



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E**  
**MATEMÁTICA**

**TEXTO DE APOIO AO PROFESSOR DE FÍSICA**

**ENEM: ENERGIA E SUAS TRANSFORMAÇÕES**

**Fabiano R. Santos**

**MACEIÓ**

**2013**

**FABIANO RODRIGUES DOS SANTOS**

**TEXTO DE APOIO AO PROFESSOR DE FÍSICA**

**ENEM E OS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA: UMA ABORDAGEM DE ENERGIA  
E SUAS TRANSFORMAÇÕES**

Produto educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para o título de Mestre em Física.

Orientador: Prof. Dr. Elton Casado Fireman.

**MACEIÓ**

**2013**

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**  
**Bibliotecária Helena Cristina Pimentel do Vale**

S237e Santos, Fabiano Rodrigues dos.  
ENEM: energia e suas transformações / Fabiano Rodrigues dos Santos. – 2013.  
Texto de apoio ao professor de física.  
41 f. : il.

Produto educacional apresentado ao PPGECIM pelo mestrando, como exigência parcial para obtenção do título de mestre.

Bibliografia: f. 40-41.

1. Física – Estudo e ensino. 2. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).  
3. Energia – Transformação. 4. Livro didático. I. Título.

CDU: 53:371.27

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>ENEM.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1</b>	<b>Fundamentação Teórico- Metodológica.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2</b>	<b>Novo ENEM.....</b>	<b>9</b>
<b>2.3</b>	<b>Provas do ENEM.....</b>	<b>12</b>
<b>2.4</b>	<b>Livros Didáticos de Física.....</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>ENERGIA E SUAS TRANSFORMAÇÕES NO ENEM.....</b>	<b>16</b>
<b>3.1</b>	<b>Conceito de Energia.....</b>	<b>16</b>
<b>3.2</b>	<b>Contextualizando Energia e suas transformações.....</b>	<b>20</b>
<b>3.3</b>	<b>Atividades de Apoio.....</b>	<b>35</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>40</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Na década de 90, o Brasil foi marcado por reformas política, previdenciária, trabalhista e educacional. Dentre estas reformas, a educação brasileira esperava por propostas que buscassem resolver os problemas do ensino nas instituições públicas de educação básica, especificamente.

Nesse contexto, nasce no Brasil uma reforma no Sistema Educacional Brasileiro a fim de consolidar um Estado democrático. Partindo da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB 9394/96) com o objetivo de construir uma educação voltada ao mundo do trabalho e à prática social, o ensino médio, nesta reforma, ganha, de acordo com esta Lei em seu artigo 35º, uma nova identidade, a de etapa final da educação básica (BRASIL, 1998).

Com a finalidade de expressar as conjecturas explanadas na LDB/96, no que concerne às abordagens políticas e pedagógicas do ensino médio, surgem as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) em consonância com o Parecer de número 15/98, da Câmara de Educação Básica/Conselho Nacional de Educação (CEB/CNE). As DCNEM, por meio da Interdisciplinaridade, indicam o diálogo entre outras áreas de conhecimentos de modo a superar um ensino compartimentalizado, bem como, vem, por meio da Contextualização, estabelecer a necessidade de dar significado à aprendizagem escolar. Procura-se, com esses dois princípios, promover no aluno a autonomia de exercer sua cidadania e um ensino profissionalizante embasado para o mercado de trabalho, sempre numa perspectiva de desenvolver as competências<sup>1</sup> e habilidades<sup>2</sup> necessárias para que o jovem exerça seu papel de cidadão ativo numa sociedade moderna.

Para por em prática os conceitos das mudanças educacionais do país é implantado em 1998, pela portaria Ministerial de nº 438, o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) com suas Matrizes de Referência, objetivando avaliar, além da capacidade de aprendizagem do egresso do ensino médio, os caminhos percorridos pela educação brasileira, mediante relatórios anuais baseados nos resultados dos exames.

---

<sup>1</sup> Modalidades estruturais da inteligência.

<sup>2</sup> Competências adquiridas e referem-se ao plano imediato do “saber fazer”(BRASIL, 1998, p. 7).

Portanto, faz-se mister que o professor de Física tenha a capacidade de mediar o ensino-aprendizagem nas perspectivas do principal exame do ensino médio, o ENEM, a fim de oportunizar ao seu aluno condições de ingresso nos Institutos de Ensino Superior e no mercado de trabalho, além de formar um cidadão atuante numa sociedade moderna.

Nisso, este trabalho oferece ao Físico Educador um recurso didático importante para o ensino-aprendizagem voltado às perspectivas do ENEM. Contudo, será abordado o objeto de conhecimento Energia e suas transformações, devido à relevância que esse tema traz para as discussões sociais e sua grande frequência nas provas desse exame.

A organização deste trabalho está em duas etapas: a primeira serve de orientação ao professor com relação ao ENEM, através de sua origem, seus documentos oficiais, sua fundamentação teórico-metodológica, suas provas e os Livros Didáticos de Física que se apresentam adequados a esse exame; a segunda fornece um material para o professor trabalhar em sala de aula, mediante o conceito de energia e sua contextualização realiza de acordo com o conjunto de competência dos PCN+, bem como atividades de apoio ao professor de Física no desempenho das competências e habilidades do aluno e a promoção da interdisciplinaridade.

## **2 ENEM**

O Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP) elabora o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), instituído em 1998, pelo Ministro de Estado da Educação e do Desporto, Paulo Renato Souza, com a portaria Ministerial nº 438, sendo realizado anualmente, visando avaliar uma aprendizagem significativa desempenhada pelo aluno em sua inserção na sociedade para que possa, assim, desenvolver as devidas competências e habilidades na conclusão do ensino médio para a cidadania, o trabalho e a autonomia na continuidade dos estudos no ensino superior.

O exame é descrito pelo Documento Básico 2000 e estruturado nas Matrizes Curriculares de Referência para o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB), que relacionam as competências e habilidades necessárias para formar o sujeito, com os conteúdos indispensáveis na sua conclusão da educação básica.

O INEP em 1998 elaborou as Matrizes Curriculares de Referência para o SAEB, formando um conjunto de ações para orientar as pretensões do ENEM. Fundamentado nos

conteúdos abordados nas escolas brasileiras e pesquisadores das áreas dos objetos de conhecimento, o documento faz um cruzamento dos conteúdos desejados no ensino médio com as Competências Cognitivas e Habilidades Instrumentais promovidas no conhecimento construtivo nas áreas de Linguagem e código, segundo o qual o aluno precisa saber utilizar as linguagens nas diferentes formas encontradas em sua vida; Ciência da Natureza e Matemática na compreensão do espaço natural, relacionando a matemática com as ciências afins; e Ciências Humanas que promove uma identidade do aluno. Nesse sentido, todas as áreas de conhecimento têm uma finalidade em comum ao término da educação básica, que é um ensino significativo, em que haja uma maior interação social do indivíduo, onde ele construa uma estrutura cognitiva apta a mobilizá-lo na sua vida profissional e que tenha desenvolvido a capacidade de uma contínua aprendizagem.

As Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio, por intermédio da Secretaria de Ensino Médio e Tecnológico (SEMTEC), foram aprovadas em 1998 pela Câmara de Educação Básica (CEB) do Conselho Nacional de Educação (CNE) como parâmetro para subsidiar a base comum dos Currículos Nacionais do Ensino Fundamental e Médio, já deliberadas pela LDB em 1996 e, por pedido do Ministério da Educação e do Desporto (MEC), têm a finalidade de promover um ensino médio já desgastado por métodos tradicionais para uma nova concepção de estudos mais significativos nas áreas de conhecimentos voltados às necessidades do aluno para exercer sua cidadania de forma mais humana e solidária. Logo, o ENEM é vinculado a esta proposta de ensino com uma nova organização, mais detalhada, dos conteúdos curriculares da educação básica, sendo conduzidas as competências e habilidades desenvolvidas pelo aluno durante toda a sua aprendizagem, inserindo-o numa sociedade contemporânea, bem como no ensino superior e/ou no mercado de trabalho, além do seu desempenho nas práticas sociais, culturais e históricas do contexto em que se insere.

Em paralelo ao ENEM, o MEC, fundamentado na LDB/96 e as DCNEM cria dois documentos para subsidiar o exame, que são: os PCNEM, em 1999, com a pretensão de explicar as competências e habilidades desejadas ao novo ensino médio; e, em complemento a esta proposta, os PCN+ em 2002, que consolidam e ampliam os objetivos propostos no primeiro documento. Esses documentos mediam as mudanças do ensino nos anos finais da educação básica brasileira, que vem formando uma sociedade contemporânea nas diversas áreas de tecnologia, cultura e trabalho.

A fim de entender as concepções do ENEM, o INEP, em 2005, constrói a Fundamentação Teórico-Metodológica do ENEM. O documento traz a forma teórica da estrutura do ENEM numa visão pedagógica das abordagens sobre competências e habilidades, situação problema e interdisciplinaridade e contextualização, bem como articulação do exame com as áreas de conhecimento.

As Orientações Curriculares para o Ensino Médio foram promovidas pela Secretaria de Educação Básica em 2006, com professores e alunos da rede pública de ensino, não como regras a serem cumpridas, mas com o objetivo de subsidiar o profissional da educação sobre uma reflexão de sua prática pedagógica no contexto de alienação com as propostas da escola. Articulam as diferentes áreas de conhecimento para que o aluno tenha uma educação de qualidade, garantindo uma oportunidade à inclusão social, um trabalho mais significativo e prazeroso ao professor e o desenvolvimento de competência da escola em promover a cidadania.

Portanto, o novo ensino-aprendizado do ensino médio por meio do ENEM, vem trazendo uma ampla discussão das competências e habilidades que o aluno deve ter para contribuir na formação de um cidadão com desenvolvimento ético e crítico diante da sociedade na qual se insere, além da Interdisciplinaridade, diálogo entre outras áreas de conhecimento que supere o ensino compartimentalizado; e da Contextualização, forma de dar significado à aprendizagem escolar. É nesse sentido que o MEC pretende formar o jovem egresso do ensino médio, com competências suficientes para utilizá-las em sua vida, mediante diferentes pensamentos e atitudes, numa democracia voltada ao bem estar social.

## **2.1 Fundamentação Teórico-Metodológica**

A fundamentação teórica metodológica do ENEM está no desenvolvimento de competências e habilidades dentro dos princípios de interdisciplinaridade e contextualização da educação básica.

- **Competências e Habilidades**

A noção das competências e habilidades embasadas nos documentos oficiais do ENEM, pela primeira vez, assume uma forma sólida no Documento Básico 2000:

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. As habilidades decorrem das competências adquiridas e referem-se ao plano imediato do “saber fazer”. Por meio das ações e operações, as habilidades aperfeiçoam-se e articulam-se, possibilitando nova reorganização das competências (BRASIL, 2000, p. 5).

Lino de Macedo (2005), corroborando com o conceito de competências dos documentos oficiais, propõe em um texto na Fundamentação Teórico-Methodológica do ENEM, que a competência seja entendida de três modos, muito interessantes e comuns:

A primeira significa o talento que o indivíduo tem, mas não necessariamente a capacidade de exercer competência. A segunda competência está ligada à condição do objeto que representa a situação, como por exemplo, julgamos a competência do professor pela escola em que leciona. E a terceira competência precisa da interdependência do indivíduo, não basta saber, mas, saber e relacionar o saber.

Mesmo em diferentes formas, as três competências na prática se complementam, formando um conjunto de ações interligadas com a realidade. E, ainda, para o referido autor, as Competências e Habilidades estão relacionadas da seguinte forma:

[...] a competência é uma habilidade de ordem geral, enquanto a habilidade é uma competência de ordem particular, específica. [...] O que não quer dizer que competência seja apenas um conjunto de habilidades: é mais do que isso, pois supõe algo que não se reduz à soma das partes (BRASIL, 2005, p. 20).

Já na relação de competências e habilidades feita por Perrenoud (1999, apud BESSA, 2008, P. 152), afirma que:

[...] as competências são traduzidas em domínios práticos das situações cotidianas que necessariamente passam compreensão da ação empreendida e do uso a que essa ação se destina. Já as habilidades são representadas pelas ações em si, ou seja, pelas ações determinadas pelas competências de forma concreta.

Logo, percebe-se uma discussão entre a noção de competências, porém, não iremos ampliá-la neste trabalho, pois, pretendemos entender como desenvolver as competências dos objetos de conhecimento voltadas para o ENEM.

Contudo, é preciso seguir um conjunto de competências e habilidades mostradas nos PCN e PCN+ para que, assim, possamos desenvolvê-las em harmonia com o que sugerem as questões do ENEM. Seguem as competências e suas especificações dos PCN e PCN+:

- **Representação e comunicação:** desenvolver a capacidade de comunicação;
- **Investigação e compreensão:** desenvolver a capacidade de questionar processos naturais e tecnológicos, identificando regularidades, apresentando interpretações e prevendo evoluções. Desenvolver o raciocínio e a capacidade de aprender;
- **Contextualização sócio-cultural:** compreender e utilizar a ciência, como elemento de interpretação e intervenção, e a tecnologia como conhecimento sistemático de sentido prático (BRASIL, 2000, p. 12-13).

Portanto, mesmo com os estudos sobre competências e habilidades ainda muito complexos, o novo ENEM não deixou de adotá-las em suas Matrizes Curriculares. Contudo, o professor precisa ter, ainda, a capacidade de “avançar e conservar uma definição explícita” (PERRENOUD, 1999, p. 19), para que possa relacionar os objetos de conhecimento, nessa perspectiva, com suas práticas de ensino em sala de aula, mesmo tendo dificuldades sobre o conceito de competência.

- **Interdisciplinaridade e Contextualização**

A Interdisciplinaridade e a Contextualização que formam as estruturas dos Parâmetros Curriculares do Ensino Médio, conforme as DCNEM necessitam ser desenvolvidas pela escola e professor, bem como suas articulações no aprendizado do aluno.

Conforme Roland Barthes (1988; apud MACEDO, 2005), a interdisciplinaridade é uma nova forma de ensinar um conhecimento, através de movimento disciplinar pautado na busca de atividade ou projeto que interaja com o ensino aprendido do aluno e não confrontando disciplinas.

O uso da interdisciplinaridade no contexto das DCNEM é descrito por ligações feitas nas várias áreas do conhecimento, permitindo ao aluno adquirir, não apenas conceitos prontos, mas, sim, o desejo de procurar outros caminhos nos diálogos entre as disciplinas estabelecidas pelas áreas de conhecimento. O conhecimento de uma disciplina não generaliza qualquer conteúdo em si, mas contribui na formação das competências para construir o saber escolar do aluno.

Outro eixo estruturador presente nas DCNEM é a Contextualização, alegando que o professor, ao transportar o conhecimento para o aluno, deve relacioná-lo à sua prática, a fim de construir uma aprendizagem significativa. Promover uma aproximação entre a teoria e a prática é essencial para que o aluno se insira no contexto social, através do trabalho e do exercício da cidadania. Consiste, ainda, em aplicar o conhecimento adquirido na escola com a vivência do cotidiano do aluno.

De acordo com Tufano (2001, p. 41), Contextualizar significa:

A contextualização é um ato muito particular e delicado. Cada autor, escritor, pesquisador ou professor contextualiza de acordo com suas origens, com suas raízes, com o seu modo de ver e enxergar as coisas, com muita prudência, sem exagerar.

Logo, a DCNEM trata a contextualização do conteúdo de ensino de acordo com o conceito de Stein que ocorre na educação profissional de boa qualidade:

Na aprendizagem situada os alunos aprendem o conteúdo por meio de atividades em lugar de adquirirem informação em unidades específicas organizadas pelos instrutores. O conteúdo é inerente ao processo de fazer uma tarefa e não se apresenta separado do barulho, da confusão e das interações humanas que prevalecem nos ambientes reais de trabalho. (BRASIL, 1998, p. 44)

Mesmo tendo conceitos particulares para cada autor e uma “literatura escassa atual”, conforme Ricardo (2005, p.213), o profissional da educação precisa utilizar a contextualização como um dos eixos estruturadores curriculares para desempenhar uma aprendizagem a dar significados aos conhecimentos escolares, aproximando o objeto de conhecimento com a realidade vivenciada pelo aluno, forma esta, requisitada pelo ENEM.

## **2.2 Novo ENEM**

Aos 27 dias do mês de maio de 2009 foi publicada a Portaria nº109, pelo INEP, que reformula o ENEM, sistematizando uma nova maneira de realização do Exame, promovendo impactos significativos no ensino médio, com a avaliação do desempenho escolar e acadêmico dos participantes e, no ensino superior, servindo de modalidade alternativa ou complementar para seleção e admissão do acesso aos Institutos Federais de Ensino Superior.

A proposta é democratizar as oportunidades de ingresso no sistema de ensino superior, a certificação de Jovens e Adultos no ensino médio; e unificar os processos seletivos dos Institutos de Ensino Superior (IES), fazendo com que haja uma articulação dos objetos de conhecimento em âmbito nacional, precisando, assim, reformular as Matrizes Curriculares de Referência para o SAEB, a então Matriz de Referência para o ENEM 2009, utilizada atualmente, contendo cinco eixos cognitivos (comuns a todas as áreas de conhecimento):

- I. Dominar linguagens (DL): dominar a norma culta da Língua Portuguesa e fazer uso das linguagens matemática, artística e científica e das línguas espanhola e inglesa.
- II. Compreender fenômenos (CF): 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.
- III. Enfrentar situações-problema (SP): selecionar, organizar, relacionar, interpretar dados e informações, representados de diferentes formas, para tomar decisões e enfrentar situações-problema.
- IV. Construir argumentação (CA): relacionar informações, representadas em diferentes formas, e conhecimentos disponíveis em situações concretas, para construir argumentação consistente.
- V. Elaborar propostas (EP): recorrer aos conhecimentos desenvolvidos na escola para elaboração de propostas de intervenção solidária na realidade, respeitando os valores humanos e considerando a diversidade sociocultural. (BRASIL, 2009, p. 1)

É com essas perspectivas que, os PCNEM e PCN+, mediante o conjunto de competências detalhadas nos quadros abaixo, ensejam um ensino voltado para as discussões sociais, levando à construção de um cidadão mais atuante na sociedade em que vive. Adotou-se a temática de energia para os exemplos em cada um dos quadros abaixo.

#### Quadro 1 - Representação e comunicação

(continua)

COMPETÊNCIAS GERAIS	SENTIDO	EXEMPLOS
I.1 SÍMBOLOS, CÓDIGOS E NOMENCLATURAS DA C&T	Reconhecer e utilizar adequadamente na forma oral e escrita símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica.	Unidades mais conhecidas: Joule(J), elétron-volt(eV), caloria(cal) e <a href="#">British Thermal Unit</a> (Btu). Relações: $1\text{eV}=1,6\times 10^{-19}\text{J}$ , $1\text{cal}=4,18\text{J}$ , $1\text{Btu}=1055\text{J}$ .
I.2 ARTICULAÇÃO DOS SÍMBOLOS E CÓDIGOS DA C&T	Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas.	Interpretar esquemas e diagramas de geração de energia.
I.3 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE TEXTOS E OUTRAS COMUNICAÇÕES DE C&T	Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de C&T veiculados através de diferentes meios.	Acompanhar notícias sobre energia e o meio ambiente.

<b>Quadro 1 - Representação e comunicação</b>		
<b>(conclusão)</b>		
<b>COMPETÊNCIAS GERAIS</b>	<b>SENTIDO</b>	<b>EXEMPLOS</b>
I.4 ELABORAÇÃO DE COMUNICAÇÕES	Elaborar comunicações orais ou escritas para relatar, analisar e sistematizar eventos, fenômenos, experimentos, questões, entrevistas, visitas, correspondências.	Elaborar relatório da visita a uma usina termoeétrica, destacando sua capacidade de geração de energia, o processo de produção e seus impactos locais, tanto sociais como ambientais.
I.5 DISCUSSÃO E ARGUMENTAÇÃO DE TEMAS DE INTERESSE DA C&T	Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de C&T.	Argumentar sobre as vantagens ou desvantagens da expansão da geração termoeétrica no Brasil.

Fonte: Adaptado do MEC/INEP, 2003.

### **Quadro 2 - Investigação e compreensão**

<b>COMPETÊNCIAS GERAIS</b>	<b>SENTIDO</b>	<b>EXEMPLOS</b>
II.1 ESTRATÉGIAS PARA ENFRENTAMENTO DE SITUAÇÕES-PROBLEMA	Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la.	Diante de um problema energético, identificar as informações, variantes e propor uma solução para o problema.
II.2 INTERAÇÕES, RELAÇÕES E FUNÇÕES; INVARIANTES E TRANSFORMAÇÕES	Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações; identificar regularidades, invariantes e transformações.	Identificar transformações de energia e a conservação que dá sentido a essas transformações, quantificando-as quando necessário. Quantidade de calorias para exercício de atividades esportivas.
II.3 MEDIDAS, QUANTIFICAÇÕES, GRANDEZAS E ESCALAS	Selecionar e utilizar instrumentos de medição e de cálculo, representar dados e utilizar escalas, fazer estimativas, elaborar hipóteses e interpretar resultados.	Escolher a melhor forma para medir energia.
II.4 MODELOS EXPLICATIVOS E REPRESENTATIVOS	Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos.	Levantar hipóteses sobre as possíveis causas de interrupção do fornecimento da energia elétrica.
II.5 RELAÇÕES ENTRE CONHECIMENTOS DISCIPLINARES, INTERDISCIPLINARES E INTER-ÁREAS	Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento.	Energia, caloria ou equilíbrio são conceitos com significados diferentes, embora correspondentes, em física, química ou biologia.

Fonte: Adaptado do MEC/INEP, 2003.

### **Quadro 3 - Contextualização sociocultural**

**(continua)**

<b>COMPETÊNCIAS GERAIS</b>	<b>SENTIDO</b>	<b>EXEMPLOS</b>
III.1 CIÊNCIA E TECNOLOGIA NA HISTÓRIA	Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social.	Entender o uso dos recursos energéticos pela sociedade ao longo de sua história.
III.2 CIÊNCIA E TECNOLOGIA NA CULTURA CONTEMPORÂNEA	Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea.	Interagir nos meios culturais, além de outros temas, a importância que a energia tem nesta área.

<b>Quadro 3 - Contextualização sociocultural</b>		
<b>(conclusão)</b>		
<b>COMPETÊNCIAS GERAIS</b>	<b>SENTIDO</b>	<b>EXEMPLOS</b>
III.3 CIÊNCIA E TECNOLOGIA NA ATUALIDADE	Reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social.	Estar constantemente informado dos recursos que as novas tecnologias podem trazer para erradicar problemas de uso energéticos.
III.4 CIÊNCIA E TECNOLOGIA, ÉTICA E CIDADANIA	Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.	Compreender e ser capaz de propor soluções a problemas sociais sobre energia e sociedade.

Fonte: Adaptado do MEC/INEP, 2003.

Sendo assim, é notório que o professor de Física, hoje em dia, trabalhe com o objeto de conhecimento da Ciência Natural e suas Tecnologias (Física), no que se refere ao tema: Energia e suas transformações, grandeza esta requisitada pelo ENEM através da Matriz de Referência 2009 e discutida num contexto social e vivenciado pelo sujeito, principalmente quando envolve melhoria na qualidade de vida através dos recursos naturais.

A prova é aplicada em quatro áreas de conhecimentos: linguagens, códigos e suas tecnologias; ciências humanas e suas tecnologias; ciências da natureza e suas tecnologias e matemática e suas tecnologias, sendo composta por 45 questões em cada uma das matrizes de referência, dando um total de 180 questões. Estruturada de acordo com a Proposta da Associação Nacional dos Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior (ANDIFES), “[...] aproximaria o exame das Diretrizes Curriculares Nacionais e dos currículos praticados nas escolas, mas sem abandonar o modelo de avaliação centrado nas competências e habilidades” (BRASIL, 2009, p. 4). A metodologia da prova encontra-se na Teoria de Resposta ao Item (TRI), que mede as habilidades de cada aluno e utiliza diferentes níveis de dificuldades, possibilitando às Instituições Federais identificarem as proficiências das habilidades de cada indivíduo (Ibid, 2009).

### **2.3 Provas do ENEM**

O ENEM, desde 1998, aborda em suas provas o tema Energia e suas transformações. O conceito de energia não é abordado com sua definição, mas sim, no contexto de um problema energético social, envolve diversas formas e fontes de obtenção de energia através de medidas que não prejudiquem o meio ambiente, ou seja, a procura de transformações de energias renováveis e “limpas”. Os contextos das questões estão, geralmente, vinculados a um

noticiário, reportagem, campanhas, etc., minimizando o excesso de cálculos e maximizando o conhecimento conceitual através dos princípios da interdisciplinaridade e contextualização.

- **Provas do antigo ENEM (1998 – 2008)**

O antigo ENEM, descrito pelo Documento Básico 2000, abordava Energia e suas transformações através das Matrizes Curriculares de Referências para o SAEB (1998) com alguns descritores de Física – 3ª série, bem como os PCN, com um conjunto de competências e habilidades a serem desenvolvidas em Física, mediante a representação e comunicação, investigação, compreensão e contextualização sociocultural. Ambos os documentos, mais precisamente os PCN, serviram de base para o desenvolvimento das competências e habilidades requisitadas pelo exame e representadas no Documento Básico 2000.

As provas do antigo ENEM que vão dos anos de 1998 a 2008 utilizaram a Matriz de Competências como referência para elaboração de suas questões, com 21 habilidades, em consonância com 5 competências. Essas competências e habilidades serviam para elaborar as questões da prova objetiva do antigo ENEM, contendo três questões com a mesma habilidade; como eram 21 habilidades, então resultavam em 63 questões.

A habilidade H7<sup>3</sup> era a grande responsável para elaboração das questões de Energia e suas transformações, ofertando 3 questões por prova com esse objeto de conhecimento.

- **Provas do novo ENEM (2009 – atual)**

As provas do novo ENEM seguem as Matrizes de Referências de 2009 com cinco Eixos Cognitivos: Dominar Linguagens (DL), Compreender Fenômenos (CF), Enfrentar Situações – Problema (SP), Construir Argumentação (CA) e Elaborar Propostas (EP), comuns a todas as áreas de conhecimento: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias (incluindo redação); Ciências Humanas e suas Tecnologias; Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Matemáticas e suas Tecnologias, além das competências e habilidades vinculadas a cada uma dessas áreas de conhecimento.

---

<sup>3</sup> Identificar e caracterizar a conservação e as transformações de energia em diferentes processos de sua geração e uso social, e comparar diferentes recursos e opções energéticas.

Para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias são compostas 8 competências e 30 habilidades, de acordo com a tabela a seguir:

**Tabela 1 – Competências e Habilidades da Matriz de Referências 2009**

Nº	Competências	Habilidades
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.	H1, H2, H3, H4.
2	Identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais em diferentes contextos.	H7, H6, H7.
3	Associar intervenções que resultam em degradação ou conservação ambiental a processos produtivos e sociais e a instrumentos ou ações científico-tecnológicos.	H8, H9, H10, H11, H12.
4	Compreender interações entre organismos e ambiente, em particular aquelas relacionadas à saúde humana, relacionando conhecimentos científicos, aspectos culturais e características individuais.	H13, H14, H15, H16.
5	Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos.	H17, H18, H19.
6	Apropriar-se de conhecimentos da física para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.	H20, H21, H22, H23.
7	Apropriar-se de conhecimentos da química para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científicas e tecnológicas.	H24, H25, H26, H27.
8	Apropriar-se de conhecimentos da biologia para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científicas e tecnológicas.	H28, H29, H30.

Fonte: MEC/INEP, 2009.

As competências 6, 7, 8 e suas habilidades mencionadas no quadro acima são específicas às disciplinas de física, química e biologia respectivamente, e as demais competências e habilidades são comuns a essas disciplinas. Na física, a competência número 6 traz as quatro habilidades H20, H21, H22 e H23, esta última com enfoque na temática de Energia e suas transformações, bem como a habilidade H8, comuns às disciplinas de Ciências da Natureza, por isso, vamos elencar as habilidades H8 e H23 para selecionarmos as questões de energia nas provas do novo ENEM, a fim de entendermos seus tratamentos mediante essas habilidades.

O novo ENEM é estruturado na Matriz de Referência de 2009, que traz um tratamento específico de Energia e suas transformações na área de conhecimento Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Esse tratamento está inserido nas habilidades H8<sup>4</sup> e H23<sup>5</sup> sendo que a primeira, envolve conhecimento comum à física, química e biologia; e a segunda, conhecimentos próprios da física.

<sup>4</sup> 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.

<sup>5</sup> Avaliar possibilidades de geração, uso ou transformação de energia em ambientes específicos, considerando implicações éticas, ambientais, sociais e/ou econômicas.

Esse documento não caracteriza a quantidade de questões a ser abordadas mediante suas habilidades, uma vez que há quatro habilidades (H20, H21, H22, H23) específicas à física e dezenove habilidades comuns às disciplinas de física, biologia e química; logo, não se tem uma quantidade exata de questões envolvendo a temática de Energia e suas transformações, diferentemente do antigo ENEM, em que havia três questões para habilidade H7. Porém, estabelece 45 questões em cada uma das quatro áreas de conhecimento totalizando 180 questões distribuídas em 120 habilidades, portanto, no mínimo uma habilidade está presente na prova do ENEM.

## 2.4 Livros Didáticos de Física

Os livros didáticos voltados para os estudantes da rede pública de ensino no Brasil foram implantados em 1929, mas, sua democratização se deu em 1985 com o Decreto nº 91.542, que traz diversas mudanças nas distribuições desses livros com o Programa Nacional de Livros Didáticos (PNLD), vigorando até hoje. Em 2003, surge o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM) ampliando gradativamente a oferta dos livros didáticos para o ensino médio, inicialmente com livros de Português e Matemática, distribuídos em 2004 aos alunos do 1º ano do Norte e do Nordeste. Estabelecido em 2009 e realizando reposições anuais desde então pelo PNLEM, os Livros Didáticos de Física (LDF) mostram ser um grande investimento pelo Ministério da Educação (BRASIL, 2012).

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), visando avaliar uma aprendizagem significativa através do desempenho das competências e habilidades a serem desempenhadas pelo jovem conculinte da educação básica, estrutura-se nas Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (DCNEM) que, por sua vez, orientam o Guia de Livros Didáticos Física juntamente com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB/96). Nisso, esses livros precisam estar em consonância com as propostas do ENEM que se estruturam nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) mediante o conjunto de competências e habilidades.

Porém, pesquisas de Santos (2013, p. 123) mostram que, 40% dos LDF adotados pelo PNLD 2012 não têm uma forte aproximação com as propostas requisitadas pelo ENEM, conforme o autor:

[...] 40% dos LDF têm uma fraca aproximação com o conjunto de competências contidas nos PCN+, portanto, também têm uma aproximação fraca ao ENEM, embora 60% dos LDF tenham uma forte aproximação ao ENEM, ainda é muito pouco para o sucesso da Física na rede pública de ensino.

### **3 ENERGIA E SUAS TRANSFORMAÇÕES NO EMEM**

A humanidade evoluiu e nos últimos tempos seu desenvolvimento cresceu significativamente. Este aumento gerou a necessidade de cada vez mais energia, principalmente térmica e elétrica, que são indispensáveis para os transportes e a eletrização de um país. Com isso, a busca por essas energias causa prejuízos ao meio ambiente, devido às emissões de gases poluentes lançados na atmosfera contribuindo para o efeito estufa, às inundações de rios, alteração da fauna e flora, elevados os riscos de acidentes nucleares, entre outros. Portanto, a procura por energias renováveis é uma discussão cada vez mais presente nas políticas energéticas de um país.

#### **3.1 Conceito de Energia**

Em nosso dia a dia, é corriqueiro o uso da palavra energia, “um avião precisa de energia para voar”, “estou com muita energia para estudar”, “o chocolate tem energia”, mas, afinal, o que é energia, já que está tão presente em nosso cotidiano?

Responder essa pergunta não é algo trivial, porém, segue uma sequência das concepções histórica e cultural de uma trajetória, nas quais os conceitos de energia foram adquirindo formas errôneas em determinadas épocas e alguns conceitos fundamentais que serviram de apoio ao conceito mais aceito atualmente sobre energia. Para um entendimento desse conceito, usaremos uma sequência histórica e cultural do conceito de energia realizada por Ornellas (2006).

Não desprezando os pensamentos dos antecessores de Aristóteles<sup>6</sup> (384 a 322 a.c.): Anaxágoras, que achava existir uma “força” ou “energia” na natureza, contrapondo-se aos pensamentos da época em que usava a mitologia para responder os fenômenos naturais; e os atomistas (Leucipo e seu aluno Demócrito) que tinham a ideia do átomo como minúscula partícula da matéria; Aristóteles ordenou os fatos culturais da época junto com a concepção

---

<sup>6</sup> Nasceu em Estágira, colônia de origem jônica encravada no reino da Macedônia. Filho de Nicômaco, médico do rei Amintas, gozou de circunstâncias favoráveis para seus estudos.

do espaço sublunar: terra, água, ar e fogo, tomando o éter como o quinto elemento da natureza. Surge a palavra energia, que significa na terminologia grega “energeia” – ato (no dicionário grego é entendido como força, algo que atua, que transforma, que movimenta) e “dinamis” – potência, que é o oposto. A física Aristotélica usa uma relação entre os significados das palavras ato e potência para entender o primeiro conceito de energia.

Aplicando estes dois termos na questão do relacionamento entre matéria e forma, segundo Aristóteles, a matéria é a potencialidade pura, “dinamis”, que vem realizada de virtudes da “energeia”, quando passa ao ato da forma. A matéria e as formas a serem assumidas são inseparáveis, pois o ato surge através da potência. (ORNELLAS, 2006, p. 12)

A partir de então, começa-se a construção dos conceitos de energia de forma a usar uma linguagem matemática e a razão humana. Após a doutrina de ato e potência de Aristóteles que vigorou até o Renascimento, devido à cultura grega e à aceitação do pensamento racionalista de Aristóteles pela Igreja Católica, filósofos da Idade Média iniciaram os confrontos dos pensamentos da filosofia aristotélica e as contribuições nos conceitos de energia numa abordagem complexa de “força-energia” como segue abaixo:

**Quadro 4 – Contribuições dos pensadores**

Pensadores	Contribuições
Tomás de Aquino	Contestou a relação de movimento dos objetos proposto por Aristóteles em que o objeto movia-se por alguma coisa (motor) em contato permanente. Logo, quem moveria a força (motor) criava uma cadeia infinita de movimento.
Simon Stevinus	Contribuiu usado sistema de corpos suspensos e interligados por polias, para conservação do trabalho e variação de energia potencial gravitacional como é entendida atualmente. Galileu confirma essa ideia no equilíbrio de líquidos.
Descartes	Em seus estudos (racionalismo clássico) propõe a quantidade de movimento (o produto da extensão do corpo pela velocidade); por sua vez, Newton, com a mecânica clássica conceitua Força e reformula o conceito de quantidade de movimento (o produto da massa do corpo pela velocidade) na publicação de seu Principia em 1687 e, por fim, John Wallis comprova a demonstração da quantidade de movimento.
Huygens	Traz uma polêmica com a “vis viva” para contrapor-se às ideias de Descartes, através do choque entre corpos, ele mostrava que a conservação após o choque era a soma dos produtos das massas pelos quadrados das velocidades. Oportunidade em que Leibniz em 1686, introduziu pela primeira vez na história, o conceito formal de energia (produto da massa pela velocidade ao quadrado), tratado como força viva (“vis viva”) ao qual mais se aproxima do que hoje é aceito como energia cinética (um meio do produto da massa pela velocidade ao quadrado).
Isaac Newton	Através de suas grandes contribuições na mecânica clássica pelo Principia, não trata do conceito de energia, e sim do conceito de força e da dinâmica do Universo.
Jonh Bernoulli e seu filho Daniel Bernoulli	Usam o princípio da conservação da “vis viva” de Leibniz para elaborar o teorema da hidrodinâmica deduzida, atualmente, como uma relação entre trabalho e a variação de energia mecânica dada pela conservação da energia mecânica.

Fonte: Ornellas (2006) – quadro construído pelo autor

Os conceitos de energia foram ganhando grandes contribuições, principalmente na termodinâmica; em 1761, o escocês James Watt tem as primeiras ideias do princípio da conservação de energia térmica; em 1803, Carnot, com a noção de energia potencial; em 1807, Thomas Young usa a energia como capacidade de realizar trabalho; em 1829, Gustave Gaspar Coriolis faz uma correção da força viva de Leibniz: em se tratando do movimento do corpo, a força viva é a metade ( $1/2mv^2$ ); em 1843, Prescott Joule apresenta a primeira medida de energia em J; em 1847, Hermann estabelece o primeiro princípio da termodinâmica; o segundo princípio, em 1850, com as pesquisas de Rudolf Clausius e em 1851 com as de William Thomson (Lord Kelvin) são denominadas como 2º princípio, no mesmo ano Thomson estabelece 3º princípio (zero absoluto).

Embora já conhecesse os fenômenos elétricos como a eletrização por atrito do âmbar desde a Grécia, na Idade Antiga, e os fenômenos magnéticos, tão misteriosos nos tempos de Tales a 580 a.C., foi a partir do século XVII que Cabaeus define os fenômenos naturais de atração e repulsão dos elétrons e Otto de Guericke constrói a primeira máquina a produzir energia eletrostática a partir do atrito. Em 1776, Alessandro Volta inventa o “eletróforo” que iniciou a construção de “máquinas de influência” as quais, no século XIX tornaram-se a principal fonte de geração de eletricidade na época e foram substituídas pelo gerador de Van Graaff em 1931 por gerar altas tensões, hoje encontrado em laboratórios e museus.

Os geradores eletrostáticos serviram de subsídios para os estudos dos fenômenos elétricos no século XVIII. Já no XIV, discutia-se se a eletricidade era uma propriedade da matéria ou haveria uma eletricidade pura. Os raios catódicos de Goldstein em 1876 e o experimento de Milikan das gotas de óleo conseguem explicar a natureza quantizada da carga elétrica e determina a carga elementar do elétron, por fim, Rutheford e do modelo atômico de Bohr em 1913 consolida as concepções atuais da energia elétrica.

Enfim, o físico Oersted, em 1807, começa os estudos das relações que os fenômenos elétricos têm com os magnéticos e Maxwell na teoria eletromagnética consegue resumir os fenômenos causados pela interação entre os campos elétricos e magnéticos através da interdependência que as ondas dos respectivos campos têm entre si e, com isso, explicava a natureza da luz através da associação destes campos, restando ao físico John Henry Poynting enunciar a grandeza do vetor de Poynting para indicar o fluxo, a propagação e a intensidade de um feixe de luz, construindo, assim, a concepção sobre os comportamentos dos fenômenos eletromagnéticos no contexto como são empregados atualmente na transmissão de energia.

Na época atual, o conceito de energia é definido de modo abrangente pelas ciências. Tecnicamente, a energia é uma grandeza escalar associada ao sistema de um ou mais corpos, que pode ser transformada de um tipo em outro e transferida de um corpo para outro, obedecendo ao princípio da conservação de energia: quantidade total de energia em um sistema isolado permanece constante. É uma propriedade da matéria que surge mediante energia cinética, inerente aos movimentos das massas e partículas dos corpos, e energia potencial gravitacional, associação dos movimentos da energia cinética, ou energia potencial elétrica, com as ligações (bio) químicas dos átomos e moléculas (ORNELLAS, 2006).

Para conceituar melhor energia, é preciso envolver um contexto dos problemas energéticos atuais, tais como: o consumo racional de energia, obtenção dos recursos naturais, os impactos ambientais causados pela transformação de energia, a eficiência da conversão de energia e o desenvolvimento sustentável. E daí se define de modo significativo para o sujeito toda relação entre energia e sua presença na sociedade. Só assim o conceito de energia terá um estreitamento do seu significado com a nossa cognição.

Portanto, se queremos entender o conceito de energia de modo concreto, não bastam atribuir-lhe formas conceituais fragmentadas e, sim, promover um significado que cada tipo, fonte e transformação de energia têm com os problemas sociais. Com isso, podemos nos ancorar nesse conceito, fazendo uma ligação através das diversas questões encontradas em nossa realidade, discutindo, intervindo e promovendo propostas de melhoria para a qualidade da vida humana.

Uma maneira prática e didática de entendermos como relacionar algumas formas de energia com as suas respectivas fontes energéticas foi construir o quadro abaixo para identificar as características de algumas das energias mais utilizadas pelo ser humano.

**Quadro 5 – Formas e fontes de energia**

<b>Formas</b>	<b>Fontes</b>
Mecânica	Movimento, interação gravitacional e compressão de materiais flexíveis.
Térmica	Sol, transferências de calor.
Elétrica	Cargas elétricas (prótons, elétrons ou íons).
Química	Constituição da matéria.
Nuclear	Atração de prótons e nêutrons.

Fonte: PIETROCOLA & POGIBIN (2010), quadro construído pelo autor

### 3.2 Contextualizações de Energia e suas transformações

- **Unidades de Energia**

No Sistema Internacional de Unidade (SI) a unidade de energia definida é o Joule (J), que significa o trabalho realizado pela força de 1N no deslocamento de 1m, ou seja,  $1N \cdot m = 1J$ , mas, podemos encontrar várias unidades que são utilizadas no nosso dia a dia como: caloria (cal), muito utilizada na Biologia para representar valores energéticos de alguns alimentos; quilowatt-hora (kWh) usada para medir o consumo de energia elétrica; tonelada equivalente de petróleo (Tep), utilizado na matriz energética de um país por ser uma unidade relativamente grande; British Thermal Unit (BTU) unidade para medir o calor transferido pelos aparelhos de ar condicionado, entre outras. As relações entre essas unidades de energia podem ser estabelecidas com a unidade padrão (J), conforme o quadro abaixo.

**Quadro 6 – Unidades de energia**

Diversas unidades	Unidade Joule (J)
1 cal	4,18 J
1 kWh	$3,6 \times 10^6$ J
1 Tep	$2,9 \times 10^{11}$ J
1 BTU	1055 J

Fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Unidades\\_de\\_energia](http://pt.wikipedia.org/wiki/Unidades_de_energia), 2012.

Exemplo – Como reconhecer e utilizar a escrita correta de energia em informações nutricionais?

**Figura 1 – Informações nutricionais**

	Ricota	Queijo Minas
Energia (Kcal)	140	264
Proteína (g)	12,6	17,4
Gordura Total (g)	8,1	20,2
Carboidrato (g)	3,8	3,2
Cálcio (g)	253	579
Sódio (mg)	283	31
Magnésio (mg)	12	7
Ferro (mg)	0,1	0,9
Colesterol (mg)	49	62

Fonte: Tabela brasileira de composição de alimentos do Ministério da Saúde

Solução – Em geral, o valor energético de nutrientes é informado em Kcal; no caso da figura acima, a Ricota tem 140kcal ou 140.000cal de energia química e o Queijo Minas, 264kcal ou 264.000cal; já no SI esses valores que equivalem a 585.200J e 1103.520J respectivamente, pois  $1\text{cal}=4,18\text{J}$ .

• **Transformações de energia**

A energia pode ser transformada de um tipo em outro; por exemplo, a energia térmica pode ser convertida em energia elétrica por usinas termelétricas; a energia elétrica converte-se em energia mecânica por aparelhos elétricos como liquidificador, batedeira, ventilador, etc.; a energia química converte-se em energia elétrica na utilização das baterias de celulares, entre outras. Entretanto, esses processos de transformação de energia obedecem ao princípio de conservação de energia estabelecendo que a quantidade total de energia em um sistema isolado permanece constante, ou seja, a energia interna antes da explosão da combustão de gasolina ocorrida no motor de um carro é igual à energia interna após a explosão que transforma energia potencial associada às ligações químicas da gasolina em energia térmica.

Exemplo:

Questão (ENEM/2011)

Uma das modalidades presentes nas olimpíadas é o salto com vara. As etapas de um dos saltos de um atleta estão representadas na figura:



- A a energia cinética, representada na etapa I, seja totalmente convertida em energia potencial elástica representada na etapa IV.
- B a energia cinética, representada na etapa II, seja totalmente convertida em energia potencial gravitacional, representada na etapa IV.
- C a energia cinética, representada na etapa I, seja totalmente convertida em energia potencial gravitacional, representada na etapa III.
- D a energia potencial gravitacional, representada na etapa II, seja totalmente convertida em energia potencial elástica, representada na etapa IV.
- E a energia potencial gravitacional, representada na etapa I, seja totalmente convertida em energia potencial elástica, representada na etapa III.

Desprezando-se as forças dissipativas (resistência do ar e atrito), para que o salto atinja a maior altura possível, ou seja, o máximo de energia seja conservada, é necessário que

Opção correta (C)

• **Impactos nas transformações de energia**

Hoje em dia, a obtenção de energia, especialmente energia elétrica, através de processos menos prejudiciais ao meio ambiente é, sem dúvida, um dos maiores desafios que a sociedade enfrenta. Uma nação tem necessidade de energia para o seu desenvolvimento, pois, o maior consumo de energia encontra-se nas indústrias e nos transportes.

Contudo, é inevitável a existência dos problemas ambientais mediante a geração de energia, mesmo havendo os processos de transformação de energia “limpa”. Mas, há processos de conversões de energia que podem minimizar os impactos ambientais através de fontes abundantes na natureza como o vento, a emissão da luz solar e a queda da água. Portanto, para uma cidade conseguir sua própria energia, ela precisa levar em conta vários fatores como: poluição, recursos energéticos, clima, região, etc.

Para instalar uma usina hidrelétrica, por exemplo, deve-se ter o cuidado com a fauna e flora local, pois, uma hidrelétrica causa inundação e ocupa um grande território; a usina eólica causa grandes ruídos e tem um custo alto na sua instalação, além de matar aves migratórias; uma usina solar tem custo muito elevado na sua instalação e manutenção. Mesmo com algumas desvantagens, essas usinas promovem menos impactos ao meio ambiente, se comparadas às usinas termelétricas, pois utilizam fontes renováveis e não emitem gases nocivos à atmosfera.

Exemplo:

Questão (ENEM/2009)

Deseja-se instalar uma estação de geração de energia elétrica em um município localizado no interior de um pequeno vale cercado de altas montanhas de difícil acesso. A cidade é cruzada por um rio, que é fonte de água para consumo, irrigação das lavouras de subsistência e pesca. Na região, que possui pequena extensão territorial, a incidência solar é alta o ano todo. A estação em questão irá abastecer apenas o município apresentado.

Qual forma de obtenção de energia, entre as apresentadas, é a mais indicada para ser implantada nesse município de modo a causar o menor impacto ambiental?

- A Termelétrica, pois é possível utilizar a água do rio no sistema de refrigeração.
- B Eólica, pois a geografia do local é própria para a captação desse tipo de energia.
- C Nuclear, pois o modo de resfriamento de seus sistemas não afetaria a população.
- D Fotovoltaica, pois é possível aproveitar a energia solar que chega à superfície do local.
- E Hidrelétrica, pois o rio que corta o município é suficiente para abastecer a usina construída.

## Opção correta (D)

- **Usinas geradoras de energia elétrica**

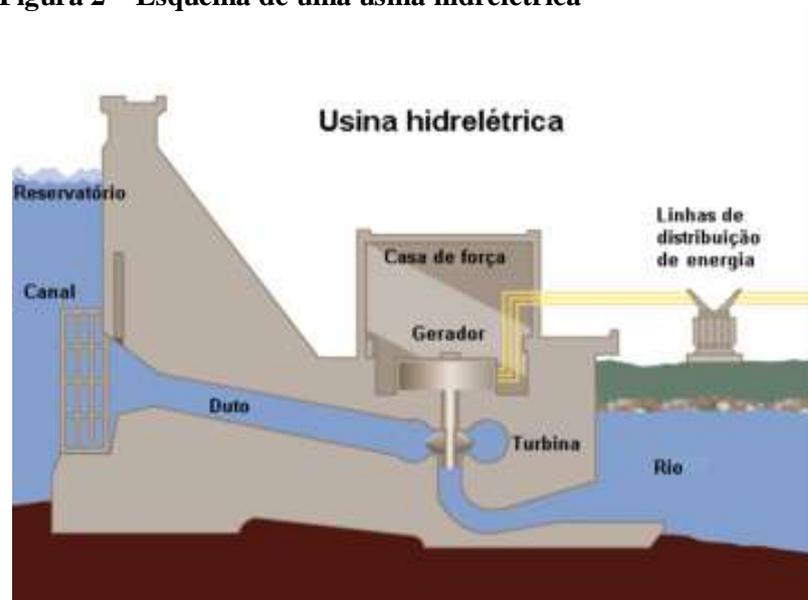
Para entender o conhecimento de Energia e suas transformações é preciso a interpretação das várias conversões de energia térmica, elétrica, mecânica, química, etc., mediante esquemas e diagramas que representem os diversos meios de transformação de energia. A maior parte das discussões sobre geração de energia está centralizada na obtenção da energia elétrica, por meio de outras formas de energia.

Contudo, as usinas geradoras de energia elétrica: hidrelétrica, termelétrica, nuclear, geotérmica, eólica, solar, maremotriz, etc., estão com frequentes abordagens nas provas do ENEM, necessitando que o candidato tenha capacidade de reconhecer: suas vantagens e desvantagens, seus impactos ao meio ambiente, bem como seus funcionamentos.

Exemplos:

Usina hidrelétrica – basicamente, esse tipo de usina utiliza a correnteza e queda d'água de um rio para mover as turbinas dos geradores, produzindo energia elétrica. O processo de transformação de energia contida nessa usina está numa sequência em que a energia gravitacional é convertida em cinética (água e turbinas) e, enfim, energia elétrica.

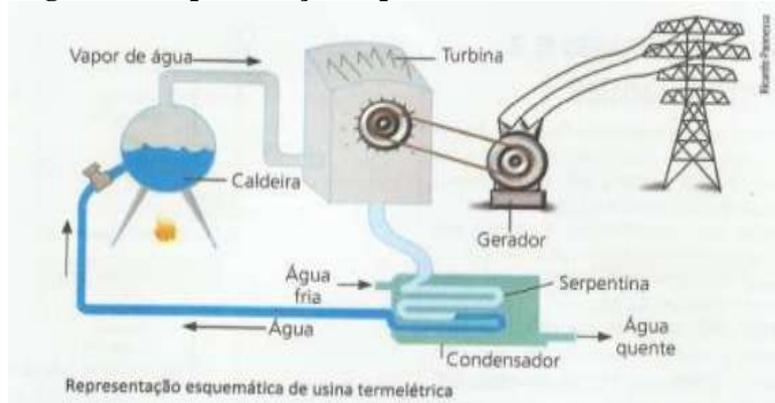
**Figura 2 – Esquema de uma usina hidrelétrica**



Fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Usina\\_hidrel%C3%A9trica](http://pt.wikipedia.org/wiki/Usina_hidrel%C3%A9trica), 2003.

Usina termoeletrica – nesse tipo de usina usam-se combustíveis, em geral, fósseis (petróleo, carvão mineral e gás natural) para aquecer as caldeiras e com o vapor gerado por elas para mover as turbinas, gerando energia elétrica. A transformação de energia segue a sequência: energia química (combustíveis), energia térmica (caldeiras), cinética (turbinas) e elétrica.

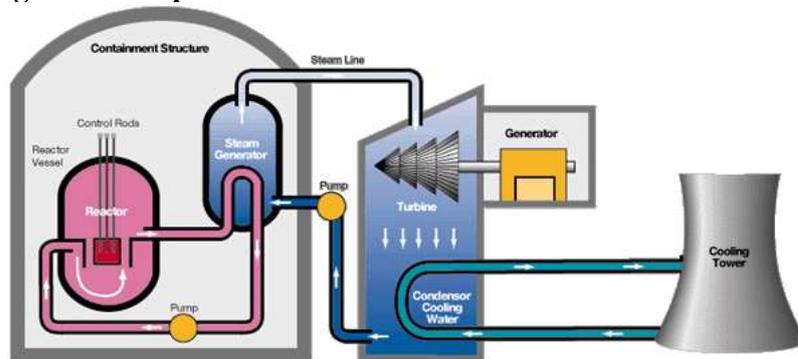
**Figura 3 – Representação esquemática de usina termelétrica**



Fonte: Coleção Quanta Física, 2010.

Usina nuclear – tem o mesmo processo que uma usina termoeletrica, porém, para aquecer as caldeiras, esse tipo de usina utiliza a fissão nuclear de átomos de urânio. No processo de transformação de energia segue a sequência: energia nuclear (fissão dos átomos urânio), energia térmica (caldeiras), energia cinética (turbinas) e energia elétrica.

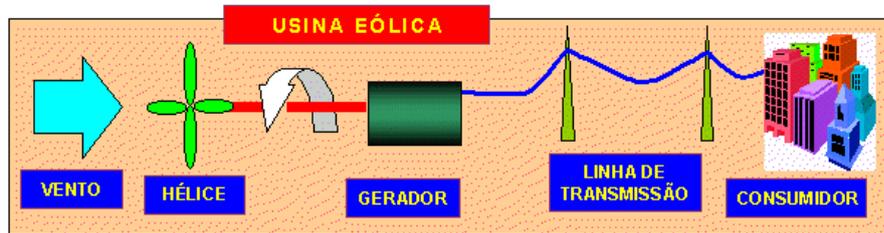
**Figura 4 – Esquema básico de uma usina nuclear**



Fonte: <http://www.projectpioneer.com/mars/images/angra.gif>, 2012.

Usina Eólica – capta energia cinética do vento e converte em energia elétrica. Por ter uma fonte energética abundante (vento) e renovável é considerada como “energia limpa”, mesmo causando poluição sonora e a destruição de pássaros.

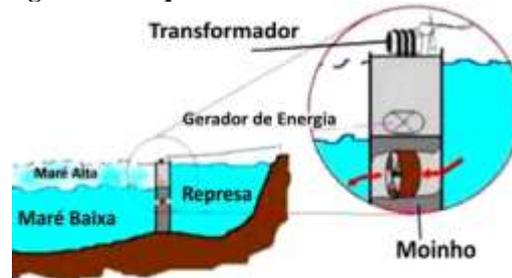
**Figura 5 – Esquema usina eólica**



Fonte: <http://wwwp.fc.unesp.br/~lavarda/procie/dez14/marcos/index.htm>, 2002.

Usina maremotriz – com o mesmo processo utilizado na usina hidrelétrica, a maremotriz difere das outras pelo movimento das marés alta e baixa para produzir energia elétrica, através da energia potencial gravitacional e cinética das águas dos oceanos.

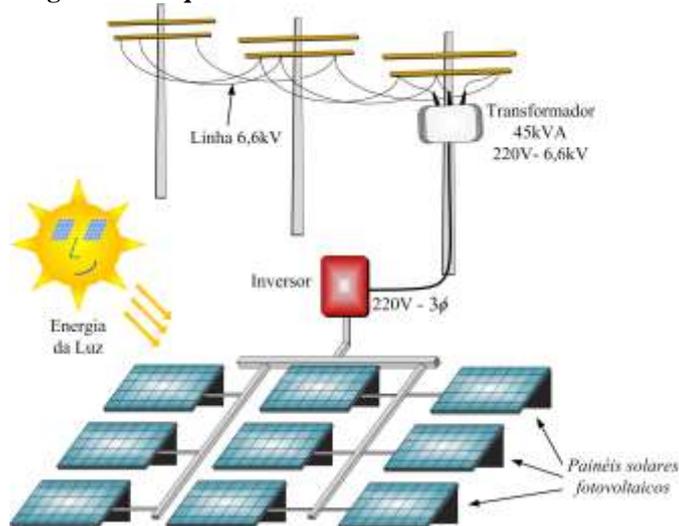
**Figura 6 – Esquema usina maremotriz**



Fonte: <http://camieea.wordpress.com/comissao/page/14/>, 2012.

Usina solar – Um conjunto de painéis solares fotovoltaicos converte a energia luminosa emitida pelo sol em energia elétrica.

**Figura 7 – Esquema usina solar**



Fonte: <http://www.ufjf.br/labsolar/condicionamento/>, 2011.

- **Medindo à energia**

Para medir energia podemos utilizar instrumentos de medidas como medidores de energia elétrica instalados em nossas residências e algumas fórmulas como energia cinética  $E_c = \frac{m.v^2}{2}$ , energia potencial gravitacional  $E_{pg} = m.g.h$ , energia potencial elástica  $E_{pe} = \frac{k.x^2}{2}$ , energia mecânica  $E_M = E_c + E_p$ , entre outras. Se pretender medir o consumo de energia elétrica de alguns aparelhos eletrônicos, por exemplo, basta recorrer à equação  $E = P.t$ , onde E=consumo de energia em kWh(quilowatt hora), P=potência do aparelho em kw e t=tempo do aparelho ligado em h.

Exemplos:

1. Calcular a energia cinética de uma carro de 1000kg a 20 m/s.

Resp.  $E_c = \frac{m.v^2}{2}$ ,  $E_c = \frac{1000.20^2}{2}$ ,  $E_c = 2.10^5\text{J}$

2. Calcular a energia potencial gravitacional de um ar condicionado de 20kg instalado a uma altura de 2m, sabendo-se que a gravidade de  $9,8\text{m/s}^2$ .

Resp.  $E_{pg} = m.g.h$ ,  $E_{pg} = 20.9,8.2$ ,  $E_{pg} = 39,2\text{J}$

3. Calcular a energia potencial gravitacional acumulada em uma mola de constante elástica 500N/m com uma deformação de 20cm.

Resp.  $E_{pe} = \frac{k.x^2}{2}$ ,  $E_{pe} = \frac{500.0,2^2}{2}$ ,  $E_{pe} = 10\text{J}$

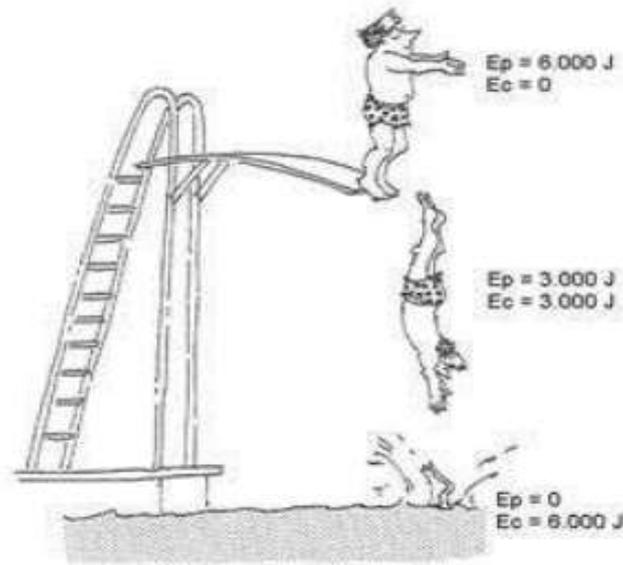
4. Calcular a energia mecânica de um corpo de 5kg caindo a velocidade de 2m/s a uma altura de 4m, sabendo-se que a gravidade é de  $9,8\text{m/s}^2$  e não há forças dissipativas atuando no corpo.

Resp.  $E_M = E_c + E_p$      $E_M = \frac{m.v^2}{2} + m.g.h$ ,     $E_M = \frac{5.2^2}{2} + 5.9,8.4$ ,     $E_M = 10 + 196$ ,  
 $E_M = 206\text{J}$

- **Conservação de energia e o Sol**

Para entendermos melhor a transformação de energia vamos utilizar um exemplo com modelo explicativo abaixo, que converte energia potencial em energia cinética e onde não há forças dissipativas nesse processo de conversão. Obedecendo ao princípio de conservação de energia (no sistema isolado a energia total se conserva) temos: as somas das energias potenciais mais as energias cinéticas são iguais no início, meio e fim do movimento.

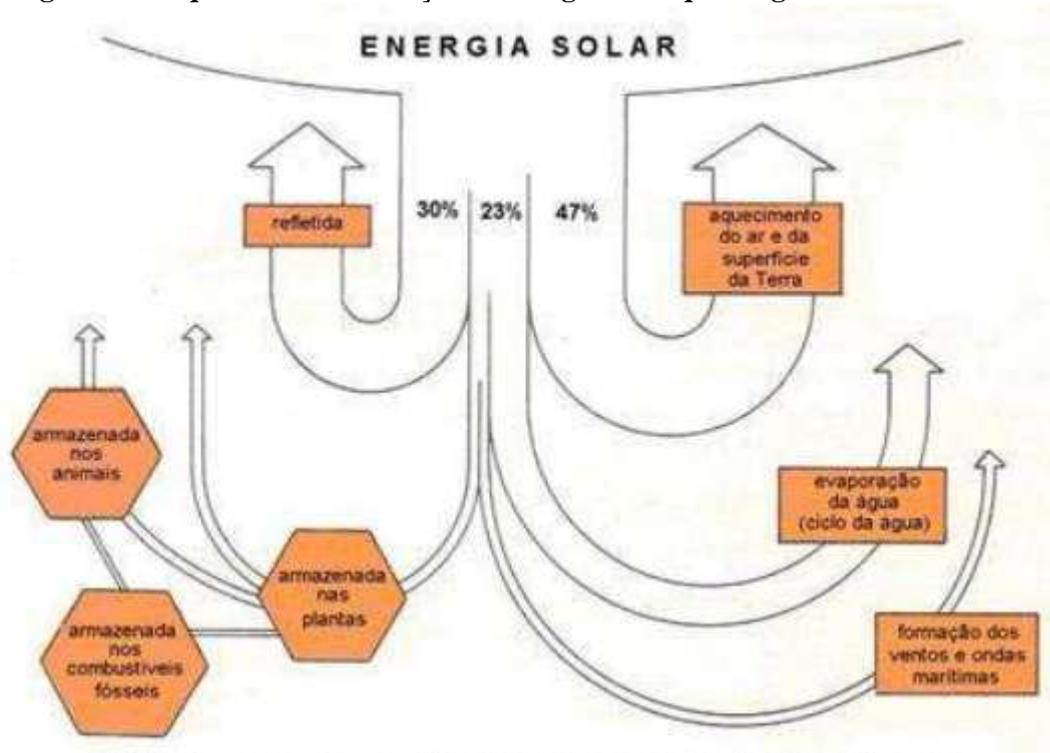
**Figura 8 – Modelo explicativo da transformação de energia**



Fonte: [http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema\\_crv/index.aspx](http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/index.aspx), 2012.

A principal fonte de energia da terra é o Sol, pois, todos os animais e vegetais dependem dele para sobreviver. Através da radiação solar, principalmente pela luz branca, recebemos essa energia e por meio da atmosfera, água e o solo, o nosso planeta reflete boa parte dela para o espaço. A outra parcela importante está no aquecimento do ar e superfície da terra e na evaporação da água (ciclo da água), ficando uma parcela pequena para armazenada nas plantas, animais e combustíveis fósseis, conforme veremos no modelo explicativo a seguir.

**Figura 9 – Esquema de distribuição de energia solar que chega à terra**



Fonte: [http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema\\_crv/index.aspx](http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/index.aspx), 2012.

- **Energia nas Ciências da Natureza**

O exercício da cidadania não é uma prática social isolada na área de Ciências Humanas, mas, sim, envolvem de modo interdisciplinar, todas as áreas de conhecimento, tais como Ciências Naturais: Física, Química e Biologia.

Na biologia, podemos entender Energia e suas transformações de acordo com o fluxo energético do Sol nos vegetais e animais, conforme veremos na figura a seguir:

**Figura 10 – Fluxo de energia**



Fonte: AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R. **Biologia V.3** - 2ª ed.. São Paulo: Moderna, 2004

Na química, trata-se da Energia e suas transformações presentes na quebra ou união das ligações químicas da matéria.

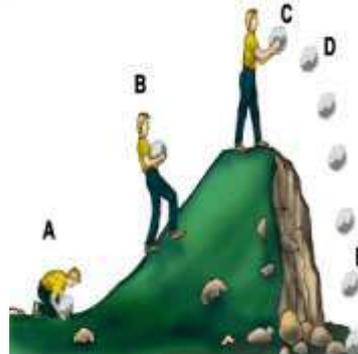
**Figura 11 – Ciclo de ligação química**



Fonte: <http://planetajardim.blogspot.com.br/2009/11/energia-quimica.html>, 2009.

Na Física, a energia é a capacidade de um corpo realizar trabalho através da força aplicada. A figura abaixo mostra o trabalho realizado pela força de uma pessoa sobre a pedra, havendo uma transformação de energia química dos músculos da pessoa em cinética e potencial gravitacional que posteriormente é liberada em forma de energia cinética novamente.

**Figura 12 – Transferência de energia**



Fonte: <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/energia-mecanica/index.php>

- **A história de energia no Brasil**

Para contextualizar Energia e suas transformações num processo histórico e social da construção humana temos a construção de uma linha do tempo a respeito dos principais fatos em decorrência do desenvolvimento energético brasileiro, feito pelo portal Brasil.gov.br.

**1883 - Usina termelétrica.** Inaugurada a primeira unidade produtora de energia no Brasil, uma usina termelétrica instalada em Campos (RJ) com a potência de 52 kW.

**1889 - Hidrelétrica de porte grande** Início da operação da primeira hidrelétrica nacional de porte grande para a época, a Marmelos-Zero (RJ), da Companhia Mineira de Eletricidade.

**1889 - Hidrelétrica de porte grande.** Primeira sondagem profunda de petróleo no Brasil, em Bofete (SP). O poço, perfurado pelo fazendeiro Eugênio Ferreira de Camargo, atinge 488 metros de profundidade, mas só se encontra água sulfurosa.

**1908 - Hidrelétrica Fontes Velha.** Entra em operação a hidrelétrica Fontes Velha (SC), a maior usina do Brasil e uma das maiores do mundo na época.

**1913 - Hidrelétrica Delmiro Gouveia.** Início da operação da hidrelétrica Delmiro Gouveia (AL), a primeira usina construída no Nordeste.

**1917 - Aumento do consumo de carvão.** Em consequência da Primeira Guerra Mundial, o consumo de carvão nacional aumenta consideravelmente. Nos quatro anos seguintes, surgem na Região Sul cinco companhias de mineração.

**1928 - Companhia Brasil de Força Elétrica.** Promulgação do Código de Águas, pelo presidente Getúlio Vargas, que atribui ao poder público a possibilidade de controlar as concessionárias de energia elétrica.

**1940 - Usinas termelétricas são regulamentadas.** Regulamentada a situação das usinas termelétricas do País, mediante integração às disposições do Código de Águas.

**1954 - Usina Piratininga (SP)** Começa a funcionar a Usina Piratininga (SP), a primeira termelétrica de grande porte do Brasil.

**1957 - Central Elétrica de Furnas S.A.** Criada a Central Elétrica de Furnas S.A. com o objetivo de aproveitar o potencial hidrelétrico do rio Grande e solucionar, assim, a crise de energia na Região Sudeste.

**1963 – Furnas.** Entra em operação a hidrelétrica de Furnas. Maior usina do Brasil na época de sua construção, ela permite a interligação energética de Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo.

**1963 - Exportação de petróleo.** A importação e exportação de petróleo e derivados é transformada em monopólio estatal.

**1968 - Construção da primeira usina nuclear.** A Eletrobrás assina um convênio com a Comissão Nacional de Energia Nuclear para a construção da primeira usina nuclear no Brasil, em Angra dos Reis (RJ).

**1968 - Usina Santa Cruz.** Começa a operar a maior termelétrica do País, a usina Santa Cruz (SP), de Furnas Centrais Elétricas S.A..

**1968 - Primeira descoberta de petróleo no mar.** Realizada a primeira descoberta de petróleo no mar, no Campo de Guaricema, em Sergipe.

**1973 - Criação da Usina de Itaipu.** Criação da Itaipu Binacional, a partir do tratado firmado entre Brasil e Paraguai para regulamentação da construção e operação de hidrelétricas no rio Paraná

**1985 - Angra I entra em operação.** Iniciada a operação da usina termonuclear Angra I, a primeira nuclear do Brasil.

**1992 - Energia eólica.** Instalada em Fernando de Noronha a primeira turbina de energia eólica do Brasil.

**1997 - Gasoduto Bolívia-Brasil.** O País ingressa no seletivo grupo dos 16 países que produzem mais de um milhão de barris de óleo por dia. É iniciada a construção do gasoduto Bolívia-Brasil.

**2000 - Produção de petróleo.** A Petrobras produz petróleo a 1.877 metros de profundidade, no Campo de Roncador. É um recorde mundial.

**2001 - Operação comercial de Angra 2.** Início da operação comercial de Angra 2. Com potência de 1.350 megawatts, a usina é capaz de abastecer uma cidade de dois milhões de habitantes.

**2002 - Fontes renováveis.** Criado o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), com o objetivo de incentivar a utilização de fontes renováveis, como a eólica, a de biomassa e as Pequenas Centrais Hidrelétricas.

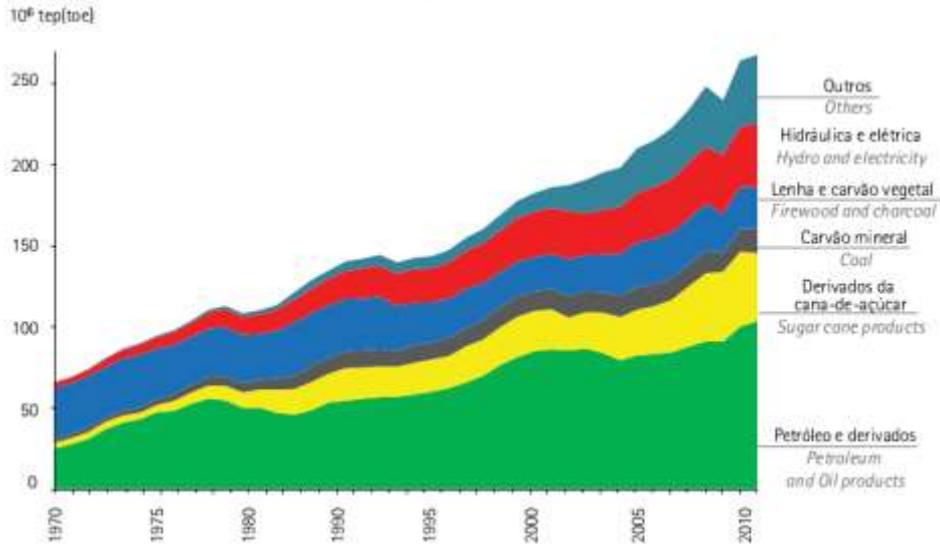
**2004 - Jazida de gás natural.** Descoberta a maior jazida de gás natural na plataforma continental brasileira, o Campo de Mexilhão, na Bacia de Santos (SP).

**2005 - Produção do biodiesel.** A primeira usina brasileira de produção do biodiesel é inaugurada em Cássia (MG). O navio-plataforma P-34 extrai o primeiro óleo da camada Pré-sal, no Campo de Jubarte, na Bacia de Campos (RJ).

**2009 - Hidrelétrica de Belo Monte.** Licitação pública da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, a segunda maior usina hidrelétrica do Brasil, e a maior totalmente nacional, no Rio Xingu, com 11.233 MW, e com valor de referência para leilão de R\$ 19 bilhões. Início das obras de Angra 3. A usina nuclear terá potência de 1.405 megawatts – energia suficiente para abastecer, por um ano, cidades do tamanho de Brasília e Belo Horizonte juntas. A previsão é que a unidade comece a operar em dezembro de 2015.

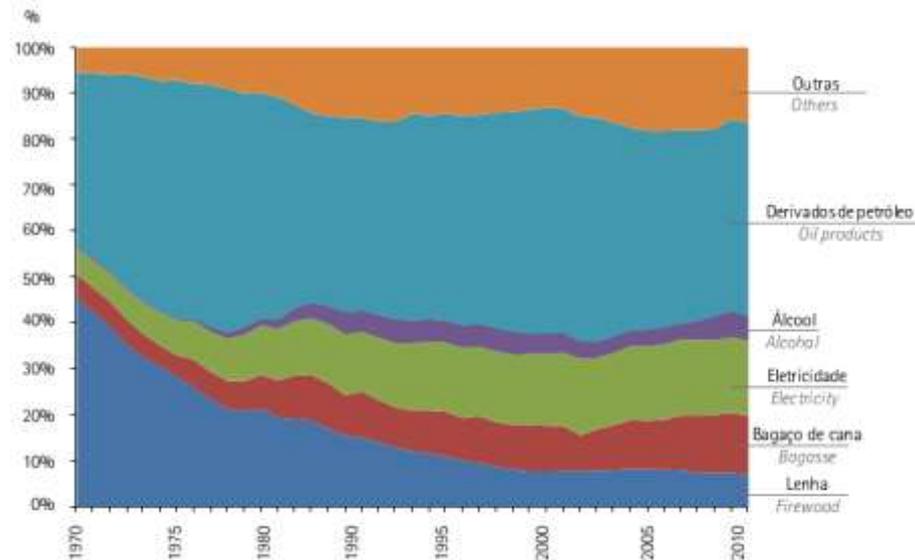
Por fim, o Balanço Energético Nacional traz relatórios anuais para entender a situação energética que o país tem através da matriz energética. Contudo, abaixo seguem dois gráficos que ilustram bem a oferta interna de energia e o consumo final por fonte ao longo da história.

**Gráfico 1 – Oferta Interna de Energia**



Fonte: Relatório final Balanço Energético Nacional 2012

**Gráfico 2 – Consumo Final por Fonte**



Fonte: Relatório final Balanço Energético Nacional 2012

- **Energia e Tecnologia**

A sociedade moderna, cada vez mais dependente do fornecimento contínuo de energia, busca sustentabilidade energética através de conversões de energia menos agressivas ao meio ambiente, mediante o uso de fontes alternativas como a biomassa, sol, vento, etc., que são renováveis.

A energia elétrica é a principal forma de energia do mundo moderno; assistir à televisão e navegar na internet, entre outros, são atividades simples que necessitam de energia elétrica, bem como o funcionamento de máquinas nas indústrias, iluminação pública e uma infinidade de ambientes que precisam desse tipo de energia. Com isso, a obtenção de energia elétrica para a sociedade moderna é fundamental para o seu desenvolvimento.

No Brasil, a geração dessa energia provém da rotação de grandes turbinas, transformando energia mecânica em energia elétrica, como por exemplo, as usinas de eletricidade, em primeiro lugar, usinas hidrelétricas; depois, usinas termelétricas; e, por último, de usinas nucleares.

A transmissão de energia elétrica é realizada por rede de transmissão através de cabos aéreos isolados e fixados em torres de metal com materiais isolantes como vidro e porcelana, para não haver perda de energia em sua transferência.

O Governo brasileiro promove políticas econômicas para o consumo de energia elétrica veiculadas em mídias como TV, jornais, internet, etc.; essas políticas alertam para o uso eficiente da energia elétrica de modo a utilizar um maior desempenho dos aparelhos eletrônicos, num menor consumo possível.

Energia e suas transformações estão presentes nas questões sociais em relação ao Meio Ambiente. Este, por sua vez, tem um papel precípuo na cidadania, com isso, a discussão da relação entre energia e meio ambiente faz parte da construção do saber social e econômico de uma nação. Portanto, a busca por tecnologias que visam converter energia com o menor impacto possível ao meio ambiente é fundamental para o desenvolvimento sustentável na sociedade atual.

Com isso, seguem dois textos sobre tecnologias atuais usadas na geração de energia, que podem erradicar ou minimizar os problemas energéticos da humanidade.

#### **Texto 1 – Pesquisadores criam energia elétrica a partir de vírus**

Estudiosos do Laboratório Nacional Lawrence Berkeley, que faz parte do Departamento de Energia do governo dos EUA, criaram um novo tipo de gerador que utiliza um vírus para gerar energia elétrica. Ao toque de um dedo, o dispositivo foi capaz de ligar um display LCD.

O vírus utilizado foi o M13, inofensivo para as pessoas e já utilizado na criação de baterias devido à sua rápida capacidade de replicação e propriedades piezoelétricas. Isso significa que o organismo é capaz de acumular energia quando submetido à pressão de, por exemplo, o toque de um dedo humano.

Por meio de engenharia genética, os pesquisadores aumentaram a resistência e capacidade energética do M13. A seguir, envolveram um eletrodo com o vírus. O resultado foi um dispositivo capaz de gerar um quarto da

voltagem de uma pilha AAA, o que ainda é pouco. No futuro, a ideia é que pequenos eletrônicos, como relógios ou calculadoras, possam usar esse tipo de “bateria viral”.

Fonte: The Verge, 2013.

### **Texto 2 – Bateria transforma ar em líquido para armazenar energia eólica**

A energia eólica é uma das energias mais limpas conhecidas até o momento, porém, além de cara, ela tem um grande problema com o armazenamento do excesso de energia produzido. No entanto, parece que um inventor britânico encontrou uma solução para burlar esse empecilho.

Peter Dearman criou o Liquid Air Storage (Armazenamento de Ar Líquido, em tradução livre), que usa um sistema de liquefação do ar para facilitar o seu armazenamento. Dearman, que é um inventor de garagem, criou até mesmo uma empresa para fazer uma parceria com o governo do Reino Unido, a Highview Power Storage (HPS), e desenvolver melhor o seu produto.

O método da HPS consiste em usar resfriadores que sugam o ar ambiente, além de remover todo o CO<sub>2</sub> e o vapor d’água nele existente. O gás restante, composto majoritariamente por nitrogênio, é congelado a -190 °C, temperatura capaz de devolver o estado líquido ao nitrogênio.

É nesse ponto que acontece o “sequestro” da energia do material, que passa a ser armazenado em frascos térmicos especialmente isolados. Esse processo permite transformar 700 litros de ar gasoso em 1 litro de ar líquido, poupando bastante espaço e mantendo o potencial energético da substância.

### **AQUECIMENTO = ENERGIA**

Quando chegar a hora de usá-los, os frascos com ar líquido são acoplados em turbinas especiais e então abertos. O seu conteúdo é rapidamente aquecido, gerando pressão suficiente para mover as turbinas.

O sistema permite ainda o controle do calor aplicado ao processo de aquecimento, garantindo acesso rápido e simples a todo o processo. A estimativa da HPS é de que seu sistema consiga produzir 1 kilowatt de energia a menos de US\$ 1 mil, valor que representa o custo médio da mesma quantidade de energia eólica.

Fontes: [Highview Power Storage](#), [Liquid Air Energy](#), [BBC](#), 2012.

- **Situações-problema de energia na sociedade**

1. Efeito Joule – efeito térmico causado pelo aquecimento dos condutores, devido à movimentação dos elétrons livres, os quais se chocam com átomos da rede cristalina, transmitindo-se, assim, parte de sua energia cinética a esses átomos, que, por sua vez, aumentam o grau de agitação, elevando a temperatura do condutor. Os equipamentos elétricos que contêm resistores causam esse efeito, tais como: chuveiro elétrico, lâmpadas incandescentes, ferro de passar roupa, secador de cabelo, entre outros. Todos esses equipamentos consomem muita energia elétrica, portanto, para economizar energia devem seguir algumas recomendações em suas utilizações.

2. Energia solar – energia proveniente do sol e transmitida por onda eletromagnética. A Terra absorve essa energia para realizar o ciclo da água, os ventos, a fotossíntese dos vegetais e a formação dos combustíveis fósseis, estes últimos com tempo médio de 500 milhões de anos. Nisso, o homem reaproveita parte da energia solar contida nesses fenômenos, utilizando usina hidrelétrica, com fonte renovável (água da chuva), e termoelétrica, com fontes não renováveis (petróleo, gás natural, carvão mineral). Além de tudo, um país pode aproveitar a incidência da luz do sol emitida no verão para economizar energia elétrica. A Terra absorve energia solar mais do que reflete, levando ao aquecimento do globo terrestre.

3. Rendimento de energia – nos processos (não isolados) de transformações de energia sempre haverá perdas energéticas. A eficiência da geração de energia depende diretamente das suas fontes, por exemplo, uma usina termoeletrica tem rendimento em torno de 30%, já a hidrelétrica 90%, segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Conclui-se que a termoeletrica tem baixa eficiência, desperdiçando 70% devido à grande perda de calor na transformação de energia térmica em trabalho útil; como a hidrelétrica não tem grande perda de calor sua eficiência é alta, apenas 10% de desperdício.

4. Eletricidade – energia elétrica produzida através da corrente elétrica. O desenvolvimento de um país depende muito de sua capacidade energética; no Brasil, as usinas hidrelétricas são as responsáveis pela produção da maior parte dessa energia, portanto, necessitam de chuva para abastecer seus reservatórios, mantendo assim o fluxo de água nas barragens.

5. Vantagens e desvantagens das usinas geradoras de energia elétrica – para gerar energia elétrica as usinas provocam impactos ambientais incalculáveis. São elas as responsáveis por elevar o potencial energético de um país. Numa usina hidrelétrica temos a vantagem da fonte de energia ser renovável; por outro lado, a desvantagem é a inundação provocada pela barragem; na termoeletrica tem-se vantagem na diversidade dos recursos energéticos (petróleo, gás natural, carvão mineral) e desvantagem na emissão de poluição; na eólica, a vantagem também é a fonte de energia renovável e sua desvantagem é depender das condições climáticas; a termonuclear tem vantagem de não contribuir para o aumento do efeito estufa e sua desvantagem está no aquecimento das águas marítimas, além de aumentar os riscos de acidentes nucleares e emitir radiação nociva ao homem pelos lixos atômicos.

6. Fontes de energias não renováveis – quando os recursos naturais para o fornecimento de energia não podem ser repostos no prazo hábil a sua utilização, são chamados de fontes de energia não renováveis, combustíveis fósseis (petróleo, carvão mineral, gás natural) formados pela acumulação de matéria animal e vegetal há milhões de anos, são as principais fontes não renováveis, além dos nucleares. Essas fontes causam poluição ao meio ambiente quando libera dióxido de carbono em sua combustão, contaminando solos, águas e ar.

7. Fontes de energias renováveis – recursos naturais que conseguem ser repostos em tempo hábil, seja espontâneo ou por intervenção humana, e são inesgotáveis, denominam-se de fontes de energia renováveis. As principais utilizadas pela humanidade são os ventos, o ciclo das águas, a radiação solar e a biomassa. Essas fontes energéticas, embora sejam denominadas de “Energia limpa”, poluem muito menos que as não renováveis e causam impactos ao meio ambiente.

8. Transportes – um dos maiores consumidores de energia de uma nação é o setor de transporte que utiliza, em grande parte, os derivados de petróleo como combustível, que por sua vez, contribuem para o aumento do efeito estufa. Por isso, há necessidade de aumentar o uso de combustíveis alternativos e renováveis. As grandes cidades brasileiras sofrem pelos congestionamentos dos transportes individuais onde há o maior consumo de energia por passageiro, portanto, precisa-se de investimento nos transportes coletivos que têm baixo consumo de energia por passageiro.

### 3.3 Atividades de Apoio

- **Análise do texto - Satélites solares podem se tornar uma solução para obtenção de energia no futuro**

Cada dia que passa, a disponibilidade de combustíveis fósseis é cada vez menor, enquanto a nossa demanda energética não para de aumentar. Assim, fica bastante claro que precisamos encontrar uma forma alternativa para lidar com essa questão se não quisermos enfrentar dificuldades bastante sérias no futuro.

Para que você tenha uma ideia do problema, de acordo com o site [io9](#), se a população mundial continuar com o mesmo ritmo de crescimento, em 2030 será necessário produzir uma quantidade anual de energia duas vezes maior do que a que produzimos hoje, ou seja, 220 trilhões de quilowatts-hora. E pior: até o final do século essa demanda será quatro vezes maior, sem contar os danos provocados pelo CO<sub>2</sub> liberado pela queima de combustível.

Assim, para cortar as emissões de gases e conseguir suprir as necessidades energéticas, mais de 90% da energia que consumimos terá que ser obtida através de fontes nucleares ou renováveis. Porém, uma alternativa, apresentada ainda na década de 60, parece oferecer possibilidades bastante promissoras.

Peter Glaser, um engenheiro aeroespacial norte-americano, apresentou no final da década de 60 um projeto no qual uma enorme plataforma era posicionada no espaço. A estrutura captaria a energia solar e a converteria em eletricidade, enviando-a então a torres receptoras espalhadas pela superfície da Terra via wireless através de satélites que funcionariam como células fotovoltaicas.

Segundo o artigo, com base no modelo apresentado por Glaser, poderíamos captar energia solar através de satélites lançados em órbita. Esses dispositivos ocupam pouco espaço, não emitem gases poluentes e, apesar de apresentarem um custo inicial, eles demandam uma manutenção relativamente pequena para o longo ciclo de vida que apresentam.

E existem outras vantagens. Esses dispositivos não precisam trabalhar em ciclos de dia ou noite, nem são afetados por questões climáticas. Além disso, o fato de estarem no espaço significa que o índice de obtenção de energia é sete vezes maior do que se estivessem aqui na Terra, sem contar o potencial de captação de raios solares no caso de ser possível desenvolver satélites com painéis solares gigantes.

Além do desenvolvimento de satélites maiores e painéis mais eficientes, aqui na Terra poderíamos investir no desenvolvimento de veículos elétricos movidos com esse tipo de energia, assim como em novas tecnologias para a produção de combustíveis sintéticos. As novidades beneficiariam pessoas de todo o mundo, incluindo aquelas localizadas em regiões pobres, pouco acessíveis ou em conflito — pelo próprio petróleo, por exemplo!

Porém, além do nosso planeta, esses dispositivos de captação também poderiam impulsionar a exploração espacial, servindo para abastecer naves, estações espaciais e, por que não, bases e colônias humanas. Cientistas de todo o mundo estão trabalhando no desenvolvimento de dispositivos e protótipos que são uma versão repaginada do projeto posposto por Peter Glaser. Assim, de espelhos cobertos por películas que transmitirão a energia através de micro-ondas até células solares melhoradas com cromo que utilizarão feixes de laser para enviar a energia, alguns projetos inclusive consideram tirar proveito dos ventos solares.

E, graças aos avanços tecnológicos e ao surgimento de empresas privadas de exploração espacial, a probabilidade de que essas ideias saiam do chão — bem, da Terra! — é bastante real. Além disso, a previsão é de que a obtenção de energia solar espacial possa ser uma opção tecnológica e economicamente viável dentro de um prazo de poucas décadas.

Obviamente, todos esses projetos dependem da criação de políticas e condições regulatórias bem específicas para beneficiar todo mundo — inclusive os mais pobres e os que mais precisam —, além de um esforço conjunto entre as nações para que possam se tornar realidade.

Fonte: <http://www.tecmundo.com.br/mega-curioso/33634-satelites-solares-podem-se-tornar-uma-solucao-para-obtencao-de-energia-no-futuro.htm>

### Questões sobre o texto:

1. Qual é a situação energética da humanidade?
2. Quantos quilowatts-hora de energia são produzidos atualmente?
3. Como funcionam os satélites solares?
4. Quais as vantagens que satélites solares podem ter?

### • Questões do ENEM

1) (ENEM/01) “...O Brasil tem potencial para produzir pelo menos 15 mil megawatts por hora de energia a partir de fontes alternativas. Somente nos Estados da região Sul, o potencial de geração de energia por intermédio das sobras agrícolas e florestais é de 5.000 megawatts por hora. Para se ter uma ideia do que isso representa, a usina hidrelétrica de Ita, uma das maiores do país, na divisa entre o Rio Grande do Sul e Santa Catarina, gera 1.450 megawatts de energia por hora.”

Esse texto, transcrito de um jornal de grande circulação, contém, pelo menos, um erro conceitual ao apresentar valores de produção e de potencial de geração de energia. Esse erro consiste em

- (A) apresentar valores muito altos para a grandeza energia.
- (B) usar unidade megawatt para expressar os valores de potência.
- (C) usar unidades elétricas para biomassa.
- (D) fazer uso da unidade incorreta megawatt por hora.
- (E) apresentar valores numéricos incompatíveis com as unidades.

2) (ENEM/02) Em usinas hidrelétricas, a queda d’água move turbinas que acionam geradores. Em usinas eólicas, os geradores são acionados por hélices movidas pelo vento. Na conversão direta solar-elétrica são células fotovoltaicas que produzem tensão elétrica. Além de todos produzirem eletricidade, esses processos têm em comum o fato de

- (A) não provocarem impacto ambiental.
- (B) independem de condições climáticas.
- (C) a energia gerada poder ser armazenada.
- (D) utilizarem fontes de energia renováveis.
- (E) dependerem das reservas de combustíveis fósseis.

3) (ENEM/05) Observe a situação descrita na tirinha abaixo.



(Francisco Caruso & Luisa Daou, *Tirinhas de Física*, vol. 2, CBPF, Rio de Janeiro, 2000.)

Assim que o menino lança a flecha, há transformação de um tipo de energia em outra. A transformação, nesse caso, é de energia

- (A) potencial elástica em energia gravitacional.
- (B) gravitacional em energia potencial.
- (C) potencial elástica em energia cinética.
- (D) cinética em energia potencial elástica.

(E) gravitacional em energia cinética.

4) (ENEM/07) Qual das seguintes fontes de produção de energia é a mais recomendável para a diminuição dos gases causadores do aquecimento global?

- A Óleo diesel.
- B Gasolina.
- C Carvão mineral.
- D Gás natural.
- E Vento.

5) (ENEM/10)

Deseja-se instalar uma estação de geração de energia elétrica em um município localizado no interior de um pequeno vale cercado de altas montanhas de difícil acesso. A cidade é cruzada por um rio, que é fonte de água para consumo, irrigação das lavouras de subsistência e pesca. Na região, que possui pequena extensão territorial, a incidência solar é alta o ano todo. A estação em questão irá abastecer apenas o município apresentado.

Qual forma de obtenção de energia, entre as apresentadas, é a mais indicada para ser implantada nesse município de modo a causar o menor impacto ambiental?

6) (ENEM/12)

*Os carrinhos de brinquedo podem ser de vários tipos. Dentre eles, há os movidos a corda, em que uma mola em seu interior é comprimida quando a criança puxa o carrinho para trás. Ao ser solto, o carrinho entra em movimento enquanto a mola volta à sua forma inicial.*

*O processo de conversão de energia que ocorre no carrinho descrito também é verificado em*

- a) um dínamo.
- b) um freio de automóvel.
- c) um motor a combustão.
- d) uma usina hidroelétrica.
- e) uma atiradeira (estilingue).

7) (ENEM/12)

*Suponha que você seja um consultor e foi contratado para assessorar a implantação de uma matriz energética em um pequeno país com as seguintes características: região plana, chuvosa e com ventos constantes, dispondo de poucos recursos hídricos e sem reservatórios de combustíveis fósseis.*

*De acordo com as características desse país, a matriz energética de menor impacto e risco ambientais é a baseada na energia*

- a) Dos biocombustíveis, pois tem menor impacto ambiental e maior disponibilidade.
- b) Solar, pelo seu baixo custo e pelas características do país favoráveis à sua implantação.
- c) Nuclear, por ter menor risco ambiental e ser adequada a locais com menor extensão territorial.
- d) Hidráulica, devido ao relevo, à extensão territorial do país e aos recursos naturais disponíveis.
- e) Eólica, pelas características do país e por não gerar gases do efeito estufa nem resíduos de operação.

Gabarito do exercício: 1)D; 2)D; 3)C; 4)E; 5)D; 6)E; 7)E.

- **Experimento**

Em Energia e suas transformações, podemos fazer uso de atividades práticas para entender alguns significados do conhecimento dessa temática como: a conversão, a transferência, as fontes e as formas de energia.

**Quadro 7 – Experimento de transformação de energia**

Materiais:

- 1 motor elétrico DC, sem controlador de tensão de 6 V (pode ser usado um motor de brinquedo)
- 1 LED vermelho (3 ou 5 mm)
- 2 fios jacaré/ jacaré

Procedimentos:

Ligue o LED aos terminais do motor DC (Figura 4.1). Verifique a polaridade.



Gire o eixo do motor manualmente (Figura 4.2).



Observe o que acontece e anote suas conclusões.

---



---



---



---



---



---



---



---

Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/13996/open/file/etapas1.html>

- **Vídeo: Energia na vida humana**

Link: [http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema\\_crv/index.aspx?&usr=pub&id\\_projeto=27&id\\_objeto=101131&tipo=tx&cp=003366&cb=&n2=Biblioteca%20Virtual&n3=V%EDdeos%20-%20Ci%EAncias%20do%20Ensino%20M%C3%A9dio&n33=&b=s](http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/index.aspx?&usr=pub&id_projeto=27&id_objeto=101131&tipo=tx&cp=003366&cb=&n2=Biblioteca%20Virtual&n3=V%EDdeos%20-%20Ci%EAncias%20do%20Ensino%20M%C3%A9dio&n33=&b=s)

Questões do vídeo

1) Das alternativas abaixo, escolha a que completa corretamente a afirmação, relacionada à ideia de matriz energética, de que se espera de uma sociedade desenvolvida que ela alcance.

- A. Adequado consumo e grande distribuição de energia.
- B. Adequado consumo e pequena distribuição de energia.
- C. Alto consumo e grande distribuição de energia.
- D. Alto consumo e pequena distribuição de energia.

2) Ao longo da história, o homem utilizou e ainda utiliza hoje várias fontes de energia para melhorar sua qualidade de vida. Dentre as fontes de energia relacionadas abaixo marque a que indica a fonte utilizada mais tardiamente na história da humanidade.

- A. Energia elétrica proveniente de quedas de água.
- B. Energia eólica, proveniente do movimento do ar atmosférico.
- C. Energia química proveniente do bio-diesel.
- D. Energia térmica proveniente da queima de carvão.

3) O Balanço Energético de uma nação é calculado pela diferença entre a oferta de energia e o consumo final de energia pela nação. Esse balanço energético, também conhecido como matriz energética varia de um país para outro. Dos fatores indicados abaixo, aquele que mais interfere na matriz energética de uma nação é:

- A. A quantidade de suas indústrias.
- B. Sua extensão territorial.
- C. Sua população.
- D. Seu desenvolvimento econômico e social.

4) O uso da energia pelo ser humano, ao longo de sua história, sofreu grandes transformações. Novas fontes de energia são descobertas e equipamentos são construídos para realizar tarefas antes feitas pelo próprio homem. A alternativa que apresenta a sequência temporal de utilização da energia pelo homem é:

- A. Energia elétrica, energia térmica, energia nuclear.
- B. Energia elétrica, energia nuclear, energia térmica.
- C. Energia nuclear, energia térmica, elétrica energia.
- D. Energia térmica, energia elétrica, energia nuclear.

Gabarito: 1)A; 2)C; 3)D; 4)D.

### • **PROJETO: NOSSA ENERGIA**

Este projeto propõe uma análise das principais usinas fornecedoras de energia elétrica no Brasil em diferentes áreas de estudo, abordando questões ambientais, sociais e tecnológicos. Objetivos: 1) interagir os conhecimentos adquiridos nas aulas de Física com a Biologia, Química, Geografia e Arte; 2) aprofundar os conhecimento de Energia e suas transformações obtidos nas aulas de Física; 3) socializar as informações adquiridas e 4) divulgar os resultados da pesquisa em forma de maquetes. Etapas: 1) proposição do concurso de maquetes de usinas elétrica; 2) exposição de questões; 3) interdisciplinaridades com Biologia, Química, Geografia e Arte; 3) pesquisas bibliográficas; 4) respostas às questões; 5) apresentação à classe do trabalho realizado e 6) culminância do concurso de maquetes.

## REFERÊNCIAS

- BESSA, Valéria da Hora. **Teorias da Aprendizagem**. Curitiba: IESDE BRASIL S. A., 2008.
- BRASIL. **Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: Secretaria da Educação Básica, 2002. Disponível em: < <http://portal.mec.gov.br/index>.> Acesso em: 15 de ago. 2011.
- \_\_\_\_\_. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Ministério da Educação e do Desporto. Resolução CEB/CNE nº 3, de 26/6/98. Brasília, 1998.
- \_\_\_\_\_. **ENEM: documento básico 2000**. Ministério da Educação. Instituto Anísio Teixeira, 1999. Disponível em: <<http://historico.enem.inep.gov.br/>> Acesso em: 15 de ago. 2011.
- \_\_\_\_\_. **Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM**. Ministério da Educação. Instituto Anísio Teixeira, 2009. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/enem>> Acesso em: 1 de set. 2011.
- \_\_\_\_\_. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília: Presidência da República-Casa Civil, 1996. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm)>. Acesso em: 15 de ago. 2011.
- \_\_\_\_\_. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Ministério da Educação e Cultura, Secretaria da Educação Básica. Brasília, 2008.
- \_\_\_\_\_. **Guia de livros didáticos PNLD 2012 – Física**. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Brasília, 2011.
- \_\_\_\_\_. **Histórico dos livros didáticos no Brasil**. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/index.php/pnld-historico>> Acesso em: 08 de junho 2012.
- \_\_\_\_\_. **Matrizes Curriculares de Referência para SAEB**. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Brasília, 1998.
- \_\_\_\_\_. **Matriz de Referência 2009**. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/enem/conteudo-das-provas>> Acesso em: 09 de junho 2012.
- \_\_\_\_\_. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: Secretaria da Educação Básica, 2000. Disponível em: < <http://portal.mec.gov.br/index>.> Acesso em: 15 de ago. 2011.
- \_\_\_\_\_. **Proposta à Associação Nacional dos Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior**. Ministério da Educação, Assessoria de Comunicação Social (ACS), Brasília, 2009. Disponível em: < <http://portal.mec.gov.br/index>.> Acesso em: 22 de ago. 2011.

MACEDO, Lino de. **Exame Nacional do ensino médio (ENEM): fundamentação teórica – metodológica.** Brasília, p. 11-53, 2005.

MORENO, Márcio Q. **Energia na vida humana.** Disponível em:  
<[http://crv.educacao.mg.gov.br/SISTEMA\\_CRV/index.aspx?&usr=pub&id\\_projeto=27&id\\_objeto=58314&id\\_pai=104083&tipo=li&n1=&n2=M%C3%B3dulos%20Did%C3%A1ticos&n3=Ensino%20M%C3%A9dio&n4=F%C3%ADsica&b=s&ordem=campo3&cp=780031&cb=mfi](http://crv.educacao.mg.gov.br/SISTEMA_CRV/index.aspx?&usr=pub&id_projeto=27&id_objeto=58314&id_pai=104083&tipo=li&n1=&n2=M%C3%B3dulos%20Did%C3%A1ticos&n3=Ensino%20M%C3%A9dio&n4=F%C3%ADsica&b=s&ordem=campo3&cp=780031&cb=mfi)> Acesso em 15 de janeiro de 2013.

ORNELLAS, Antonio. **A Energia dos Tempos Antigos aos dias Atuais – Conversando sobre Ciências em Alagoas.** Maceió: EDUFAL, 2006.

PERRENOUD, Philippe. **Construir as competências desde a escola;** trad. Bruno Charles Magne – Porto Alegre: Artes Médicas sul, 1999.

PIETROCOLA, Maurício; POGIBIN, Alexander; ed al. **Coleção Física em contextos – pessoal – social – histórico.** Vol 1,2,3. Editora FTD; 1ª ed, São Paulo, SP. 2010.

RICARDO, Elio Carlos. **Competências, interdisciplinaridade e contextualização:** dos Parâmetros Curriculares Nacionais a uma Compreensão para o Ensino de Ciências. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

SANTOS, Fabiano R. **ENEM: uma abordagem em Energia e suas transformações.** Maceió, 2013. (Dissertação de mestrado apresentada à Universidade Federal de Alagoas).

TUFANO, Wagner. **Contextualização.** In: FAZENDA, Ivani C. A.(Org.) Dicionário em Construção: interdisciplinaridade. 2ª Ed. São Paulo: Cortez, 2002.