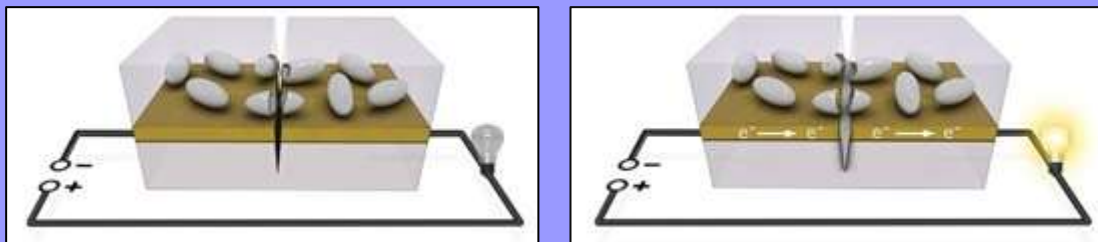
Pesquisadores desenvolvem circuitos que se reparam sozinhos

Uma equipe de pesquisadores da Universidade de Illinois desenvolveu um sistema de autorreparo que restaura a condutividade elétrica de um circuito danificado em um tempo menor que o de um piscar de olhos. Liderados pelo engenheiro aeroespacial Scott White e pela professora de materiais Nancy Sottos, os pesquisadores publicaram os resultados que podem revolucionar a eletrônica no futuro.

Com o sistema, a durabilidade de equipamentos que precisam de circuitos eletrônicos para funcionar seria amplamente estendida. São usadas milhares de pequenas microcápsulas com apenas 10 micrômetros de diâmetro, posicionadas juntamente com o metal condutor. Essas



cápsulas sensíveis se abrem automaticamente sempre que existir uma falha na estrutura do circuito, derramando um líquido XXXXXX para reparar a condutividade.



Esboço de como funciona o sistema

Fonte: Divulgação Physorg, 2011.

Todo o processo de falha e correção acontece dentro de microssegundos, rápido o suficiente para manter o dispositivo funcionando enquanto ele é reparado. Os pesquisadores afirmam que 90% das amostras testadas puderam recuperar em até 99% a condutividade original. O sistema também tem a vantagem de ser autônomo e localizado, atuando sem a intervenção humana, apenas no local que precisa ser reparado.

O sistema de "autocura" dos eletrônicos ainda está em fase de pesquisas, sem qualquer previsão de quando pode ficar disponível na indústria. Além de circuitos, os engenheiros também planejam usar o método nas baterias, aumentando sua segurança e longevidade.

MACHADO, Jonathan D. Pesquisadores desenvolvem circuitos que se reparam sozinhos. 21 dez. 2011. Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/eletronica/16858-pesquisadores-desenvolvem-circuitos-que-se-reparam-sozinhos.htm>>. Acesso em: 9 out. 2012. (Adaptado).

Com base no texto, na figura e em seus conhecimentos de circuitos elétricos, determine qual deve ser a característica do líquido colocado no interior das microcápsulas, marcado no texto como XXXXXX. Justifique sua resposta.

A análise dessa atividade mostra que ela pode ser empregada para desenvolver a Competência 2 de diversas maneiras, visto que, por exemplo, o estudante precisa:

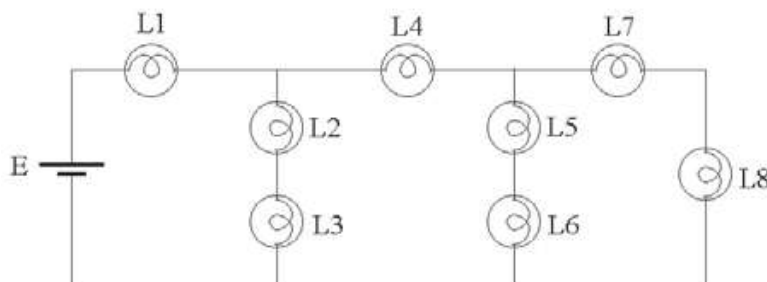
- a) Reconhecer que a questão trata de conhecimentos da eletricidade.
- b) Aplicar conhecimentos específicos de circuitos elétricos e das funções de seus constituintes para resolver a questão.
- c) Compreender consequências econômicas, para o consumidor e para as empresas, da utilização de circuitos elétricos que se autorreparam.
- d) Compreender as relações existentes entre circuitos elétricos de autorreparo e a saúde do consumidor.

Na resolução da atividade proposta, o estudante exercita as três habilidades da competência em questão.



Questão do ENEM referente à Competência 2:

(ENEM, 2009) Considere a seguinte situação hipotética: ao preparar o palco para a apresentação de uma peça de teatro, o iluminador deveria colocar três atores sob luzes que tinham igual brilho e os demais, sob luzes de menor brilho. O iluminador determinou, então, aos técnicos que instalassem no palco oito lâmpadas incandescentes com a mesma especificação (L1 a L8), interligadas em um circuito com uma bateria, conforme mostra a figura.



Nessa situação, quais são as três lâmpadas que acendem com o mesmo brilho por apresentarem igual valor de corrente fluindo nelas, sob as quais devem se posicionar os três atores?

- a) L1, L2 e L3.
- b) L2, L3 e L4.
- c) L2, L5 e L7.
- d) L4, L5 e L6.
- e) L4, L7 e L8.

Alternativa correta: b

COMENTÁRIOS

A primeira coisa que o estudante precisa identificar é que a questão envolve a resolução de um problema de circuito elétrico. Para tanto, ele precisa ter conhecimentos sobre a origem e as aplicações das leis de Ohm e de Kirchhoff. A questão ilustra a aplicação prática de leis da eletricidade na resolução de um problema de iluminação de uma peça de teatro. Dessa forma, essa questão está associada à Competência 2 da área. Essa questão está diretamente relacionada com a habilidade 5, a saber: dimensionar circuitos ou dispositivos elétricos de uso cotidiano.

COMPETÊNCIA 3: Associar ações e processos científicos, tecnológicos produtivos, naturais e sociais à degradação e à conservação ambiental

O impacto das atividades humanas sobre o meio ambiente não é um fenômeno recente, ele iniciou-se, em maior ou menor grau, a partir do instante que a humanidade começou a produzir e a utilizar tecnologias. Por exemplo, o desenvolvimento das técnicas agrícolas



implicou no desmatamento de grandes áreas de vegetação nativa, causando impactos na fauna e flora locais.

O aumento da escala produtiva observado na Revolução Industrial do século XVIII implicou na exploração desenfreada e excessiva dos recursos naturais e aumentou a produção de resíduos e descartes. Na primeira metade do século XX, degradações do meio ambiente, provocadas pelos modos de produção, utilização e descarte das novas tecnologias, já podiam ser facilmente observadas.

A Conferência de Estocolmo de 1972, que teve como objetivo conscientizar a humanidade sobre a importância da conservação ambiental como fator fundamental para a manutenção da espécie humana, foi um dos marcos do despertar da consciência ecológica. Uma das principais contribuições da conferência foi evidenciar a relação existente entre meio ambiente e desenvolvimento, de maneira que, desde então, não foi mais possível tratar profundamente o desenvolvimento sem considerar o meio ambiente e vice-versa.

O ritmo acelerado de industrialização, o rápido crescimento demográfico, o esgotamento dos recursos naturais e a deterioração ambiental se inter-relacionam de diferentes formas. Essa competência visa compreender as causas que motivam esses processos, suas inter-relações e implicações ao longo dos tempos. Para tanto, é preciso compreender as diversas formas com as quais o ser humano pode se relacionar – e tem se relacionado – com o ambiente. A competência abrange a reflexão sobre as relações propriamente ditas e seus impactos a curto, médio e longo prazo no equilíbrio natural local e global, e na sustentabilidade social, econômica, política e cultural.

Ao pensar sobre as consequências da aplicação dos conhecimentos científicos e das tecnologias sobre o ambiente, o estudante pode questionar o uso das linguagens científicas na sociedade, as políticas públicas e mercantis e as formas de divulgação das ações nos meios de comunicação. Isso é essencial para que o estudante possa posicionar-se frente a propostas de intervenções nos meios e nas formas de produção que visem à recuperação de um sistema degradado, à manutenção da espécie humana, ao aumento da produtividade de bens de consumo e/ou à qualidade de vida das comunidades.

A seguir são dados exemplos de uma atividade e de uma questão do ENEM relacionadas com a Competência 3 no componente curricular Física.



Atividade referente à Competência 3 – adaptada do site do Instituto Socioambiental (ISA⁵) e do vídeo do youtube: *Saiba tudo sobre a usina hidrelétrica de Belo Monte*⁶).

Usina de Belo Monte

A Usina Hidrelétrica de Belo Monte é uma central hidrelétrica a ser construída no Rio Xingu, no estado brasileiro do Pará, nas proximidades da cidade de Altamira.

Sua potência instalada será de 11.233 MW. Mas, por operar com reservatório muito reduzido, deverá produzir efetivamente cerca de 4.500 MW (39,5 TWh por ano) em média ao longo do ano, o que representa aproximadamente 10% do consumo nacional (388 TWh em 2009). Em potência instalada, a usina de Belo Monte será a terceira maior hidrelétrica do mundo, atrás apenas da chinesa Três Gargantas (20.300 MW) e da brasileira e paraguaia Itaipu (14.000 MW).

O lago da usina terá uma área de 516 km² (1/10.000 da área da Amazônia Legal). Com o custo estimado em R\$ 26 bilhões, a usina está prevista para entrar em funcionamento em 2015.

Mas há opiniões conflitantes sobre a construção da usina. As organizações sociais têm convicção de que o projeto tem graves problemas e lacunas na sua formação. Desde seu início, o projeto de Belo Monte encontrou forte oposição de acadêmicos, ambientalistas – brasileiros e internacionais – e de algumas comunidades indígenas locais. Essa pressão levou a sucessivas reduções do escopo do projeto, que originalmente previa outras barragens rio acima e uma área alagada total muito maior. Em 2008, o CNPE decidiu que Belo Monte será a única usina hidrelétrica do Rio Xingu.

O movimento contrário à obra defende que a construção da hidrelétrica vai provocar a alteração do regime de escoamento do rio, com redução do fluxo de água, afetando a flora e fauna locais e introduzindo diversos impactos socioeconômicos. Um estudo formado por 230 páginas, feito por 40 especialistas, defende que a usina não é viável dos pontos de vista social e ambiental.

As análises sobre o Estudo de Impacto Ambiental de Belo Monte feitas pelo Painel de Especialistas, que reúne pesquisadores e pesquisadoras de renomadas universidades do país, apontam que a construção da hidrelétrica vai implicar um caos social que seria causado pela migração de mais de 100 mil pessoas para a região e pelo deslocamento forçado de mais de 20 mil pessoas. Tais impactos, segundo o Painel, são acrescidos pela subestimação da população atingida e da área diretamente afetada.

⁵ O Instituto Socioambiental (ISA) é uma associação sem fins lucrativos qualificada como Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (Oscip), desde 21 de setembro de 2001. Fundado em 22 de abril de 1994, o ISA incorporou o patrimônio material e imaterial de quinze anos de experiência do Programa Povos Indígenas no Brasil do Centro Ecumênico de Documentação e Informação (PIB/CEDI) e o Núcleo de Direitos Indígenas (NDI) de Brasília. Ambas organizações de atuação reconhecida nas questões dos direitos indígenas no Brasil.

⁶ Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=ZR3xZek-isc&feature=related>>. Acesso em: 10 out. 2012.



As polêmicas em torno da construção da usina de Belo Monte na parte paraense da Bacia do Rio Xingu já dura mais de 20 anos. Entre muitas idas e vindas, a hidrelétrica de Belo Monte, hoje considerada a maior obra do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), do governo federal, vem sendo alvo de intensos debates na região desde 2009, quando foi apresentado o novo Estudo de Impacto Ambiental (EIA), intensificando-se a partir de fevereiro de 2010, quando o MMA concedeu a licença ambiental prévia para sua construção.

Disponível em: <<http://www.socioambiental.org/esp/bm/noticias.asp>>. Acesso em: 14 out. 2012.
(Adaptado).



O Instituto Socioambiental disponibiliza em seu *site* inúmeras informações (históricas, políticas, sociais, de especialistas e características do projeto). No vídeo do youtube, é apresentado um panorama geral e proposta como alternativa para a construção de uma usina nuclear. Com base nessas informações, nas características da região e em seus conhecimentos, assuma uma posição em relação à construção da usina de Belo Monte, especificando os prós e contras das duas propostas (hidrelétrica e nuclear). De seu ponto de vista, qual entre as fontes energéticas seria a mais adequada para a região? Embase a sua resposta em fatos.

A análise desta atividade mostra que ela pode ser usada de diferentes maneiras para desenvolver a Competência 3, porque:

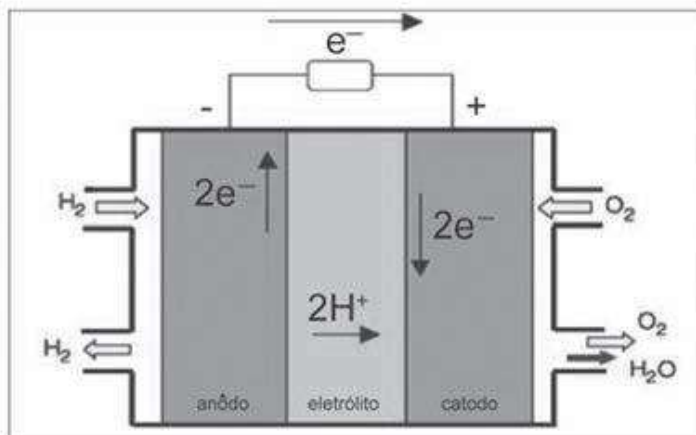
- a) O estudante precisa relacionar as degradações nos meios com os diferentes processos de obtenção de energia elétrica.
- b) O estudante precisa levantar os prós e contras da utilização de processos de obtenção de energia elétrica, para tanto, ele precisa identificar e compreender as etapas envolvidas em cada processo (obtenção, transformação, resíduos etc.).
- c) Para a análise dos impactos ambientais, o estudante precisa conhecer os fluxos e ciclos no ecossistema, bem como suas inter-relações.
- d) O estudante deve considerar as necessidades sociais, políticas e econômicas e os impactos da produção de energia na região para poder posicionar-se conscientemente quanto à construção da usina de Belo Monte.

Nesta atividade podem ser trabalhadas diretamente todas as habilidades da competência, com exceção da habilidade 11.



Questão do ENEM referente à Competência 3:

(ENEM, 2010) O crescimento da produção de energia elétrica ao longo do tempo tem influenciado decisivamente o progresso da humanidade, mas também tem criado uma séria preocupação: o prejuízo ao meio ambiente. Nos próximos anos, uma nova tecnologia de geração de energia elétrica deverá ganhar espaço: as células a combustível hidrogênio/oxigênio.



Com base no texto e na figura, a produção de energia elétrica por meio da célula a combustível hidrogênio/oxigênio diferencia-se dos processos convencionais porque:

- transforma energia química em energia elétrica, sem causar danos ao meio ambiente, porque o principal subproduto formado é a água.
- converte a energia química contida nas moléculas dos componentes em energia térmica, sem que ocorra a produção de gases poluentes nocivos ao meio ambiente.
- transforma energia química em energia elétrica, porém emite gases poluentes da mesma forma que a produção de energia a partir dos combustíveis fósseis.
- converte energia elétrica proveniente dos combustíveis fósseis em energia química, retendo os gases poluentes produzidos no processo sem alterar a qualidade do meio ambiente.
- converte a energia potencial acumulada nas moléculas de água contidas no sistema em energia química, sem que ocorra a produção de gases poluentes nocivos ao meio ambiente.

Alternativa correta: a

COMENTÁRIOS

A questão envolve a análise de um processo de produção de energia que conserva o meio ambiente, visto que não causa danos ambientais. O aluno precisa compreender o processo completo para poder explicar por que ele está sendo proposto como uma forma não poluente de gerar energia. Essa questão está diretamente relacionada com a habilidade 8, a saber: 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.



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

A aplicação dos conhecimentos e conceitos provenientes da Física na Biologia e na Medicina não é nova e tem desempenhado um papel essencial no avanço dessas áreas. Por exemplo, a primeira radiografia de uma estrutura óssea humana foi tirada em 1895 da mão da esposa do físico alemão Röntgen – o descobridor do raio-X. A partir de então, essa técnica tem sido utilizada em diferentes contextos, por exemplo, para a compreensão das ligações de átomos e de moléculas, para a irradiação de alimentos visando retardar o brotamento e/ou processo de apodrecimento, na análise da estrutura de solos, na monitoração ambiental etc. O emprego de equipamentos e dispositivos desenvolvidos inicialmente para a realização de experimentos da Física passou, ao longo da história, a ter papel essencial na obtenção de informações mais completas e precisas em experiências biológicas e diagnósticos médicos.

Mas as possibilidades de aplicações dos conhecimentos e métodos da Física são mais amplas do que a aplicação de seus recursos tecnológicos. Entre as possibilidades podem ser citados o estudo dos fenômenos elétricos nas células, da mecânica dos fluidos biológicos e dos fluidos nos ciclos da natureza, da utilização do ultrassom e das radiações em exames médicos não invasivos e nos estudos e monitoramento dos meios, das radiações no tratamento do câncer, além do estudo dos processos de produção, utilização e transformação de matéria e de energia nos organismos vivos e nos ecossistemas.

Nessa competência, essas possibilidades devem estar a serviço da compreensão do fenômeno vida como uma manifestação de sistemas organizados e integrados, em constante inter-relação com o ambiente físico-químico, interferindo nele ao mesmo tempo em que é modificado por ele.

O estudante deve ser capaz de compreender as interações que ocorrem entre os elementos naturais e sociais, bem como seus impactos nos grupos humanos, em outros seres vivos, nos fatores não-vivos e nas dinâmicas do ambiente. Trata-se de observar o fenômeno dando atenção às várias relações que existem entre os níveis macro e microscópicos – fluxos, ciclos, processos, estruturas, padrões.

Esse olhar permite aprofundar a compreensão de, por exemplo, como surgem várias doenças, as causas de problemas ambientais, o fluxo de matéria e energia, entre tantas outras situações. Isso é essencial para que o estudante possa avaliar e se posicionar quanto a



alternativas voltadas para a recuperação e/ou sustentação do equilíbrio dinâmico do planeta.

A seguir são dados exemplos de uma atividade e de uma questão do ENEM relacionadas com a Competência 4 no componente curricular Física.

Atividade referente à Competência 4 – adaptada da reportagem publicada em 15 de agosto de 2012 no site da Veja Ciência.

Radioatividade causa mutações em borboletas de Fukushima

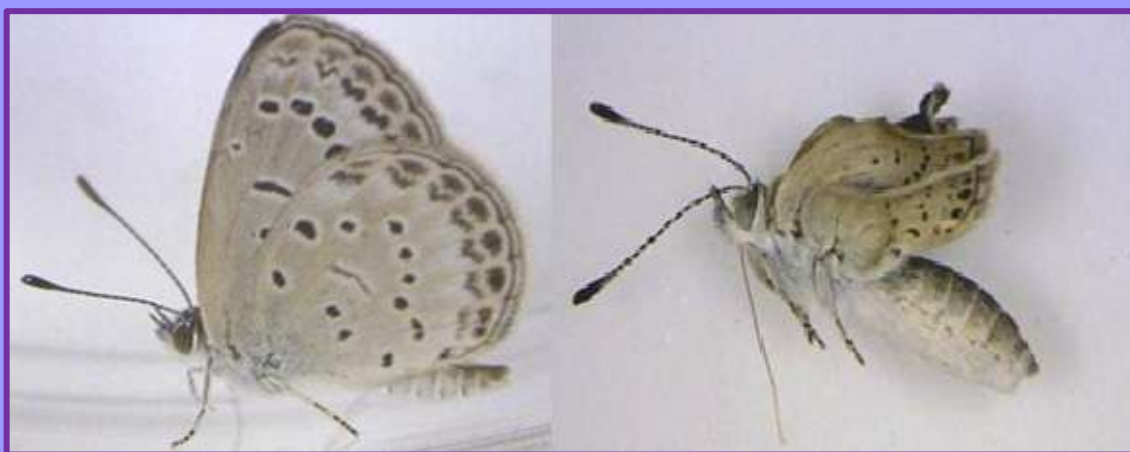


Figura 1 - Borboleta *Zizeeria maha* coletada por pesquisadores apresenta anomalias, como asas menores

Fonte: Chiyo Nohara, Universidade do Ryukyu, Japão.

Cientistas japoneses detectaram mutações genéticas em borboletas que viviam nos arredores da usina de Fukushima, região na qual aconteceu o pior acidente nuclear da história do Japão. Segundo um estudo publicado na revista *Scientific Reports*, essa descoberta aumenta os temores de que a radioatividade possa afetar outras espécies.

Pesquisadores capturaram borboletas da espécie *Zizeeria maha* na área próxima à usina dois meses depois do acidente, que aconteceu em março de 2011. Segundo a pesquisa, esses insetos haviam sido expostos à radioatividade quando eram larvas. Os cientistas descobriram que quase 12% deles desenvolveram anomalias, mais especificamente, as asas ficaram menores e houve má-formação dos olhos.





Figura 2 - Borboletas *Zizeeria maha* coletadas por pesquisadores apresentaram anomalias como má-formação dos olhos
 Fonte: Chiyo Nohara, Universidade do Ryukyu, Japão.

As borboletas capturadas foram levadas a um laboratório para fins de reprodução. Os problemas, no entanto, pioraram com o passar das gerações. No total, 18% dos espécimes da geração seguinte desenvolveram problemas semelhantes. A proporção aumentou ainda mais na terceira geração, na qual 34% das borboletas apresentaram a mutação, apesar de os cientistas terem utilizado borboletas saudáveis de outra região para acasalar com os insetos de Fukushima.

Seis meses depois do desastre, um novo lote de borboletas foi capturado na região. Desta vez, no entanto, a taxa de anomalia da geração seguinte foi de 52%.

Os cientistas japoneses também fizeram um experimento com uma população de borboletas não afetadas, que foram expostas em laboratório a doses muito baixas de radioatividade. Foi constatada a mesma proporção de anomalias registrada na primeira geração de borboletas de Fukushima. "Chegamos à conclusão clara de que a radiação emitida pela usina afetou os genes das borboletas", disse Joji Otaki, professor da Universidade Ryukyu, na cidade japonesa de Okinawa.

O cientista, no entanto, advertiu que os resultados devem ser considerados com precaução porque o efeito observado foi comprovado apenas nas borboletas, e não em outras espécies. A equipe pretende realizar novos experimentos com outros animais.

VEJA Ciência. Radioatividade causa mutações em borboletas de Fukushima. 15 ago. 2012. Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/noticia/ciencia/radioatividade-causa-mutacoes-em-borboletas-de-fukushima>>. Acesso em: 10 out. 2012. (Adaptado).

A reportagem de Marco Túlio Pires, publicada no site da Revista Veja Ciência, em 17 de março de 2011, traz um infográfico mostrando os efeitos biológicos das radiações em função da dose recebida. A seguir, as imagens usadas no infográfico na forma de tabela, que pode ser acessado diretamente no link: <<http://veja.abril.com.br/noticia/ciencia/entenda-os-niveis-de-radiacao>>.









Efeitos biológicos das radiações em função da dose recebida
 Fonte: MALZYNER, Artur, Health Physics Society, Nuclear Regulatory Commission.

Ambas as reportagens deixam claro que a radiação pode causar sérios danos e até mesmo a morte do ser vivo que foi irradiado/contaminado (efeitos somáticos) e/ou de seus descendentes (efeitos genéticos), mas mesmo assim ela é amplamente utilizada em diversas áreas. Por exemplo, na área da saúde, a radiação é utilizada pela medicina nuclear nos exames não invasivos de radiodiagnóstico (raio X, tomografia, cintilografia) e nas radioterapias contra o câncer; nas indústrias é utilizada, entre outros, para esterilização de instrumental cirúrgico, de cosméticos e de fraldas de crianças; no estudo da integridade de navios, de componentes de aviões etc.; e na pesquisa científica nos estudos dos efeitos das próprias radiações, na datação de materiais da arqueologia etc.

Com base nessas informações e em seus conhecimentos, elenque quais são os custos, riscos e benefícios da utilização das radiações. Explique quais cuidados devem ser tomados para que os trabalhadores que têm contato com a radiação não sofram danos somáticos ou genéticos. Embase suas respostas.

A análise da atividade mostra que ela pode ser utilizada para o desenvolvimento da Competência 4, visto que:

- A atividade explora as relações existentes entre as condições do ambiente e os seres vivos, mais especificamente o efeito das radiações nas borboletas.
- O estudante precisa compreender o experimento realizado pelos cientistas japoneses para interpretá-lo corretamente e avaliar a gravidade do acidente ocorrido em Fukushima.
- Para compreender os efeitos das radiações encontrados no experimento nas descendentes das borboletas coletadas em Fukushima, o estudante deve ter conhecimentos de genética.



A atividade trabalha diretamente as habilidades 13, 14 e 15 da competência em questão. O professor pode aprofundar o estudo do acidente e discutir as providências tomadas pelo governo japonês na época para desocupar o local, relacionando-as com os níveis de radiação no entorno da usina.

Questão do ENEM referente à Competência 4:

(ENEM, 2009) Para que todos os órgãos do corpo humano funcionem em boas condições, é necessário que a temperatura do corpo fique sempre entre 36°C e 37°C. Para manter-se dentro dessa faixa, em dias de muito calor ou durante intensos exercícios físicos, uma série de mecanismos fisiológicos é acionada.

Pode-se citar como o principal responsável pela manutenção da temperatura corporal humana o sistema:

- a) digestório, pois produz enzimas que atuam na quebra de alimentos calóricos.
- b) imunológico, pois suas células agem no sangue, diminuindo a condução do calor.
- c) nervoso, pois promove a sudorese, que permite perda de calor por meio da evaporação da água.
- d) reprodutor, pois secreta hormônios que alteram a temperatura, principalmente durante a menopausa.
- e) endócrino, pois fabrica anticorpos que, por sua vez, atuam na variação do diâmetro dos vasos periféricos.

Alternativa correta: c

COMENTÁRIOS

Para resolver essa questão, o estudante precisa relacionar conhecimentos provenientes da física com os da biologia, compreendendo como se dá a relação do indivíduo com o meio ambiente. Mais especificamente, o estudante deve compreender como se dá o processo de perda de calor do indivíduo para o ambiente, de forma que o primeiro mantenha sua temperatura corporal e, conseqüentemente, sua saúde. A questão está diretamente relacionada à habilidade 14, a saber: identificar padrões em fenômenos e processos vitais dos organismos, como manutenção do equilíbrio interno, defesa, relações com o ambiente, sexualidade, entre outros.



COMPETÊNCIA 5: Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos

Esta competência se refere ao estudo e à avaliação dos métodos e procedimentos empregados pela Física. Seus métodos são os caminhos percorridos durante a produção e validação de conhecimentos, conceitos, modelos e teorias. Dentre os procedimentos destacam-se tanto o processo de investigação quanto as linguagens científicas, pois são técnicas específicas empregadas para produzir, comunicar e validar os conhecimentos. Ao produzir e comunicar os conhecimentos, constrói-se uma forma própria de ver e compreender os fenômenos e suas relações.

A física utiliza vários métodos de investigação científica, uns mais adequados para investigar fenômenos da escala macroscópica e outros para fenômenos que ocorrem na escala microscópica. Assim, a escolha do método mais adequado depende das características e condições do problema a ser investigado, e também de questionamentos, reflexões e mobilizações de conhecimentos por parte dos cientistas. Entre as possibilidades, temos a observação direta e/ou indireta, a realização de experimentos, simulações, cálculos teóricos, construção de modelos, estudos de caso, pesquisas bibliográficas e/ou teóricas etc. A compreensão das dinâmicas internas e métodos da física permitem ao estudante compreender o cerne de seus conhecimentos, teorias e leis, o que possibilita a avaliação dos ônus e bônus de suas aplicações em diferentes contextos.

A linguagem é uma forma de atribuir significados e de estabelecer relações entre significados, o que produz um modo particular de ver, interpretar e representar a realidade. Essa competência se refere à assimilação e apropriação da linguagem da Física, seja quando empregada pelos pesquisadores para comunicar e validar seus conceitos, modelos, descobertas; seja quando sua linguagem adentra o universo da comunidade leiga, sendo utilizada nas especificações de bens de consumo, em manuais de equipamentos eletroeletrônicos e/ou quando estrutura propostas de intervenções nos meios.

A aquisição e domínio dos métodos e das estruturas da linguagem científica da Física permite ao estudante poder participar, por exemplo, das discussões referentes à saúde, às tecnologias (sua produção, utilização e descartes como, por exemplo, as utilizadas na medicina nuclear, no funcionamento de equipamentos eletroeletrônicos e na indústria de automóveis), às questões energéticas (como responder à crescente demanda), às questões referentes à recuperação e conservação do meio etc. Ainda, ao compreender a estrutura e origem dessa linguagem, o estudante pode perceber como ela é utilizada para incluir ou excluir determinados grupos e culturas, além de como as mídias e mercados normalmente se apoderam dessa linguagem para poder interferir nos processos sociais, políticos, econômicos e culturais. Essa compreensão possibilitará ao estudante poder avaliá-los e posicionar-se de forma consciente e ética.

A seguir são dados exemplos de uma atividade e de uma questão do ENEM relacionadas com a Competência 5 no componente curricular Física.



Atividade referente à Competência 5 – adaptação da atividade proposta no livro didático *Física* de Máximo e Alvarenga (1999, p. 28).

Física na mídia

- a) Faça um pequeno painel contendo no mínimo três notícias relativas à Física e a tecnologias presentes no seu dia a dia que foram publicadas em jornais ou revistas – impressas ou digitais.
- b) Reúnam, na sala de aula, os painéis organizados pelos outros estudantes. Façam um levantamento dos aspectos mais frequentes nas reportagens selecionadas. Façam também um levantamento de fatos interessantes e/ou curiosos provenientes dos painéis.
- c) Discutam as prováveis causas dos destaques dados pelos meios de comunicação às notícias selecionadas e seu relacionamento em fatos políticos, históricos e sociais.

MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. *Física*. São Paulo: Scipione, 1997. v. único. p. 28.
(Adaptado).

A análise da atividade mostra que ela pode ser utilizada para o desenvolvimento da Competência 5, visto que:

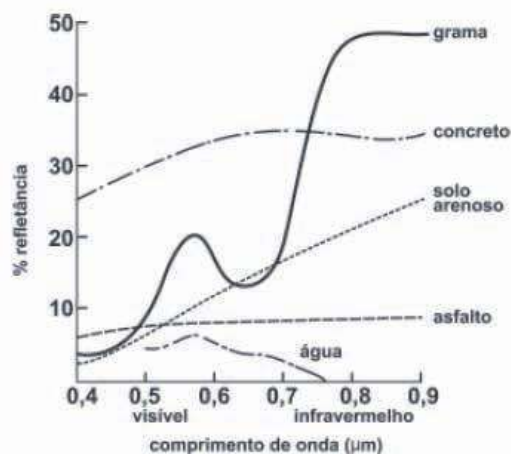
- a) Para o estudante analisar corretamente as reportagens, ele precisa compreender as várias linguagens utilizadas pela Física (textos, gráficos, tabelas, infográficos, modelos etc.) e saber relacioná-las.
- b) É possível discutir se os métodos da Física são apresentados de forma clara e corretos nas reportagens.
- c) A atividade possibilita a discussão das formas que a mídia se apropria dos conhecimentos da Física e da tecnologia.
- d) É possível fazer uma análise crítica em relação ao compromisso com a transmissão correta dos conceitos e conhecimentos divulgados e suas possíveis aplicações.
- e) É possível discutir se a mídia é ou não uma organização tendenciosa, e a serviço de quem.

Assim, essa atividade permite trabalhar as três habilidades da competência em questão.



Questão do ENEM referente à Competência 5:

(ENEM, 2011) O processo de interpretação de imagens capturadas por sensores instalados a bordo de satélites que imageiam determinadas faixas ou bandas do espectro de radiação eletromagnética (REM) baseia-se na interação dessa radiação com os objetos presentes sobre a superfície terrestre. Uma das formas de avaliar essa interação é por meio da quantidade de energia refletida pelos objetos. A relação entre a refletância de um dado objeto e o comprimento de onda da REM é conhecida como curva de comportamento espectral ou assinatura espectral do objeto, como mostrado na figura, para objetos comuns na superfície terrestre.



D'ARCO, E. *Radiometria e Comportamento Espectral de Alvos*. INPE. Disponível em: <http://www.agro.unitau.br>.

Acesso em: 3 maio 2009.

De acordo com as curvas de assinatura espectral apresentadas na figura, para que se obtenha a melhor discriminação dos alvos mostrados, convém selecionar a banda correspondente a que comprimento de onda em micrômetros (μm)?

- a) 0,4 a 0,5.
- b) 0,5 a 0,6.
- c) 0,6 a 0,7.
- d) 0,7 a 0,8.
- e) 0,8 a 0,9.

Alternativa correta: e

COMENTÁRIOS

Para resolver essa questão, o estudante precisa relacionar conhecimentos provenientes da ótica com informações fornecidas na própria questão em forma de texto e gráfico. Dessa forma, a questão está diretamente relacionada à habilidade 17, a saber: 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.



COMPETÊNCIA 6: Apropriar-se de conhecimentos da Física para, em situações-problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas

Esta competência enfatiza a necessidade da apropriação significativa de conteúdos (conceitos, procedimentos, linguagens) da Física para, a partir deles, ampliar a leitura de mundo, permitindo interpretar, avaliar e tomar decisões, e planejar intervenções científico-tecnológicas na produção, no uso e na transformação de energias, compreendendo suas implicações humanas, éticas, sociais, econômicas e ambientais.

Solicita que o estudante saiba resolver situações-problema acerca de diversos temas por meio da utilização dos conhecimentos da Física provenientes de suas diferentes subáreas. De acordo com as Orientações Curriculares para o Ensino Médio, os conteúdos dessas análises giram em torno dos seguintes temas: movimentos nas escalas do micro ao macro; interação entre radiação e matéria; geração, uso ou transformação de energia e fenômenos da termodinâmica e do eletromagnetismo.

Ao estudar, de maneira aplicada e contextualizada, ideias e modelos teóricos próprios da Física, pode-se explicar e prever comportamentos e fenômenos relacionados à energia, à comunicação, ao transporte, à saúde e a fatores climáticos e geológicos. Tudo isso matizado pelas circunstâncias sócio-históricas, econômicas e culturais, o que permite configurar ações voltadas à promoção da sustentabilidade e de uma sociedade mais justa e igualitária. As habilidades dessa competência enfatizam a relação dos conceitos fundamentais presentes nos conteúdos curriculares, propostos na maioria dos materiais didáticos de referência, com sua aplicação tecnológica e contextualização social.

A resolução de situações-problema exige que o aluno saiba selecionar os conhecimentos, procedimentos e valores adequados à análise do caso em questão, que tenha compreensão aprofundada desses conhecimentos e que saiba organizá-los, relacioná-los e colocá-los em ação na construção de hipóteses, explicações, julgamentos e argumentações, de modo a criar propostas adequadas para o bem coletivo.

A seguir são dados exemplos de uma atividade e de uma questão do ENEM relacionadas com a Competência 6 no componente curricular Física.



Atividade referente à Competência 6 – adaptada a partir da série de TV *The Big Bang Theory* e das informações contidas no *site* [baixeligeiro.com](http://www.baixeligeiro.com) e no *site* oficial da série no Brasil: <http://www.bigbangtheory.com.br/>.



Fonte: site [baixeligeiro.com](http://www.baixeligeiro.com)

The Big Bang Theory é uma série de televisão americana criada por Chuck Lorre e Bill Prady. Ela é produzida pela Warner Bros. Television em conjunto com a Chuck Lorre Productions. Em agosto de 2009, a *sitcom* ganhou o prêmio TCA de Melhor Série Comédia e Jim Parsons ganhou o prêmio por seu desempenho individual na comédia.

Os cientistas de *The Big Bang Theory* exibem um humor de altíssima qualidade, utilizando acurácia científica e muitos clichês, mas quem negará que há um fundo de verdade na visão nerd de mundo apresentada?

Situada em Pasadena, Califórnia, a série enfoca a dinâmica entre os colegas de apartamento e prodígios do Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech), os físicos Leonard e Sheldon, e a nova vizinha do prédio, a bela Penny, que desperta a atenção de Leonard à primeira vista. Leonard e Sheldon recebem frequentemente a visita de seus dois amigos e também colegas de trabalho na Universidade, Rajesh e Howard, e juntos usam o tempo livre para todo tipo imaginável de divertimento nerd: de palavras cruzadas em idioma Klingon, passando por maratonas de séries de ficção científica às sagradas noites de quarta jogando Halo. Penny vai aos poucos se integrando a



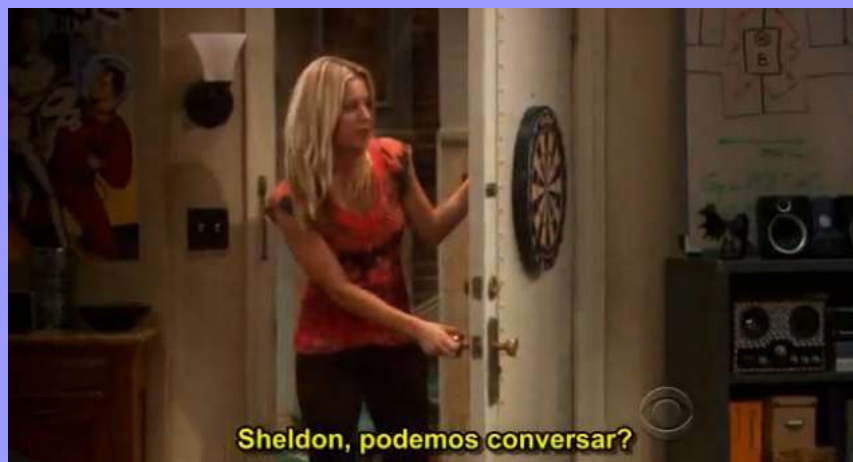
esse estranho novo ambiente, onde ouve discussões sobre a física do super-homem e mecânica quântica, enquanto os intelectuais são apresentados a novos conceitos, como o amor.

Fontes: <<http://www.baixeligeiro.com/the-big-bang-theory-5a-temporada>> e <<http://www.bigbangtheory.com.br/a-serie>>. Acesso em: 12 out. 2012. (Adaptado).

A atividade a seguir trata do episódio em que Sheldon tenta ensinar à Penny um pouco de física.

Antes de realizá-la, assista ao episódio, disponível no link:

<<http://www.youtube.com/watch?v=UJaxZFOh61s&feature=related>>.



Agora responda às seguintes questões:

- O método empregado por Sheldon no experimento de ensinar Física à Penny está de acordo com os métodos experimentais usados pela física?
- Como você explicaria o que é Física para uma pessoa completamente leiga no assunto?
- Quais recursos você utilizaria para explicar a queda de corpos para a Penny?
- Como você explicaria o que vem a ser Física subatômica?

A análise da atividade mostra que ela pode ser utilizada para o desenvolvimento da Competência 6, visto que, para o estudante ensinar o que é Física para uma pessoa completamente leiga no assunto, ele precisa ter domínio sobre métodos e linguagens, conhecimentos, conceitos e leis, de forma a poder fazer transposições didáticas apropriadas sem abrir mão do rigor devido.

No episódio tratado na atividade, Sheldon citou os movimentos dos planetas, a queda dos corpos e a física subatômica, dessa forma a habilidade 20 é diretamente trabalhada. O professor pode ampliar a aplicação da atividade para as demais habilidades das competências solicitando que os estudantes preparem explicações e/ou aulas de assuntos específicos.



Questão do ENEM referente à Competência 6:

(ENEM, 2009) Na linha de uma tradição antiga, o astrônomo grego Ptolomeu (100-170 d.C.) afirmou a tese do geocentrismo, segundo a qual a Terra seria o centro do universo, sendo que o Sol, a Lua e os planetas girariam em seu redor em órbitas circulares. A teoria de Ptolomeu resolvia de modo razoável os problemas astronômicos da sua época. Vários séculos mais tarde, o clérigo e astrônomo polonês Nicolau Copérnico (1473-1543), ao encontrar inexatidões na teoria de Ptolomeu, formulou a teoria do heliocentrismo, segundo a qual o Sol deveria ser considerado o centro do universo, com a Terra, a Lua e os planetas girando circularmente em torno dele. Por fim, o astrônomo e matemático alemão Johannes Kepler (1571-1630), depois de estudar o planeta Marte por cerca de trinta anos, verificou que a sua órbita é elíptica. Esse resultado generalizou-se para os demais planetas.

A respeito dos estudiosos citados no texto, é correto afirmar que:

- a) Ptolomeu apresentou as ideias mais valiosas, por serem mais antigas e tradicionais.
- b) Copérnico desenvolveu a teoria do heliocentrismo inspirado no contexto político do Rei Sol.
- c) Copérnico viveu em uma época em que a pesquisa científica era livre e amplamente incentivada pelas autoridades.
- d) Kepler estudou o planeta Marte para atender às necessidades de expansão econômica e científica da Alemanha.
- e) Kepler apresentou uma teoria científica que, graças aos métodos aplicados, pôde ser testada e generalizada.

Alternativa correta: e

COMENTÁRIOS

Para resolver essa questão, o estudante precisa compreender os conceitos da Física, mais precisamente da Astronomia e sua história, para poder interpretar o enunciado e avaliar entre as alternativas propostas a mais adequada. Essa questão está diretamente relacionada com a habilidade 20, a saber: caracterizar causas ou efeitos dos movimentos de partículas, substâncias, objetos ou corpos celestes. Observação: essa questão também poderia ser trabalhada para o desenvolvimento da Competência 1 da área, mas, para tanto, as teorias produzidas pelos três cientistas deveriam ser apresentadas na questão relacionadas ao desenvolvimento científico e tecnológico da época em que foram propostas.



AS COMPETÊNCIAS DA ÁREA CIÊNCIAS DA NATUREZA SOB O OLHAR DA QUÍMICA

A Química tem como enfoque o estudo dos materiais, sua constituição, suas transformações e as energias envolvidas, bem como as relações com o desenvolvimento tecnológico, socioambiental e ético. Nesse sentido, o estudo dessa ciência na educação básica caminha na direção da literacia científica (alfabetizar nossos alunos em ciência e tecnologia é uma necessidade do mundo contemporâneo), que deve contribuir para a formação de cidadãos críticos e conscientes do papel dela no desenvolvimento humano ao longo da história, bem como de riscos e benefícios do uso das tecnologias a ela associadas para o ambiente e para a vida. Deve possibilitar a leitura crítica de textos diversos que tratem de temas socialmente relevantes como: meio ambiente, saúde individual e coletiva, produção e consumo de energia, extração e uso de recursos naturais e, ainda, contribuir para a avaliação e o planejamento de intervenções na vida cotidiana. O desenvolvimento da competência leitora e escritora é, portanto, também responsabilidade da Química – ensinar a ler propagandas, informes científicos, pesquisas e relatos, rótulos de embalagens, enunciados de problemas científicos, fórmulas, tabelas, gráficos, imagens etc.

As competências previstas na matriz da Umbrasil e as exigidas no ENEM contemplam essas necessidades formativas.

Nessa perspectiva, a prova da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias prioriza as questões interdisciplinares, mas não deixa de também apresentar várias questões voltadas para o conteúdo de Química. O conteúdo cobrado é exigente, entretanto a abordagem das questões é diferente dos vestibulares tradicionais, dando ênfase às relações conceituais, à aplicação dos conhecimentos (modelos, teorias, procedimentos, linguagem) na interpretação de textos, tabelas e gráficos e ao uso desses conhecimentos na análise, interpretação e avaliação de situações-problema.

Professor, no trabalho de sala de aula/laboratório, procure criar situações de aprendizagens que desenvolvam competências e habilidades priorizando os conceitos estruturantes ou estruturadores (transformação química, substância, átomo, elemento químico, equilíbrio químico, ligação química etc.) e também articulando e explicitando as relações entre eles e com os contextos, favorecendo, assim, uma aprendizagem mais significativa e um melhor desempenho no ENEM. Lembrando que conceitos estruturantes, conforme apontam Ignácio Pozo (2000) e David Ausubel, são aqueles mais abrangentes, fundantes da área e que devem “atravessar” todos os conteúdos da matéria.

A seguir, algumas dicas e exemplos de atividades que podem auxiliar no estudo da Química e no desenvolvimento das competências.



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

Essa competência aponta para a necessidade de rever o caráter ontológico do saber científico, ou seja, rever a ideia de que a ciência expressa “o real”, defendendo que, na maioria dos casos, o espírito científico segue desconstruindo os conhecimentos por ele mesmo construídos anteriormente. Nesse sentido, a única certeza é que tudo que sabemos será objeto de retificação. Portanto, no lugar de buscar os pontos que poderiam dar segurança ao pensamento, deveríamos revelar a sucessão histórica de construções e desconstruções de um pensamento que se nutre dos seus próprios “erros”. Em outras palavras, compreende-se que a ciência evolui quando se confronta com limitações decorrentes de suas regras internas de funcionamento. É um progresso eminentemente descontínuo, não linear. Compreender essa evolução descontínua é parte importante da competência.

Nessa perspectiva, o “erro” está no próprio ato de conhecer. É parte inerente do processo de conhecer.

Do ponto de vista da Química, essa competência exige ainda do aluno a compreensão das inter-relações Química-Tecnologia, numa perspectiva histórica, em particular, como o conhecimento científico influencia o desenvolvimento tecnológico e como o conhecimento tecnológico contribui para o desenvolvimento científico. Sendo grande parte do conhecimento químico indissociável de aplicações práticas, com enorme repercussão nas sociedades e na economia, é importante conduzir o ensino da Química de tal maneira que se evidencie o surgimento, ao longo da história humana, de bens e serviços que marcam o estilo das sociedades, seja na melhoria da qualidade de vida (saúde, alimentação, transportes, vestuário, habitação, comunicações) ou no desenvolvimento econômico. É, por isso, relevante explorar com os alunos a importância social que tiveram e têm as atividades produtivas (mineração, metalurgia, indústria, agricultura etc.) e dos produtos industriais que marcam cada época, dos impactos ambientais desses produtos, bem como dos processos que lhes deram origem.

Uma proposta pedagógica que dê conta de desenvolver essa competência deve formar os alunos para aprenderem com os próprios erros e aproximá-los de diferentes povos e culturas distantes do cotidiano imediato, a partir de um olhar cuidadoso e comparativo das ideias elaboradas, por diferentes grupos sociais, em diferentes épocas, para explicar a constituição dos materiais, suas transformações e aplicações.

Nessa direção, segue uma atividade e um item/questão comentado que podem ajudar na hora de planejar atividades didáticas e instrumentos avaliativos que contribuam para o desenvolvimento da Competência 1.



Atividade referente à Competência 1 – Leitura de texto e discussão (adaptada de Alfredo Ricardo Marques de Oliveira e Daiane Szczerbowski).

Quinina: 470 anos de história, controvérsias e desenvolvimento

Conquistas, política e religião

1638 - A história registra que nesse ano a condessa de Chinchón, esposa do vice-rei espanhol no Peru, foi acometida de forte febre terçã. Ao ingerir uma poção feita pelos índios chamada “quina-quina”, a febre cedeu e a continuidade do tratamento a deixou curada. Esse evento pode ser estabelecido como o início de uma história de desenvolvimentos, experimentações e enganos, envolvendo alguns dos maiores nomes da ciência dos últimos 470 anos.

A partir desse relato, padres jesuítas da missão espanhola levaram o pó para a Europa para vendê-lo como medicamento, que depois ficou conhecido como “pó dos jesuítas”. Em 1679, o Rei Charles II da Inglaterra foi vitimado por uma forte febre, porém, sendo protestante, preferia morrer a tomar um medicamento católico, por melhor que ele fosse. Nesse contexto, surge Robert Talbor com um medicamento “protestante”, o qual o rei não hesitou em tomar. Ficou curado e, em agradecimento, sagrou Talbor cavaleiro e médico real. Alguns anos depois, foi revelado que o remédio protestante de Talbor era na verdade o “pó dos jesuítas”, apenas em uma formulação diferente.

Hoje sabemos que o mal que afligiu a condessa e o rei era a malária. Esse nome tem origem na expressão italiana *mala aria* (ar ruim), pois se acreditava que a doença era transmitida pelo ar contaminado proveniente de pântanos e esgotos. Na verdade, a malária é causada pelo protozoário *Plasmodium falciparum*, descrito em 1880 pelo médico francês Charles Louis Alphonse Laveran, sendo transmitida pela picada das fêmeas do mosquito do gênero *Anopheles*.

A árvore de *Cinchona* tem cerca de 20 metros de altura, pertence à família das Rubiáceas, que possui, entre outros membros, o café e as gardênia. Os europeus, em homenagem à condessa Chinchón, classificaram o gênero como *Cinchona*, do qual as espécies mais importantes são: *Cinchona ledgeriana*, *C. officinalis*, *C. calisaya* e *C. pubescens*.

Até 1820, apenas um pó feito com as raízes da árvore era comercializado. Nesse ano, Pelletier e Caventou isolaram desse pó um alcaloide com extrema atividade contra a malária, ao qual deram o nome de quinina. Após a descoberta, inúmeros métodos foram desenvolvidos para extrair o alcaloide e vendê-lo como medicamento. A extração e



exportação para a Europa era um processo tão lucrativo que o governo peruano proibiu a exportação de semente de *Kina* (nome indígena da árvore) para manter o controle sobre o mercado. No entanto, ingleses e alemães contrabandearam algumas sementes e formaram novas plantações: os alemães na ilha de Java, na Indonésia, e os ingleses na Índia e no Ceilão (Sri Lanka). Para azar dos contrabandistas, as sementes contrabandeadas não eram das espécies que possuíam as maiores porcentagens de quinina (*C. calisaya* pelos alemães e *C. pubescens* pelos ingleses), e assim a extração das árvores amazônicas continuou. Finalmente, os alemães compraram por US\$ 20,00 uma libra de sementes (453,592 g) de *Cinchona ledgeriana*, que possui a maior porcentagem de quinina, e rapidamente estabeleceram plantações extensivas da espécie, dominando o mercado mundial. Em 1918, a maior parte do mercado mundial era suprida pelos alemães, que obtiveram enormes lucros com o comércio, enquanto o Peru e a Bolívia, de onde o medicamento foi originado, quase nada receberam.

Quinina: a molécula revelada

A extração da quinina a partir da casca de *Cinchona* não rende tanto quanto a extração a partir da árvore inteira. Assim, a obtenção comercial da quinina quase levou à extinção as árvores amazônicas, as quais, ironicamente, foram replantadas a partir de sementes obtidas das mesmas plantações formadas pelo contrabando.

A necessidade de obter a quinina de maneira mais fácil e mais barata deu um grande impulso para o desenvolvimento da ciência e da indústria química, tal como a conhecemos. Após o isolamento por Pelletier e Caventou, em 1820, Louis Pasteur, em 1852, observou que a molécula era *levorrotatória*, porém nessa época ainda não se tinha nem o conhecimento da fórmula molecular e nem da estrutura espacial da quinina. Em 1854, Strecker determinou que a fórmula molecular da quinina era $C_{20}H_{24}N_2O_2$.

A história se divide

Nesse ponto, a história se bifurca: William Henry Perkin, aos 18 anos, fez a primeira tentativa de obter a quinina sintética. No seu pequeno laboratório montado em casa, Perkin tentou obter a quinina a partir da oxidação da aliltoluidina, cuja fórmula molecular é $C_{10}H_{13}N$. Uma vez que a aliltoluidina tinha todos os elementos químicos necessários a menos de duas moléculas de água, Perkin tentou obter a quinina pela dimerização oxidativa da aliltoluidina. Isso demonstra bem o parco domínio da química na época.



O produto obtido foi um precipitado escuro, “grudento” e intratável. Para simplificar o experimento, Perkin substituiu a alitoluidina pelo sulfato de anilina e repetiu a oxidação, obtendo mais uma vez um precipitado escuro. No entanto, a extração deste novo precipitado com etanol deu origem a uma solução de cor púrpura, profunda e consistente, que ele chamou de Púrpura Tiriana, por referência à antiga púrpura extraída em Tiro. Os franceses a denominaram *mauve*.

Perkin fez em seguida alguns testes com o tingimento de papéis e tecidos e fundou uma pequena fábrica para produzir o corante para as fábricas de tecidos, então em plena revolução industrial. Isso deu origem à moderna indústria química de corantes, perfumaria e medicamentos. Sua descoberta influenciou o destino de várias empresas, principalmente a BASF (*Badische Anilin und Soda-Fabrik*, em alemão), AGFA (*Aktiengesellschaft für Anilinfabrikation*, em alemão), Bayer e Hoechst, que diversificaram sua produção em vários outros segmentos importantes da indústria química. Perkin recebeu o título de *Sir* em 1906 e morreu em 1907 de causa desconhecida.

Na verdade, só foi possível elucidar a estrutura química da mauveína em 1994, utilizando técnicas modernas de purificação e análise estrutural. Meth-Cohn purificou e analisou uma amostra do corante originalmente feito por Perkin isolando dois compostos diferentes: a mauveína A e a mauveína B. Em 2007, Seixas de Melo e colaboradores reproduziram a síntese de Perkin e isolaram dois outros novos compostos: mauveína B2 e mauveína C, os quais estavam também presentes em uma amostra original obtida no Museu de Ciências de Londres (Figura 1).

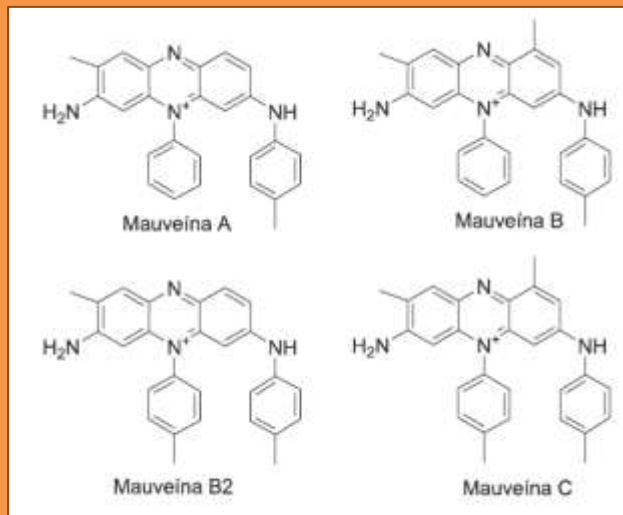


Figura 1 – Estruturas identificadas em 1994 e 2007



Síntese da quinina: um mito?

O segundo ramo da bifurcação nos traz de volta à síntese da quinina. Entre 1907 e 1909, Paul Rabe determinou a conectividade correta entre os átomos da quinina, no entanto, a determinação da estereoquímica absoluta teve que esperar até 1967, quando foi possível a elucidação por cristalografia de raios X.

Em 1853, Louis Pasteur fez o tratamento da quinina com ácido sulfúrico e isolou a *d*-quinotoxina.

Em 1918, Paul Rabe e Karl Kindler publicaram um artigo intitulado "Partial Synthesis of Quinine: the cinchone alkaloids. XIX", em que descreveram, com poucos detalhes experimentais, a transformação inversa àquela realizada por Pasteur. Ou seja: partindo da *d*-quinotoxina, obtiveram a *a*-halocetona, que foi transformada na quininona, a qual foi reduzida formando a quinina.

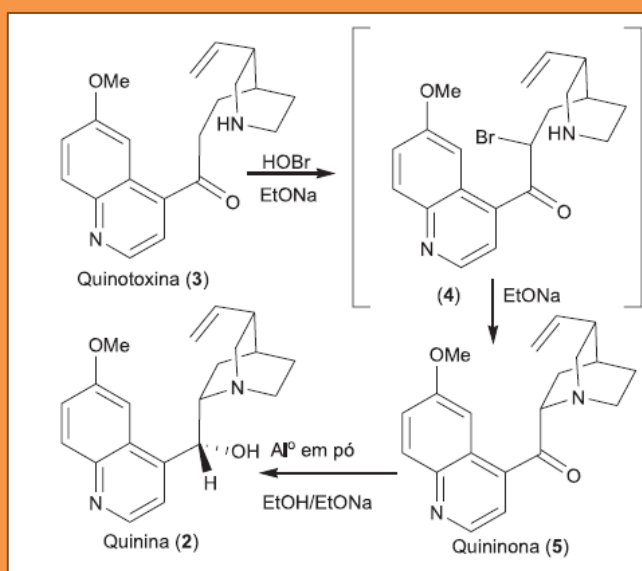


Figura 2 – Síntese parcial da quinina (2) em 1918

Em 1939, Rabe recuperou uma amostra do trabalho de 1918, recristalizou e caracterizou mais uma vez a quinina, obtida pelo método acima.

No entanto, com a invasão da Polônia em 1939 e o início das hostilidades que levaram à Segunda Guerra Mundial, havia grande interesse na obtenção da quinina (2) sintética, uma vez que as plantações comerciais estavam localizadas na ilha de Java, na Indonésia, então sob domínio japonês.



Nesse contexto de guerra, Robert Burns Woodward, tido como um dos “pais” da síntese orgânica, publicou em 1944 um texto com o título “Total synthesis of quinine” em colaboração com William von Eggers Doering. Esse trabalho, apenas uma comunicação inicial, foi seguido por uma publicação completa em 1945 e deu origem a uma das grandes controvérsias do século XX. Nas duas publicações, Woodward e Doering recorreram ao trabalho de Rabe e Kindler para afirmar que haviam sintetizado a quinina (2). Na verdade, o que Woodward e Doering obtiveram foi a síntese do homomeroquineno racêmico e também a quinotoxina (3). Uma vez que Rabe já havia transformado a quinotoxina (3) na quinina (2), Woodward aparentemente acreditou ser suficiente a referência ao trabalho de Rabe e Kindler, no que hoje seria conhecido como uma síntese formal.

Porém, em 1944, Gilbert Stork, também um dos grandes nomes da síntese orgânica, escreveu a Woodward perguntando se ele havia reproduzido o trabalho de Rabe e Kindler para a obtenção da quinina (2). Não obteve resposta. Em 2000, Stork declarou, em uma entrevista à C&EN News, que a síntese da quinina (2) por Woodward em 1944 não passava de um “mito acreditado por muitos”. Em 2001, Stork publicou um artigo intitulado “The first stereoselective synthesis of quinine”, no qual, a partir de um único estereocentro definido no material de partida, todos os outros estereocentros foram construídos. Neste trabalho, Stork comenta que:

Eram tempos de guerra. Os Estados Unidos haviam sido expulsos da Indonésia e assim perdido acesso às raízes de cinchona. Esta ansiedade pode explicar as notícias e um notável entusiasmo no lugar de uma análise sóbria e racional, a qual criou a impressão “quasiuniversal” de que a construção do homomeroquineno significava que a quinina havia sido sintetizada. Notavelmente, a confusão promovida por este e por centenas de outros artigos contemporâneos persistiu até os dias de hoje.

Em 2007, Seeman publicou uma revisão no *Angewandte Chemie*, analisando não apenas a controvérsia criada em torno da síntese da quinina (2) mas também os homens envolvidos, sua ética e a credibilidade dos resultados publicados. Assim, observando a história e entrevistando alguns dos personagens envolvidos ainda em atividade, Seeman pôde deduzir que Woodward e Doering haviam, sim, obtido o homomeroquineno, bem como a quinotoxina (3), e que apenas não enxergaram razões para repetir o trabalho de Rabe e Kindler. Tendo em mente que, em 1939, Rabe recuperou uma amostra feita em 1918 e então recristalizou-a e caracterizou, não há porque duvidar que a quinina (2) não tenha sido parcialmente sintetizada em 1918.



Em janeiro de 2008, Smith e Williams repetiram o trabalho de Rabe e Kindler, apresentando uma última surpresa: na última etapa executada por Rabe em 1918, está descrita a redução com alumínio em pó. Em 2008, noventa anos depois, essa reação não forneceu o resultado esperado. Smith e Williams então pensaram em que tipo de alumínio um químico do início do século XX teria usado. Certamente não seria um alumínio extrapuro adquirido de uma companhia especializada. Fizeram então a mesma reação com alumínio "aerado", e o resultado obtido foi a síntese da quinina (2), como descrito por Rabe e Kindler em 1918.

Assim, em 2008, quatrocentos e setenta anos depois de iniciada, chegou ao fim a história registrada dessa molécula, que foi importante para o ciclo de colonização europeu e esteve envolvida em disputas religiosas; sua descoberta ocasionou o contrabando de sementes, plantações equivocadas e exploração predatória; a tentativa de obter sua síntese deu origem, mesmo que por desconhecimento, ao desenvolvimento da indústria química moderna e foi a base da indústria de corantes; sua síntese em 1944 foi feita (ainda que parcialmente) sem equipamentos de FT-RMN, coluna *flash*, CLAE ou TLC.

OLIVEIRA, Alfredo Ricardo Marques de; SZCZERBOWSKI, Daiane. Quinina: 470 anos de história, controvérsias e desenvolvimento. *Quím. Nova* [online], v. 32, n. 7, p. 1971-1974, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422009000700048&script=sci_abstract&tlng=es>. Acesso em: 12 out. 2012. (Adaptado).

A análise desse texto pode ser empregada para desenvolver a Competência 1 de diversas maneiras, tais como:

- a) Comparar o significado de termos que se referem aos componentes do processo de produção científica, como: modelo científico, teoria, hipótese, fato.
- b) Observar e comparar as semelhanças e diferenças entre dois modelos científicos criados para explicar o mesmo fenômeno que, neste caso, é a síntese da quinina.
- c) Descrever algumas das características do contexto histórico de produção de cada modelo científico (economia, conhecimento científico e cultural, tecnologia, método de investigação), o papel do acaso na produção de conhecimento científico e estabelecer relações entre essas influências e as características de cada modelo.
- d) Comparar as estratégias de investigação empregadas por pesquisadores de épocas e locais diferentes, que se dedicaram ao estudo de um mesmo fenômeno.
- e) Compreender como são as formas de legitimação de um novo conhecimento científico em relação aos anteriores ou aos que estão em jogo no mesmo momento histórico.



Questão do ENEM referente à Competência 1:

(ENEM, 2010) Em nosso cotidiano, utilizamos as palavras “calor” e “temperatura” de forma diferente de como elas são usadas no meio científico. Na linguagem corrente, calor é identificado como “algo quente” e temperatura mede a “quantidade de calor de um corpo”. Esses significados, no entanto, não conseguem explicar diversas situações que podem ser verificadas na prática. Do ponto de vista científico, que situação prática mostra a limitação dos conceitos corriqueiros de calor e temperatura?

- a) A temperatura da água pode ficar constante durante o tempo em que estiver fervendo.
- b) Uma mãe coloca a mão na água da banheira do bebê para verificar a temperatura da água.
- c) A chama de um fogão pode ser usada para aumentar a temperatura da água em uma panela.
- d) A água quente que está em uma caneca é passada para outra caneca a fim de diminuir sua temperatura.
- e) Um forno pode fornecer calor para uma vasilha de água que está em seu interior com menor temperatura do que a dele.

Alternativa correta: a

COMENTÁRIOS

Um item relacionado a essa competência costuma apresentar-se de três maneiras distintas: a primeira é confrontando olhares de diferentes culturas sobre o mesmo tema; a segunda é apresentando o processo histórico de construção de um determinado conhecimento, evidenciando os diferentes métodos e interpretações do assunto, ao longo do tempo; a terceira maneira é colocando o aluno diante de uma situação em que um determinado conjunto de teorias e modelos da própria ciência não é suficiente para explicar o fenômeno apresentado. Este item em particular trata da diferença de olhar (senso comum e visão científica) sobre o mesmo fenômeno.

COMPETÊNCIA 2: Identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais em diferentes contextos

Essa competência destaca a importância das tecnologias em nossas vidas. Em relação à Tecnologia Química, esta se desenvolveu mais fortemente como um campo específico da Química (química aplicada) em resposta às necessidades da Revolução Industrial, que requeria conhecimentos químicos e técnicos sistematizados e organizados, colocando em uso prático reações e propriedades dos materiais, tornando-os úteis para o nosso cotidiano.

Percebe-se na contemporaneidade a humanidade cada vez mais influenciada e dependente da ciência e da tecnologia que, muitas vezes, dita maneiras de viver. Para Milton Vargas (1994, p. 225), na obra *Para uma filosofia da tecnologia*, o conceito de Tecnologia é “a



aplicação de teorias, métodos e processos científicos às técnicas”. É nessa perspectiva que a competência nos aponta a necessidade de se valer dos conhecimentos científicos/químicos para identificar e aplicar as técnicas relacionadas a esses conhecimentos, nas mais diversas áreas como: saúde, tratamento de água e esgoto, reciclagem e descarte de lixo, geração e armazenamento de energia, produção e conservação de alimentos, obtenção de metais e suas ligas, criação de novos materiais (polímeros, por exemplo), dentre tantos outros.

Uma proposta pedagógica para dar conta dessa competência precisa atender para as inter-relações entre explicação científica, planejamento tecnológico e solução de problemas sobre temas práticos de importância social.

A seguir, uma atividade e um item que podem ajudar a planejar ações didáticas que contemplem a Competência 2.

Atividade referente à Competência 2

Vídeo: Tudo se transforma: história da Química, Química Forense⁷

Texto: Disparos de armas de fogo

Na utilização de armas de fogo em episódios de crime, são produzidos vestígios de disparo, os quais são expelidos pela expansão gasosa oriunda da combustão da carga explosiva presente nos cartuchos que compõem a munição dessas armas. Tal expansão gasosa dá-se preferencialmente através da região anterior do cano da arma, orientada para a frente; porém, uma parcela desse fluxo de massa gasosa é também expelida pela região posterior da arma, em decorrência da presença de orifícios da culatra (para revólveres) ou do extrator (no caso de pistolas), conforme visualizado na Figura 1 .



Figura 1 – Durante um disparo, gases são expelidos também para a região posterior da arma, depositando resíduos na mão do atirador

⁷ Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=KnwxyBORQKI>>.



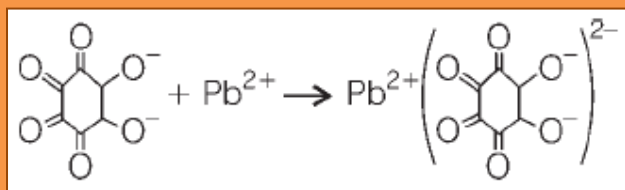
Tal fluxo gasoso carrega em sua composição os gases oriundos da combustão (CO₂ e SO₂), bem como uma ampla gama de compostos inorgânicos, tais como nitrito, nitrato, cátions de metais como chumbo e antimônio e particulados metálicos oriundos do atrito e da subsequente fragmentação dos projéteis metálicos disparados. Quando o fluxo gasoso emitido pela região traseira da arma atinge a superfície da mão do atirador, tais partículas sólidas aderem à superfície da pele. Um teste comumente utilizado para a detecção de vestígios de disparo de arma de fogo nas mãos de um possível suspeito consiste na pesquisa de íons ou fragmentos metálicos de chumbo, em decorrência da maior quantidade dessa espécie metálica em relação a outras.

O chumbo presente nos vestígios de disparo pode ser proveniente do agente detonador da espoleta, na qual se encontra presente na forma de trinitroresorcinato de chumbo; da carga de espoleteamento, na forma de estifinato de chumbo; bem como pode ser gerado pelo atrito do corpo dos projéteis de chumbo contra as paredes internas do cano da arma. A análise química de chumbo consiste na coleta prévia de amostra nas mãos do suspeito – são aplicadas tiras de fita adesiva do tipo esparadrapo e subsequente imobilização dessas tiras em superfície de papel de filtro. Caso as tiras, ao serem borrifadas com solução acidificada de rodizonato de sódio, apresentem um espalhamento de pontos de coloração avermelhada, indica resultado positivo para o disparo. Tal exame é conhecido como “residuográfico” (Figura 2).



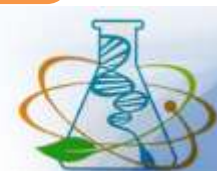
Figura 2 – No exame residuográfico, após fixação de tiras de papel, vestígios de chumbo na mão do atirador podem ser revelados com solução ácida de rodizonato de sódio

A reação química envolvida no processo consiste na complexação de íons chumbo pelos íons rodizonato:



O complexo resultante apresenta coloração avermelhada intensa, diferentemente da solução inicial de rodizonato de sódio, a qual se apresenta amarelada, nas concentrações utilizadas pelos laboratórios de Química Forense.

OLIVEIRA, Marcelo Firmino. Química forense: a utilização da química na pesquisa de vestígios de crime. Química Nova na Escola, n. 24, p. 17-19, nov. 2006. Disponível em: <<http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc24/ccd2.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2012. (Adaptado).



Do ponto de vista pedagógico, é possível, a partir da análise do vídeo e do texto:

- a) Desenvolver critérios de observação e registro de um determinado fenômeno.
- b) Estabelecer parâmetro de validação de resultados de testes.
- c) Selecionar experimentos mais adequados para uma determinada finalidade.
- d) Inferir sobre os efeitos desse tipo de trabalho e da manipulação dessas substâncias para a saúde do trabalhador.

Questão do ENEM referente à Competência 2:

(ENEM, 2010) Com o objetivo de se testar a eficiência de fornos de micro-ondas, planejou-se o aquecimento em 10°C de amostras de diferentes substâncias, cada uma com determinada massa, em cinco fornos de marcas distintas. Nesse teste, cada forno operou à potência máxima. O forno mais eficiente foi aquele que:

- a) forneceu a maior quantidade de energia às amostras.
- b) cedeu energia à amostra de maior massa em mais tempo.
- c) forneceu a maior quantidade de energia em menos tempo.
- d) cedeu energia à amostra de menor calor específico mais lentamente.
- e) forneceu a menor quantidade de energia às amostras em menos tempo.

Alternativa correta: c

COMENTÁRIOS

Este item avalia a Competência 2, especificamente em relação à habilidade 7, pois cobra do aluno conhecimentos sobre: calor específico, funcionamento de um forno de micro-ondas, compreensão da relação entre a massa da amostra aquecida com a quantidade de energia fornecida pelo forno e o estabelecimento de critérios para a comparação dos resultados.

COMPETÊNCIA 3: Associar ações e processos científicos, tecnológicos, produtivos, naturais e sociais à degradação e à conservação ambiental

Essa competência também trata das ciências naturais e de suas tecnologias, mas vinculadas especificamente ao tema meio ambiente, evidenciando sua relação com os interesses de diferentes grupos sociais, permeadas pelas relações de poder.

Para Arnold Pacey (1990), em seu livro *La cultura de la tecnología*, a prática tecnológica abrange mais do que apenas o aspecto técnico (conhecimentos, habilidades e técnicas; instrumentos, ferramentas e máquinas; recursos materiais; matérias-primas, produtos obtidos, dejetos e resíduos), é constituída também pelos aspectos:



- organizacional: atividade econômica e industrial; atividade profissional dos engenheiros, técnicos e operários da produção; usuários e consumidores; sindicatos;
- cultural: objetivos; sistema de valores e códigos éticos; crenças sobre progresso, consciência e criatividade.

Nessa perspectiva, a competência aponta para o letramento tecnológico, no qual é fundamental a identificação dos aspectos organizacionais e culturais da tecnologia, os quais permitirão ao aluno compreender como a tecnologia é dependente dos sistemas sociopolíticos e dos valores e ideologias dos grupos culturais em que está inserida.

Do ponto de vista da Química, é preciso atentar-se para a estreita relação que existe entre os setores produtivos (mineração, metalurgia, indústria de materiais plásticos, indústria alimentícia, extração e produção de combustíveis, agroindústria etc.), setores comerciais, nossos hábitos de consumo, a geração de resíduos e os processos naturais e artificiais de degradação desses resíduos. A teia interdependente formada por esses segmentos sociais, com diferentes interesses, precisa ser evidenciada ao se discutir essa competência.

A conservação ou degradação ambiental decorre não só do tipo de resíduos descartados na natureza, mas principalmente da quantidade e do tempo que os resíduos levam para se degradar e se incorporar aos ecossistemas de maneira equilibrada. Por isso, outro ponto a se considerar são os ciclos biogeoquímicos, ou ciclos globais dos elementos químicos, que são suporte para todos os serviços de ecossistemas, dos quais os seres humanos se beneficiam, como, por exemplo, a provisão de alimentos e de água fresca e a regulação do clima e de doenças. A compreensão dos processos envolvidos nesses ciclos, bem como das mudanças que eles podem sofrer ou não pela ação humana, são importantes para ajudar a pensar os meios de preservar o estado de equilíbrio dos ecossistemas, tanto em escala local como regional e global. O conhecimento desses processos é também importante para ajudar a estabelecer políticas públicas e estratégias para o desenvolvimento sustentado.

Professor, é preciso um planejamento das aulas de Química que permita ao aluno compreender, apreciar e envolver-se progressivamente na tomada de decisões sobre questões com dimensão científico-tecnológica, isto é, que os alunos sejam agentes ativos e capazes de formular juízos de valor sobre argumentos relativos a questões socialmente controversas, como a conservação e a degradação ambiental.

A seguir, um exemplo de atividade e de um item pertinente ao desenvolvimento da Competência 3.



Atividade: Sequência didática sobre Mineração no Brasil.**Tema:** Metais produzidos no Brasil**Objetivo:** Analisar a produção e usos de metais no Brasil por meio de leitura de diferentes materiais (textos, tabelas, vídeos, imagens etc.) e experimentos para avaliar os benefícios e problemas sociais e ambientais relacionados aos metais.Vídeo 1: <<http://www.youtube.com/watch?v=EWfBzwlIqUE>>.Vídeo 2: <<http://www.youtube.com/watch?v=G5MOJlgMPmw>>.

Atividades	Metodologia	Indicadores de aprendizagem	Avaliação	Tempo
1 Leitura e interpretação de vídeos e do texto: Ocorrência e exploração no Brasil.	1.1 Leitura em grupo	Conhece os principais metais produzidos no Brasil e suas fontes.	Registro das ideias e conhecimentos do grupo sobre o que foi apresentado nos vídeos e no texto	20 minutos
2 Problematização do texto e dos vídeos.	2.1 Medir, em grupo, no laboratório, algumas propriedades físicas e químicas do metal e da liga.	Conhece algumas propriedades físicas e químicas dos metais e ligas.	Construir uma tabela de comparação das propriedades do metal e da liga.	25 minutos
	2.2 Formar pequenos grupos e pesquisar a história, a produção e usos de liga metálica no Brasil.	Relaciona a produção e usos do metal a suas propriedades químicas e físicas.	Responder às questões usando os dados experimentais e da pesquisa.	15 minutos
3 Aprofundamento do tema	3.1 Estudo dos tipos de ligações químicas, sobretudo a metálica.	Relaciona as propriedades dos metais e de suas ligas aos tipos de ligações químicas.	Apresentar aos outros grupos na forma de painel a relação entre ligações químicas e as propriedades do seu metal e liga.	20 minutos
	3.2 Debater a importância social e econômica dos metais e ligas, bem como seu impacto ambiental e as estratégias para minimizá-lo.	Analisa a importância dos metais para a vida moderna e os impactos ambientais.	Escrever uma carta para contar a um amigo o posicionamento crítico do grupo sobre a exploração, importância econômica e impactos ambientais dos metais.	30 minutos



Anexo 1: Ocorrência e exploração no Brasil – adaptado de Ronaldo Decicino

Quadrilátero de Ferro de Minas Gerais

Os minerais metálicos são encontrados em estruturas geológicas muito antigas da era pré-cambriana (proterozoica). São recursos naturais não renováveis, isto é, que não podem ser repostos pela natureza. Representam aproximadamente 4% do território brasileiro. O Brasil possui grande extensão territorial e variadas formações vegetais e geológicas; sendo assim, nosso país conta com uma grande diversidade e quantidade de recursos vegetais e minerais. No caso dos recursos minerais, temos os minerais metálicos e não metálicos.

Os minerais metálicos servem para a produção de metais puros para uso industrial. Os metais são classificados como bens industriais porque viabilizam a expansão de várias produções fabris, de bens de produção, como equipamentos (agrícolas, industriais e de transporte), e de bens de consumo, como os materiais metálicos usados em embalagens de muitos produtos.

A indústria extrativa mineral brasileira é bastante diversificada. Há pelo menos 55 minerais sendo explorados atualmente no Brasil, cada qual com uma dinâmica de mercado singular. O país possui uma das maiores produções mundial de vários minérios, mas não somos autossuficientes em todos os recursos que utilizamos. A extração de minerais metálicos no Brasil é controlada pela Vale (antiga Companhia Vale do Rio Doce), empresa criada em 1942 por Getúlio Vargas e privatizada em 1997. Para explorar uma província mineral, as empresas dependem de uma autorização especial, fornecida pelo Ministério das Minas e Energia, que pode suspender a autorização a qualquer momento, em nome dos interesses nacionais.



Merecem destaque na produção brasileira:

O minério de **Alumínio (Al)** mais importante na crosta terrestre é a bauxita, que contém em sua composição química o óxido de alumínio e funciona como a mais importante matéria-prima para a produção do alumínio metálico. O alumínio metálico é um dos produtos de uso mais diversificado no mundo moderno, pois com ele se fabrica desde uma latinha de cerveja até partes fundamentais de aviões. O Brasil possui 7,8% das reservas mundiais de alumínio e está em terceiro lugar na produção mundial. As reservas mais expressivas (93,5%) estão localizadas na região Norte, mais precisamente no estado do Pará, ocorrendo ainda reservas em Minas Gerais.

O **Chumbo (Pb)** é um metal conhecido e usado desde a antiguidade. É tóxico, pesado, macio, maleável e mau condutor de eletricidade. É usado na construção civil, em soldas, munições e proteção contra raios X, além de formar parte de ligas metálicas para a produção de soldas, fusíveis, revestimentos de cabos elétricos, materiais antifricção, metais de tipografia etc. A participação do Brasil nas reservas e produção de chumbo mundial é reduzida. Os principais estados produtores são Minas Gerais, Bahia, Paraná, Rio Grande do Sul e São Paulo.

O **Cobalto (Co)** é utilizado para a produção de superligas usadas em turbinas de aviões, ligas resistentes à corrosão, aços rápidos, carbetos e ferramentas de diamante. O Co-60, radioisótopo, é usado como fonte de radiação gama em radioterapia e esterilização de alimentos. O metal não é encontrado em estado nativo, mas em diversos minerais, razão pela qual é extraído normalmente junto com outros produtos, especialmente como subproduto do níquel e do cobre. O Brasil contribui com apenas 1,6% na produção mundial, mas essa quantidade é suficiente para atender sua produção interna. Os principais estados produtores, como subproduto da mineração do níquel, são Minas Gerais (3% da produção nacional) e Goiás (97% da produção nacional).

O **Cobre (Cu)**, conhecido desde a antiguidade, é utilizado atualmente para a produção de materiais condutores de eletricidade (fios e cabos) e em ligas metálicas como latão e bronze. O Brasil possui modesta participação mundial em relação ao cobre, em um mercado dominado pelo Chile e Estados Unidos, tanto no que diz respeito às reservas como à produção. Os principais estados produtores são Rio Grande do Sul, Bahia, Pará, São Paulo, Goiás e Minas Gerais.

O **Cromo (Cr)** é um metal bastante raro na crosta terrestre. Encontra-se, sobretudo, no minério cromita e tem a propriedade de ser bastante resistente ao processo de corrosão e oxidação. Por essa razão, é usado no revestimento de objetos metálicos e, juntamente com o níquel, na produção de aços especiais. O Brasil, praticamente o único produtor de cromo no continente americano, continua com uma participação modesta, tanto em reservas como em produção. Os principais estados produtores são Bahia (89,7%), Amapá (7,2%) e Minas Gerais (3,1%).



O **Estanho (Sn)** é empregado principalmente em chapas, tubos e fios por causa de sua ductilidade, maciez e resistência à corrosão. É muito usado como revestimento de aço e cobre. Grande parte do estanho produzido no mundo é consumida no preparo da folha de flandres, usada em latas para a indústria de conservas. O Brasil possui cerca de 11% das reservas mundiais e um consumo de 3,2% do total mundial, é o sexto maior produtor no mundo. Os principais produtores são a região amazônica e Rondônia.

O **Ferro (Fe)** é um dos elementos mais abundantes. O núcleo da Terra é formado principalmente por ferro e níquel (NiFe). Do ponto de vista econômico, é o mais importante dos recursos minerais encontrados na crosta terrestre, pois é utilizado como insumo básico na siderurgia, setor industrial responsável pela produção da liga metálica mais usada pela humanidade: o aço. O Brasil possui a sexta maior reserva de minério de ferro do mundo, além de ser o segundo maior produtor. Os principais estados produtores são Minas Gerais (71%), Pará (26%) e outros (3%).

Como a do Ferro, a distribuição do **Manganês (Mn)** na crosta terrestre é relativamente abundante. O manganês é uma das ligas metálicas mais utilizadas pelo setor siderúrgico, pois tem a propriedade de tornar o metal mais duro, tenaz e resistente ao desgaste. O Brasil possui apenas 1% das reservas do mundo, mas é o segundo maior produtor mundial. Os principais estados produtores são Pará, Amapá, Minas Gerais e Bahia.

O **Nióbio (Nb)** é um minério utilizado na composição de ligas metálicas que requerem resistência e leveza, por isso é estratégico para certos setores, como a indústria aeronáutica, naval e espacial, além da automobilística. O Brasil detém grande parte das reservas e produção mundial. Os principais estados produtores são Minas Gerais (97,0%) e Goiás (3,0%).

O **Níquel (Ni)** é um metal raro na crosta terrestre. Aproximadamente 65% do níquel consumido são empregados na fabricação de aço inoxidável e 12%, em superligas de níquel. Os restantes 23% são repartidos na produção de outras ligas metálicas, baterias recarregáveis, cunhagens de moedas, revestimentos metálicos e fundição. Os principais estados produtores são Goiás (74,0%), Pará (16,7%), Minas Gerais (5,1%) e Piauí (4,2%).

O **Ouro (Au)** é utilizado de forma generalizada na joalheria, indústria e em eletrônica, e também como reserva de valor. A produção brasileira é registrada em jazidas e na forma de aluvião (encontrado nos rios). Atende ao mercado externo e interno. Devido à extração e comércio ilegal deste mineral, é difícil chegar-se a um registro preciso da produção. O Brasil participa com números oficiais de 3,7% das reservas e 2,1% da produção mundial. Os principais estados produtores são Minas Gerais (48%), Pará (36,9%), Goiás (6,0%), Mato Grosso (3,6%), Bahia (3,0%) e outros (2,5%).

O **Titânio (Ti)** é mais forte do que o aço e muito mais forte do que o ouro, a prata e a platina, além de seu peso ser muito baixo (45% mais leve do que o aço). Quando polido, o titânio é muito semelhante à platina em brilho e aparência. É utilizado nas indústrias química, naval, aeronáutica,



nuclear, bélica, metalúrgicas, implantes e outras. O Brasil possui 6% das reservas mundiais de titânio. Os principais estados produtores são Pernambuco, Goiás e Rio de Janeiro.

O **Zinco (Zn)** tem grande variação de utilização, destacando-se o processo de galvanização (anticorrosão) na proteção de peças metálicas, principalmente aço. Esse uso corresponde a 49% do consumo nacional. Mas o zinco também é matéria-prima para ligas metálicas, além de ser utilizado em pigmentos, pilhas secas e outros. O Brasil é o 12º maior produtor de minério de zinco, com produção aproximada de 199 mil toneladas de concentrado. Esse volume representa 1,8% da produção mundial. Os principais estados produtores são Minas Gerais (82,9%), Rio Grande do Sul (8,7%), Mato Grosso do Sul (2,5%), Bahia (2,3%), Paraná (2,6%) e Pará (1%).

O **Zircônio (Zr)** é amplamente utilizado na indústria. O maior uso desse metal está concentrado nas usinas nucleares: em virtude de sua baixa capacidade de absorção de nêutrons, é utilizado para revestir internamente os reatores nucleares. É usado também na fabricação de joias (depois de polido, assemelha-se a um diamante). É usado como material refratário na fabricação de cerâmicas e vidrarias laboratoriais, além de ser utilizado na fabricação de *flashes* fotográficos. No Brasil, as reservas de minério de zircônio referem-se à zirconita e caldasito. As ocorrências apresentam-se associadas, principalmente, aos depósitos de areias de minerais pesados. As reservas brasileiras, oficialmente reconhecidas pelo DNPM, somam 5.335 mil toneladas. Os principais estados produtores são Amazonas, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Paraíba e, de forma menos expressiva, Tocantins e Bahia.

DECICINO, Ronaldo. Disponível em: <<http://educacao.uol.com.br/geografia/minerais-metalicos-ocorrencia-e-exploracao-no-brasil,jhtm>>. Acesso em: 12 out. 2012. (Adaptado).

Anexo 2: Comercialização de metais em 2009

Preços dos Metais

Relação dos preços médios dos metais básicos (em US\$/t) em 2009, cujos contratos são negociados na London Metal Exchange (LME).

Cotação LME: média de 02/01/2009 a 30/10/2009

METAL (Sigla)	US\$ /t (<i>cash buyer</i>)
Alumínio (Al)	1.584,09
Chumbo (Pb)	1.597,79
Cobre (Cu)	4.812,60
Estanho (Sn)	13.214,07
Níquel (Ni)	14.169,09
Zinco (Zn)	1.528,36

Fonte: <<http://www.dnpm.gov.br/>>.



Questões

1. Cite os 3 países que mais produzem ferro no mundo.
2. Indique o maior produtor de aço do mundo.
3. Sendo o aço uma liga do ferro e o Brasil um dos maiores produtores mundiais desse metal, é de se esperar que também seja um dos maiores produtores de aço. Contudo, não somos. Identifique, na pesquisa realizada, alguns fatores econômicos, sociais e políticos que geram essa situação e suas implicações sociais e econômicas para o Brasil.

Questão do ENEM referente à Competência 3:

(QUESTÃO INÉDITA MARISTA) A melhor tecnologia que a espécie humana já inventou para combater o aquecimento global se chama crise econômica. É fácil entender o porquê. Ao longo da história, há uma relação inequívoca entre a prosperidade e a quantidade de gás carbônico despejado na atmosfera.

Crescimento econômico significa mais fábricas, mais emprego, mais gente indo de carro para o trabalho, mais consumo de energia, mais queima de petróleo e gás – e, do jeito como o mundo funciona, mais poluentes no ar. A crise que a economia global atravessa hoje terá, portanto, um efeito colateral benéfico sobre as emissões de carbono. Mas ninguém pode defender racionalmente a redução da atividade econômica – em outras palavras, a pobreza – como uma política climática para o planeta. O desafio será criar os incentivos econômicos para que as forças de mercado comecem a agir na direção certa – sem prejuízo para a prosperidade.

GUROVITZ, Hélio. A nova era da energia limpa. *Revista Época*, 22 abr. 2009.

A partir da leitura do texto acima, pode-se entender que uma maneira racional para obter crescimento econômico evitando o aquecimento global seria a:

- a) continuação da crise econômica.
- b) utilização de meios de transporte coletivo.
- c) utilização de tecnologias mais baratas.
- d) redução do consumo de energia pela população.
- e) redução na queima de combustíveis fósseis.

Alternativa correta: e

COMENTÁRIOS

Este item contempla a Competência 3, na medida em que exige do aluno a identificação e análise de fontes geradoras de gases causadores do efeito estufa, sobretudo o CO₂, e a compreensão da importância e do funcionamento dos ciclos biogeoquímicos, além de avaliar a relação do aquecimento global com as atividades sociais e o desenvolvimento econômico.



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

Esta competência, do ponto de vista da Química, discute as questões relacionadas às trocas de materiais e de energia entre os seres vivos e o ambiente, bem como os efeitos fisiológicos resultantes dessas interações, sobretudo no ser humano.

Essas interações acontecem por diversos meios, entre eles está: a alimentação, reprodução, respiração, fermentação, processos evolutivos etc. Esses processos são de mão dupla e interferem no meio e sobre os próprios seres vivos.

Escolhas pessoais, influenciadas pela cultura ou por características individuais, que fazemos em relação a alguns desses processos, como por exemplo: maneiras e tipos de alimentação, quando e como lavamos as mãos, entre outros; interferem na saúde, na qualidade de vida e no meio ambiente.

O trabalho pedagógico principal com essa competência é levar o aluno a compreender essa teia de interações a partir do olhar da ciência/química, ou seja, a partir de modelos, teorias, linguagem própria da química, reconhecendo como diferentes indivíduos e grupos sociais lidam com esses processos e suas implicações.

A seguir, uma atividade e um item que podem ajudar no planejamento de ações didáticas que contemplem a Competência 4.

Atividade referente à Competência 4 – Discussão sobre hábitos alimentares e a montagem de uma anamnese.

Quando a alimentação vira um problema de saúde pública



Alimentação com alto teor de sal e gordura



No Brasil, segundo dados do IBGE (2004), mesmo tendo diminuído, a fome e a desnutrição ainda atingem cerca de 3,8 milhões de adultos, caindo de 7,2% da população masculina e 10,2% da população feminina, durante o período 1974-1975, para 2,8% entre os homens e 5,2% entre as mulheres em 2004. As estatísticas vêm alertando para um cenário crítico. Segundo dados da Pesquisa Nacional por Amostragem de Domicílios (PNAD), de 1999, que serviu de base para o Projeto Fome Zero, 27,4% da população brasileira vivem abaixo da linha da pobreza, sendo as regiões Norte (36,2%) e Nordeste (48,8%) mais pobres do que as regiões Sudeste (17%), Sul (18,3%) e Centro-Oeste (22,3%).

Segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), assim como a fome e a desnutrição, a obesidade está tomando proporções de epidemia, com mais de 1 bilhão de adultos com sobrepeso, dos quais 300 milhões são obesos. As crianças com sobrepeso chegam a 17,6 milhões (OMS, 2003). São consideradas obesas as pessoas que possuem Índice de Massa Corporal (IMC) maior que 30 kg/m^2 . O excesso de peso ou sobrepeso, por sua vez, é determinado quando o IMC está entre 25 e $29,9 \text{ kg/m}^2$. Para calcular o IMC, é necessário dividir o peso do indivíduo pela sua altura ao quadrado. As medidas utilizadas devem ser o quilograma (kg) e o metro (m) (BATISTA FILHO; RISSIN, 2003; VASCONCELOS; SILVA, 2003).

No ano 2000, um relatório do Centro Americano de Controle de Doenças e Prevenção dos Estados Unidos informava que dois terços da população adulta nos Estados Unidos estavam acima do peso ou eram obesas. O mesmo relato advertia que o problema estava apenas começando. Com estatísticas tão alarmantes, houve um crescimento de pesquisas, revisões e suplementos especiais sobre o incremento da obesidade na população, em Periódicos Biomédicos em todo o mundo (www.cienciapt.net/revista, 2005; GUTIÉRREZ-FISAC et al., 2003). Os resultados desses estudos alertam, principalmente, para problemas de saúde gerados pela obesidade ou sobrepeso, como a diabetes tipo II, hipertensão, câncer e doenças cardiovasculares que podem causar morte prematura (OMS, 2003; KAIN et al., 2003). Em 2002, um informe do Instituto Worldwatch, com sede em Washington, relatava que, pela primeira vez na história, os cálculos do número de pessoas obesas em todo o mundo são similares aos das pessoas desnutridas. A OMS, no mesmo período, classificava a obesidade entre os 10 riscos principais para a saúde. No caso dos Estados Unidos, por exemplo, enquanto que na década de 1960 metade dos americanos tinham excesso de peso, dos quais mais de 13% eram obesos, atualmente essas taxas triplicaram e, com uma população de mais de 280 milhões de habitantes (U.S. Census Bureau, International Database, 2004), 64% dos adultos têm sobrepeso e 30,5 % são obesos (EBERWINE, 2002).

De fato, há vinte anos a taxa de obesidade nos países desenvolvidos era indicada em apenas um dígito e, hoje, já chega a 20%. Mais alarmante ainda é a taxa de crescimento da obesidade nos países em desenvolvimento, que já excede aos chamados países do Primeiro Mundo (TEELUCKSINGH, 2003). Nos países do Caribe, mulheres adultas e obesas já registram 30%. Nos



países da América do Sul, como Argentina, Colômbia, México, Paraguai, Peru e Uruguai, mais da metade da população apresenta sobrepeso e 15% é obesa (EBERWINE, 2002).

A epidemia da obesidade já começa a atingir crianças e jovens, com índices de sobrepeso nessa faixa etária atingindo 10% em alguns países em desenvolvimento das Américas (COLE et al., 2000). Estudos epidemiológicos realizados nos Estados Unidos demonstram aumento de obesos nas últimas quatro décadas, principalmente entre adolescentes (MAGALHÃES; MENDONÇA, 2003; GARRISON, 1998; STEVENS, 1998), o que começa a preocupar a população. Um levantamento realizado pela Universidade de Harvard mostra que 79% dos americanos acreditam que a obesidade em adultos é um dos mais sérios problemas de saúde pública atualmente; e 74% acham que a obesidade infantil é um problema ainda maior (LAKE; SNELL; PERRY, 2003). Os índices de preocupação são maiores, entretanto, quando se fala em câncer (95%), doenças cardiovasculares (92%) ou AIDS (87%) (Acquired Immune Deficiency Syndrome, sigla em inglês para a Síndrome da Imunodeficiência Adquirida).

Os países europeus também foram atingidos pela epidemia. Uma em cada 13 mortes que acontecem por ano nos países da Comissão Europeia (CE) pode ser atribuída ao excesso de peso. Com uma população de cerca de 700 milhões de habitantes em 15 países, 17% dos adultos têm excesso de peso e cerca de 6,5% são obesos (CE, 2003). A obesidade infantil, na França, por exemplo, vem se desenvolvendo em um ritmo tal que poderá chegar aos níveis americanos em apenas vinte anos. Especialistas franceses falam em epidemia. A transformação de hábitos alimentares tradicionais, ou “americanização dos costumes”, tem sido apontada como a causa provável (POULAIN, 2004).

Em Portugal, cerca de 32% das crianças entre 7 e 9 anos têm excesso de peso ou obesidade, segundo estudo da Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação, da Universidade do Porto. Os países do Mediterrâneo, acostumados com uma alimentação rica em azeite de oliva, frutas, vegetais, cereais, peixes, carne vermelha, pouco leite e seus derivados, e bebidas alcoólicas, principalmente o vinho, têm observado uma mudança nos hábitos alimentares de sua população. Enquanto continuam a comer, no café da manhã, pães regados no azeite, cresce no almoço o consumo de hambúrgueres (PIPERAKIS et al., 2004). Ou seja, as sociedades estão deixando seus alimentos mais tradicionais e os métodos de prepará-los, para consumir alimentos processados e produtos industriais, mais baratos, porém mais ricos em gorduras e carboidratos.

No Brasil, as Pesquisas de Orçamento Familiar (POFs), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que analisam a composição dos gastos e do consumo das famílias segundo as classes de rendimento, constituem fonte alternativa de informações sobre consumo alimentar (IBGE, 2003), já que, nacionalmente, o país conta com um único inquérito dietético realizado em meados da década de 1970, que avaliou a quantidade consumida de alimentos em geral,



especificamente por nutriente, por cliente-dia, segundo as regiões socioeconômicas e classe de despesa corrente anual por *per capita* familiar (Estudo Nacional da Despesa Familiar – ENDEF, 1974/1975). Foram realizadas três POFs, sendo a primeira no início da década de 1960; a segunda no final da década de 1980 (MODINE; MONTEIRO, 1994; MUNIZ-JUNQUEIRA; QUEIROZ, 2002) e a última no final de 2004 (IBGE, 2004). Com base nesses estudos, verificou-se que as mudanças no padrão alimentar do brasileiro, nos últimos 30 anos, abrangeu toda a população urbana do país, com a taxa de obesidade e sobrepeso na população brasileira atingindo 40,6% (38 milhões) da população adulta (95,5 milhões), dos quais 11% (10,5 milhões) são obesos (IBGE, 2004). A incidência de indivíduos com sobrepeso ou obesos é maior em pessoas com menor ou nenhuma escolaridade, principalmente entre as mulheres (MODINE; MONTEIRO, 1994).

A facilidade de acesso a variados tipos de alimentos fazem com que, diferentemente da população desnutrida que, na sua maioria, está nas regiões mais pobres do país, os indivíduos obesos se localizam com maior frequência nas regiões mais desenvolvidas do Brasil (COUTINHO et al., 1991; IBGE, 2004). Recorrendo à história, vê-se, de fato, que as pessoas nunca tiveram tantas opções de cardápio quanto agora, principalmente no Ocidente. Os avanços na tecnologia da conservação, armazenamento e transportes de alimentos quebraram as fronteiras, distribuindo pelo mundo enlatados, conservas, queijos, refrigerantes, *ketchup*, hambúrgueres, pizzas etc. (POULAIN, 2004).

Variar os alimentos, não exagerar na quantidade e consumir adequadamente os nutrientes perfazem as bases de um bom hábito alimentar. Os órgãos de saúde dos Estados Unidos, com o objetivo de combater principalmente a obesidade, estão encorajando as pessoas ao consumo de um maior grupo de alimentos, como vegetais, frutas, leite, cereais, grãos e carnes (DIXON et al., 2001). É recomendado pela FAO que de 30% a 35% da energia seja proveniente do consumo de gordura, de 45% a 55% de carboidrato e entre 10% e 15% de proteína (MODINE; MONTEIRO, 1994).

Em 1974-1975, o IBGE realizou no Brasil o único inquérito nutricional. Nas pesquisas posteriores – Pesquisas sobre Orçamentos Familiares do IBGE –, a metodologia foi baseada na aquisição de bens de consumo, entre eles, a alimentação. Os dados obtidos por esses dois tipos de avaliação mostram que, nos últimos 30 anos, houve grande diversificação no hábito alimentar da população, com redução do consumo de gêneros tradicionais e aumento do consumo de produtos industrializados mais calóricos, de 1,7 kg para 5,4 kg *per capita*. A aquisição de alimentos preparados industrialmente alcança na área urbana um percentual 35,84% maior que na rural (IBGE, 2004). Além disso, o brasileiro está fazendo mais vezes as refeições fora de casa. Na área urbana, o percentual gasto com alimentação fora do domicílio é de 25,74%, enquanto que na área rural é de 13,07%. O aumento do poder aquisitivo e da estabilidade econômica propiciou uma maior aquisição de produtos industrializados, fazendo aumentar a ingestão de gorduras principalmente pelos indivíduos com menor informação, mas que nos últimos anos tiveram aumento na renda familiar



(PEDRAZA, 2004). Nesse ponto, vale a pena ressaltar que existe uma população mais escolarizada e esclarecida que está buscando diminuir o consumo de gorduras e carboidratos e aumentar a ingestão de vitaminas e minerais por meio de frutas e verduras (PEDRAZA, 2004).

O mesmo estudo do IBGE de 2004 mostra que a alimentação (17,10% da despesa total) é o segundo item na lista do que mais pesa no bolso do brasileiro, perdendo apenas para a habitação (29,26% da despesa total). Porém, o custo proporcional por classe social dessas despesas demonstra que, na faixa de menor renda, a alimentação consome 32,68% das despesas. Ou, o triplo do que se gasta na faixa mais alta (9,04%). Assim, apenas habitação e alimentação, somadas, respondem por cerca de 70% das despesas de quem recebe até R\$ 400 e, na faixa de mais de R\$ 6 mil, cerca de 31,83% (IBGE, 2004).

Observa-se que o nível de escolaridade também influencia o hábito alimentar. Enquanto as mulheres que têm maior risco de obesidade são as que se encontram na menor faixa econômica da população e com menor escolaridade, as mulheres que vivem nas áreas urbanas, que têm, além de um bom nível de escolaridade, acesso à informações (medido a partir do hábito de ler jornais e assistir programas educacionais transmitidos por canais de televisão), mostram-se significativa e inversamente associadas ao risco de obesidade (MONTEIRO et al., 2003).

Fonte:

<http://www.cienciaviva.org.br/drupal/artigo/quando_alimentacao_vira_um_problema_de_saude_publica>.

(Adaptado).

A partir da leitura e discussão do texto com os alunos, é possível desenvolver um estudo dos hábitos alimentares deles próprios e de suas famílias a partir de uma anamnese feita por eles e confrontada com o resultado dos colegas e de outros grupos sociais, entendendo a influência da cultura sobre nossa relação com os alimentos e a saúde. Usando os conhecimentos científicos e tecnológicos para aprofundar o estudo sobre as causas fisiológicas, como:

- a) As diferentes formas de obtenção de energia pelas células, sua relação com a alimentação e o ganho ou perda de peso.
- b) A pesquisa acerca das funções metabólicas, hábitos alimentares, quantidades necessárias de macronutrientes na dieta humano para a manutenção da saúde e do peso.



Questão do ENEM referente à Competência 4:

(ENEM, 2010) A cárie dental resulta da atividade de bactérias que degradam os açúcares e os transformam em ácidos que corroem a porção mineralizada dos dentes. Quando não se escova os dentes corretamente e neles acumulam-se restos de alimentos, as bactérias que vivem na boca aderem aos dentes, formando a placa bacteriana ou biofilme. Na placa, elas transformam o açúcar dos restos de alimentos em ácidos, que corroem o esmalte do dente formando uma cavidade, que é a cárie. Vale lembrar que a placa bacteriana se forma mesmo na ausência de ingestão de carboidratos fermentáveis, pois as bactérias possuem polissacarídeos intracelulares de reserva.

Cárie: 1. Destruição de um osso por corrosão progressiva. [...] **cárie dentária:** efeito da destruição da estrutura dentária por bactérias.

HOUAISS, Antônio. Dicionário eletrônico. Versão 1.0. Editora Objetiva, 2001. (Adaptado).

A partir da leitura do texto, que discute as causas do aparecimento de cáries, e da sua relação com as informações do dicionário, conclui-se que a cárie dental resulta, principalmente, da(o):

- a) falta de flúor e de cálcio na alimentação diária da população brasileira.
- b) consumo exagerado do xilitol – um açúcar – na dieta alimentar diária do indivíduo.
- c) redução na proliferação bacteriana quando a saliva é desbalanceada pela má alimentação.
- d) uso exagerado do flúor, um agente que, em alta quantidade, torna-se tóxico à formação dos dentes.
- e) consumo excessivo de açúcares na alimentação e má higienização bucal, que contribuem para a proliferação de bactérias.

Alternativa correta: e

COMENTÁRIOS

Este item refere-se à Competência 4, especificamente por meio da habilidade 14, já que é exigido que o aluno identifique os mecanismos de defesa do corpo (salivação) para a manutenção do equilíbrio interno e as estratégias dos micro-organismos (bactérias) para a formação da cárie a partir da fermentação dos açúcares consumidos pelas pessoas e internos à bactéria e, principalmente, pela má higienização bucal.



COMPETÊNCIA 5: Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos

Podemos entender os métodos das ciências como caminhos percorridos durante uma investigação. Esses métodos dependem de procedimentos teóricos e experimentais, isto é, de técnicas utilizadas nos percursos de pesquisa, para interpretar, avaliar e planejar soluções e intervenções científico-tecnológicas. Dentre os procedimentos destacam-se as linguagens científica/química (fórmulas, equações, símbolos, notações etc.), pois elas são técnicas empregadas para comunicar e para produzir os conhecimentos. Ao comunicar os conhecimentos, constrói-se uma forma de ver os fenômenos que será empregada por outras pessoas. Além disso, a linguagem científica é também empregada nas negociações empreendidas para validar o conhecimento. Do ponto de vista da Química, esta competência exige do aluno a capacidade de ler, interpretar e produzir diferentes tipos de textos – entendendo e usando corretamente os conhecimentos (conceitos, métodos, teorias, notações, representações etc.) dessa ciência –, como: bulas de remédios ou receitas médicas, rótulos de alimentos com porcentagens de calorias, sódio etc., tabela e gráficos de processos industriais, resultados de exame de sangue para identificação de distúrbios fisiológicos, conhecer terminologias científicas presentes em notícias veiculadas nas diferentes mídias, entre tantas outras possibilidades.

Outro tipo de procedimento empregado na criação de tecnologia é aproveitar as propriedades físicas e químicas dos recursos naturais para que estejam em concordância com as finalidades dos produtos confeccionados. Esse é o caso, por exemplo, da melhor adequação do plástico como componente dos para-choques de carros do que os metais, devido à sua capacidade de amortecimento de impactos.

A seguir, uma atividade e um item que podem ajudar a planejar ações didáticas que contemplem a Competência 5.

Atividade referente à Competência 5 – Leitura e interpretação de texto sobre obesidade no Brasil e no mundo**POF 2008-2009: desnutrição cai e peso das crianças brasileiras ultrapassa padrão internacional**

O peso dos brasileiros vem aumentando nos últimos anos. Em 2009, uma em cada três crianças de 5 a 9 anos estava acima do peso recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS). Já o déficit de altura (importante indicador de desnutrição) caiu de 29,3% (1974-1975) para 7,2% (2008-2009) entre meninos e de 26,7% para 6,3% entre as meninas, mas se sobressaiu no meio rural da região Norte: 16% dos meninos e 13,5% das meninas. A



parcela dos meninos e rapazes de 10 a 19 anos de idade com excesso de peso passou de 3,7% (1974-1975) para 21,7% (2008-2009), já entre as meninas e moças, o crescimento do excesso de peso foi de 7,6% para 19,4%. Também o excesso de peso em homens adultos saltou de 18,5% para 50,1% e ultrapassou, em 2008-2009, o das mulheres, que foi de 28,7% para 48%. Nesse panorama, destaca-se a região Sul (56,8% de homens e 51,6% de mulheres), que também apresenta os maiores percentuais de obesidade: 15,9% dos homens e 19,6% das mulheres. O excesso de peso foi mais evidente nos homens com maior rendimento (61,8%) e variou pouco nas mulheres (45-49%) em todas as faixas de renda. Os resultados são da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) de 2008-2009, realizada pelo IBGE em parceria com o Ministério da Saúde. A pesquisa também traz informações sobre as crianças com menos de 5 anos: o déficit de altura foi de 6% no país, sendo mais expressivo em meninas no primeiro ano de vida (9,4%), crianças da região Norte (8,5%) e na faixa mais baixa de rendimentos (8,2%).

O excesso de peso e a obesidade são encontrados com grande frequência, a partir de 5 anos de idade, em todos os grupos de renda e em todas as regiões brasileiras. Já o déficit de altura nos primeiros anos de vida (um importante indicador da desnutrição infantil) está concentrado em famílias com menor renda e, do ponto de vista geográfico, na região Norte. Esses são alguns dos resultados da POF de 2008-2009, que entrevistou e tomou medidas de peso e altura de pessoas em 55.970 domicílios em todos os estados e no Distrito Federal. Foram analisados os dados de mais de 188 mil pessoas de todas as idades. Os resultados foram comparados com as pesquisas de 1974-1975 (Estudo Nacional da Despesa Familiar – ENDEF), 1989 (Pesquisa Nacional sobre Saúde e Nutrição – PNSN) e 2002-2003 (Pesquisa de Orçamentos Familiares – POF) para obtenção da tendência secular das variações de altura e peso da população.

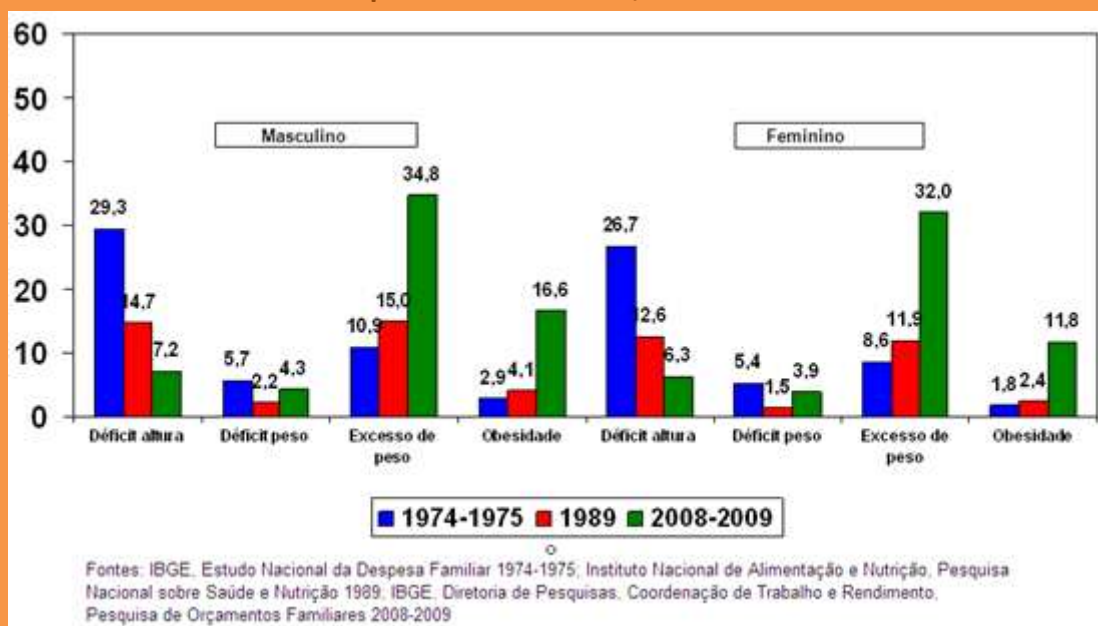
Em 2008, uma em cada três crianças de 5 a 9 anos tinha excesso de peso

Em 2008, o excesso de peso atingia 33,5% das crianças de 5 a 9 anos, sendo que 16,6% do total de meninos também eram obesos; entre as meninas, a obesidade apareceu em 11,8%. O excesso de peso foi maior na área urbana do que na rural: 37,5% e 23,9% para meninos e 33,9% e 24,6% para meninas, respectivamente. O Sudeste se destacou, com 40,3% dos meninos e 38% das meninas com sobrepeso nessa faixa etária.

A POF revelou um salto no número de crianças de 5 a 9 anos com excesso de peso ao longo de 34 anos: em 2008-2009, 34,8% dos meninos estavam com o peso acima da faixa considerada saudável pela OMS. Em 1989, esse índice era de 15%, contra 10,9% em 1974-1975. Observou-se padrão semelhante nas meninas que, de 8,6% na década de 1970, foram para 11,9% no final dos anos de 1980 e chegaram aos 32% em 2008-2009.



Gráfico 1 – Evolução de indicadores antropométricos na população de 5 a 9 anos, por sexo, no Brasil: períodos 1974-1975, 1989 e 2008-2009



A região Centro-Oeste foi a que teve a maior variação de meninos com excesso de peso em dez anos, de 13,8% em 1989 para 37,9% em 2008-2009. Para meninas no mesmo período, o crescimento foi maior na região Sudeste: de 15% para 37,9%. Essa região se destacou também por ter mais de um quinto da população infantil obesa em 2008-2009: 20,6% dos meninos. Os menores índices de obesidade em crianças de 5 a 9 anos estavam no Norte para meninos (11,4%) e no Nordeste para meninas (8,9%).

A pesquisa também mostra que, desde 1989, entre os meninos de 5 a 9 anos de idade nas famílias dos 20% da população com menor renda, houve forte crescimento daqueles com excesso de peso, passando de 8,9% para 26,5%. Na faixa de maior rendimento, o aumento notado foi de 25,8% para 46,2% no mesmo período. A obesidade, que atingia 6% dos meninos das famílias de maior renda em 1974-1975 e 10% em 1989, foi registrada em 23,6% deles em 2008-2009.

Déficit de peso e de altura das crianças de 5 a 9 anos de idade em queda

Por outro lado, o déficit de peso em 2008-2009 entre as crianças de 5 a 9 anos foi baixo em todas as regiões, oscilando ao redor da média nacional (4%), e o déficit de altura diminuía com o aumento da renda: nos domicílios de menor renda, chegava a 11% para meninos e 9,6% para meninas, contra 3,3% e 2,1%, respectivamente, nos domicílios de maior renda. Esses resultados são coerentes com a progressiva queda da desnutrição infantil observada pela POF.



Em 2008-2009, o déficit de altura atingia 6,8% das crianças entre 5 e 9 anos, sendo ligeiramente maior em meninos (7,2%) do que em meninas (6,3%) e tendendo a diminuir com o avanço da idade. Era maior no Norte (12,2% dos meninos e 10,3% das meninas) e menor no Sul (4,7% e 4,0%, respectivamente). Já o déficit de peso estava presente entre 4,1% das crianças, com pouca variação entre os sexos. Essa distribuição, semelhante à verificada entre as crianças menores de 5 anos, mostra a manutenção do padrão regional de desnutrição infantil nas duas metades da década de 2000.

Ao contrário do observado entre as crianças menores de 5 anos, o déficit de altura tendeu a ser maior no meio rural que no urbano, com destaque negativo no Norte: 16,0% dos meninos e 13,5% das meninas de 5 a 9 anos na região apresentavam déficit de altura (no meio urbano, eram respectivamente de 10,5% e 8,8%). A desigualdade urbano-rural entre as crianças de 5 a 9 anos, mas não na faixa de idade anterior, sugere redução das desigualdades sociais na desnutrição infantil entre a primeira e a segunda metades da década de 2000.

A medida de altura é um dos fatores que ajudam a detectar a desnutrição infantil. Os déficits de altura revelam atraso no crescimento linear da criança ocorrido em algum momento, que pode ser desde a gestação, com prevalência nos dois primeiros anos de vida. Portanto, o déficit de altura na faixa etária entre 5 e 9 anos na POF 2008-2009 reflete a desnutrição infantil na primeira metade da década de 2000. Observou-se, por exemplo, uma queda expressiva dos 29,3% dos meninos de 5 a 9 anos em 1974-1975 para 7,2% em 2008-2009. Entre as meninas, o índice caiu de 26,7% para 6,3% em 34 anos.

No Nordeste, de 1989 a 2008-2009, o déficit de altura caiu de 24,5% para 7,9% em meninos e de 23,6% para 6,9% em meninas, próximo aos índices das regiões Sudeste (6,2% para meninos e 5,3% para meninas) e Centro-Oeste (6,8% para meninos e 7,4% para meninas), mostrando a redução nas desigualdades regionais no crescimento infantil. O mesmo não ocorreu na região Norte: embora o déficit de altura tenha se reduzido, ele ainda ficou em 12,2% para os meninos e 10,3% para as meninas.

Crianças menores de 5 anos de idade com déficit de altura em 6%

Para as crianças com menos de 5 anos, foi elaborado um padrão nacional específico, levando em conta a influência da renda familiar sobre o crescimento infantil: a base foi a medida de altura de crianças de famílias com renda mensal maior que um salário mínimo *per capita*. Com essa referência, a POF estima em 6,0% o déficit de altura em crianças até 5 anos, abaixo da estimativa de 7,1% obtida em 2006-2007 em pesquisa realizada pelo Ministério da Saúde, como no padrão da OMS.



Segundo a POF 2008-2009, o déficit de altura em menores de 5 anos atingiu de forma semelhante os meninos e meninas: 6,3% e 5,7%, respectivamente, com ênfase no primeiro ano de vida (8,4% e 9,4%, respectivamente), diminuindo para cerca de 7% no segundo ano e oscilando em torno de 4% a 6% nas idades de 2 a 4 anos. Além disso, foi maior no Norte (8,5%) e menor no Sul (3,9%). Não houve grandes variações para os meios urbano e rural. A maior diferença em pontos percentuais ocorreu nos estratos de renda: existia déficit em 8,2% das crianças de até 5 anos das famílias no estrato com rendimento *per capita* até $\frac{1}{4}$ de salário mínimo e em 3,1% quando esses rendimentos superavam cinco salários mínimos.

Obesidade é maior entre adolescentes com mais renda

A avaliação do estado nutricional dos jovens de 10 a 19 anos considerou a relação entre IMC e idade, com referencial da OMS, revelando que 3,4% do total de adolescentes tinham déficit de peso, com pouca variação por sexo, região e situação de domicílio. A maior variação foi na faixa de renda: 4% das moças e 5,6% dos rapazes na classe de renda familiar *per capita* de até $\frac{1}{4}$ de salário mínimo, contra 1,7% e 1,4%, respectivamente, na classe de maior renda.

O excesso de peso, por sua vez, atingia 21,5% dos adolescentes, oscilando entre 16% e 18% no Norte e no Nordeste e entre 20% e 27% no Sudeste, Sul e Centro-Oeste. Nos dois sexos, tendeu a ser mais frequente em áreas urbanas que em rurais, em particular no Norte e Nordeste. A obesidade, que foi verificada em um quarto dos casos de excesso de peso nos dois sexos, teve distribuição geográfica semelhante.

A renda era diretamente vinculada ao excesso de peso: ocorrendo três vezes mais entre os rapazes de maior renda do que nos de menor renda (34,5% contra 11,5%); no sexo feminino, a diferença foi de 24% para 14,2%. A obesidade foi registrada em 8,2% dos jovens de maior renda e 9,2% na faixa de um a dois salários mínimos; entre as moças, variou em torno de 4% nas faixas intermediárias de renda, sendo menor nos dois extremos.

Dos 10 aos 19 anos, o sobrepeso aumentou seis vezes para homens e três para mulheres em trinta e quatro anos

O aumento de peso em adolescentes de 10 a 19 anos foi contínuo nos últimos trinta e quatro anos. Isso é mais perceptível no sexo masculino, em que o índice passou de 3,7% para 21,7%, o que representa um acréscimo de seis vezes. Já entre as jovens, as estatísticas triplicaram: de 7,6% para 19,9% entre 1974-1975 e 2008-2009.



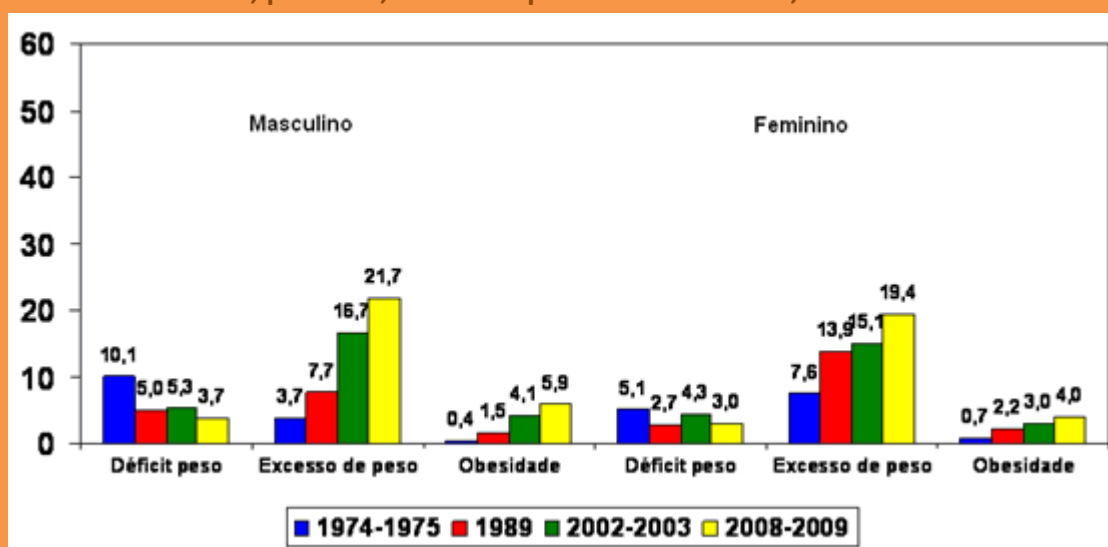
Quanto à obesidade, mostra-se menos intensa, mas também com tendência ascendente, indo de 0,4% para 5,9% entre meninos e rapazes e de 0,7% para 4,0% no sexo feminino.

Déficit de peso se reduz entre adolescentes

Comportamento oposto ao da obesidade, ocorre com o déficit de peso, que teve declínio nesses trinta e quatro anos, indo de 10,1% para 3,7% entre os homens e de 5,1% para 3,0% entre as mulheres.

Esse quadro caracteriza a população adolescente em todas as regiões brasileiras, com destaque para a região Sul, cuja evolução do excesso de peso passou de 4,7% para 27,2% para os adolescentes e de 9,7% para 22,0% para as adolescentes.

Gráfico 2 – Evolução de indicadores antropométricos na população de 10 a 19 anos de idade, por sexo, no Brasil: períodos 1974-1975, 1989 e 2008-2009



Entre adultos, déficit médio de peso não caracteriza desnutrição

Entre adultos, a avaliação do estado nutricional foi feita pelo Índice de Massa Corporal (IMC). Pessoas com IMC inferior a 18,5 kg/m² têm déficit de peso, e uma população é caracterizada como desnutrida quando 5% de seus integrantes encontram-se abaixo desse índice. Já o excesso de peso e a obesidade são definidos por IMC iguais ou superiores a 25 kg/m² e 30 kg/m², respectivamente.

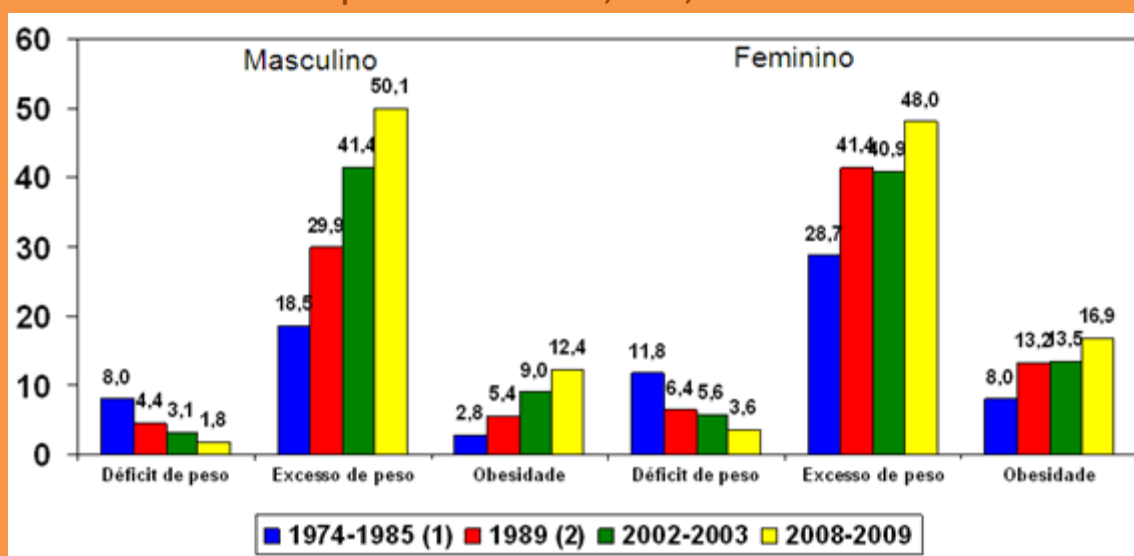
Dos adultos, 2,7% tinham déficit de peso (1,8% dos homens e 3,6% das mulheres) –



percentuais que diminuíam com o incremento de renda em ambos os sexos, sem grandes variações regionais ou por situação de domicílio (urbano e rural).

Apenas em algumas faixas de idade da população feminina esse déficit ultrapassava 5%: chegou a 8,3% entre as mulheres de 20 a 24 anos e a 5,4% entre aquelas com 75 anos ou mais. Atingia 5,5% das mulheres de domicílios rurais do Nordeste e 5,7% das de menor classe de renda.

Gráfico 3 – Evolução de indicadores na população de 20 ou mais anos de idade, por sexo, no Brasil: períodos 1974-1975, 1989, 2002-2003 e 2008-2009



Metade da população adulta tinha excesso de peso

Em 2008-2009, o excesso de peso, por sua vez, atingiu cerca de metade de homens e mulheres, excedendo em 28 vezes a frequência do déficit de peso no caso masculino e em 13 vezes no feminino. Eram obesos 12,5% dos homens (1/4 dos casos de excesso) e 16,9% das mulheres (1/3). Ambas as condições aumentavam de frequência até a faixa de 45 a 54 anos, no caso dos homens; e de 55 a 64 anos, entre as mulheres, para depois declinarem.

O excesso de peso e a obesidade atingiam duas a três vezes mais os homens de maior renda, além de se destacarem nas regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste e nos domicílios urbanos. Nas mulheres, as duas condições se destacaram no Sul do país e nas classes intermediárias de renda.



Quantidade de obesos é quatro vezes maior entre homens a partir de 20 anos de idade

A POF também observou um aumento contínuo de excesso de peso e obesidade na população de 20 anos ou mais de 1974 para cá. O excesso de peso quase triplicou entre homens, de 18,5% em 1974-1975 para 50,1% em 2008-2009. Nas mulheres, o aumento foi menor: de 28,7% para 48%. Já a obesidade cresceu mais de quatro vezes entre os homens, de 2,8% para 12,4%, e mais de duas vezes entre as mulheres, de 8% para 16,9%. Isso ocorreu em todas as regiões brasileiras. No Sul, o excesso de peso masculino subiu de 23% para 56,8%. Entre as mulheres, esse aumento é mais perceptível na região Nordeste: de 19,5% para 46%. Lá, o aumento foi contínuo, enquanto que, nas outras regiões, houve interrupção no crescimento entre 1989 e 2002-2003, voltando a crescer daí até 2008-2009. É o caso do Sul do país, onde o excesso de peso era de 36,6% em 1974-1975, 47,3% em 1989, caiu para 44,8% em 2002-2003 e voltou a subir para 51,6% em 2008-2009.

Esse aumento é perceptível em todos os estratos de renda da população masculina. Entre as mulheres, o crescimento é mais acentuado entre os 20% de menor rendimento, passando de 14,6% para 45%. A obesidade passou de 2,4% para 15,1%. Entre os 20% de maior rendimento, o aumento foi de 10,8% para 16,9%, mas houve queda entre 1989 (15,4%) e 2002-2003 (13,5%).

Já o déficit de peso segue em declínio, regredindo de 8%, em 1974-1975, para 1,8% entre os homens, e de 11,8% para 3,6% entre as mulheres, em todos os estratos de renda. Isso retrata, segundo a pesquisa, controle nos índices de desnutrição da população adulta brasileira.

Fonte: IBGE, Comunicação Social, ago. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1699&id_pagina=1>. Acesso em: 12 out. 2012.

A partir desse texto e dos gráficos, é possível explorar pedagogicamente:

- a) As linguagens científicas presentes no texto.
- b) Os significados dos conceitos de: subnutrição, IMC, morbidade etc.
- c) O tipo de alimentação e os hábitos alimentares em diferentes regiões e o impacto dessa diferença no aumento de peso, por meio da leitura do gráfico.
- d) Os efeitos do excesso de peso para a saúde.



Questão do ENEM referente à Competência 5:

(ENEM, 2009) Sabões são sais de ácidos carboxílicos de cadeia longa utilizados com a finalidade de facilitar, durante processos de lavagem, a remoção de substâncias de baixa solubilidade em água, por exemplo, óleos e gorduras. A figura a seguir representa a estrutura de uma molécula de sabão.



Em solução, os ânions do sabão podem hidrolisar a água e, desse modo, formar o ácido carboxílico correspondente. Por exemplo, para o estearato de sódio, é estabelecido o seguinte equilíbrio:



Uma vez que o ácido carboxílico formado é pouco solúvel em água e menos eficiente na remoção de gorduras, o pH do meio deve ser controlado de maneira a evitar que o equilíbrio acima seja deslocado para a direita.

Com base nas informações do texto, é correto concluir que os sabões atuam de maneira:

- a) mais eficiente em pH básico.
- b) mais eficiente em pH ácido.
- c) mais eficiente em pH neutro.
- d) eficiente em qualquer faixa de pH.
- e) mais eficiente em pH ácido ou neutro.

Alternativa correta: a

COMENTÁRIOS

Para responder a este item, o aluno precisa desenvolver as habilidades 17 e 18 da Competência 5, visto que é necessário relacionar informações apresentadas na linguagem própria da Química (símbolos, fórmulas e equações) com a do texto, relacionar conhecimentos e propriedades dos ácidos graxos e da reação de saponificação a procedimentos tecnológicos na fabricação de sabões, bem como a compreensão de pH.



COMPETÊNCIA 7: Apropriar-se de conhecimentos da Química para, em situações-problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas

Esta competência é bastante exigente do ponto de vista conceitual e destaca a importância da aprendizagem significativa de conhecimentos (conceitos, teorias, métodos, linguagem) próprios da Química, para caracterizar materiais e suas transformações, identificando rendimentos, avaliando seus impactos no ambiente, na sociedade e na economia. Possibilitando, assim, uma interpretação e um posicionamento crítico do aluno diante de situações-problema relacionadas a temas socialmente relevantes, como: geração e armazenamento de energia, poluição atmosférica e efeito estufa, produção de alimentos, eficiência de processos de produção, entre outros.

A resolução de situações-problema exige que o estudante saiba selecionar os conhecimentos e procedimentos adequados à análise do caso em questão, que tenha compreensão aprofundada desses conhecimentos e que saiba organizá-los e colocá-los em ação na construção de hipóteses, explicações, julgamentos, argumentações fundamentadas, a fim de criar propostas adequadas, viáveis tanto para a promoção de sujeitos individuais como para o bem coletivo.

Para tanto, é de grande valor pedagógico priorizar os conceitos estruturantes ou estruturadores (transformação química, substância, átomo, elemento químico, equilíbrio químico, ligação química etc.), articulando e explicitando as relações entre eles, com outros conceitos mais periféricos e com os contextos, de maneira a favorecer uma apropriação mais profunda e genuína.

A seguir, uma atividade e um item que podem ajudar a planejar ações didáticas que contemplem a Competência 7.

Atividade referente à Competência 7 – Nanotecnologia.**Nanotecnologia das moléculas**

Desde o início do milênio, a atenção do mundo está voltada para os aspectos moleculares da Ciência, como pode ser visto desde a Biologia Molecular até a recente explosão da nanotecnologia. Assim, muito da inovação que tem acontecido tem algo familiar para quem lida com a Química. Recentemente, Henry Taube, Prêmio Nobel de Química de 1983 e membro da Academia Brasileira de Ciências, ao ser indagado sobre a sua visão do futuro, declarou: “Eu realmente aprecio o que está sendo feito na nanotecnologia. Os cientistas finalmente estão acreditando nos átomos... Se pudesse prosseguir na Química, eu escolheria essa área para fazer pesquisa”.



Qual o sentido dessa declaração, feita por um dos maiores químicos de todos os tempos, se os átomos e moléculas sempre estiveram no foco da Química? De fato, a Química já consegue racionalizar grande parte do conhecimento sobre as substâncias, principalmente na escala macroscópica, onde a unidade de contagem é o mol, quantidade de matéria que contém esse número imenso de entidades conhecido como *número de Avogadro* (6×10^{23}). Contudo, será que todo esse conhecimento se aplica a uma única molécula? Será que a cor de uma molécula é a mesma da substância a que dá origem? Com que velocidade um elétron ou um fóton transitariam pela molécula? Existiriam trilhas e armadilhas ao longo do percurso? Seria possível armazenar informações em sua estrutura e depois acessá-las? Poderíamos manipular suas propriedades intrínsecas, controlar seus movimentos e interações? Processá-las em conjunto, para obter arquiteturas planejadas e arranjos organizados? Depois disso, orquestrar suas ações de forma sinérgica, para realizar um trabalho harmonioso e inteligente? E, finalmente, por que não fazer das moléculas verdadeiras máquinas, ou utilizá-las para construir complexas máquinas moleculares? Realmente, quando começamos a pensar dessa forma, a Química ganha um novo sentido. Talvez muito mais puro, em sua essência, porém assimilando ao mesmo tempo novos conceitos tecnológicos. Nesse nível, a Química se confunde com a nanotecnologia molecular e passa a usar novas ferramentas capazes de lidar com objetos muito pequenos, numa escala onde os fenômenos clássicos e quânticos se misturam. Essa nova maneira de ver a Química é a mensagem embutida na declaração de Henry Taube.

A tecnologia atual caminha definitivamente para a escala nanométrica, tanto por meio da miniaturização na eletrônica (sentido descendente, *topdown*) como da montagem nanoestrutural a partir de átomos e moléculas (sentido ascendente, *bottomup*). Note que a dimensão expressa por 1 nanômetro (1 nm) equivale a um bilionésimo do metro (10^{-9} m). Nessa dimensão, a luz visível, em sua faixa de comprimento de onda característica (400 a 760 nm), já não pode ser usada para enxergar os objetos, pois as leis da Física limitam a resolução óptica à metade do comprimento de onda utilizado. Assim, literalmente, estamos entrando em um mundo invisível. Para visualizar as formas nanométricas, uma saída seria empregar minúsculas pontas ou sondas, capazes de atuar como se fossem dedos na leitura Braille, varrendo a superfície com delicados movimentos de precisão atômica. Que tipo de máquina faria isso? Na prática, podemos usar um simples cristal piezelétrico, como aqueles existentes em aparelhos de som. Esse tipo de cristal converte a pressão (piezo) em impulsos elétricos e vice-versa por meio de deslocamentos atômicos em sua estrutura. Assim, basta colar uma ponta ou agulha muito fina nesse cristal e programar no computador os estímulos elétricos a serem aplicados, para gerar movimentos muito precisos na escala nanométrica. Essas ideias foram colocadas em prática no início dos anos de 1980 por Gerd Binnig e Heinrich Rohrer, na IBM (Suíça). Eles utilizaram uma agulha metálica movimentada por um cristal piezelétrico para



sondar uma superfície condutora, através das diminutas correntes elétricas que começam a fluir quando as distâncias de aproximação entram na escala nanométrica. Tais correntes são denominadas de tunelamento, pois os elétrons conseguem vencer o espaço vazio (barreira isolante) que separa a ponta da sonda e a superfície condutora, como se passassem através de um túnel. Na realidade, o tunelamento é um fato característico do mundo quântico e está associado à natureza ondulatória do elétron. Medindo as correntes de tunelamento, Binnig e Rohrer obtiveram uma imagem topográfica da superfície, com resolução atômica. O novo microscópio (*STM = scanning tunneling microscope*), que deveria ser chamado de nanoscópio (Figura 1), permitiu visualizar os átomos sobre uma superfície! Por essa invenção, esses cientistas receberam o Prêmio Nobel de Física de 1986.

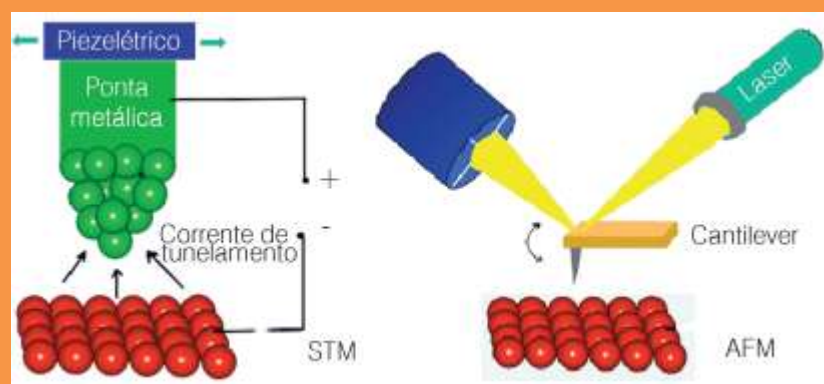


Figura 1 – Representação didática dos microscópios de varredura de tunelamento (STM) e de força atômica (AFM)

O nanoscópio foi e continua sendo trabalhado de modo a utilizar não apenas as correntes de tunelamento, como também as vibrações e outros efeitos produzidos nas sondas, à medida que interagem com a superfície. A modalidade conhecida como *AFM (atomic force microscopy)* utiliza um *laser* que, ao refletir sobre a base da sonda, reproduz seus movimentos com grande precisão. Da mesma forma que um dedo consegue indicar se a superfície é mole ou dura, uma sonda de AFM também fornece muito mais informações do que simplesmente a imagem da superfície e das moléculas nela depositadas. Também é possível ter informações sobre a natureza e homogeneidade do material e sobre suas propriedades elétricas ou magnéticas. Por outro lado, por meio de modificações químicas, as sondas também podem ser usadas como ferramentas analíticas para monitorar átomos e moléculas específicas sobre uma superfície. Imitando as canetas-tinteiro, as sondas já vêm sendo empregadas para escrever com átomos ou moléculas, deslocando-os ou depositando-as sobre superfícies metálicas de planaridade atômica. Esse processo de gravação foi inicialmente demonstrado por Don Eigler na IBM, que surpreendeu o



mundo ao escrever a sigla da empresa com átomos de xenônio. Em 2001, Chad Mirkin introduziu a nanolitografia de ponta de pena, utilizando as sondas para compor imagens com resolução nanométrica, ou como uma nanoimpressora capaz de escrever dezenas de páginas completas no espaço da largura de um fio de cabelo. No final de 2003, a IBM anunciou um novo processo de gravação e leitura em CDs empregando milhares de pontas de microscopia de varredura de sonda. Essa nova ferramenta, denominada Milliped, ampliará em várias ordens de grandeza a capacidade de memória dos atuais CDs.

Dispositivos moleculares

As moléculas apresentam uma grande diversidade de propriedades que podem ser aproveitadas na produção de dispositivos sensoriais, eletrônicos e de conversão de energia, conforme pode ser visto na Figura abaixo.

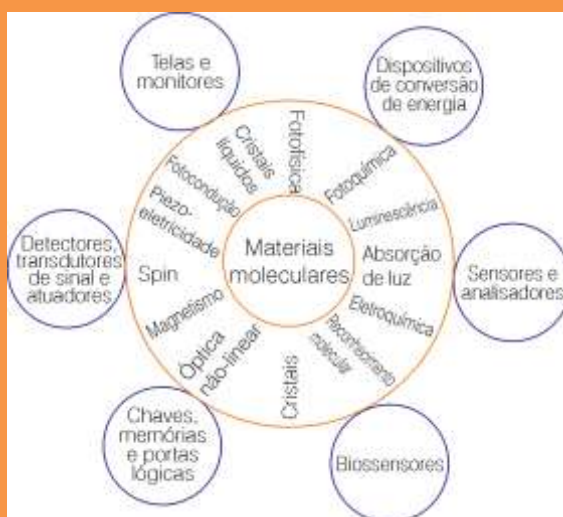


Figura 2 – Dispositivos (círculos externos) que podem ser obtidos pela exploração das propriedades das moléculas (círculo interno)

Os mais conhecidos são as telas de cristais líquidos usadas nos monitores de computadores, televisores e equipamentos domésticos. Essa tecnologia faz uso do alinhamento das moléculas sob ação de um campo elétrico, depositadas sobre cada ponto (pixel), passando a atuar como se fossem um filtro que controla a passagem da luz polarizada através delas. Outra tecnologia que já está competindo com as telas de cristais líquidos é a dos OLEDs (*organic light emitting devices*). Esses dispositivos são constituídos por filmes moleculares nanométricos colocados entre duas placas recobertas por materiais doadores e receptores de elétrons. As moléculas devem apresentar níveis eletrônicos acessíveis para excitação e emissão óptica, como o complexo de 8-oxiquinolina e alumínio. Por meio da aplicação de uma diferença de potencial entre essas placas,



ocorre a recombinação de cargas na junção constituída pelo filme molecular, dando origem à emissão de luz. Polímeros condutores também vêm sendo empregados como materiais eletroluminescentes. A vantagem das telas de OLEDs é a maior visibilidade, tanto angular como em termos de definição e brilho, pois dispensam iluminação de fundo. Além disso, podem ser feitas com a espessura de um cartão de crédito. A exploração das propriedades elétricas e magnéticas pode gerar uma variedade de componentes eletrônicos moleculares, como detectores, transdutores de sinal (que convertem um tipo de sinal em outro), atuadores (que acionam um mecanismo), chaves, memórias e portas lógicas. Outra aplicação importante está na área de sensores e biossensores, onde os materiais moleculares podem ser empregados com vantagens em função de suas propriedades físicas e químicas, além do reconhecimento molecular. Na área de conversão de energia, as moléculas podem ser utilizadas em sistemas fotovoltaicos, os quais atuam de forma inversa aos OLEDs, utilizando a luz para promover a separação de cargas e gerar uma diferença de potencial. Uma variante importante é o caso das células fotoeletroquímicas, que empregam moléculas adsorvidas em um filme de nanopartículas de semicondutores, como dióxido de titânio (TiO_2). A excitação óptica conduz as moléculas ao estado excitado, possibilitando a transferência de elétrons para a banda condutora do TiO_2 , gerando uma corrente elétrica. O uso de nanopartículas de TiO_2 foi uma grande inovação introduzida por M. Grätzel no início dos anos de 1990, aumentando a área efetiva de trabalho em várias ordens de grandeza, com conseqüente salto de eficiência para um patamar competitivo com as células fotovoltaicas de silício. Atualmente, já é possível a construção de dispositivos eletrônicos baseados em moléculas isoladas, embora artesanalmente. Nessa escala, geralmente as moléculas fazem o papel de ponte, interligando dois nanoeletrodos polarizados. A passagem de elétrons vai depender da estrutura eletrônica das moléculas. Devido à existência de níveis discretos de energia, cada elétron adicionado vai oferecer resistência ao próximo elétron, formando uma barreira coulômbica. Assim, ao contrário dos sistemas macroscópicos, poderá ocorrer a passagem de um elétron de cada vez (gerando degraus no gráfico corrente *vs.* voltagem), e não de forma contínua. A dependência da passagem dos elétrons com o potencial aplicado também vai depender dos caminhos possíveis de condução por meio dos constituintes moleculares, podendo ocorrer efeitos de retificação como nos transistores.



Considerações finais

A Química tem na nanotecnologia uma aliada perfeita para expressar toda a riqueza de propriedades e aplicações inerentes ao mundo molecular, dando origem a sistemas inteligentes (por exemplo, dotados de capacidade de reconhecimento e mecanismos alostéricos), nanomateriais e nanodispositivos eletrônicos, sensoriais e de conversão de energia. Atualmente, o impacto da nanotecnologia já está sendo sentido em todos os países, justificando investimentos governamentais superiores a 3 bilhões de dólares, aproximadamente, distribuídos entre Japão, Estados Unidos, União Europeia e o conjunto formado pelos demais países. Investimentos mais vultuosos estão sendo feitos pelo setor privado, diante da expectativa de que o mercado da nanotecnologia chegará a um trilhão de dólares na próxima década. No Brasil, já existem várias redes de pesquisa em nanotecnologia, além de alguns institutos especializados. Cientes de tratar-se de uma grande portadora de futuro, diversos setores do governo já se mobilizam para a criação de programas nacionais e regionais de nanotecnologia e nanociências. Nesse sentido, a questão da nanotecnologia também não pode deixar de ser incluída no cenário da Educação, visto que os principais atores dessa nova era serão os jovens estudantes, que precisarão ser preparados para ingressar nesse mercado de trabalho.

TOMA, Henrique Eisi. Nanotecnologia das moléculas. *Química nova na Escola*, n. 21, maio, 2005. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc21/v21a01.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2012. (Adaptado).

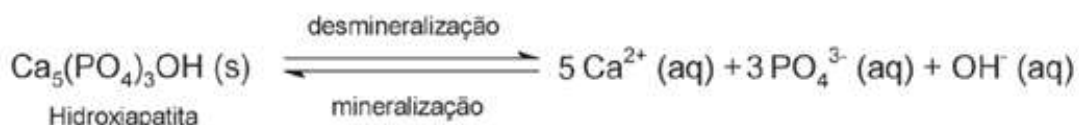
O trabalho pedagógico a partir desse texto possibilita:

- a) Aprofundar a discussão sobre partículas atômicas e subatômicas, moléculas e suas propriedades.
- b) Refletir sobre a utilização desses materiais e das técnicas desenvolvidas para o bem-estar humano.
- c) Utilizar a linguagem própria da química para caracterizar os nanomateriais e suas transformações.
- d) Caracterizar novos materiais e implicações sociais e ambientais, bem com suas etapas de produção e rendimento.
- e) Discutir as implicações desses materiais e de seus processos de produção para a saúde e o meio ambiente.
- f) Vantagens e desvantagens sociais e econômicas, diante dos interesses dos vários grupos envolvidos.



Questão do ENEM referente à Competência 7:

(ENEM, 2011) Os refrigerantes têm-se tornado cada vez mais o alvo de políticas públicas de saúde. Os de cola apresentam ácido fosfórico, substância prejudicial à fixação de cálcio, o mineral que é o principal componente da matriz dos dentes. A cárie é um processo dinâmico de desequilíbrio do processo de desmineralização dentária, perda de minerais em razão da acidez. Sabe-se que o principal componente do esmalte do dente é um sal denominado hidroxiapatita. O refrigerante, pela presença da sacarose, faz decrescer o pH do biofilme (placa bacteriana), provocando a desmineralização do esmalte dentário. Os mecanismos de defesa salivar levam de 20 a 30 minutos para normalizar o nível do pH, remineralizando o dente. A equação química seguinte representa esse processo:



GROISMAN, S. **Impacto do refrigerante nos dentes é avaliado sem tirá-lo da dieta.**
Disponível em: <http://www.isaude.net>. Acesso em: 1 maio 2010 (adaptado).

Considerando que uma pessoa consuma refrigerantes diariamente, poderá ocorrer um processo de desmineralização dentária, devido ao aumento da concentração de:

- OH^- , que reage com os íons Ca^{2+} , deslocando o equilíbrio para a direita.
- H^+ , que reage com as hidroxilas OH^- , deslocando o equilíbrio para a direita.
- OH^- , que reage com os íons Ca^{2+} , deslocando o equilíbrio para a esquerda.
- H^+ , que reage com as hidroxilas OH^- , deslocando o equilíbrio para a esquerda.
- Ca^{2+} , que reage com as hidroxilas OH^- , deslocando o equilíbrio para a esquerda.

Alternativa correta: d

COMENTÁRIOS

Este item avalia o desenvolvimento dessa competência, pois o aluno precisa apropriar-se de conhecimentos próprios da Química (equilíbrio químico, deslocamento de equilíbrio) e conhecer e utilizar a linguagem química para caracterizar substâncias e transformações químicas sofridas pelo dente com o consumo frequente de refrigerante contendo ácido fosfórico.



AS COMPETÊNCIAS DA ÁREA CIÊNCIAS DA NATUREZA SOB O OLHAR DA BIOLOGIA

A Biologia tem por enfoque o estudo do fenômeno vida. Esse estudo deve contribuir para a formação de pessoas comprometidas com a preservação da vida nas várias formas em que ela se manifesta no planeta, inclusive na compreensão de como se constitui no próprio corpo e nas relações que estabelece com outras pessoas, seres vivos e com os fatores físicos e químicos do ambiente. Nessa direção, trata-se de um componente curricular muito importante para a formação de uma pessoa engajada e ciente de seu papel no mundo em busca da promoção do bem coletivo.

Com a intenção de alcançar essas metas, todas as competências descritas a seguir são fundamentais ao estudo do componente curricular Biologia. Elas fazem a ponte entre os conceitos básicos do pensamento biológico e a realidade do atual desenvolvimento tecnocientífico, presente em cada detalhe do dia a dia. As competências permitem colocar os conceitos aprendidos em ação, de modo que sejam úteis na resolução de problemas, na reflexão em torno dos assuntos veiculados diariamente nas mídias ou presentes em seu cotidiano. Servem principalmente para dar recursos na hora de tomar decisões mais conscientes, quer seja para o indivíduo ou para a coletividade, no que se refere à preservação da vida em todos os sentidos.

É justamente por isso que o foco da avaliação do ENEM está colocado na análise de situações-problema que precisam ser interpretadas a partir do uso dos conceitos básicos da Biologia em uma perspectiva prática e ética para sua resolução. Frequentemente, eles estão presentes nos temas discutidos na atualidade, que se relacionam aos conteúdos estudados no ensino médio, como: moléculas/células/tecidos, hereditariedade e diversidade da vida, identidade dos seres vivos, ecologia e ciências ambientais, origem e evolução da vida e qualidade de vida das populações humanas.

Quando são reunidas as provas propostas desde 2009, observa-se uma preponderância de questões associadas à ecologia (principalmente em relação à poluição), genética, reinos do mundo vivo e fisiologia animal e humana, em detrimento de outros tópicos, como citologia e evolução. Quando parasitoses ou programas de saúde são abordados, sempre é na perspectiva de uma análise social mais ampla, tendo em vista a reflexão sobre estratégias de intervenção na sociedade.

A seguir, algumas dicas e exemplos de atividades que podem auxiliar no estudo da Biologia de modo articulado com o desenvolvimento das competências.



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

A Biologia, assim como as demais ciências, produz modelos científicos para explicar fenômenos que, neste caso, tratam da vida. Na criação de modelos, os biólogos empregam métodos, teorias e participam de encontros e publicações de textos que tentam validar suas pesquisas. Essa competência se refere exatamente à análise desse processo de produção dos conhecimentos acadêmicos e tecnológicos. Nessa direção, seguem dicas importantes que devem ser levadas em conta na hora de estudar e resolver as questões propostas (SANTOS; MORTIMER, 2002; LEDERMAN, 2007).

- a) A produção científica está constantemente sujeita a mudanças. Os pesquisadores não descobrem a realidade, eles fazem inferências, hipóteses, suposições, explicações prováveis, o que contraria a ideia de que os conhecimentos científicos são cópias fiéis da realidade.
- b) Não existe um único método científico, há vários tipos ligados a diferentes teorias. O conhecimento depende de observações, resultados experimentais, argumentos racionais. Apesar da diversidade, há aspectos comuns aos vários métodos, como: registros de dados, busca e crítica das evidências, validação e replicação dos estudos pelas comunidades de pesquisadores.
- c) A produção científica não depende apenas da razão, pois é influenciada pela história de vida do pesquisador, por opiniões, sentimentos, julgamentos e está sujeita aos referenciais teóricos escolhidos por ele (que geralmente são os que inspiram as questões iniciais das pesquisas).
- d) O objetivo da ciência é a explicação dos fenômenos naturais (por meio de modelos, teorias, hipóteses) ou a previsão da repetição desses fenômenos (leis). Ela não descobre leis da natureza, pois essas leis não estão na natureza, são criações do pesquisador a partir de sua imaginação e do ajuste do que foi observado na realidade.
- e) A ciência é uma das tradições sociais e culturais, isto é, uma produção feita por pessoas. É mais uma das práticas que caracterizam a cultura dos grupos sociais. Há outras práticas que produzem conhecimentos de outros tipos.
- f) A tecnologia não é apenas o produto final, mas todas as condições do processo que participam da criação e elaboração de um produto (conhecimentos anteriores e produzidos durante a confecção, descrição de procedimentos e condições históricas de influência).



- g) A tecnologia não é necessariamente evolutiva, no sentido de o novo ser algo melhor do que aquilo que havia anteriormente. Ela pode ser apenas diferente da produção anterior, pois há fatores de diversas ordens que determinam a direção tomada, que vão além da eficiência e eficácia do produto.

O caso a seguir apresenta um trecho da História da Biologia e relata o envolvimento de alguns pesquisadores em investigar a circulação sanguínea. É possível aplicar as dicas anteriores acerca dessa competência.

Atividade referente à Competência 1 – adaptada do livro *Didática de Ciências*, dos autores Campos e Nigro, publicado pela editora FTD, em 1999.

Galeno, o coração é uma fornalha?

O grego Cláudio Galeno (129-200 d.C.), médico do imperador romano Marco Aurélio, deixou escritos que influenciaram os estudos de anatomia e o tratamento das enfermidades até o Renascimento (século XV). Embora fosse médico de gladiadores, Galeno estudava anatomia dissecando animais, pois nessa época não se faziam dissecações em cadáveres humanos. Muito do que via nos animais admitia como válido para os seres humanos. Galeno achava, por exemplo, que o fígado humano era formado por cinco partes (lóbulos), como é o fígado dos porcos.

Dessa forma, formulou uma teoria para o funcionamento do coração, que teve ampla aceitação na época e durou por cerca de 13 séculos (1300 anos). Galeno baseou-se em alguns fatos para formular suas explicações:

- tubos (atualmente chamados de vasos sanguíneos) fazem conexões entre várias partes do corpo: intestino e fígado, pulmões e coração e o restante do corpo;
- o sangue passa pelo coração e é possível detectar uma coloração mais escura e mais clara, dependendo do lado;
- o ar e o alimento são indispensáveis para a vida. Sem eles, morreremos.

Esses fatos, tão bem conhecidos por Galeno, não mudaram desde a época da Roma Antiga. Contudo, a interpretação que damos a eles sofreram algumas mudanças. Para Galeno, o coração funcionava como uma espécie de lampião ou fornalha. A ele chegava, pelo seu lado direito, um sangue vermelho bem escuro, arroxeadado, que vinha do fígado e de outras partes do corpo. Também pelo lado direito chegava ar que vinha dos pulmões pelos dutos que, segundo Galeno, ligavam os pulmões ao coração.

Galeno, assim como seus antecessores, acreditava que a vida era uma propriedade dos seres que possuíam algo não material, denominado princípio vital. Conforme supunha, no coração ocorria uma mistura de sangue e ar que acendia uma espécie de fogo cardíaco, gerador da misteriosa força vital que mantinha os seres quentes e vivos. Esse fogo cardíaco



era responsável pelo refinamento do sangue, assim como o fogo nas fornalhas era responsável pelo refinamento de minérios na Roma Antiga. Para o médico, isso era claro, pois, após esse “refinamento”, a coloração do sangue ficava diferente. O tal sangue refinado era de um vermelho mais claro (relacionado ao sangue do lado esquerdo do coração) e saía do coração pelo lado esquerdo. Em seguida, o sangue se espalhava pelo corpo, refinado e levando a força da vida. O ar que supostamente entraria pelo lado direito seria encarregado, portanto, de fazer a manutenção da temperatura da chama vital desse órgão.

Com base nos conhecimentos disponíveis na época, Galeno acreditava que o movimento do sangue tinha fluxo e refluxo, isto é, um vaso (atualmente denominada veia) podia transportar o sangue ora em um sentido, ora em sentido contrário. Assim, na época, reforçado por essa ideia, acreditava-se que o sangue não circulava, mais ia e vinha pelo corpo, como o fluxo das ondas do mar.

Por volta do século XVI, alguns pensadores começaram a questionar que, se o sangue e o ar se misturam no coração, e este possui uma divisão no seu interior, que separa claramente os lados direito e esquerdo, como apenas do lado esquerdo haveria sangue refinado e com força vital? Como esse sangue teria ido parar lá? A única forma de o sangue do lado direito do coração chegar ao lado esquerdo, portanto, seria atravessando o septo cardíaco.

Para os pensadores da época de Galeno, isso não comprometia sua explicação. O próprio Galeno acreditava que, no septo que separava os lados direito e esquerdo do coração, havia canais pelos quais passava somente o sangue refinado (o septo era como se fosse um filtro). O médico ainda reforçava que os pulmões tinham como função esfriar o corpo do excesso de calor vital produzido pela chama do coração, conforme já citado. E essa era uma das explicações para o fato de o ar entrar no corpo humano gelado e sair aquecido.

Ainda durante o Renascimento (século XVI), quando já era possível dissecar cadáveres humanos, foi realizado um experimento para testar se realmente existiam canais no septo cardíaco pelos quais o sangue refinado chegava ao lado esquerdo do coração. Esse experimento foi realizado pelo anatomista belga Andreas Vesalius (1514-1564). Além de estabelecer um procedimento sobre como fazer a dissecação em cadáveres humanos, pegou minúsculas cerdas (pelos) de um animal e mergulhou-as em uma solução, colocando-as do lado direito do coração. Então esperou algum tempo para verificar se as cerdas passavam para o outro lado do órgão. Analisando esse experimento nos dias de hoje, parece-nos óbvio que, se as cerdas passassem, era sinal de que os canais existiam; e se não passassem, isso indicava que não havia canais, e então a explicação de Galeno precisaria ser repensada. Assim, apesar de suas observações contradizerem Galeno, Vesalius, considerando a situação de sua época, explicou o seguinte: “os canais do septo do coração devem ser tão pequenos que não permitem a passagem de cerdas do tamanho utilizado”. Como ele não tinha nenhuma explicação alternativa, o máximo que poderia fazer seria adaptar os resultados obtidos em suas experiências à luz do modelo vigente.



Se, por um lado, a falta de procedimento e tecnologia para a conservação de cadáveres dificultava a observação exata de muitos órgãos (especialmente os abdominais, pois apodrecem mais facilmente), por outro, os trabalhos artísticos daquela época, que dominavam técnicas apuradas de desenho, auxiliaram demasiadamente os estudos dos anatomistas. Artistas renascentistas como Leonardo da Vinci, Ticiano e Michelangelo, por exemplo, desenharam o corpo humano com perfeição, completando, inclusive, a obra de cientistas como Vesalius.

Mesmo depois do desenvolvimento da moderna anatomia, o problema para obter uma descrição adequada da circulação do sangue continuava de difícil solução. O problema começou a ser resolvido quando o médico italiano Fabrizio D'Acquapendente (1533-1619) publicou uma excelente descrição das válvulas das veias, abrindo caminho para a compreensão do modo como o sangue fluía pelo corpo. Sabemos que as válvulas das veias indicam o sentido em que o sangue corre dentro delas.

O médico inglês William Harvey (1578-1657) realizou experimentos que mostraram como o sangue do coração era bombeado para as artérias e como retornava pelas veias. Admitia que o coração atuasse como uma bomba, que impulsionava o sangue a circular pelo corpo. Pela primeira vez relacionou-se batimento cardíaco com a circulação geral.

O desenvolvimento do conhecimento é resultado não do trabalho de poucas pessoas, mas da contribuição de muitos estudiosos. Como você pode perceber, as concepções mudam conforme aumentam as informações conhecidas e, de acordo com as concepções sociais, políticas e econômicas de cada época. Todo esse contexto de influências contagia a imaginação dos cientistas, o que nos permite concluir que os modelos científicos são excelentes para mapear diferentes contextos históricos de diferentes épocas e vice-versa.

CAMPOS, Maria Cristina da Cunha; NIGRO, Rogério Gonçalves. *Didática de Ciências: o ensino aprendizagem como investigação*. São Paulo: FTD, 1999.

A análise desse texto pode ser empregada para desenvolver a Competência 1 de diversas maneiras, tais como:

- a) Comparar o significado de termos que se referem aos componentes do processo de produção científica, como: modelo científico, teoria, hipótese, fato.
- b) Observar e comparar as semelhanças e diferenças entre dois modelos científicos criados para explicar o mesmo fenômeno que, nesse caso, é a função do coração e vasos sanguíneos.
- c) Descrever algumas das características do contexto histórico de produção de cada modelo científico (economia, conhecimento científico e cultural, tecnologia, método de investigação) e estabelecer relações entre essas influências e as características de cada modelo.



- d) Comparar as estratégias de investigação empregadas por pesquisadores de épocas e locais diferentes que se dedicaram ao estudo de um mesmo fenômeno.
- e) Compreender como são as formas de legitimação de um novo conhecimento científico em relação aos anteriores ou aos que estão em jogo no mesmo momento histórico.

Questão do ENEM referente à Competência 1:

(ENEM, 2011) Diferentemente do que o senso comum acredita, as lagartas de borboletas não possuem voracidade generalizada. Um estudo mostrou que as borboletas de asas transparentes da família *Ithomiinae*, comuns na Floresta Amazônica e na Mata Atlântica, consomem, sobretudo, plantas da família *Solanaceae*, a mesma do tomate. Contudo, os ancestrais dessas borboletas consumiam espécies vegetais da família *Apocynaceae*, mas a quantidade dessas plantas parece não ter sido suficiente para garantir o suprimento alimentar dessas borboletas. Dessa forma, as solanáceas tornaram-se uma opção de alimento, pois são abundantes na Mata Atlântica e na Floresta Amazônica.

GUIMARÃES, Maria. Cores ao vento: genes e fósseis revelam origem e diversidade de borboletas sul-americanas. *Revista Pesquisa FAPESP*, n. 170, abr. 2010. (Adaptado).

Nesse texto, a ideia do senso comum é confrontada com os conhecimentos científicos ao se entender que as larvas das borboletas *Ithomiinae* encontradas atualmente na Mata Atlântica e na Floresta Amazônica apresentam:

- a) facilidade em digerir todas as plantas desses locais.
- b) interação com as plantas hospedeiras da família *Apocinaceae*.
- c) adaptação para se alimentar de todas as plantas desses locais.
- d) voracidade indiscriminada por todas as plantas existentes nesses locais.
- e) especificidade pelas plantas da família *Solanaceae* existentes nesses locais.

Alternativa correta: e

COMENTÁRIOS

Ao resolver o item, o aluno confrontará interpretações científicas com interpretações baseadas no senso comum. Conforme o texto, o senso comum acredita que lagartas de borboletas não apresentam especificidade na escolha do alimento, no entanto, estudos revelam que certas famílias de borboletas têm preferência por plantas da família *Solanaceae*. Isso não significa, no entanto, que o conhecimento popular deva ser desautorizado, pois há inúmeros exemplos de seu valor em diversas situações cotidianas, mas, nesta questão, ao ler e interpretar o texto, espera-se que o aluno tenha condições de concluir que as borboletas citadas apresentam especificidade pelas plantas da família *Solanaceae*.



COMPETÊNCIA 2: Identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais em diferentes contextos

Para entender melhor o que a avaliação desta competência solicita ao estudante, é útil observar o significado do termo tecnologia. Ele provém da junção de outros dois: *techné* e *logus*. O termo *techné*, em sua origem, está relacionado a qualquer forma de alterar o mundo com algum fim prático. Ele está associado a significados tais como: fabricar, produzir, construir, dar à luz. Portanto, está vinculado à ideia de “saber fazer” ou de autoria e não simplesmente à de consumo, uso. O termo *logus*, associado ao primeiro, produz a ideia de que estudar tecnologia é o mesmo que investigar todas as atividades implicadas no ato de produzir os artefatos tecnológicos ou as técnicas.

Assim, saber sobre tecnologia, de acordo com Veraszto *et al.* (2008), não é simplesmente saber nomear, reconhecer ou usar os artefatos produzidos por alguns seres humanos especialistas. A tecnologia se refere ao estudo de todo o conjunto de atividades humanas implicadas em modificar, criar, transformar, agir sobre recursos materiais e energéticos e sobre os seus efeitos, desde os processos de extração e purificação, transformação, distribuição, consumo, descarte e tratamento dos resíduos. Esse estudo exige um profundo conhecimento do modo de fazer e do motivo pelo qual se age de determinado modo para alterar um objeto ou fenômeno. Convém ressaltar a diferença desta em relação à Competência 1, pois aqui o foco não é a compreensão das influências históricas que possibilitaram a criação.

No caso da Biologia, o estudo das tecnologias inclui vários temas, como: transgênicos, clonagem, reprodução assistida, uso da diversidade de seres vivos na criação de produtos para diferentes fins e sua relação com as patentes e com impactos ambientais locais e globais, técnicas de exames clínicos, tratamentos médicos convencionais e/ ou alternativos, técnicas agrícolas, procedimentos referentes aos indicadores de saúde pública, dentre tantos outros.

Nessa competência, o foco está na identificação das tecnologias, ou seja, tomando algo como referência, buscar o que corresponde (total ou parcialmente) a ela, para que se possa tomar decisões, interpretar e, sobretudo, concentrar a atenção nas práticas em que tais tecnologias estão presentes.



A seguir, um exemplo de atividade pertinente ao desenvolvimento da Competência 2.

Atividade referente à Competência 2 – adaptada do texto de Paula Neiva.

Cura pelo exótico

Procedimentos da medicina antiga se mantêm nos consultórios e hospitais – e muitos médicos não abrem mão deles

As manchas roxas e circulares que a nadadora chinesa Wang Qun exibiu nas costas durante a fase preparatória da Olimpíada de Pequim, no início do mês, atiçaram a curiosidade de muita gente. A explicação para os hematomas é que eles resultaram de sessões de terapia com ventosas, destinadas a combater dores musculares. Há séculos os chineses usam esse tipo de terapia, pois acreditam que traz equilíbrio ao organismo, prevenindo e tratando inflamações e outros males. A medicina tradicional chinesa, como se sabe, é repleta de poções e tratamentos cujo poder curativo pertence ao terreno da superstição. Seria apenas uma curiosidade não fosse o fato de muitos desses remédios exigirem o sacrifício de animais ameaçados de extinção. A bile dos ursos – mantidos em cativeiros minúsculos por toda a vida – é usada para curar desde febre até problemas cardíacos. Um preparado de chifre de búfalo selvagem é considerado tiro e queda para a disfunção erétil. A terapia com ventosas não faz parte da medicina do faz de conta. O tratamento utiliza copos com a boca aquecida que, aplicados sobre a pele, formam um vácuo. Isso diminui o fluxo sanguíneo para a região, o que reduz a quantidade de substâncias inflamatórias no local e aplaca a dor. Em pleno século XXI, com a bateria de anti-inflamatórios e analgésicos que se tem à disposição, tratar dores musculares com ventosas é um anacronismo – mas não é o único no terreno da medicina. Muitos médicos e hospitais de primeira linha estão se utilizando de tratamentos primitivos para algumas doenças, em geral por avaliar que eles são tão eficazes quanto os medicamentos modernos e custam menos.



Respeito à tradição:

A nadadora chinesa Wang Qun com as marcas da terapia com ventosas: um anti-inflamatório seria mais eficiente

Fonte: Michael Kappeler/AFP



Nos Estados Unidos, há quatro anos o Food and Drug Administration (FDA), órgão que controla os remédios no país, aprovou o uso de sanguessugas e de larvas de certos tipos de mosca-varejeira em tratamentos hospitalares. As larvas são aplicadas diretamente em feridas difíceis de cicatrizar, como aquelas que surgem em diabéticos. Elas se alimentam dos tecidos infectados e secretam sobre a área substâncias com efeito antibiótico. O risco de contaminação é baixíssimo, já que os ovos das moscas são esterilizados antes de se tornarem larvas. Difícil, às vezes, é convencer o paciente a se submeter ao tratamento. Na Inglaterra, onde as larvas de mosca também são usadas em hospitais, um estudo recente mostrou que 25% dos possíveis candidatos ao tratamento o rejeitaram. "A reação mais comum dos pacientes é o nojo, mas alguns se entusiasmam quando percebem que o tratamento vai ajudá-los", disse à VEJA a pesquisadora inglesa Emily Petherick, da Universidade de York, autora do estudo.

As sangrias com sanguessugas já eram prescritas na Grécia antiga por Hipócrates, o pai da medicina. Ele acreditava que o tratamento ajudava a limpar o organismo e a tratar inúmeros males. Por um bom tempo, esses parasitas foram parar na prateleira das bizarrices. Recentemente, voltaram aos ambulatórios porque suas propriedades benéficas foram cientificamente comprovadas. A sanguessuga é recomendável para alguns pacientes que passaram por cirurgias reconstrutoras de partes do corpo. De quebra, o bicho ganhou glamour graças a celebridades como a atriz americana Demi Moore, que o usam como tratamento de beleza. Numa entrevista recente à TV, a estrela de *Ghost* garantiu que sua pele estava mais viçosa desde que se submetera a um tratamento com sanguessugas numa clínica austríaca.

No terreno da cirurgia, deu-se o resgate do pó de osso, descrito pela primeira vez no século XIX, para estancar sangramentos durante intervenções cranianas. O pó é obtido na mesa de operação, quando o crânio é serrado. Seu uso tornou-se obsoleto com o advento de coagulantes sintéticos. Agora, o pó de osso voltou às mesas de cirurgia – ele sai de graça, enquanto um frasco de coagulante custa, em média, 3 mil reais. "Nem todos os médicos estão prontos para utilizar os recursos de antigamente, mas eles são eficientes", disse à VEJA o parasitologista israelense Kosta Y. Mumcuoglu, da Universidade Hebraica de Jerusalém, especialista em terapias que usam seres vivos no tratamento de doenças. Duro mesmo é driblar a repulsa pelas larvas e sanguessugas.

NEIVA, Paula. Cura pelo exótico. *Veja*, ed. 2047, 13 fev. 2008. Disponível em: <http://veja.abril.com.br/270808/p_146.shtml>. Acesso em: 13 out. 2012.

Os cientistas voltam sua atenção ao uso de animais para fins terapêuticos. O artigo da revista VEJA expõe algumas das técnicas de tratamento que são aplicadas a certas doenças e estão ganhando importância em clínicas e hospitais. A reportagem também nos mostra quais são os diversos animais usados como agentes terapêuticos, além dos mecanismos biológicos que entram no processo.

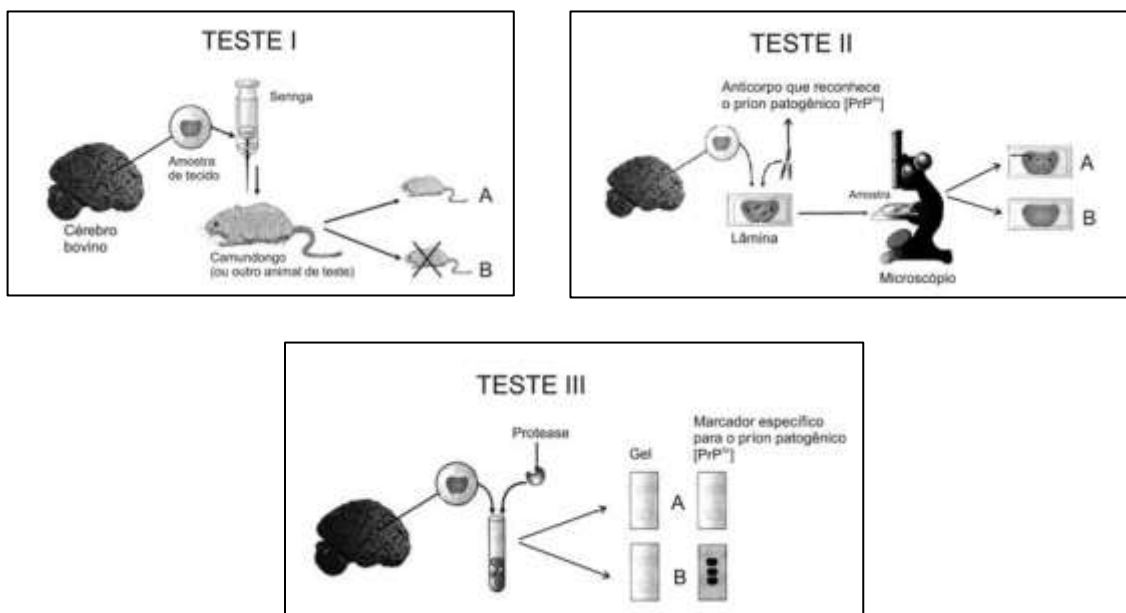


Há diversas formas de tratar o texto, mas de acordo com o foco da Competência 2, podemos refletir acerca:

- Do conceito de tecnologia e como ele se refere tanto aos processos de tratamento para doenças, que foram utilizados pelas antigas civilizações como aos atuais.
- Dos motivos que levaram ao uso das técnicas tradicionais no momento atual.
- Das características/propriedades biológicas (morfologia, fisiologia, compostos químicos extraídos de seus corpos e sua função no ser vivo) presentes nos organismos citados no texto ou em outros que também são empregados para fins medicinais alopáticos ou homeopáticos, indicando por que eles são adequados para esse fim.
- Dos impactos ambientais produzidos a partir da coleta e criação desses organismos.
- Dos discursos veiculados pelas mídias em torno do tema saúde e de sua relação com interesses econômicos, políticos e sociais. No caso dessa reportagem, a análise do discurso presente no texto permite observar termos que depreciam as culturas não científicas, tais como: superstição, sacrifício de animais ameaçados de extinção, medicina do faz de conta, primitivo, bizarrice etc. Pode-se comparar esse texto com outros que tragam visões diferentes da veiculada pela reportagem para perceber que existem “verdades” diversas quanto ao mesmo fenômeno.

Questão do ENEM referente à Competência 2:

(ENEM, 2010) Três dos quatro tipos de testes atualmente empregados para a detecção de príons patogênicos em tecidos cerebrais de gado morto são mostrados nas figuras a seguir. Uma vez identificado um animal morto infectado, funcionários das agências de saúde pública e fazendeiros podem removê-lo do suprimento alimentar ou rastrear os alimentos infectados que o animal possa ter consumido.



Analisando os testes I, II e III, para detecção de príons patogênicos, identifique as condições em que os resultados foram positivos para a presença de príons nos três testes:

- a) Animal A, lâmina B e gel A.
- b) Animal A, lâmina A e gel B.
- c) Animal B, lâmina A e gel B.
- d) Animal B, lâmina B e gel A.
- e) Animal A, lâmina B e gel B.

Alternativa correta: c

COMENTÁRIOS

O item aborda algumas tecnologias específicas das ciências – microscópio, método de aglutinação e marcador específico. Ao analisar as imagens, o aluno deverá ser capaz de selecionar, a partir dos testes, os resultados positivos para a presença de príons patogênicos. A compreensão do que é um príon patogênico não se faz necessária, uma vez que o item o apresenta como causador da morte do gado, ou seja, é um agente causador de doença mortal. Sendo assim, no teste I o rato que morreu, indicado com um X, representa resultado positivo para o príon. A análise dos testes II e III requer um maior conhecimento das tecnologias associadas às ciências naturais. O teste II faz uso de anticorpos específicos para príons e, assim como na tipagem sanguínea, ao pingar o anticorpo na lâmina de microscopia, aquela que apresentar aglutinação terá resultado positivo, o que foi observado na lâmina A. O teste III faz uso de marcador específico para o príon patogênico, sendo que presença de uma reação na placa de gel indica a presença do príon na amostra B.

COMPETÊNCIA 3: Associar ações e processos científicos, tecnológicos produtivos, naturais e sociais à degradação e à conservação ambiental

O debate em torno das relações entre meio ambiente e desenvolvimento se intensificou a partir da década de 1970, quando se procurou mostrar a finitude no interior do modo de produção capitalista, tendo em vista os impactos globais⁸. Surge, então, o conceito de desenvolvimento sustentável, sob diferentes denominações, com o objetivo de colocar a problemática ambiental na agenda política internacional, incluindo cientistas, corporações e governos, para que pudesse influenciar decisões políticas em diferentes níveis governamentais e institucionais. Segundo Jacobi (2005), duas correntes interpretativas se sobressaem ao longo desse processo:

⁸ Sugerimos a consulta do *Guia Rio +20*, que apresenta uma linha do tempo com as principais publicações e esforços realizados em torno da temática do desenvolvimento sustentável desde 1962. Disponível em: <www.cebds.org.br/media/uploads/pdf/guia_riomais20.pdf>.



- 1º. **Econômica e técnico-científica:** que propõe a articulação do crescimento econômico e a preservação ambiental, influenciando mudanças nas abordagens do desenvolvimento econômico, notadamente a partir dos anos de 1970.
- 2º. **Crítica ambientalista ao modo de vida contemporâneo:** que se difunde a partir da Conferência de Estocolmo em 1972, momento no qual a questão ambiental ganha visibilidade pública e se coloca a dimensão do meio ambiente na agenda internacional.

Em 1983, as Nações Unidas criaram a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) com o intuito de tentar conciliar o desenvolvimento econômico com a conservação do ambiente para proporcionar o desenvolvimento sustentável. Por duas décadas (as de 1980 e 1990), com o avanço da crise ambiental e o aprofundamento dos problemas econômicos e sociais para a maioria das nações, a adoção de um esquema integrador foi reforçada, tornando necessário repensar os paradigmas existentes, sobretudo por estarmos diante de inúmeras situações preocupantes, como as mudanças climáticas globais, o aumento da poluição atmosférica, da água e do solo, bem como de seus efeitos sobre a saúde das populações humanas, por isso diversos movimentos sociais se instauraram e exigiram mudanças na legislação e fiscalização em diversos setores da economia e em diversos países do mundo.

Hoje, o modelo econômico baseado na exploração desenfreada da natureza está falido e já traz sérias consequências a serem enfrentadas por todos. Nessa direção, essa competência solicita aos estudantes que desenvolvam habilidades e utilizem conhecimentos das várias áreas da Biologia na tentativa de conciliar os polos opostos, a economia e a conservação da natureza para promover um novo modo de extração e transformação dos recursos naturais em produtos consumidos no cotidiano. Entre os focos de investigação da sustentabilidade estão questões que tratam do crescimento populacional, da produção de alimentos, da preservação da biodiversidade dos ecossistemas, da análise do consumo de energia e da busca de fontes alternativas renováveis, do conhecimento de processos de produção industrial à base de tecnologias de menor impacto ambiental, análise dos efeitos da urbanização e propostas de controle.



A seguir, um exemplo de atividade pertinente ao desenvolvimento da Competência 3.

Atividade referente à Competência 3 – Leitura e interpretação de texto.

Texto 1: Pesca industrial predatória

O excesso de pesca nos oceanos é mais rápido do que a recuperação dos estoques, deixando a vida no mar na iminência de entrar em colapso. Muitos ecologistas marinhos acreditam que a maior ameaça aos ecossistemas marinhos nos dias de hoje seja a pesca em excesso praticada pelo que chamamos de pesca predatória.



Diferentemente da pesca artesanal, a predatória usa grandes barcos movidos a motor e modernos equipamentos com sonares de busca de última geração que podem apontar com precisão cardumes inteiros de peixes. Os pescadores não selecionam o que pescam, podendo capturar espécies que não se desejam, ameaçadas ou não, e matando muitos dos animais nesse processo.



As técnicas de pesca causam uma verdadeira destruição ambiental: redes de espera podem se estender por quilômetros e as redes de arrasto, com malha fina, destroem tudo o que estiver no caminho. É uma técnica nociva ao ecossistema marinho, pois a rede revolve o substrato oceânico destruindo o hábitat de muitos animais; espécies em extinção podem perder ainda mais animais; outras podem ter sua reprodução prejudicada. E ainda, os peixes sem valor comercial são simplesmente desprezados. Portanto, são dois os principais problemas da pesca industrial nos oceanos: a sobrepesca e a pesca acidental.

A sobrepesca é a situação em que há uma retirada excessiva de peixes do oceano em um período de tempo muito curto, não dando tempo de o estoque de peixes se recuperarem naturalmente. Como resultado, populações de peixes comerciais podem desaparecer e, então, espécies que antes eram desprezadas se tornam alvo de captura.

A pesca acidental ocorre quando peixes ou animais marinhos são capturados sem intenção pelas redes de pesca, pois não há como selecionar os espécimes capturados nas redes. No geral, a pesca acidental mata 20 milhões de toneladas de vida marinha anualmente: pequenas baleias, golfinho, tartarugas e até aves marinhas.



Texto 2: Pesca artesanal

À beira da praia, à tardezinha, a gente pode vê-los voltando do mar. Não foram muito longe porque suas embarcações simples como botes, canoas a remo e, às vezes, motorizadas, sem grandes recursos tecnológicos, não permitem que se afastem muito da costa.



Os pescadores artesanais puxam a rede de malha e nem sempre o resultado de um dia inteiro no mar é tão satisfatório. Não recebem salário e contam apenas com os peixes que conseguiram capturar. Têm muito conhecimento acerca das espécies que trazem, conhecimentos estes passados por seus ancestrais, de geração a geração, ou então pelas experiências dos companheiros mais velhos. Sabem que devem respeitar a época de defeso (períodos em que a pesca de uma determinada espécie é proibida para a desova), as fêmeas grávidas e os indivíduos mais jovens: isso garante o sustento da família, pois, respeitando o ciclo da vida, não colocando em risco a diversidade das espécies, a natureza sempre lhes será favorável e sempre poderão aproveitar os recursos que ela oferece.

As técnicas de pescar que usam são simples e tradicionais. A rede de espera (fabricada por eles próprios) é a mais utilizada. Podem fazer uso ainda da vara, do anzol, da tarrafa e do picaré (arrasto de praia, guiado por alguns outros pescadores).

O "cerco" é uma técnica bem interessante: pedaços de bambu são colocados de forma que os peixes entram na maré alta, mas não conseguem sair. Essa técnica também é conhecida por "chiqueiro ou viveiro de peixes", onde os peixes são conservados sempre frescos até o momento de serem consumidos.

De maneira geral, os pescadores artesanais não costumam ser predadores do meio ambiente – por serem seletivos e saberem o momento de pescar cada espécie.

Entre o vasto período que vai do século XVIII ao início do século XX, verificou-se no Brasil a formação de várias comunidades marítimas e litorâneas cujos membros viviam, sobretudo, da atividade pesqueira. Tratam-se de comunidades de pescadores artesanais.

A pesca artesanal surgiu de uma falência na economia dos ciclos cafeeiro e açucareiro no Brasil Colônia e, também, devido à necessidade de exploração de outros meios que não fossem os recursos de flora e fauna litorâneas, como o palmito e os animais de caça.

CLAUZET, Mariana; RAMIRES, Milena; BARRELLA, Walter. Pesca artesanal e conhecimento local de duas populações caiçaras (Enseada do Mar Virado e Barra do Una) no litoral de São Paulo, Brasil.

MultiCiência: a linguagem da Ciência, n. 4, maio 2005. Disponível em: <http://www.multiciencia.unicamp.br/artigos_04/rede_01_.pdf>. Acesso em: 13 out. 2012.



A análise dos dois textos atende a essa competência por meio de diferentes enfoques, tais como:

- a) Descrever e comparar os instrumentos e conhecimentos empregados pelos pescadores que utilizam as duas formas de pesca.
- b) Analisar as relações entre seres vivos e fatores físicos do ecossistema local.
- c) Comparar os resultados e os efeitos do emprego das duas estratégias de pesca sobre o ambiente e sobre as populações locais.
- d) Verificar os motivos que conduzem à escolha de uma ou outra das estratégias de pesca, suas origens e quais são as políticas públicas brasileiras ou de outros países que podem auxiliar na resolução dos impactos sobre o ambiente e sobre as relações sociais do local.

Questão do ENEM referente à Competência 3:

(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. In: 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.

Alternativa correta: e



COMENTÁRIOS

A questão explora o impacto ambiental relacionado a uma ação antrópica e exige que o aluno preveja qual será esse impacto a partir da análise do caso. Para resolver o item, o aluno deve compreender que os ambientes encontram-se em equilíbrio ecológico e que algo que venha a alterá-lo é considerado impacto ambiental, além disso, deve compreender a importância dos ciclos biogeoquímicos na manutenção desse equilíbrio. Analisando o caso, o aluno deverá constatar que os efluentes da carcinicultura possuem matéria orgânica particulada e dissolvida, amônia, nitrito, nitrato, fosfatos e que essas substâncias, se lançadas em excesso em uma lagoa, por exemplo, provocam a eutrofização ou “floração das águas”, impacto ambiental marcado pela proliferação intensa de algas, cianobactérias e plantas aquáticas. No entanto, o mangue, por ser solo salgado, lodoso e pobre em oxigênio não apresenta alta diversidade de espécies vegetais, então o aluno deverá concluir que o maior impacto provocado pelas substâncias contidas nos efluentes será o impedimento da penetração da luz no ambiente marinho pelas partículas em suspensão, relacionando a ausência de luz ao comprometimento da produção de energia química pelo fitoplâncton, que são a base das cadeias alimentares aquáticas.

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

Essa é a competência que está associada de modo mais direto ao objeto de estudo da Biologia, visto que essa ciência tem por meta a tentativa de compreender o que é a vida, como ela se mantém e como surge. Hoje, esse fenômeno é entendido como uma manifestação de sistemas organizados e integrados, em constante interação com o ambiente físico-químico, quer seja por meio de atividades de alimentação, reprodução ou pela mudança no tempo em função de processos evolutivos (MARGULIS; SAGAN, 2002). Esses processos interferem no meio e sobre os próprios seres vivos.

Assim, a compreensão da vida depende de habilidades referentes à capacidade de fazer relações, integrações de vários tipos e níveis. Ao tratar de sistemas organizados, a Biologia investiga tanto os sistemas vivos microscópicos, como as relações que se estabelecem no interior de uma célula, como entre células de um determinado tecido, entre órgãos, entre organismos vivos da mesma espécie ou de espécies diferentes que ocupam o mesmo ecossistema, ou até mesmo as interações entre ecossistemas distintos. Para algumas teorias, como é o caso da Teoria de Gaia, o próprio planeta terra poderia ser investigado como se fosse um grande ser vivo.

Estudar a vida por meio das interações entre sistemas organizados solicita um tipo de metodologia que analise casos a partir do uso de conceitos provenientes de diferentes subáreas dessa ciência: bioquímica, citologia, imunologia, zoologia, botânica, fisiologia, ecologia, genética, evolução etc. Além de mobilizar esses conceitos, eles devem dialogar na compreensão do fenômeno em foco.



Dessa forma, é evidente a combinação de conceitos ligados tanto à Biologia numa perspectiva evolutiva (apoiada na teoria da seleção natural, nos princípios fundamentais da teoria geral da ecologia, da genética e dos organismos) quanto funcional (direcionada às condições internas presentes nos organismos, apesar das influências externas e transformações, às explicações do funcionamento dos organismos vivos e aos mecanismos de produção de fenômenos frente às relações espaço-temporais de estruturas e processos, bem como às suas funções). Isso possibilita uma compreensão mais integrada do mundo vivo, onde além das relações existentes entre os conceitos que integram as ciências biológicas, também podem ser solicitados outros provenientes de outras áreas de conhecimentos, mas que colaboram com o estudo da Biologia.

A seguir, exemplo de uma atividade pertinente ao desenvolvimento da Competência 4.

Atividade referente à Competência 4 – Leitura e interpretação de texto.

Chuva e neve contaminadas inserem mercúrio nas cadeias alimentares

A Terra está sendo bombardeada de altas doses de mercúrio por meio da chuva e neve contaminada, informou um estudo publicado em dezembro de 2011, na revista científica *Nature*. De acordo com a publicação, a contaminação pode ser facilmente absorvida pela terra e entrar na cadeia alimentar em qualquer parte do mundo.

Segundo reportagem do jornal britânico *The Guardian*, o metal tóxico é liberado pelo vapor da queima de combustíveis e incorporado aos gases atmosféricos. "Milhares de toneladas de vapor de mercúrio são bombeados para o ar a cada ano", informa a publicação.

As descobertas dos cientistas informam ainda que, após ser oxidado, o mercúrio pode voltar à Terra por meio das chuvas ou da neve. De acordo com o *The Guardian*, as bactérias transformam o mercúrio oxidado em metil-mercúrio, que facilmente entra na cadeia alimentar após ser absorvido pelas plantas.

Contaminação globalizada

Segundo o doutor Seth Lyman, que liderou a pesquisa na Universidade de Washington, grande parte do mercúrio lançado na atmosfera é depositada longe de suas fontes originais. "O mercúrio emitido do outro lado do globo pode ser depositado ali na nossa porta dos fundos, dependendo de onde e como ele é transportado, quimicamente transformado e depositado", disse ao *The Guardian*.



Assim, o mercúrio liberado na queima do carvão na Ásia, por exemplo, pode circular o planeta antes de ser oxidado e enviado de volta à superfície da Terra. Algumas áreas do planeta, como o sudoeste dos EUA, possuem condições atmosféricas ideais para receber a substância, dizem os especialistas.

Para chegar às conclusões, a equipe de cientistas do Dr. Lyman analisou dados atmosféricos coletados durante voos na América do Norte e na Europa em outubro e novembro de 2010, que detectavam a presença de mercúrio oxidado no ar.

Os resultados mostraram que o mercúrio elementar é transformado em mercúrio oxidado na atmosfera superior. Como o processo de oxidação ocorre não ficou claro. Mas os cientistas descobriram que, uma vez que o fenômeno ocorre, o mercúrio pode retornar para a Terra por meio da chuva ou movimentação atmosférica.

Disponível em: <<http://canais.ecodesenvolvimento.org/conteudo/posts/2011/dezembro/chuva-e-neve-contaminadas-inserem-mercurio-na>>. Acesso em: 13 out. 2012.

A análise do texto atende à essa competência, pois permite compreender processos de níveis de organização distintos e integrados, tanto procedentes da ecologia como da fisiologia humana, ou dos processos bioquímicos. Além disso, permite analisar aspectos da economia. Esses podem ser tratados por meio da pesquisa complementar dos seguintes aspectos, tais como:

- a) A compreensão do modo pelo qual o mercúrio acumula ao longo da cadeia alimentar: ecologia.
- b) A relação entre a distribuição do mercúrio e o ciclo da água, bem como a integração com os processos químicos de liberação de mercúrio na atmosfera (reações de combustão e de extração de ouro): ecologia e integração com Química.
- c) A participação do metabolismo de bactérias na transformação do mercúrio metálico em metil mercúrio: bioquímica.
- d) A relação entre o acúmulo de mercúrio e a existência de degeneração do sistema nervoso e retardo mental: fisiologia humana.

Questão do ENEM referente à Competência 4:

(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:

- a) os genótipos e os fenótipos idênticos.
- b) os genótipos idênticos e os fenótipos diferentes.
- c) diferenças nos genótipos e fenótipos.
- d) o mesmo fenótipo e apenas dois genótipos diferentes.
- e) o mesmo fenótipo e grande variedade de genótipos.

Alternativa correta: b

COMENTÁRIOS

A habilidade 13 da Competência de área 4 requer que o aluno reconheça mecanismos de transmissão da vida, prevendo ou explicando a manifestação de características dos seres vivos. O item explora conceitos específicos da genética – genótipo e fenótipo – e requer que o aluno tenha essa compreensão para explicar o experimento apresentado. Espera-se que o aluno reconheça que o genótipo é a carga genética determinante do fenótipo, apesar de este poder sofrer influência de fatores ambientais. O item também requer que o aluno tenha conhecimento básico do que é a técnica de clonagem, compreendendo, assim, que o conjunto de plantas preparadas apresenta o mesmo genótipo.

COMPETÊNCIA 5 : Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos

A principal técnica empregada pela Biologia para comunicar e produzir explicações é a linguagem científica (LEMKE, 1997). Essa competência se refere à assimilação e apropriação desse tipo de linguagem empregada pelos pesquisadores e que está disseminada no cotidiano. São os códigos próprios dos cientistas, mas que também participam das práticas comuns das pessoas e elas normalmente não estão alfabetizadas para compreender seu significado.

A Biologia emprega diversos tipos de linguagem tanto na forma verbal como não verbal. Dentre as linguagens verbais estão os conceitos apresentados como termos científicos. Os conceitos e modelos biológicos surgem a partir das negociações entre pessoas de um determinado tempo e local (uma cultura), geralmente de pesquisadores. São formas de linguagem que têm significado para os participantes dessa cultura, mas precisam de tradução para ser compreendidos pelas pessoas estrangeiras a essa cultura. As práticas com as linguagens científicas são empregadas como discurso que também necessitam de questionamento quanto aos seus processos de funcionamento e efeitos no uso cotidiano (FOUCAULT, 2006).



Atividade referente à Competência 5

A Biologia e a mídia

Analise a propaganda abaixo:

RESULTADO! VOCÊ SABE DE ONDE VEM SUA ENERGIA!

Creatina, Comparativo entre diversas fontes:

Fonte	Porção	Gramas de Creatina
Salmão	250g	1,32 g
Atum	250g	1 g
Bacalhau	250g	0,75 g
Carne Suína	250g	1,25 g
Carne Bovina	250g	1,12 g
Leite de Vaca	250g	0,25 g
Creatine Way	3g	3 g

O sucesso do seu treino depende desta marca. A MIDWAY oferece mais de 150 apresentações em suplementos alimentares para lhe ajudar a conquistar seus objetivos.

Agora, você também pode conquistar ainda mais com a ajuda de nossa linha de CREATINAS apresentadas em 12 versões, desenvolvidas para os atletas mais exigentes.

Consulte nosso SITE!

Follow us at: www.midwaylabs.com.br

A Creatina é essencial à síntese do ATP nos músculos durante a atividade física.

Você encontra estes produtos:

ESTES PRODUTOS CONTÊM 30 DE CREATINA POR PORÇÃO.
 *ESTES PRODUTOS NÃO SUBSTITUEM UMA ALIMENTAÇÃO EQUILIBRADA E SEU CONSUMO DEVE SER ORIENTADO POR NUTRICIONISTA OU MÉDICO.
 *NÃO EXCERER O CONSUMO DIÁRIO RECOMENDADO NO RÓTULO OU SEU ORIENTADOR DE MÉDICO OU NUTRICIONISTA.
 *ESTES PRODUTOS NÃO DEVEM SER CONSUMIDOS POR CRIANÇAS, GRÁVIDAS, DOENTES E PORTADORES DE ENFERMIDADES.
 *O MINISTÉRIO DA SAÚDE ADVERTIU NÃO EXISTIR EVIDÊNCIAS CIENTÍFICAS COMPROVADAS DE QUE ESTES ALIMENTOS PREVENAM, TRATEM OU CURAM DOENÇAS.
 ESTES PRODUTOS SÃO SUJEITOS DE REGISTRAÇÃO ANTES DA RESOLUÇÃO REC Nº 27-24-96 DE AGOSTO DE 2005.
 *NÃO CONTÉM GLÚTEN.

#ITORIO Distribuidor Exclusivo RJ Q11.2293-6175

VENANCIO (21) 3095-1000 | BIG BIEN | Bifarma | ARAUJO | DROGASIL | Walmart | Carrefour



Para compreender como é possível desenvolver a Competência 5, você pode analisar as informações contidas no texto publicitário sobre suplemento alimentar, observando os seguintes aspectos:

- a) As linguagens científicas presentes na propaganda.
- b) Os significados dos conceitos de: creatina, ATP, fibra muscular, tecido conjuntivo, núcleo, membrana, actina, miosina.
- c) A quantidade de creatina disponível em diferentes fontes alimentares, por meio da leitura do gráfico.
- d) As diferentes formas de obtenção de energia pelas células e da relação com o mecanismo de deslizamento de actina e miosina pela retomada do estudo acerca do metabolismo energético.
- e) A pesquisa acerca das funções, procedências, quantidades necessárias de creatina no organismo humano e formas de metabolização e descarte da substância.
- f) Os efeitos do excesso de creatina nos rins e outros órgãos.
- g) As linguagens não científicas, mas essenciais para a sedução do consumo do produto que estão presentes na propaganda (cores, foto do corpo nu, uso de determinadas palavras e frases de efeito, bem como os motivos do uso do modelo anatômico e outras linguagens científicas para os propósitos da propaganda).

Questão do ENEM referente à Competência 5:

(ENEM, 2009) Uma vítima de acidente de carro foi encontrada carbonizada devido a uma explosão. Indícios, 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

- a) do DNAm, transmitido ao longo da linhagem materna, pois, em cada célula humana, há várias cópias dessa molécula.
- b) do cromossomo X, pois a vítima herdou duas cópias desse cromossomo, estando assim em número superior aos demais.
- c) do cromossomo autossômico, pois esse cromossomo apresenta maior quantidade de material genético quando comparado aos nucleares, como, por exemplo, o DNAm.



- d) 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.
- e) 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.

Alternativa correta: a

COMENTÁRIOS

Primeiramente o item requer do aluno o domínio de uma série de termos do vocabulário científico referentes ao cariótipo humano. Para a resolução do item, é necessário que o aluno tenha conhecimento de que, em cada célula somática, os cromossomos autossômicos formam pares e que os cromossomos sexuais são o X e o Y, sendo que homens apresentam um cromossomo X e um Y, e mulheres apresentam dois cromossomos X. Além disso, é necessário que o aluno atente para a existência do DNA presente nas mitocôndrias, organelas existentes em número variável dentro das células e que são herdadas da mãe pelo fato de apenas o pró-núcleo do espermatozoide efetivamente se fundir ao ovócito II (a cauda do espermatozoide, onde estão as mitocôndrias, degenera após a fecundação). O texto menciona 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, então o aluno deverá relacionar as propriedades biológicas do cariótipo humano, bem como o procedimento tecnológico (teste de DNA) à finalidade a que se destinam, ou seja, a determinação da relação de parentesco, que para o caso seria a utilização do DNAm por estar em maior número por célula.

COMPETÊNCIA 8: Apropriar-se de conhecimentos da Biologia para, em situações-problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas

Essa competência enfatiza a necessidade da apropriação significativa de conteúdos (conceitos, procedimentos, linguagem) da Biologia para, a partir deles, ampliar a leitura de mundo, permitindo interpretar, avaliar e planejar intervenções científico-tecnológicas na produção de alimentos e medicamentos, no desenvolvimento sustentável e na promoção da saúde.

Solicita ao aluno que saiba resolver situações-problema acerca de diversos temas por meio da utilização dos conhecimentos da Biologia provenientes de suas diferentes subáreas. De acordo com as Orientações Curriculares para o Ensino Médio, os conteúdos dessas análises giram em torno dos seguintes temas: interação entre os seres vivos; qualidade de vida das



populações humanas; identidade dos seres vivos; diversidade da vida; transmissão da vida, ética e manipulação gênica; origem e evolução da vida.

Ao estudar ideias e modelos teóricos próprios da Biologia, pode-se explicar e prever comportamentos e fenômenos relacionados à vida, afetados pelas circunstâncias sociais e culturais, o que permite configurar ações voltadas para a promoção do bem comum, considerando a ética da pesquisa e os projetos individuais e coletivos que estão em vigência na sociedade. As habilidades dessa competência enfatizam a relação dos conceitos fundamentais presentes nos conteúdos curriculares propostos na maioria dos materiais didáticos de referência com sua aplicação tecnológica e contextualização social.

A resolução de situações-problema (MEIRIEU, 1998) exige que o estudante saiba selecionar os conhecimentos, procedimentos e valores adequados à análise do caso em questão, que tenha compreensão aprofundada desses conhecimentos e que saiba organizá-los e colocá-los em ação na construção de hipóteses, explicações, julgamentos e argumentações, de modo a criar propostas adequadas e viáveis, tanto para a promoção de sujeitos individuais como para o bem coletivo.

A seguir uma atividade que atende ao desenvolvimento dessa competência.

Ruralistas querem aprovar 20 de 343 destaques à MP do Código Florestal

Os deputados da Frente Parlamentar da Agropecuária (FPA) anunciaram, em agosto de 2012, que iriam "concentrar esforços" para aprovar 20 dos 343 destaques à medida provisória (MP) do Código Florestal. Em nota, a bancada ruralista disse que poderia "haver um ambiente mais favorável à aprovação da MP" porque, em 8 de outubro, o texto perderia a validade. "Se isso acontecer, prevalecerá em todo o país a indesejável insegurança jurídica, no momento em que os produtores rurais se dedicam aos plantios de suas lavouras", diz a FPA.

Art. 1º - As florestas existentes no território nacional e as demais formas de vegetação, reconhecidas de utilidade às terras que revestem, são bens de interesse comum a todos os habitantes do País, exercendo-se os direitos de propriedade, com as limitações que a legislação em geral e especialmente esta Lei estabelecem.

Brasil. Lei n. 4.771, de 15 de setembro de 1965. Revogado pela Lei nº 12.651, de 2012. Institui o novo Código Florestal. *Diário Oficial da União, Poder Legislativo, Brasília, DF, 15 set. 1965.*



Por isso, os ruralistas se declaram confiantes na retomada das discussões na comissão mista que analisa o tema. Em julho de 2012, no entanto, parte dos ruralistas tentou evitar a votação do relatório do Código, mas foi vencida pela maioria governista. Um dos pontos mais polêmicos para o agronegócio continua a ser o artigo 1º da MP, que trata dos princípios do texto legal.

Esse trecho é considerado "o pomo da discórdia" por trazer regras que, segundo os ruralistas, poderiam inviabilizar outras normas previstas no próprio Código Florestal. Além disso, a redação do artigo 1º da MP é vista como "subjetiva", podendo criar insegurança jurídica. Uma emenda foi apresentada pela bancada na tentativa de resgatar a redação feita durante a análise da proposta pela Câmara no início de 2012.

Os ruralistas também vão tentar alterar o trecho que trata dos percentuais que devem ser preservados ou recuperados para que a propriedade seja regularizada para garantir a manutenção das atividades agropecuárias iniciadas antes de 22 de julho de 2008. "O meio ambiente não sofre qualquer degradação com a continuidade destas atividades na medida em que os programas de regularização ambiental fixarão os critérios e ações necessários à conservação e uso da água e do solo", afirma a nota da FPA.

MARTINS, Daniela. Ruralistas querem aprovar 20 de 343 destaques à MP do Código Florestal. Valor Econômico. 3 ago. 2012. Disponível em: <<http://www2.valoronline.com.br/politica/2776062/ruralistas-querem-aprovar-20-de-343-destaques-mp-do-codigo-florestal>>. Acesso em: 13 out. 2012. (Adaptado).

A análise do texto acima atende ao desenvolvimento da Competência 8, principalmente por meio da habilidade 28, a qual propõe que se deva associar características adaptativas dos organismos com seu modo de vida ou com seus limites de distribuição em diferentes ambientes, em especial em ambientes brasileiros.

Entre as reflexões que podem ser feitas a partir do texto, nessa direção, é possível:

- a) Comparar as diferenças entre o antigo e o novo código florestal.
- b) Levantar os princípios que devem ser levados em consideração para determinar a porcentagem máxima de mata que pode ser desmatada em cada propriedade ou de retirada de mata ciliar nas margens dos rios.
- c) Retomar os conhecimentos acerca de relações harmônicas, teias alimentares, fluxos de energia e ciclos biogeoquímicos para que sejam fonte de seleção, compreensão e integração de conhecimento na construção das hipóteses.
- d) Listar expectativas de problemas ecológicos derivados das interferências nesses conceitos básicos em ecologia.



- e) Levantar os motivos que levam os ruralistas a defender o novo código florestal em detrimento do antigo.
- f) Criar propostas que possam resolver o embate.

Questão do ENEM referente à Competência 8:

(Exemplo, INEP) Na Região Amazônica, diversas espécies de aves se alimentam da ucuuba (*Virola sebifera*), uma árvore que produz frutos com polpa carnosa, 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 (*Ramphastos 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 (*Ramphastos 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 ucuubas 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, Hipólito Ferreira. Um tucano "disfarçado". *Ciência Hoje*, v. 252, p. 67-69, set. 2008.
(Adaptado).

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 ucuubas.
- 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.

Alternativa correta: e

COMENTÁRIOS

Ao resolver o item, o aluno deverá ter o conhecimento das relações ecológicas intra e interespecíficas, bem como associar características adaptativas dos organismos com seu modo de vida. O texto descreve uma adaptação desenvolvida ao longo de milhares de anos por uma espécie e que é fundamental para seu modo de vida, favorecendo-o na obtenção do alimento. Ao tornar-se parecido com o tucano-de-papo-branco, ele acaba por “confundir-se” entre eles, sendo “aceito” pela população local. Este é, portanto, um caso de mimetismo.



Considerações finais

As reflexões apresentadas neste caderno evidenciam que o modelo de trabalho proposto pelo ENEM requer flexibilidade para atender as pessoas e às situações, que passam por contínuas mudanças, especialmente na sociedade contemporânea. A diversidade de sujeitos e de temas de interesse geral solicita das escolas uma atenção redobrada para os percursos organizados para o desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem dos estudantes. Formar para a autonomia de pensamento e de ações é um desafio cotidiano para todos os professores empenhados em superar o falso dilema de formar nos conhecimentos ou nas competências, pois só é possível desenvolver competências a partir dos conhecimentos produzidos historicamente pela humanidade.

Como a função social da escola é formar sujeitos capazes de mobilizar tais conhecimentos para colocá-los em ação, segundo Berger (2012), a construção de conhecimentos pressupõe necessariamente a construção do seu próprio saber (a partir de experiências vividas), de competências (de forma significativa e contextualizada) e a aquisição dos saberes já construídos (pela mediação de diferentes meios e pessoas) em uma dinâmica de integração de processos, para que o estudante tenha aprendizagens válidas para toda a sua vida.

As atividades sugeridas neste material ressaltam a relevância que a ação do professor tem nessa perspectiva de trabalho. Ao selecionar os conhecimentos a serem trabalhados em sala de aula e os contextos de onde serão extraídos tais conhecimentos, ao pesquisar conceitos e temas que possam desencadear aprendizagens significativas, ao propor relações interdisciplinares entre os componentes curriculares e áreas de conhecimento etc., o professor torna-se produtor de uma nova realidade educacional. Como a construção do conhecimento é coletiva, pluri-institucional e simultânea, por ser estruturada complementarmente por diferentes grupos, observa-se que hoje o ofício do professor se ampliou significativamente e exige contínua atualização.

O esforço realizado pelos professores da Rede de Colégios do Grupo Marista, ao longo deste ano, indica que em conjunto surgem novas oportunidades para o aprofundamento dos estudos e a partilha de experiências, além de possibilitar o desenvolvimento de competências profissionais.

É importante reafirmar que os diálogos estabelecidos nos encontros por videoconferência e presenciais materializados nesta publicação podem (e devem) ser ampliados em cada unidade escolar, para que outros momentos significativos possam ser vivenciados. A DERC conta com cada um dos professores na multiplicação das reflexões e na idealização de outros *espaço-tempos* de conversa, estudos e construção coletiva de conhecimentos.



REFERÊNCIAS

BERGER FILHO, Ruy Leite. *Currículo por competências*. Brasília: MEC, 1999. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/curr%C3%82%C2%A1compet.pdf>>. Acesso em: 14 out. 2012.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura - MEC. ENEM: documento básico. Brasília: MEC/INEP, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação; Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. *Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)*: fundamentação teórico-metodológica. Brasília: INEP, 2005.

BRASIL. Ministério da Educação; Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. *Eixos cognitivos do ENEM*. Brasília: INEP, 2007.

CUNHA, Antônio Geraldo da. *Dicionário etimológico nova fronteira da língua portuguesa*. 2. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1987.

FINI, Maria Inês. Entrevista para a FBTV, 8 jul. 2011. Entrevistadora: Vivian Queirós. Disponível em: <<http://www.fbtv.com.br/video/171/fbtv-entrevista-maria-ines-fini-idealizadora-do-enem-e-doutora-em-educacao>>. Acesso em: 13 out. 2012.

FOUCAULT, Michel. *A ordem do discurso*. 14. ed. São Paulo: Loyola, 2006.

GUIA Rio +20. Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS); Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS), 2012. Disponível em: <www.cebds.org.br/media/uploads/pdf/guia_riomais20.pdf>. Acesso em: 13 out. 2012.

JACOBI, Pedro. Educação ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 31, n. 2, ago. 2005.

LEDERMAN, Norman G. Nature of Science: past, present, and future. In: ABELL, Sandra K.; LEDERMAN, Norman G. (Eds). *Handbook of research on science education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2007. cap. 28, p. 831- 880. Disponível em: <http://msed.iit.edu/ids/curriculum/chemistry/articles/NOS_Lederman_2006.pdf>. Acesso em: 17 out. 2012.

LEMKE, James. *Aprender a hablar ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Paidós, 1997.

MACEDO, Lino de; ASSIS, Bernadete Amêndola de (Org.). *Psicanálise e Pedagogia*. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2002.



MARGULIS, Lynn; SAGAN, Dorian. *O que é vida?* Tradução de Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Zahar, 2002.

MEIRIEU, Philippe. *Aprender... sim, mas como?* Tradução de Vanise Dresch. 7. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

PACEY, Arnold. *La cultura de la tecnología*. México: Fondo de Cultura Económica, 1990.

POZO, Ignacio Juan. A aprendizagem e o ensino de fatos conceituais: In: COLL, César. *Os conteúdos da reforma: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes*. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio: pesquisa em educação em ciências*, v. 2, n. 2, dez. 2002. Disponível em: <<http://ufpa.br/ensinofts/artigos2/wildsoneduardo.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2012.

TEIXEIRA, Leny. A noção de competência: uma visão construtivista. In: BRASIL. Ministério da Educação; Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. *Eixos Cognitivos do ENEM*. Brasília: INEP, 2007. versão preliminar.

VARGAS, Milton. *Para uma filosofia da tecnologia*. São Paulo: Alfa-Omega, 1994.

VERASZTO, Estéfano Vizconde et al. Tecnologia: Buscando uma definição para o conceito. *PRISMA.COM*, n. 7, p. 60-85, dez. 2008. Disponível em: <http://prisma.cetac.up.pt/edicao_n7_dezembro_de_2008/tecnologia_buscando_uma_defini.html>. Acesso em: 17 out. 2012.

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES

MAAR, Juergen Heinrich; GLAUBER, Thurneisser et al. Tecnologia química e química fina: conceitos não tão novos assim. *Química Nova* (online), v. 23, n. 5, 2000.

PIETROCOLA, Maurício. O filósofo do não. *Carta fundamental*, São Paulo, n. 35, p. 48-51, fev. 2012.

RICCI, Rudá. *Conceitos estruturantes*. Centro de Referência Virtual do Professor. Disponível em: <http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/index.aspx?ID_OBJETO=35568&tipo=ob&cp=00000&cb=&n1=&n2=Biblioteca+Virtual&n3=Dicion%ufffdrio+da+Educa%ufffd%uffdo&n4=&b=s>. Acesso em: 14 out. 2012.

