

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

FABIANO RODRIGUES DOS SANTOS

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

MACEIÓ
2013

FABIANO RODRIGUES DOS SANTOS

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

Dissertação de Mestrado apresentada à Banca Examinadora como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Alagoas.

Orientador: Prof. Dr. Elton Casado Fireman.

MACEIÓ

2013

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

- S237e Santos, Fabiano Rodrigues dos.
ENEM e os libros didáticos de física : uma abordagem de energia e suas transformações / Fabiano Rodrigues dos Santos. – 2013.
158 f. : il., color.
- Orientador: Elton Casado Fireman.
Dissertação (mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Alagoas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Maceió, 2013.
- Bibliografia: f. 128-131.
Anexos: f. 132-158.
1. Física – Estudo e ensino. 2. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).
3. Energia – Transformação. 4. Livro didático. I. Título.

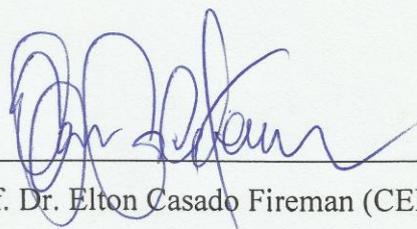
CDU: 53:371.27

FABIANO RODRIGUES DOS SANTOS

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

Dissertação submetida à obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Alagoas

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Elton Casado Fireman (CEDU-UFAL)
(Orientador)



Prof. Dr. Elio Carlos Ricardo (USP)



Prof. Dr. Kleber Cavalcanti Serra (IF-UFAL)

Maceió/AL, 25/03/2013.

*Aos meus pais (Benedito e Mariza), pelo
esforço dedicado à minha formação.*

*A minha esposa (Sylmara), heroína de
todos os momentos dessa caminhada.*

*Aos meus filhos (Fabianny, Felipe e
Fabiano Filho), razão pela qual fiz este
trabalho.*

*Aos meus irmãos (Wellington e Williams),
pela ajuda constante.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por mais uma conquista em minha vida, possibilitando-me um grande aprendizado.

Aos meus pais, Benedito e Mariza, pelos inúmeros esforços que fizeram em minha formação.

A minha esposa Sylmara, que entendeu e compartilhou este sonho, apoiando-me nas horas mais difíceis dessa caminhada.

Aos meus filhos, Fabianny, Felipe e Fabiano Filho, por suportarem minha ausência e impaciência durante o mestrado.

Aos meus irmãos.

Aos meus amigos do mestrado, pelo período de convivência, troca de experiências e pela forte amizade construída durante o curso.

Aos meus professores do PPGECIM, pelo conhecimento transmitido, em especial, aos professores Jenner, Anamelea, Elton e Kleber.

À secretária do PPGECIM, Mônica, pelos auxílios nas documentações durante o mestrado.

Ao meu orientador, Professor Dr. Elton Casado Firemam, pelos momentos de incentivos, sempre indicando a direção a seguir.

A todos, o meu muito obrigado.

RESUMO

Este trabalho tem o objetivo de analisar o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e os Livros Didáticos de Física (LDF), aprovados pelo Plano Nacional de Livros Didáticos (PNLD/2012), diante das relações do objeto de conhecimento Energia e suas transformações no conjunto de competências contidas nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+). Para compreender essas relações, partiu-se da análise documental, que forneceu, assim, a fundamentação teórica desta pesquisa através dos documentos oficiais que estruturam a reforma do Ensino Médio no Brasil, na área de Ciências/Física e no ENEM, além de autores da área que tratam do tema. Na realização deste trabalho buscamos entender como a Energia e suas transformações estão sendo contextualizadas nas provas do ENEM, nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) e nos PCN+, mediante as habilidades requisitadas pelo exame e o conjunto de competências de Física. Com isso, foram categorizadas as questões que enfatizam a temática de Energia e suas transformações em todas as provas do ENEM, comentando-as e relacionando suas habilidades. E, após a contextualização de Energia e suas transformações, realizadas de acordo com o conjunto de competências de Física do PCN+, analisar as contribuições dos LDF frente à proposta do ENEM. Contudo, os resultados obtidos neste trabalho mostram 40% dos LDF com uma FRACA aproximação com o ENEM, indicando que há necessidade de reformulação nas abordagens dos objetos de conhecimento contidos nos LDF para atender ao ENEM e uma adoção, por parte do PNLD, de critérios de avaliação desses livros com maior aproximação ao exame.

Palavras chave: ENEM. Livros Didáticos de Física. Energia e suas transformações.

ABSTRACT

This study aims to analyze the National High School Examination (NHSE) and Physics Textbooks (PT), approved by the National Textbook (NT/2012), before object relations knowledge Energy and its transformations in the set of skills contained in the Supplemental Educational Guidance Parameters National Curriculum (PCN+). To understand these relationships, we started with the documentary analysis, which thus provided the theoretical foundation of this research through the official documents that structure the reform of secondary education in Brazil, in the area of Science / Physics and NHSE, and the author's area dealing with the issue. In this work we seek to understand how the Energy and its transformations are contextualized in evidence NHSE, the National Curriculum of Secondary Education (NCSE) and PCN+, the skills required by the exam and set of skills in Physics. With that, we categorized the issues that emphasize the theme of Energy and its transformations in all competitions NHSE, commenting on them and relating skills. And after the contextualization of Energy and its transformations, performed according to the skill set of the PCN+ Physics, analyze the contributions of the proposed PT ahead NHSE. However, the results of this study show 40% of PT with a LOW approach with NHSE, indicating that there is a need to reformulate the approaches of knowledge objects contained in the PT to meet NHSE and adoption by the NT/2012, criteria evaluation of these books with closer examination.

Key words: NHSE. Physics Textbooks. Energy and its transformations.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Competências e Habilidades.....	44
Figura 2 – Informações nutricionais.....	72
Figura 3 – Esquema de uma usina hidrelétrica	73
Figura 4 – Representação esquemática de usina termelétrica.....	74
Figura 5 – Esquema básico de uma usina nuclear.....	74
Figura 6 – Esquema usina eólica.....	74
Figura 7 – Esquema usina maremotriz.....	75
Figura 8 – Esquema usina solar.....	75
Figura 9 – Modelo explicativo da transformação de energia.....	81
Figura 10 – Esquema de distribuição de energia solar que chega à terra.....	82
Figura 11 – Fluxo de energia.....	82
Figura 12 – Ciclo de ligação química.....	83
Figura 13 – Transferência de energia.....	83
Figura 14 – Representação esquemática de usina termelétrica.....	95
Figura 15 – Conceito de energia química.....	97
Figura 16 – Esquema energia solar fotovoltaica.....	99
Figura 17 – Energia solar.....	99
Figura 18 – Energia eólica.....	103
Figura 19 – Aspectos positivos e negativos da energia eólica.....	103

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Distribuição dos inscritos no ENEM por ano.....	35
Gráfico 2 – Questões com H7.....	52
Gráfico 3 – Questões por H8 e H23.....	54
Gráfico 4 – Oferta Interna de Energia.....	85
Gráfico 5 – Consumo Final por Fonte.....	85

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Análise das questões de energia do novo ENEM.....	55
Quadro 2 – Contribuições dos pensadores.....	60
Quadro 3 – Formas e fontes de energia.....	65
Quadro 4 – Representação e comunicação.....	69
Quadro 5 – Investigação e compreensão.....	69
Quadro 6 – Contextualização sociocultural.....	70
Quadro 7 – Unidades de energia.....	72
Quadro 8 – Experimento de transformação de energia.....	76
Quadro 9 – Referências bibliográficas dos livros didáticos de física usados para análise.....	92
Quadro 10 – Competências em Física (PCN+) presentes nesta questão 1.....	94
Quadro 11 – Competências em Física (PCN+) presentes nesta questão 2.....	95
Quadro 12 – Competências em Física (PCN+) presentes nesta questão 3.....	97
Quadro 13 – Competências em Física (PCN+) presentes nesta questão 4.....	100
Quadro 14 – Competências em Física (PCN+) presentes nesta questão 5.....	101
Quadro 15 – Diagnóstico do livro 01.....	104
Quadro 16 – Diagnóstico do livro 02.....	106
Quadro 17 – Diagnóstico do livro 03.....	108
Quadro 18 – Diagnóstico do livro 04.....	110
Quadro 19 – Diagnóstico do livro 05.....	112
Quadro 20 – Diagnóstico do livro 06.....	114
Quadro 21 – Diagnóstico do livro 07.....	115
Quadro 22 – Diagnóstico do livro 08.....	117
Quadro 23 – Diagnóstico do livro 09.....	119
Quadro 24 – Diagnóstico do livro 10.....	121

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição dos inscritos no ENEM por ano.....	35
Tabela 2 – Competências e Habilidades da Matriz de Referências 2009.....	53
Tabela 3 – Aproximação dos LDF ao novo ENEM.....	123

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANDIFES	Associação Nacional dos Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
C&T	Ciência e Tecnologia
CEB/CNE	Câmara de Educação Básica/Conselho Nacional de Educação
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
DCNEM	Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
Delhi	Declaração dos nove países em desenvolvimento mais populosos do mundo em zelar pela educação
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
IES	Institutos de Ensino Superior
IFES	Institutos Federais de Ensino Superior
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
LD	Livros Didáticos
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
LDF	Livros Didáticos de Física
MEC	Ministério da Educação
PCN+	Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio
PNLD	Programa Nacional de Livros Didáticos
PNLEM	Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio
PPP	Plano Político Pedagógico
PROUNI	Programa Universidade para Todos
SAEB	Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica
SAT	Reasoning Test (teste de raciocínio)
SEMTEC	Secretaria de Ensino Médio e Tecnológico
SI	Sistema Internacional de Unidade
TRI	Teoria de Resposta ao Item
UFAL	Universidade Federal de Alagoas
UNESCO	Organização das Nações Unidas para Educação, a Ciência e a Cultura

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	DO ENEM AO NOVO ENEM	22
2.1	Sobre o ENEM	22
2.1.1	Dos documentos oficiais ao ENEM.....	23
2.1.2	Competências e Habilidades.....	25
2.1.3	Interdisciplinaridade e Contextualização.....	29
2.1.4	Livros Didáticos no ENEM.....	31
2.2	Novo ENEM	33
2.2.1	O novo ENEM em discussão.....	35
2.2.2	O ensino de Física no novo ENEM.....	37
2.3	Considerações entre o ENEM e o novo ENEM	39
3	OLHANDO ENERGIA E SUAS TRANSFORMAÇÕES POR DENTRO DAS PROVAS DO ENEM	41
3.1	Energia e suas transformações nas provas do “antigo” ENEM	41
3.1.1	Das competências e habilidades da Matriz de Competências do Documento Básico do ENEM.....	42
3.1.2	Das questões de energia com Habilidade H7.....	44
3.2	Energia e suas transformações nas provas do “novo” ENEM	52
3.2.1	Das competências e habilidades da Matriz de Referências 2009.....	53
3.2.2	Das questões de Energia com habilidades H8 e H23.....	54
3.3	Comparativo das habilidades e questões entre o “antigo” e o “novo” ENEM ... 56	
4	CONTEXTUALIZANDO ENERGIA E SUAS TRANSFORMAÇÕES NO ENEM	58
4.1	Conceito de Energia	59
4.2	Energia e suas transformações nos PCNEM – Física	65
4.3	Energia e suas transformações nos PCN+ - Física	68
4.4	Contextualização de Energia e suas transformações	71
4.4.1	Representação e comunicação.....	71
4.4.2	Investigação e compreensão.....	77
4.4.3	Contextualização sociocultural.....	83

5	ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA ADOTADOS PELO PNLD/2012 ENVOLVENDO ENERGIA E SUAS TRANSFORMAÇÕES NO NOVO ENEM.....	90
5.1	Questões de Energia e suas transformações do novo ENEM por meio da habilidade H23.....	93
5.2	Diagnóstico dos Livros Didáticos de Física (LDF) no ENEM.....	103
5.3	Visão geral das contribuições dos LDF no novo ENEM.....	123
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	125
	REFERÊNCIAS.....	128
	ANEXOS.....	132

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 proposta de 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). Entre outras coisas, as DCNEM, por meio da Interdisciplinaridade, indicam o diálogo entre outras áreas de conhecimentos de modo a superar um ensino compartimentalizado, bem como a Contextualização, que estabelece a necessidade de dar significado à aprendizagem escolar. Procura-se, com esses dois princípios, promover no aluno a autonomia de exercer sua cidadania e uma formação geral embasado para o mercado de trabalho, sempre numa perspectiva de desenvolver as competências¹ e habilidades² necessárias para que o jovem exerça seu papel de cidadão ativo numa sociedade moderna.

Para avaliar as mudanças ocorridas no sistema 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, avaliando, além da capacidade de aprendizagem do egresso do ensino médio, os caminhos percorridos pela educação brasileira, mediante relatórios anuais baseados nos resultados dos exames.

¹ Modalidades estruturais da inteligência.

² Competências adquiridas e referem-se ao plano imediato do “saber fazer”. (BRASIL,2000, p.5)

Concomitantemente ao ENEM, os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) em 1999 trazem orientações para sanar as dificuldades encontradas nos currículos oficiais do país em virtude das mudanças do novo ensino médio, através de uma reforma curricular voltada para quatro premissas: “[...] aprender a conhecer, a fazer, a viver e a ser”, além de “[...] a educação deve cumprir um triplo papel: econômico, científico e cultural” (BRASIL, 1999, p.14). Mais adiante, em 2002, as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) vêm contemplar a reformulação proposta nos PCNEM, complementando os seus objetivos e também as abordagens didáticas mediante um detalhamento das competências e habilidades.

Numa proposta de democratizar as oportunidades de ingresso nas Universidades Federais de Ensino Superior, o ENEM, em 2009, modifica sua Matriz de Referência numa associação dos conteúdos, agora denominados de objetos de conhecimento, em quatro áreas: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias, Ciências Humanas e suas Tecnologias e Matemática e suas Tecnologias. Daí, ser chamado de “novo ENEM”, objetivando unificar o currículo esperado no ensino médio.

Com isso, espera-se do ensino de Física a capacidade de formar cidadãos atuantes numa sociedade contemporânea e solidária, por meio do desenvolvimento das competências necessárias para que eles possam entender e lidar com os fenômenos da natureza e suas tecnologias cada vez mais presentes no seu cotidiano. Contudo, para conseguir desenvolver no aluno tais competências, deve-se incorporar um ensino com significados, ou seja, de modo contextualizado e integrando o ensino de Física numa metodologia interdisciplinar, fazendo com que surja um diálogo entre as outras áreas de conhecimento para criar novos objetos de estudo.

Desde 1929 o Brasil investe nos Livros Didáticos (LD), entretanto, só hoje é que o Ministério da Educação (MEC) disponibiliza um programa de universalização desses livros, o Programa Nacional de Livros Didáticos (PNLD) que, por sua vez, adota um Edital para lançar critérios de avaliação nas licitações realizadas pelo Governo Federal para todo o ensino fundamental e médio. Tais critérios estão fundamentados na Lei de Diretrizes e Bases (LDB/96) e nas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) e, com a mesma consonância, encontra-se o principal exame nacional da educação básica, o ENEM. Portanto, os LD do ensino médio precisam satisfazer um contexto adequado diante deste exame.

Frente às mudanças ocorridas nos últimos anos no sistema educacional brasileiro, principalmente na reforma do ensino médio, no que concerne à reformulação do ensino de Física voltado para o novo ENEM e às contribuições dos Livros Didáticos de Física (LDF), nasce um problema inerente ao processo de ensino e aprendizado nesse contexto: a dissonância entre as contextualizações dos objetos de conhecimento, contidos na Matriz de Referência 2009, requisitados pelo ENEM e os Livros Didáticos de Física (LDF).

Na experiência vivenciada em sala de aula, como professor de Física, e nos problemas educacionais compartilhados por docentes da área, percebe-se um abismo entre as propostas metodológicas dos objetos de conhecimento requisitados pelo novo ENEM e as contidas nos LDF, no que se refere ao conjunto de competências exigidas pelos PCNEM: representação e comunicação, investigação e compreensão e contextualização sociocultural, a fim de promover um ensino da Física escolar mais promissor no ensino médio e, com isso, oferecer oportunidade ao jovem para obter sucesso no ENEM, além do exercício da cidadania.

No tocante à proposta pedagógica requisitada pelo MEC ao novo ensino médio e a sua forma de avaliar (novo ENEM), juntamente com os LDF que se julgam adequados a este exame, há a necessidade de questionar: até que ponto os LDF estão, mediante o conjunto de competências dos PCNEM, próximos aos objetos de conhecimento requisitados pelo novo ENEM?

Subdividimos esse questionamento em quatro etapas neste trabalho, as quais seguem abaixo:

- Como as políticas públicas do ENEM estão diante do ensino médio, dos LDF e do ensino de Física? Além disso, o novo ENEM mudou?
- Como as habilidades encontradas nas provas do ENEM e as contextualizações das situações problemas de suas questões estão mediante Energia e suas transformações?
- De que modo o objeto de conhecimento Energia e suas transformações está contextualizado no conjunto de competências dos PCNEM requisitadas pelo novo ENEM?
- Quais aproximações os LDF indicados/avaliados pelo PNLN/2012 têm com o novo ENEM, mediante o conjunto de competências dos PCN+ envolvendo Energia e suas transformações?

Nossa hipótese parte da dissonância entre os objetos de conhecimento requisitados pelas Matrizes de Referência do novo ENEM, principal forma de avaliar o desempenho escolar do ensino médio, com os LDF indicados pelo PNLD 2012. Acreditamos que são de fundamental importância as contribuições dos LDF para as inovações ocorridas no novo ensino médio através das propostas de ensino requisitados pela LDB/96, disseminadas nas DCNEM e orientadas nos PCNEM e PCN+, a fim de fortalecer o ensino e a aprendizagem do professor e aluno, além de outros recursos didáticos, como “Atlas, Vídeos, Cd-rom, textos e revistas de divulgação científica ou obras consagradas de apresentação de aspectos da ciência e da técnica e de suas relações com a Sociedade” (MEGID NETO; FRACALANZA, 2003, p. 156).

Acreditamos também que são de suma relevância as formas de tratamento dos objetos de conhecimento pelos professores do ensino médio, em particular os de Física, nas perspectivas ensejadas pelo novo ENEM e inseridas no contexto atual da educação brasileira, a fim de oportunizar aos discentes um ensino de qualidade próximo às competências esperadas por nossa sociedade, além de uma inserção social, o ingresso nas Instituições de Ensino Superior (IES).

Escolhemos o objeto de conhecimento Energia e suas transformações, por ser de grande influência na abordagem das provas do ENEM e, sem dúvida, de grande relevância na sociedade contemporânea em busca, cada vez mais, de recursos energéticos necessários para promover mais qualidade de vida associada, portanto, a uma Alfabetização Científica e Tecnológica.

O objetivo precípua deste trabalho é analisar o ENEM e os LDF, campo empírico desta pesquisa, observando as relações do objeto de conhecimento Energia e suas transformações, da Matriz de Referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, com o conjunto de competências contidas nos PCN+. Pretendemos contextualizar esse objeto de conhecimento com as propostas pedagógicas desejadas pelo MEC no ensino de Física, a fim de propor um produto educacional requisitado pela modalidade do Mestrado Profissional, escolhido por nós como texto de apoio ao professor de Física, voltado para o novo ENEM, intitulado ENEM: ENERGIA E SUAS TRANSFORMAÇÕES.

Sendo assim, surge a importância de investigar as propostas pedagógicas adotadas pelo MEC no novo ensino médio, diante do contexto de avaliação do novo ENEM e as suas influências nos LDF, enfocando os seguintes objetivos específicos:

- Analisar o ENEM e o novo ENEM, mediante a fundamentação teórico-metodológica do exame, envolvimento dos LDF e o ensino em Física, além das políticas públicas que enfatizam o exame;
- Categorizar as questões que envolvem o objeto de conhecimento Energia e suas transformações nas provas dos ENEM, mediante as habilidades requisitadas pelas Matrizes de Referência e analisar o contexto da situação problema de cada uma;
- Contextualizar o objeto de conhecimento Energia e suas transformações através do conjunto de competências contidas nos PCN+.
- Analisar as aproximações dos LDF com o novo ENEM através do conjunto de competências dos PCN+ identificadas nas questões com habilidade H23 da Matriz de referência de 2009.

A fundamentação teórica desta pesquisa está nas concepções dos autores (RICARDO, 2005; MACEDO, 2005; FAZENDA, 2002; PERRENOUD, 1999) que investigam o ensino por competências, interdisciplinaridade e contextualização, entre outros como (FRACALANZA, 1993; MEGID, FRACALANZA, 2003; AMARAL, MEGID NETO, 1997) com estudos fundamentais em livros didáticos no Brasil. Além dos conceitos encontrados nos documentos oficiais que estruturam a reforma do ensino médio no Brasil.

Este estudo segue a metodologia da pesquisa qualitativa e quantitativa, denominada de mista, visto que os dados qualitativos são importantes para observar os aspectos das políticas públicas do ENEM, bem como pedagógicos; conjunto de competências dos PCNEM: representação e comunicação, investigação e compreensão e contextualização sociocultural, além dos conceitos de Energia e suas transformações; e as contribuições do LDF para o ensino médio brasileiro. Já os dados quantitativos servirão para quantificar e categorizar as questões envolvendo o objeto de conhecimento e obter dados estatísticos nas análises do ENEM e dos LDF.

Conforme Goldenberg (2004, p. 49) “Os dados da pesquisa qualitativa objetivam uma compreensão profunda de certos fenômenos sociais apoiados no pressuposto da maior relevância do aspecto subjetivo da ação social.” A autora acredita, também, que os dados

quantitativos são inegáveis de sua riqueza, fornecendo fontes documentais e dados estatísticos, a fim de aproveitar a coleta desses materiais para uma análise generalizada. Assim, “os métodos qualitativos e quantitativos, nesta perspectiva, deixam de ser percebidos como opostos para serem vistos como complementares” (GOLDENBERG, 2004, p. 63). Portanto, a integração entre os métodos qualitativos e quantitativos é imprescindível nesta pesquisa, permitindo cruzar os dados coletados e ter uma avaliação mais abrangente do objeto de estudo.

No intuito de entender a possível discrepância entre a proposta pedagógica (competência/habilidade, interdisciplinaridade e contextualização) requisitada pelo MEC no ensino médio atual de Ciências/Física com a avaliação realizada pelo novo ENEM e os LDF, há a necessidade de investigar uma série de fatores para observar, analisar e propor uma forma de aproximar o distanciamento do ensino requisitado pelas políticas públicas do MEC e os ensejados pelos autores e editoras dos LDF. Nisso, os instrumentos desta pesquisa são:

- Pesquisa bibliográfica e documental centrada na fundamentação teórica e metodológica do ENEM e nas mudanças ocorridas no ensino de Física nos últimos anos; análise dos Livros Didáticos de Física (LDF) recomendados pelo Plano Nacional de Livros Didáticos (PNLD), como um dos instrumentos didáticos que o professor pode trabalhar no enfoque do novo ENEM; provas dos ENEM, analisando as questões de Física na abordagem do objeto de conhecimento Energia e suas transformações.

O espaço amostral dessa pesquisa está em todas as provas dos ENEM desde sua implantação em 1998 até 2012, e nas dez coleções dos LDF aprovadas pelo PNLD para o ano de 2012.

A organização de forma quantitativa para analisar a coleta de dados feita pelos instrumentos desta pesquisa deu-se estabelecendo categoria e quantidade de questões que envolvam Energia e suas transformações nas provas do ENEM e de análises estatísticas do ENEM e dos LDF. O uso da cognição e tabulação também será requisitado para compreender melhor os dados analisados nas provas e nos livros. E, por fim, a interpretação e geração de gráficos e tabelas para entender os dados quantitativos.

Já na forma qualitativa, a organização será realizada conforme Gerhart e Silveira (2009, p. 84), de acordo os autores:

Para analisar, compreender e interpretar um material qualitativo faz-se necessário superar a tendência ingênua a acreditar que a interpretação dos dados será mostrada espontaneamente ao pesquisador, é preciso penetrar nos significados que os autores sociais compartilham na vivência de sua realidade.

Para os autores, a pesquisa qualitativa dá-se de acordo com as metodologias: análise de conteúdo e análise do discurso. Adotaremos o primeiro neste trabalho, que servirá para obter a inferência dos textos dos autores sociais, provas e documentos oficiais do ENEM e LDF, bem como adquirir uma reflexão no campo de produção dos estudos envolvidos, a fim de promover um produto educacional aplicado na ponta.

Por fim, ao confrontarmos a coleta de dados obtidos nas provas e documentos que fundamentam o ENEM, bem como dos resultados analisados pelas aproximações dos LDF ao novo ENEM teremos uma visão analítica ou não, da dissonância entre as formas pedagógicas abordadas nos objetos de conhecimento do novo ENEM e as propostas pelos autores e editoras das obras envolvidas, propondo, assim, ao final deste trabalho, um produto educacional, conforme mencionado anteriormente.

Diante dessa perspectiva, esta dissertação está estruturada em quatro capítulos. O primeiro, intitulado DO ENEM AO NOVO ENEM, estuda o surgimento do ENEM em 1998 influenciado pela LDB/96; as políticas públicas vinculadas ao acesso no ensino superior; as práticas pedagógicas de competências, contextualização e interdisciplinaridade ensejadas pelas DCNEM, PCNEM, PCN+ e demais documentos oficiais do MEC; a reformulação do ENEM em 2009, com sua matriz de referência e o aumento de sua adesão pelas Instituições de Ensino Superior (IES) no país; os Livros Didáticos no ENEM que se apresentam como adequados ao novo ENEM; e, por fim, as mudanças do ensino de Física nesse contexto. Com isso, alicerça a fundamentação teórica para os capítulos consecutivos.

O segundo capítulo, OLHANDO ENERGIA E SUAS TRANSFORMAÇÕES POR DENTRO DAS PROVAS DO ENEM, identifica e comenta as questões com a habilidade H7 da Matriz de Competências do “antigo” ENEM, identifica e comenta as questões com as habilidades H8 e H23 da Matriz de Referência do “novo” ENEM e, por fim, faz um comparativo das habilidades e questões do “antigo” com o “novo” ENEM.

Já o terceiro capítulo, denominado CONTEXTUALIZANDO ENERGIA E SUAS TRANSFORMAÇÕES NO ENEM, em um primeiro momento, traz um contexto do conceito de Energia e, no segundo momento, contextualiza Energia e suas transformações de acordo

com o conjunto de competências (representação e comunicação, investigação e compreensão e contextualização sociocultural) contidas nos PCN+ na área de Física.

Usando as informações dos capítulos anteriores, podemos construir uma estrutura que fundamenta o conceito de Energia e suas transformações encontradas nas provas dos ENEM e nas contextualizações realizadas através do conjunto de competências dos PCN+, a fim de comparar com os LDF sugeridos pelo PNLD/2012.

Contudo, o quarto capítulo, ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA ADOTADOS PELO PNLD/2012 ENVOLVENDO ENERGIA E SUAS TRANSFORMAÇÕES NO NOVO ENEM, é constituído de duas etapas: na primeira, identifica e comenta questões do novo ENEM com a habilidade H23 contida na Matriz de Referência de 2009, relacionando-as com as competências de Física e os LDF; na segunda, constroem-se quadros de diagnósticos dos LDF com relação ao conjunto de competências dos PCN+ - Física, identificadas nas questões selecionadas, e faz comentários a respeito de cada um dos livros pesquisados mediante os itens em que precisam melhorar.

2 DO ENEM AO NOVO ENEM

2.1 Sobre o ENEM

Nos anos 90, o Brasil foi marcado pelas reformas política, previdenciária, trabalhista e educacional. Dentre estas reformas, a educação brasileira, segundo Silva Júnior (2002; apud GALVANIN, 2005) é orientada pelos documentos: Declaração mundial sobre educação para todos, de Jomtien (UNESCO, 1990); Declaração de Nova Delhi (UNESCO, 1993); e financiada pelo Banco Mundial. Contudo, o autor afirma que o “Plano decenal de educação para todos (1993-2003), é a expressão brasileira do movimento planetário orquestrado pela Unesco, Bird/Banco Mundial e assumido como orientador das políticas públicas para a educação[...]” (p. 10), destaca ainda que:

[...] as reformas envolvem todos os níveis e modalidades de ensino, com diretrizes curriculares, referenciais curriculares e os parâmetros curriculares nacionais. E que na esfera executiva, as reformas se refletirão no documento Planejamento político-pedagógico 1995/1998, do Ministério da Educação (SILVA JÚNIOR, 2002; apud GALVANIN, 2005, p. 11).

Partindo dessa proposta, o Congresso Nacional, em 20 de dezembro de 1996, lança a Lei de Diretrizes e Bases (LDB - nº 9394), contendo em seu Art. 1º uma abrangência educacional voltada para o âmbito familiar, relação humana com o próximo, vida profissional, desempenho nas instituições de ensino e pesquisa, além da interação social e cultural, tendo o Estado e a Família a responsabilidade de propiciar, no que concerne aos princípios de liberdade e solidariedade humana a construção de um ensino em que o aluno seja autônomo em suas propriedades intelectuais, exerça seus valores éticos na cidadania e promova competências e habilidades no trabalho, conforme Art. 2º (BRASIL, 1996).

Ainda na LDB o Art. 35 enfatiza que o ensino médio, nível final da educação básica, tem por finalidade: concretizar os conhecimentos adquiridos no ensino fundamental e continuar os estudos futuros; desempenhar habilidades próprias e flexíveis inerentes ao mercado de trabalho e o exercício da cidadania; desenvolver pensamentos intelectuais e críticos, para agir de forma ética na sociedade, tornando-se, assim, um cidadão mais presente nas discussões sociais; e, por fim, entender as Ciências, Tecnologias, Sociedade e Ambiente (CTSA) para atuar numa sociedade moderna. Já no Art. 26, os currículos nacionais do ensino

fundamental e médio são o núcleo comum para a educação básica, ficando a critério das instituições educacionais a construção das partes diversificadas de acordo com o contexto cultural, social e econômico de cada região, com a necessidade de abranger os estudos da Língua Portuguesa, Matemática, o espaço físico e natural, questões sociais e políticas, principalmente brasileiras. Surge, assim, a necessidade de implantação das propostas de mudanças na educação brasileira; com isso, a União fica responsável para promover avaliação do rendimento escolar no ensino médio, conforme Art. 9 da Lei de Diretrizes e Bases (LDB/96), objetivando as prioridades e qualidades do ensino no Brasil (BRASIL, 1996).

Nessa perspectiva, 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.

2.1.1 Dos documentos oficiais ao ENEM

O exame é descrito pelo Documento Básico do ENEM, 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.

A base legal do ENEM está nos documentos da LDB/96 e nas Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (DCNEM), bem como nos textos de apoio pedagógico como os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), Orientações Curriculares para o Ensino Médio e a Fundamentação Teórico-Metodológica do ENEM.

O Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (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 que segundo as Matrizes Curriculares para de Referência para o SAEB são:

Competências Cognitivas são modalidades estruturais da inteligência, operações que o sujeito utiliza para estabelecer relações com e entre os objetos, situações, fenômenos e pessoas (observar, representar, imaginar, reconstruir, comparar, classificar, ordenar, memorizar, interpretar, inferir, criticar, supor, levantar hipóteses, escolher, etc. e Habilidades Instrumentais referem-se especificamente ao plano do "saber fazer" e decorrem diretamente do nível estrutural das competências adquiridas e que se transformam em habilidades (BRASIL, 1998, p. 7).

Promovendo, assim, um 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 os professores do ensino médio, que são os PCNEM, em 1999,

com a pretensão de explicar as competências e habilidades desejadas ao novo ensino médio e os PCN+, em 2002, que contempla a proposta dos PCN através de um detalhamento das competências.

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, 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 e com participação relativa dos 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, a nova proposta 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.

1.1.2 Competências e Habilidades

Numa primeira visão, Philippe Perrenoud (1999, p. 19) diz que não há uma definição precisa sobre competências, mas, aceita “avançar e conservar uma definição explícita”. Sendo assim, o referido autor frisa três noções falsas de competências:

Fala-se, às vezes, em competências apenas para insistir na necessidade de expressar os objetivos de um ensino em termos de condutas ou práticas observáveis [...]. Outro significado comum é a oposição existente entre a noção de competência e de desempenho [...]. A terceira concepção clássica considera a competência uma faculdade genérica, uma potencialidade de qualquer mente humana (PERRENOUND, 1999, p. 19-20).

Além disso, o referido autor não se preocupa com a definição de competências, e sim, como elas estão inseridas no contexto social da humanidade, principalmente na educação. Embora tenha uma noção de competência para ensinar, afirmando que é a “capacidade de mobilizar diversos recursos cognitivos para enfrentar um tipo de situação” (PERRENOUND, 2000, p.15).

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

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, 1999, p. 5).

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

A primeira significa o talento que o indivíduo tem, mas não necessariamente a capacidade de exercer competência:

Competência como condição prévia do sujeito, herdada ou adquirida. É comum definir competência como capacidade de um organismo. Saber respirar, mamar, por exemplo, são capacidades herdadas. Nascemos com competência comunicativa, isto é, herdamos nossa aptidão para a linguagem. Ao mesmo tempo, temos de adquirir competência em uma ou mais línguas, pois essas não são herdadas, mas aprendidas e se constituem patrimônio de nossa cultura e de nossa possibilidade de comunicação (BRASIL, 2005, p. 18).

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:

Competência como condição do objeto, independente do sujeito que o utiliza. Refere-se à competência da máquina ou do objeto. Por exemplo, a competência ou habilidade de um motorista não tem relação direta com a potência de seu automóvel. O mesmo acontece com relação aos computadores e seus usuários. Uma coisa é nossa condição de operar certo programa. Outra é a potência do computador, sua velocidade de processar informações, memória (BRASIL, 2005, p. 18).

E a terceira competência precisa da interdependência do indivíduo, não basta saber, mas, saber e relacionar o saber:

Competência relacional. Essa terceira forma de competência é interdependente, ou seja, não basta ser muito entendido em uma matéria, não basta possuir objetos potentes e adequados, pois o importante aqui é “como esses fatores interagem”. A competência relacional expressa esse jogo de interações. É comum na escola um professor saber relatar bem um problema que está acontecendo em sala de aula, mas na própria aula não saber resolver situações relacionadas com a indisciplina, espaço ou tempo (BRASIL, 2005, p. 18).

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.

E Ricardo (2005, p. 235) critica a forma de abordagem das competências nas DCNEM e, em menor intensidade, os PCNEM, conforme o autor:

Nesse sentido, as Diretrizes Curriculares não conseguiram mostrar que esta seria uma opção recomendável para enfrentar os problemas de ensino e aprendizagem. Tal escolha não veio acompanhada de uma discussão teórica que se apresentasse como uma alternativa didática. Ao contrário, conforme Ricardo (2001) e Ricardo e Zylbersztajn (2002), causou mais problemas aos professores do ensino médio que solução, pois ninguém sabia, e ainda não sabe, como trabalhar nessa perspectiva, ocorrendo, na maioria das vezes, um mascaramento de antigas práticas: onde se escrevia objetivos gerais, escreve-se competências; onde se registrava objetivos específicos, registra-se habilidades.

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. Nesse sentido, Perrenoud (1999, apud BESSA, 2008, p. 152) afirma que para desenvolver as competências é preciso utilizar os saberes disciplinares que as fundamentam:

[...] as competências elementares evocadas não deixam de ter relação com os programas escolares e com os saberes disciplinares: elas exigem noções e conhecimentos de matemática, geografia, biologia, física, economia, psicologia; supõem um domínio da língua e das operações matemáticas básicas; apelam para uma forma de cultura geral que também se adquire na escola. Mesmo quando a escolaridade não é organizada para desenvolver tais competências, ela permite a apropriação de alguns dos conhecimentos necessários. Uma parte das competências que se desenvolvem fora da escola apela para saberes escolares básicos (a noção de mapa, de moeda, de ângulo, de juros, de jornal, de roteiro etc.) e para as habilidades fundamentais (ler, escrever, contar). Não há, portanto, contradição obrigatória entre os programas escolares e as competências mais simples.

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, 1999, 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.

2.1.3 Interdisciplinaridade e Contextualização

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

Segundo Ivani Fazenda (2002, p. 11-12):

Interdisciplinaridade é uma nova atitude diante da questão do conhecimento, de abertura à compreensão de aspectos ocultos do ato de aprender e dos aparentemente expressos, colocando-os em questão.

Portanto, a interdisciplinaridade é uma nova forma de ensinar um conhecimento, através de movimento disciplinar pautado na busca de atividade ou projeto para resolver um problema através das relações de disciplinas e não uma junção de disciplinas, conforme Roland Barthes (1988; apud MACEDO, in BRASIL, 2005, p. 42):

O interdisciplinar de que tanto se fala não está em confrontar disciplinas já constituídas das quais, na realidade, nenhuma consente em abandonar-se. Para se fazer interdisciplinaridade, não basta tomar um “assunto” (um tema) e convocar em torno duas ou três ciências. A interdisciplinaridade consiste em criar um objeto novo que não pertença a ninguém. O texto é, creio eu, um desses objetos.

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.40), Contextualizar significa:

Ato de colocar no contexto. Do latim contextu. Colocar alguém a par de algo, alguma coisa, uma ação premeditada para situar um indivíduo em um lugar no tempo e no espaço desejado, encadear ideias em um escrito, constituir o texto no seu todo, argumentar.

O autor afirma, ainda:

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 (TUFANO, 2001, p. 41).

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).

Para Ricardo (2005, p. 213), a contextualização requisitada nos PCN não está clara, bem como competências e interdisciplinaridade:

O entendimento do que seja a contextualização não é menos nebuloso do que as competências e a interdisciplinaridade. Nesse caso, com um agravante: ao contrário das noções anteriores, a discussão sobre contextualização é escassa na literatura atual. Isso faz com que lhe seja atribuída uma compreensão rasteira que a confunde e a reduz ao cotidiano. Este que está circunscrito nas proximidades físicas do aluno.

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.

2.1.4 Livros Didáticos no ENEM

Os Livros Didáticos (LD) no Brasil surgiram com uma proposta de subsidiar os professores, que neles confiam. Assim, o Ministério da Educação (MEC), principal consumidor, direciona os critérios de avaliação desses livros numa proposta baseada nas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) e na Lei de Diretrizes de Bases (LDB/96).

Como o principal exame nacional da educação básica, o ENEM, segue as propostas pedagógicas das bases legais das DCN e da LDB/96, os LD precisam estar em consonância com o mesmo a fim de promover uma aproximação entre o aluno e este exame.

Porém, estudos de Fracalanza e Hofling (2000; apud MEGID NETO, FRACALANZA, 2003) mostram cinco realidades convergentes, tais como:

Em primeiro lugar, o Governo privilegia os aspectos gráficos, limitando a impressão e a durabilidade escolar que é de três anos para os livros, não sendo consumíveis; tampouco relaciona as relevâncias dos conteúdos e atividades propostas nas obras, conduzindo a erros conceituais, metodológicos, integridade física dos alunos, entre outros. Adquirindo como critérios de seleção os aspectos fundamentais a construção da cidadania, o MEC deixa de exigir, na compra dos LD, os seus direitos cabíveis na melhoria do material.

Em segundo, as editoras, pressionadas pelo MEC, alteram apenas os critérios de seleção considerada eliminatória e pouco ou nada mudam nos aspectos classificatórios, com medo de ter suas obras excluídas na licitação dos LD, abrindo mão do principal objetivo, que é proporcionar ao sujeito o exercício da cidadania. A fim de serem indicadas na licitação realizada pelo Plano Nacional de Livros Didáticos (PNLD), as editoras promovem campanhas com distribuição de exemplares aos professores e, em alguns casos, envolvem-se em suspeitas de fraudes no processo de licitação.

Em terceiro, estão os professores com esperança de que as novas coleções virão com adequações concretas aos conhecimentos científicos necessários e em consonância com a proposta curricular. Embora julguem uma tarefa difícil, esperam por uma melhoria na aproximação de sua realidade.

No quarto lugar, ficam os autores julgando suas obras como representações fiéis ao programa do Governo que seguem as DCNEM e o conhecimento científico adequado, além de reforçarem, juntamente com as editoras, que o conhecimento científico contido nos livros está correto e atual. Já nos programas curriculares oficiais, os autores atenuam seus livros de acordo com a proposta em vigor, expressando nas capas de suas obras estarem de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e o ENEM.

Em quinto e último lugar, temos os pesquisadores que possuem bastante literatura envolvendo os LD, porém, as suas publicações encontram-se em revistas especializadas e/ou no seu meio acadêmico, sendo pouco divulgados aos professores que fazem uso desse recurso didático.

Na verdade, os LD não estão tendo sucesso como deveriam devido à infidelidade às DCNEM, não estão sendo usados como instrumentos didáticos pelos professores e conduzidos pelos autores das obras, embora não tenham essa função, mas sim, apenas como uma ferramenta de consulta e apoio pedagógico, limitado aos usos de seus textos, imagens, atividades, etc. Com isso, assemelham-se aos livros paradidáticos, conforme explicam melhor Megid Neto e Fracalanza (2003, p. 154):

Em suma, o livro didático não corresponde a uma versão fiel das diretrizes e programas curriculares oficiais, nem a uma versão fiel do conhecimento científico. Não é utilizado por professores e alunos na forma intentada pelos autores e editoras, como guia ou manual relativamente rígido e padronizado das atividades de ensino-aprendizagem. Acaba por se configurar, na prática escolar, como um material de consulta e apoio pedagógico à semelhança dos livros paradidáticos e outros tantos materiais de ensino. Introduz ou reforça equívocos, estereótipos e mitificações com respeito às concepções de ciência, ambiente, saúde, ser humano, tecnologia, entre outras concepções de base intrínsecas de Ciências Naturais.

No caso dos livros didáticos de ciências necessitam conter um conhecimento em ciências, ambiente e tecnologia definidos pelos PCN, bem como um conhecimento nos conceitos de educação e sociedade. Essas são as menores exigências que os autores devem representar em suas obras, porém, essas ideias vinculadas aos textos, atividades e orientações metodológicas aos professores não estão sendo cumpridas (AMARAL, MEGID NETO, 1997).

Além disso, os Livros Didáticos de Física (LDF) contêm alguns problemas de conteúdo, segundo Pimentel (1998), ou seja, erros como: imprecisões conceituais dos

conteúdos científicos são muito frequentes nas obras; experimentos fantasiosos ou com resultados experimentais irreais; experimentos que exibem resultados irreais; problemas com as ilustrações; indução do aluno à situação de risco, além de erros nas concepções de ciência. Segundo o autor, os livros didáticos são importantes ferramentas didáticas, porém não devem ser encarados como fonte de verdade absoluta, há imprecisões e o professor deve estar preparado para mediar esta situação.

E hoje, todos os LDF selecionados pelos critérios do Edital do MEC e aprovados pelo PNLD se julgam adequados para uma proposta pedagógica que envolve o ENEM, trazem textos, atividades, suplementos metodológicos aos professores com enfoque no exame. Portanto, cabe ao professor de Física selecionar a obra didática que mais se aproxime de sua realidade, não se deixando influenciar pelas editoras e sim, pelo compromisso educacional para com a sociedade; ele ainda deve ser capaz de entender que apenas esses livros não vão atender todas as expectativas de adequação às diretrizes curriculares oficiais e aos conhecimentos científicos, necessitando de incentivos do Governo para, segundo Megid Neto e Fracalanza (2003, p. 156):

[...] produção de outros recursos didáticos que pudessem atender às diretrizes e orientações curriculares oficiais e, ao mesmo tempo, levar em consideração os resultados e contribuições das pesquisas educacionais, bem como o contexto histórico e a diversidade cultural dos alunos. Nesse caso, podem ser lembrados: Atlas, Vídeos, Cd-rom, textos e revistas de divulgação científica ou obras consagradas de apresentação de aspectos da ciência e da técnica e de suas relações com a Sociedade.

Contudo, percebe-se a necessidade de mais estudos sobre os livros didáticos no Brasil por pesquisadores. Entretanto, essas investigações não terão frutos se não resolvermos o problema de como fazer algum meio de divulgação que envolva o professor, principal mediador desses recursos, bem como trabalhar esses estudos na sua formação inicial. Além, é claro, dos autores e editoras de livros que são fundamentais na construção do material e o MEC como grande financiador do PNLD.

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 das Instituições de Ensino Superior, 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).

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 (BRASIL, 2009).

Com uma observação do Comitê de Governança do Novo ENEM na área de conhecimento de Ciências Naturais e suas Tecnologias:

Por recomendação da reunião, a partir da edição de 2010, os conhecimentos de Física, Química e Biologia, associados à matriz de referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, devem expressar integração crescente entre as três áreas, adequando-se à perspectiva interdisciplinar das competências e habilidades adotadas na matriz de referência correspondente (BRASIL, 2009, p. 1).

2.2.1 O novo ENEM em discussão

Para entendermos melhor o crescimento do ENEM analisaremos os números dos inscritos nos exames de 1998 até 2010, a partir dos dados fornecidos pelo MEC/INEP, obtidos do relatório pedagógico 2008 e da Nota Técnica ENEM 2010. Com esses documentos podemos organizar a quantidade de inscritos no exame, por ano, de acordo com a tabela abaixo:

Tabela 1 – Distribuição dos inscritos no ENEM por ano

Ano	Inscritos
1998	157.221
1999	346.953
2000	390.180
2001	1.624.131
2002	1.829.170
2003	1.882.393
2004	1.552.316
2005	3.004.491
2006	3.742.827
2007	3.584.569
2008	4.018.050
2009	2.426.432
2010	3.242.776

Fonte: MEC/INEP, 2012.

Para visualizarmos os dados contidos na tabela acima, foi feito o gráfico abaixo, para percebermos a crescente procura dos candidatos a prestar o ENEM.



Fonte: MEC/INEP, 2012.

Ao observar o gráfico, percebe-se um crescimento moderado nos anos de 1998 a 2000; de 2000 a 2001 mostra-se um crescimento considerado significativo; após uma leve procura no ENEM em 2004, o exame dá um salto enorme nos anos de 2005 até 2008; a partir de então houve um declive, este considerado bem maior, de inscrições no ENEM justamente no ano de implantação do novo ENEM, conforme veremos na discussão adiante.

Ao surgir, em 1998, como forma de autoavaliação dos egressos da educação básica de forma facultativa, sua realização e sua utilização no PROUNI pelas Universidades e Faculdades particulares, o ENEM ganhou novas funções a partir de 2009, mudando significativamente as propostas curriculares do ensino médio e assumindo valor de democratização nas oportunidades ao ingresso nas Instituições de Ensino Superiores (IES).

Alves (2009, p. 21), em sua pesquisa, afirma que “O ENEM é, por conseguinte, uma política pública de Estado”, com início no governo de Fernando Henrique e persiste até os dias atuais. O referido autor mostra em seu estudo que o ENEM:

[...] está afeto às políticas públicas na área educacional, tendo em vista que o governo é responsável por sua implantação, por força da Constituição Federal vigente, que determina em seu artigo 6º ser direito social a educação, e no artigo 205 que a educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho (ALVES, p. 21 e 22).

Muitos autores vislumbram o novo ENEM como uma forma de democratização de avaliação do ensino médio e acesso às Instituições de Ensino Superior do país. No entanto, atualmente, falhas nos processos desses exames vêm ocorrendo todos os anos, como o vazamento de prova, impressão de gabarito errado, divulgação antecipada de questões. Desde sua valorização como principal ingresso para a maioria das universidades, inúmeras críticas são levantadas a respeito desse processo de avaliação, embora o MEC defenda arduamente o novo ENEM, como afirma o Ministro da Educação em entrevista à Folha.com (2012, p.1):

Não há outro caminho. Vamos ter que enfrentar bandido, vamos ter que enfrentar o crime, porque aquilo que não tinha valor [o Enem] – passou a ter um valor inestimável. Vamos sofrer com atividades ilícitas, o mundo desenvolvido lida com isso. Não se iludam, elas [falhas] vão continuar ocorrendo.

O Ministro da Educação justificou as falhas, as ações criminosas devido à valorização do ENEM e afirma que o MEC tomará mais cuidados nos procedimentos desse exame.

Liana Cardoso (2010, p. 69) vê avaliações desfavoráveis ao exame nos seguintes aspectos:

[...] exame se prende ao seu caráter nacional, dada a dimensão continental do Brasil.; [...] Direcionadas ao Ministério da Educação (MEC), os críticos exigem maior transparência, maior controle, menos ideologia e maior responsabilidade em torno das ações voltadas ao exame; [...] responsabilidade de contratação, licitação e fiscalização para a realização do Enem; [...] e a terceirização do setor educacional de avaliação como uma ingerência indevida das entidades privadas nas atividades educacionais de responsabilidade típica do Estado.

Portanto, percebemos uma mudança entre o “velho” ENEM e o “novo” ENEM no que concerne às políticas públicas de avaliação do ensino médio, devido à valorização do exame por adesão de Universidades Federais e a sua utilização para concessão de bolsas financiadas pelo governo federal, precisando que os cadernos de questões do exame sejam escoltados pelas Forças Armadas. Essa pressão em cima do novo ENEM, com uma edição anualmente, foi construída pelo aumento de sua valorização. Já o Reasoning Test (SAT), que serve de vestibular nos Estados Unidos, é apenas um dos critérios para seleção nas Universidades americanas, os outros são o histórico escolar e cartas de recomendação dos professores do ensino médio, além de ser efetuado em sete edições no ano (WEBER, 2012).

2.2.2 O ensino de Física no novo ENEM

Nos últimos anos, o ensino médio brasileiro vem passando por transformações pedagógicas conforme a proposta da reforma educacional contida na LDB/96 e nas DCNEM, necessitando modificar suas maneiras de conduzir as áreas de conhecimento para uma nova concepção de ensino e aprendizagem centrada no aluno. Deixando de lado o ensino de mensuração, a Física escolar tem um destaque importante nessas mudanças, devido às inovações tecnológicas e educacionais que são fundamentais para nortear os objetivos do saber Físico que exige uma interdisciplinaridade, transdisciplinaridade e contextualização para o desenvolvimento das competências e habilidades, segundo as quais o jovem educando interaja de forma significativa nos diversos problemas postos pelo contexto social, sendo assim, que ele seja capaz de buscar maneiras de solucioná-los da melhor forma possível.

Essa revolução de conhecimento torna difícil o alcance dos objetivos dos estudantes imediatamente, pois a realidade do contexto escolar e a convivência dos professores com alunos no dia a dia em sala de aula se dão de maneira mais complexa. O professor precisa refletir sobre suas práticas docentes, no intuito de acompanhar as inovações educacionais no novo ensino médio, com características importantes no desempenho social e cultural do aluno. No entanto, a proposta de implantação das novas diretrizes pode vir a apoiá-lo de acordo com suas vivências em sala de aula.

Os PCNEM foram implantados em 1999 pelo Ministério da Educação, com fundamento na LDB, mostram-nos as orientações de novas metodologias e um perfil dos currículos do ensino médio da Base Nacional Comum, que propõem ao aluno um ensino contemporâneo democratizado, voltado a sua interação na sociedade, proporcionando-lhe autonomia para prosseguir os estudos futuros e adquirir capacidade imprescindível na tomada de decisões no seu ambiente de trabalho. Nesse sentido, a área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, descrita pelos PCNEM, é de fundamental importância na construção do saber científico, tendo a Matemática como linguagem de expressão das Ciências, que, por sua vez, estuda os fenômenos dos mundos físicos e naturais no universo em que vivemos.

Já no ano de 2002 o PCN+ vem dar uma consolidação na proposta do PCN, em especial, a Física, que traz orientações no sentido de subsidiar os professores do ensino médio no envolvimento do Plano Político Pedagógico (PPP) da escola, com as competências e habilidades das interações da Física nas áreas de Ciências Naturais e Matemática em sua compreensão e investigação, das Ciências Humanas na contextualização sociocultural e da Linguagem e Código na representação e comunicação de acordo com a realidade vivenciada na escola. Isso permite promover uma articulação dos conteúdos de Física mais apropriados para um ensino contemporâneo, com temas estruturadores no intuito de desenvolver habilidades desejadas para que o aluno possa praticar suas atividades na sociedade, de forma ativa ao término do ensino médio, formando, assim, o jovem para a vida adulta.

A Física assume uma integração maior em Biologia e Química na Matriz de Referência 2009, ganhando uma forma interdisciplinar nas oito competências e trinta habilidades de Ciências Naturais e suas Tecnologias, requeridas pelo novo ENEM. Além de associar os objetos de conhecimento a cada componente curricular.

Portanto, o ensino de Física deixa os seus conteúdos sistemáticos e isolados para uma abordagem mais abrangente e interativa com diferentes áreas de conhecimento, não que mudem as leis e conceitos da Física, mas que possamos utilizá-los no contexto global em que o aluno está inserido na sociedade moderna e com transformação contínua.

Dessa forma, estão sendo aprimorados os conteúdos tradicionais como: Mecânica, Termologia, Óptica e Ondas, Eletromagnetismo e Física Moderna, esta ainda tão pouco utilizada, para temas que envolvam a realidade social, histórica e cultural do seu ambiente. Contudo, o ENEM usa esses conceitos de Física nas realizações dos seus exames anuais para avaliar o desempenho do aluno e sua inserção no ensino superior. Logo, o professor precisa entender essa nova modalidade de ensino para que o seu educando possa ter condições e oportunidades de inserir-se nesse processo.

2.3 Considerações entre o ENEM e o novo ENEM

Entre o antigo ENEM, 1998 a 2008, e o atual ENEM, a partir de 2009, não há diferença no que concerne aos requisitos pedagógicos ensejados pelo MEC, vigorando o mesmo método de elaboração de provas - Teoria de Resposta ao Item (TRI), embora tenha havido uma reformulação nas quantidades de questões cobradas no exame e uma reorganização das áreas de conhecimento.

Em relação às Matrizes de Referência do antigo para o novo, o ENEM mudou bastante, as Matrizes Curriculares de Referência para o SAEB (Sistema Nacional de Avaliação de Educação Básica) trazem, detalhadamente, a primeira discussão sobre Competências Cognitivas e Habilidades Instrumentais, em que propõe que as competências tenham três categorias em níveis distintos: Básico (presentativo), Operacional (procedural) e Global (operatório), que subsidiaram a elaboração do Documento Básico do ENEM, referência para o ENEM de 1998 a 2008, com a Matriz de competências estruturada em cinco competências gerais interagindo entre si e vinte e uma habilidades comuns nas áreas de conhecimento. Já a Matriz de Referência para o ENEM 2009 adota as cinco competências em Eixos Cognitivos comuns a todas as áreas de conhecimento e especificam competências e habilidades por áreas e disciplinas. Portanto, o antigo ENEM sintetiza as competências e habilidades com interação entre as áreas de conhecimento, e o novo ENEM amplia as competências e habilidades com especificidades em cada uma das áreas de conhecimento.

Se, por um lado, o ENEM não teve tantas mudanças na sua forma pedagógica de aplicação, por outro lado, sua valorização foi de extrema importância para alunos egressos do ensino médio, uma vez que esses não tinham expectativa de ingresso nas Instituições de Ensino Superior (IES) do Brasil. Hoje, a maioria das Universidades brasileiras, inclusive a UFAL, adota o exame como principal forma de ingresso, aumentando, assim, paralelamente, as chances de fraudes acontecerem no processo de realização desse exame. Além de tudo isso, a fragilidade na organização do ENEM pelo Governo facilita alguns desastres no processo do exame como: gabaritos de provas impressos errados, vazamentos de provas e divulgações de questões antecipadamente.

3 OLANHANDO ENERGIA E SUAS TRANSFORMAÇÕES POR DENTRO DAS PROVAS DO ENEM

A partir das crises do petróleo (1973 e 1979), o Brasil vem promovendo ações governamentais para o uso consciente e sustentável dos recursos energéticos, inicialmente os programas foram voltados para indústrias e transportes. Após a queda de preço do barril de petróleo em 1989, os investimentos brasileiros na área da conservação de energia ficaram estacionados, não havendo estudos relacionados à obtenção de novas fontes energéticas. Só na Guerra do Golfo (1991) é que o país, devido à valorização do petróleo, preocupa-se novamente com os recursos energéticos, precisando, não apenas de ações perante as indústrias e transportes, mas, também, de ações didáticas para uma sociedade em desenvolvimento sustentável, propondo políticas sociais e ambientais com medidas que visem à melhoria na qualidade de vida com o uso consciente e racional de energia (DIAS; MATTOS, BALESTIERI, 2000).

É nesse sentido que o Exame Nacional do Ensino Médio (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.

Contudo, as políticas públicas dos recursos energéticos na conservação e transformação de energia estão presentes com muita frequência nos ENEM realizados pelo Ministério da Educação (MEC), desde sua implantação em 1998, conforme veremos mais adiante.

3.1 Energia e suas transformações nas provas do “antigo” ENEM (1998 – 2008)

O antigo ENEM foi descrito pelo Documento Básico do ENEM, com fundamento na Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB/96), nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e na reforma do ensino médio, além das Matrizes Curriculares de Referência para o SAEB de 1998 (BRASIL, 2000), tendo como principal objetivo avaliar o desempenho do

egresso da educação básica através do desenvolvimento das competências fundamentais ao exercício da cidadania. Contudo, a temática de Energia é uma grandeza imprescindível para a construção desse processo educacional de âmbito nacional, devido à relevância com a qual o tema está presente nas discussões sociais cada vez mais em busca de obtenção de energia para o desenvolvimento econômico e mais qualidade de vida da nação.

É nesse sentido que o antigo ENEM 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 do ENEM.

3.1.1 Das competências e habilidades da Matriz de Competências do Documento Básico do ENEM

As provas do antigo ENEM que vão dos anos de 1998 a 2008 utilizaram a Matriz de Competências do Documento Básico do ENEM como referência para elaboração de suas questões, contendo vinte e uma habilidades, em consonância com cinco competências.

As competências nestes ENEM são tomadas como eixos cognitivos, conforme o Documento Básico do ENEM (BRASIL, 1999, p.6):

- I. Dominar linguagens
- II. Compreender fenômenos
- III. Enfrentar situações problemas
- IV. Construir argumentações
- V. Elaborar propostas

No mesmo documento as 21 habilidades expressam as 5 competências conforme veremos a seguir:

- H1. Dada a descrição discursiva ou por ilustração de um experimento ou fenômeno, de natureza científica, tecnológica ou social, identificar variáveis relevantes e selecionar os instrumentos necessários para realização ou interpretação do mesmo.
- H2. Em um gráfico cartesiano de variável socioeconômica ou técnico-científica, identificar e analisar valores das variáveis, intervalos de crescimento ou decréscimo e taxas de variação.

H3. Dada uma distribuição estatística de variável social, econômica, física, química ou biológica, traduzir e interpretar as informações disponíveis, ou reorganizá-las, objetivando interpolações ou extrapolações.

H4. Dada uma situação-problema, apresentada em uma linguagem de determinada área de conhecimento, relacioná-la com sua formulação em outras linguagens ou vice-versa.

H5. A partir da leitura de textos literários consagrados e de informações sobre concepções artísticas, estabelecer relações entre eles e seu contexto histórico, social, político ou cultural, inferindo as escolhas dos temas, gêneros discursivos e recursos expressivos dos autores.

H6. Com base em um texto, analisar as funções da linguagem, identificar marcas de variantes linguísticas de natureza sociocultural, regional, de registro ou de estilo, e explorar as relações entre as linguagens coloquial e formal.

H7. 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.

H8. Analisar criticamente, de forma qualitativa ou quantitativa, as implicações ambientais, sociais e econômicas dos processos de utilização dos recursos naturais, materiais ou energéticos.

H9. Compreender o significado e a importância da água e de seu ciclo para a manutenção da vida, em sua relação com condições socioambientais, sabendo quantificar variações de temperatura e mudanças de fase em processos naturais e de intervenção humana.

H10. Utilizar e interpretar diferentes escalas de tempo para situar e descrever transformações na atmosfera, biosfera, hidrosfera e litosfera, origem e evolução da vida, variações populacionais e modificações no espaço geográfico.

H11. Diante da diversidade da vida, analisar, do ponto de vista biológico, físico ou químico, padrões comuns nas estruturas e nos processos que garantem a continuidade e a evolução dos seres vivos.

H12. Analisar fatores socioeconômicos e ambientais associados ao desenvolvimento, às condições de vida e saúde de populações humanas, por meio da interpretação de diferentes indicadores.

H13. Compreender o caráter sistêmico do planeta e reconhecer a importância da biodiversidade para preservação da vida, relacionando condições do meio e intervenção humana.

H14. Diante da diversidade de formas geométricas planas e espaciais, presentes na natureza ou imaginadas, caracterizá-las por meio de propriedades, relacionar seus elementos, calcular comprimentos, áreas ou volumes, e utilizar o conhecimento geométrico para leitura, compreensão e ação sobre a realidade.

H15. Reconhecer o caráter aleatório de fenômenos naturais ou não e utilizar em situações-problema processos de contagem, representação de frequências relativas, construção de espaços amostrais, distribuição e cálculo de probabilidades.

H16. Analisar, de forma qualitativa ou quantitativa, situações-problema referentes a perturbações ambientais, identificando fonte, transporte e destino dos poluentes, reconhecendo suas transformações; prever efeitos nos ecossistemas e no sistema produtivo e propor formas de intervenção para reduzir e controlar os efeitos da poluição ambiental.

H17. Na obtenção e produção de materiais e de insumos energéticos, identificar etapas, calcular rendimentos, taxas e índices, e analisar implicações sociais, econômicas e ambientais.

H18. Valorizar a diversidade dos patrimônios etnoculturais e artísticos, identificando-a em suas manifestações e representações em diferentes sociedades, épocas e lugares.

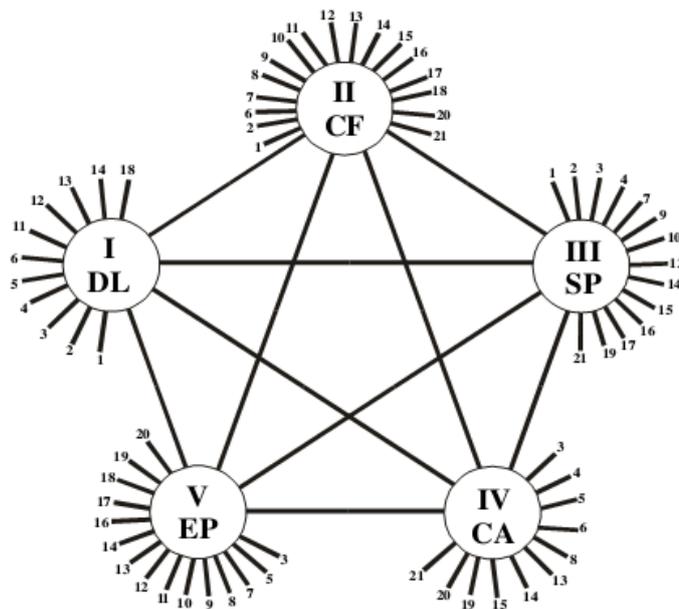
H19. Confrontar interpretações diversas de situações ou fatos de natureza histórico-geográfica, técnico-científica, artístico-cultural ou do cotidiano, comparando diferentes pontos de vista, identificando os pressupostos de cada interpretação e analisando a validade dos argumentos utilizados.

H20. Comparar processos de formação socioeconômica, relacionando-os com seu contexto histórico e geográfico.

H21. Dado um conjunto de informações sobre uma realidade histórico-geográfica, contextualizar e ordenar os eventos registrados, compreendendo a importância dos fatores sociais, econômicos, políticos ou culturais (BRASIL, 1999, p. 6-8).

Ainda no documento, a interação entre as competências e habilidades dar-se-ia da seguinte forma:

Figura 1 – Competências e Habilidades



Fonte: MEC/INEP, 1999.

A proposta de desenvolver as 21 habilidades contidas no Documento Básico do ENEM é de interação entre as 5 competências, conforme a figura acima. 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 na prova desse exame. A habilidade H7³ trata de Energia e suas transformações e é inserida nas competências de CF (compreender fenômenos), SP (enfrentar situação-problema) e EP (elaborar propostas).

3.1.2 Das questões de Energia com habilidade H7

Em virtude de identificarmos as relações entre o objeto de conhecimento Energia e suas transformações e a forma com a qual esse objeto é abordado nas provas de Física do ENEM dos anos de 1998 a 2008, selecionou-se as questões de Física por habilidade H7 no

³ 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.

olhar específico da transformação, conservação e transferência de energia, além das formas e fontes de energia, embora haja outras habilidades que enfatizam energia nas questões das provas do ENEM.

Entre as questões de Física abordadas nas provas do antigo ENEM, identificamos as 33 questões referentes à habilidade H7 envolvendo Energia e suas transformações ligadas sempre a um contexto social pelo qual perpassam problemas ambientais, inovações em conversões de energia, eficiência e uso racional de energia, todavia, objetivando analisar um custo-benefício para a qualidade de vida. Questões estas que se encontram no anexo C deste trabalho.

Prova ENEM 1998

Na prova de 1998, as questões envolvendo H7 utilizaram um conhecimento técnico da conversão de energia através da energia cinética, gravitacional, elétrica e térmica, mediante esquemas de usinas geradoras de energia elétrica e trechos de matéria de revista.

- Questão 1 – Para resolver a questão basta perceber a altura da água para movimentar a turbina e daí perceber a conversão da energia cinética em elétrica, tratando-se de uma usina hidrelétrica.
- Questão 2 – a resposta dessa questão está na relação da transformação de energia cinética em elétrica contida no sistema turbina e gerador, bem como a transformação de energia potencial gravitacional em elétrica em decorrência da altura da queda de água e a turbina.
- Questão 3 – Nesta questão, a resposta é obtida pelo conhecimento da transformação de energia elétrica em energia térmica causada pela resistência do chuveiro elétrico.

Prova ENEM 1999

Na prova de 1999 houve, além do conhecimento técnico da conversão de energia, uma discussão sobre as fontes de energia renováveis por hidrelétricas e não renováveis por termelétricas.

- Questão 1 – Usa-se a lei da conservação de energia para responder esta questão, quantidade total de energia em um sistema isolado se conserva.

- Questão 2 – Com os conhecimentos sobre usinas geradoras de energia elétrica, pode-se perceber que a modalidade de produção desta energia através dos combustíveis fósseis é a termoelétrica, o combustível usado no diagrama é o petróleo e o tempo médio é de 500 milhões de anos.

- Questão 3 – A primeira alternativa está correta, pois a hidrelétrica utiliza fonte renovável, o ciclo da água, e a termoelétrica utiliza fontes não renováveis, como petróleo, carvão mineral e gás natural, precisando de bilhões de anos para sua formação. A segunda alternativa está errada, uma vez que as hidrelétricas causam impactos ambientais devido às inundações. Por fim, a terceira alternativa está errada, visto que as hidrelétricas não aumentariam as chuvas no Nordeste.

Prova ENEM 2000

Nas questões do ENEM 2000 encontra-se um conhecimento técnico do aproveitamento da energia solar e do funcionamento de uma usina nuclear, além da exploração dos impactos ambientais na construção das usinas hidrelétricas.

- Questão 1 – Questão que explora a absorção da energia solar para aquecer água do reservatório residencial através de placa escura coberta por vidro. Este sistema de captação de energia solar está, cada vez mais, recebendo investimento do governo brasileiro. Das três alternativas, apenas a primeira está errada, pois se o reservatório de água quente for metálico, cederá ao ambiente o calor recebido pela placa, perdendo assim sua eficiência.

- Questão 2 – Mais uma questão envolvendo conhecimento sobre usina geradora de energia elétrica, usina nuclear. De acordo com a figura da questão, que representa a usina nuclear, apenas a alternativa III da questão está errada, uma vez que o condensador serve para resfriar a água e não para aquecer. Já as alternativas I e II estão condizendo com a imagem da usina nuclear.

- Questão 3 – Não há impactos ambientais no ciclo da água, porém, a construção de barragem para aproveitar esse processo natural através das usinas hidrelétricas causa prejuízos ambientais na fauna e na flora, devido aos alagamentos.

Prova ENEM 2001

Na prova de 2001 as questões exploram poucos conhecimentos em energia, apenas utilizam unidades, fontes e perdas de energia elétrica, não envolvendo usinas geradoras de energia.

- Questão 1 – Com alguns erros de unidades da Física publicadas em jornais a questão explora o conhecimento da unidade para medir energia que pode ser megawatt hora.
- Questão 2 – O desperdício de energia elétrica em uma residência é influenciado em grande parte por geladeiras que consomem uma parcela do consumo mensal de energia elétrica; esta questão trata, matematicamente, da porcentagem do consumo total de eletricidade com relação à perda térmica causada pelas paredes de uma geladeira.
- Questão 3 – Pela interpretação do gráfico, a questão utiliza várias fontes de energia utilizadas no mundo para discutir uma possível substituição da energia nuclear por energia proveniente do gás natural; com isso, esse tipo de energia aumentaria de 25% para 33%.

Prova ENEM 2002

Nas questões do ENEM 2002 houve uma exploração maior nos conhecimentos das baixas eficiências dos processos térmicos na geração de energia e das fontes renováveis das usinas hidrelétricas.

- Questão 1 – Na geração de energia a eficiência da transformação de energia é de suma importância para os aspectos econômicos, sociais e ambientais, já que existem perdas nesse processo. Logo, para achar as eficiências nos dois processos citados, basta calcular o produto das etapas mencionadas na questão ($P_1 = 0,95 \times 0,7 = 0,665$ e $P_2 = 0,4 \times 0,9 \times 0,95 = 0,342$); com isso; podemos perceber que P_2 é menor do que P_1 devido ao baixo rendimento da Termoelétrica.
- Questão 2 – Usinas hidrelétricas (água da chuva), eólica (vento) e solar-elétrica (células fotovoltaicas) geram energia elétrica através de fontes de energia renováveis. Com isso, revolve-se a questão.
- Questão 3 – As usinas que utilizam processos térmicos para obter energia elétrica têm uma perda muito grande por meio da transmissão de calor para o ambiente, por isso, suas eficiências são comprometidas. Esta questão mostra um diagrama em que apenas

10% da energia primária do mundo são convertidas em energia elétrica por causa das baixas eficiências de usinas nucleares e termelétricas.

Prova ENEM 2003

Nesta prova são usados os conhecimentos do ciclo da água para manter os reservatórios de água nas usinas hidrelétricas, impactos ambientais causados pelo aquecimento das águas utilizadas nas usinas nucleares e a conversão da energia química mecânica.

- Questão 1 – A maior geração de energia elétrica no Brasil está nas usinas hidrelétricas que necessitam de um fluxo de água nas barragens, em decorrência, principalmente, de águas das chuvas; esta questão usa uma reportagem em jornal de circulação nacional para relacionar a produção de eletricidade e os recursos hídricos provenientes das chuvas.

- Questão 2 – Mais uma questão envolvendo conhecimentos de usina nuclear; neste caso, usa-se a música “Bye, bye, Brasil”, de Chico Buarque para chamar a atenção dos impactos ambientais na fauna marinha. A sua resolução é bem simples, basta perceber os aquecimentos das águas para resfriar a usina, que altera a fauna marinha.

- Questão 3 – A maior parte dos transportes brasileiros utilizam combustíveis fósseis e biomassa para converter energia química em mecânica. Este processo é realizado pela combustão (mistura de ar mais combustível) para mover os pistões no motor.

Prova ENEM 2004

As vantagens e as desvantagens da produção de energia elétrica e o aproveitamento dessa produção são abordados nas questões da prova de 2004 através de exemplos com usinas termelétricas e nucleares, além do calor gerado pelo bagaço da cana de açúcar.

- Questão 1 – Como a demanda de energia elétrica no Brasil vem crescendo cada vez mais, é pertinente a discussão da instalação de uma usina de energia elétrica, sobretudo nos benefícios e nos problemas causados por ela; por isso, cada tipo de usina (hidrelétrica, termoelétrica, nuclear, eólica, etc.) tem seus argumentos favoráveis e desfavoráveis. Como esta questão trata de uma usina termoelétrica, o argumento favorável é P2, pois existem

bastantes fontes (carvão, petróleo, gás natural, entre outros) para produzir calor, e o desfavorável é N₂, visto que a queima gera emissão de poluentes.

- Questão 2 – O aproveitamento do bagaço da cana de açúcar é uma prática muito utilizada nas indústrias sucroalcooleiras do Brasil, aproveitando o calor fornecido pela queima desse combustível nos processos térmicos da empresa e na geração de energia elétrica.

- Questão 3 – Mais uma discussão sobre produção de energia elétrica no país, tendo como foco usina nuclear; a discussão dessa questão traz dois argumentos válidos que comparam a vantagem (não contribuição para o aumento do efeito estufa) e os riscos (acidentes nucleares) na geração de energia elétrica através da energia nuclear.

Prova ENEM 2005

A prova 2005 envolve uma questão simples para tratar da conversão de energia elástica em cinética e outra mais complexa para tratar da conversão de energia eletromagnética em luminosa, além da exploração dos rejeitos radiativos das usinas nucleares.

- Questão 1 – Primeira questão que trata da transformação de energia sem envolver uma situação-problema da sociedade. Em sua resolução, pode-se perceber que, ao puxar a corda do arco, acumula-se energia elástica e, em seguida, é convertida em energia cinética.

- Questão 2 – Um dos fatores negativos da usina nuclear é o destino dos lixos radioativos, ainda sem solução concreta devido à complexidade desses rejeitos atômicos que emitem radiações nocivas ao homem por milhares de anos e não são interrompidos artificialmente. Atualmente, a Eletrobrás Eletronuclear pode reaproveitar esses rejeitos no futuro como combustível nuclear, reduzindo o seu tempo de radiação ofensiva.

- Questão 3 – A luz produzida pela reação química da substância do luminol com o ferro contido na hemoglobina do sangue é um processo de quimiluminescência que converte energia eletromagnética em energia luminosa; esta questão envolve uma reação química para explorar o conhecimento da transformação de energia.

Prova ENEM 2006

Na prova de 2006 são explorados os conhecimentos dos combustíveis nucleares, os potenciais das maiores usinas hidrelétricas e as conversões típicas de energia química, potencial gravitacional e cinética.

- Questão 1 – A maior preocupação do mundo diante das usinas núcleo-elétricas é, além dos riscos de acidentes nucleares, os subprodutos que podem servir de material bélico.
- Questão 2 – A eficiência de uma usina hidrelétrica é baseada na $\frac{\text{produção efetiva anual de energia}}{\text{potência instalada}}$ ou pela $\frac{\text{potência instalada}}{\text{área inundada pelo reservatório}}$; observando os dados da tabela na questão, podemos perceber que a usina de Itaipu gera mais energia e é mais eficiente, porém a usina de Três Gargantas tem maior capacidade instaladora e maior potência em uma área menor.
- Questão 3 – O processo de transformação de energia encontrada no brinquedo desta questão é energia química (combustão da vela), energia potencial gravitacional (massa na extremidade alta da vela) e energia cinética (movimento da vela).

Prova ENEM 2007

Aproveitamento da energia solar através de caixas termicamente isoladas no aquecimento de águas, conversões de energia cinética e potencial em energia elétrica e fonte de energia (vento) que diminuem os gases causadores do efeito estufa, são os conhecimentos utilizados nas questões da prova 2007.

- Questão 1 – Aproveitar energia solar é promover um estilo de vida mais ecológico no mundo todo, principalmente no Brasil que tem uma alta incidência luminosa. Uma forma de captar essa energia é utilizar os aquecedores de água, cuja cobertura de vidro serve para a passagem da energia luminosa e reduz a perda da energia térmica. Este processo de retenção de energia é o mesmo encontrado no Efeito Estufa.
- Questão 2 – Tecnologias para geração de energia elétrica estão cada vez mais presentes nas atividades diárias da humanidade; a mochila geradora de energia faz com que o sobe e desce dos quadris converta energia potencial e cinética em energia elétrica.

- Questão 3 – O Efeito Estufa é alavancado pela emissão de gás na queima das fontes de produção de energia. Portanto, o vento não contribui para o aquecimento global.

Prova ENEM 2008

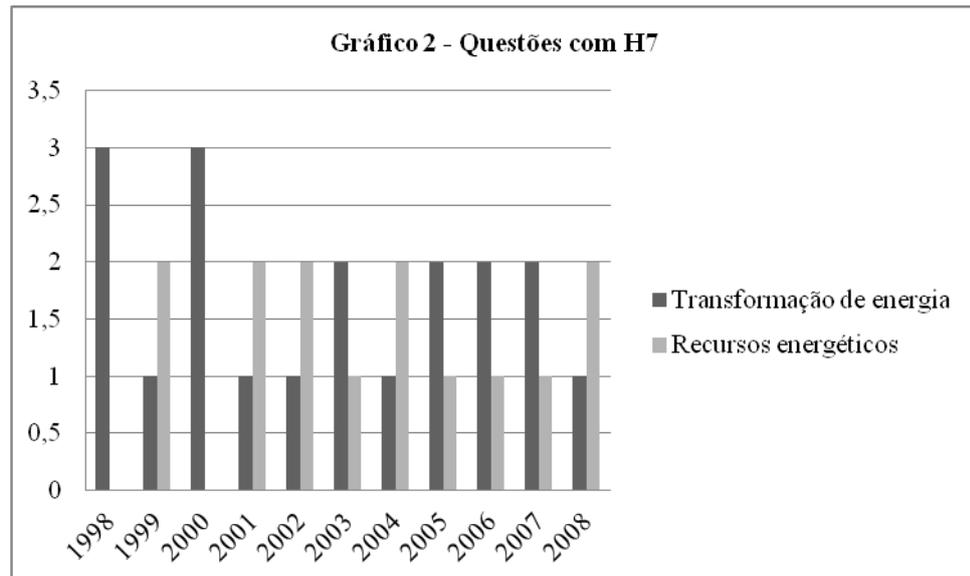
Na prova 2008 são abordados os conhecimentos de reservatório hídrico causados pela chuva, a comparação do funcionamento da usina geotérmica com a termelétrica e o custo da obtenção de energia através dos ventos.

- Questão 1 – Os reservatórios das usinas hidrelétricas dependem das águas da chuva e esta, por sua vez, da energia solar que forma vapor d'água e conseqüentemente condensa para formar a chuva.

- Questão 2 – Diferentemente das águas aquecidas pela queima dos combustíveis derivados do petróleo na usina nuclear, as águas subterrâneas são aquecidas pelas rochas ao seu redor e submetidas às altas pressões na usina geotérmica, tendo o mesmo processo que a nuclear, porém, não contribui para o Efeito Estufa.

- Questão 3 – A energia eólica no Brasil deveria ter mais espaço na matriz energética, uma vez que os recursos hídricos são bem aproveitados pela hidroelétrica, cerca de 80% da energia do país. A fonte (vento) é inesgotável e em abundância no Brasil, porém, o investimento na construção da usina eólica é, em média, 20 vezes o necessário para construir uma usina hidrelétrica.

Contudo, entre as 33 questões com a habilidade H7 utilizadas no antigo ENEM: 19 questões abordam a identificação das transformações de energia em diferentes processos de geração e 14 questões comparam diferentes recursos e opções energéticas, conforme o gráfico abaixo.



Fonte: Autor, 2013.

Em todas as questões estudadas acima com a habilidade H7 percebemos que grande parte envolve situações de problemas energéticos no Brasil e no Mundo em busca da obtenção de energia elétrica através de fontes menos prejudiciais ao meio ambiente e a outra parte aborda conversões de energia de forma técnica, ou seja, tratam de modo específico os diversos processos de transformações de energia entre a energia potencial, cinética, química, elétrica, térmica, ente outras. Com isso, essa temática de Energia mostra-se bastante rica para o desenvolvimento da interdisciplinaridade.

3.2 Energia e suas transformações nas provas do “novo” ENEM (2009 – 2012)

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 H8⁴ e H23⁵, sendo que a primeira envolve conhecimento comum à Física, Química e Biologia; e a segunda, conhecimentos próprios da Física.

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

⁴ 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.(BRASIL, 2009, p. 8)

⁵ Avaliar possibilidades de geração, uso ou transformação de energia em ambientes específicos, considerando implicações éticas, ambientais, sociais e/ou econômicas (BRASIL, 2009, p. 10).

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.

3.2.1 Das competências e habilidades da Matriz de Referências 2009

As provas do novo ENEM seguem a Matriz 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.

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 2 – 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.

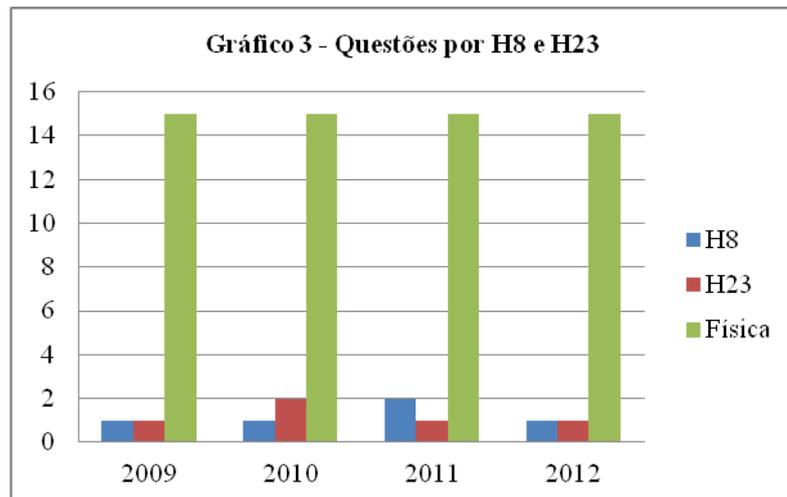
Fonte: MEC/INEP, 2009.

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 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.

3.2.2 Das questões de energia com Habilidade H8 e H23

Usando as Habilidades H8 e H23 para selecionar as questões de Física que envolvem Energia e suas transformações no novo ENEM, tecendo especificamente a transformação, conservação, transferência, além das formas e fontes energéticas, identificamos a quantidade de questões através da construção do gráfico a seguir:



Fonte: MEC/INEP, 2012.

No que se refere ao gráfico acima, podemos perceber a frequência das habilidades requisitadas H8 e H23, no total de 15 questões de Física enfocada em cada ano, sendo em 2009 uma questão de H8 e uma de H23; no ano de 2010, uma questão de H8 e duas de H23; em 2011, duas questões H8 e uma H23 e, por fim, no ano de 2012 temos uma questão de cada uma das habilidades envolvidas. Portanto, essas habilidades são abordadas fluentemente no novo ENEM, tornando indispensáveis os seus desenvolvimentos com o objeto de conhecimento de Energia e suas transformações, pelo egresso do ensino médio.

Tais questões envolvendo as habilidades H8 e H23 em Física foram categorizadas por ano, habilidade, proposta de conhecimento e resultado esperado da questão, através da análise do quadro abaixo:

Quadro 1 – Análise das questões de energia do novo ENEM

Nº	Ano	Habilidade	Proposta intencional de conhecimento	Resultado esperado
Q1	2009	H8	Aumento da eficiência no processo de conversão de energia.	Utilizar materiais com melhores propriedades condutoras nas linhas de transmissão e lâmpadas fluorescentes nas moradias.
Q2	2009	H23	Estação geradora de eletricidade abastecida por combustível fóssil - melhorar o rendimento.	Usar o calor liberado com os gases.
Q1	2010	H23	Fontes de energia limpas e sustentáveis.	Circulação do magma no subsolo.
Q2	2010	H8	Produção de energia elétrica por meio da célula a combustível hidrogênio/oxigênio.	Transforma energia química em energia elétrica, sem causar danos ao meio ambiente.
Q3	2010	H23	Instalação de uma estação de geração de energia elétrica.	Fotovoltaica, pois é possível aproveitar a energia solar que chega à superfície.
Q1	2011	H8	Uso dos biocombustíveis na atualidade.	São matrizes energéticas com menor carga de poluição para o ambiente e podem propiciar a geração de novos empregos, entretanto, para ser oferecida com baixo custo, a tecnologia da degradação da celulose nos biocombustíveis de segunda geração deve ser extremamente eficiente.
Q2	2011	H23	Incineração do lixo para transformar energia elétrica.	Uso de filtros nas chaminés dos incineradores para diminuir a poluição do ar.
Q3	2011	H8	Conservação do máximo de energia.	Energia cinética seja totalmente convertida em potencial gravitacional.
Q1	2012	H8	Processo de conversão de energia.	Transformação da energia potencial elástica em energia cinética.
Q2	2012	H23	Instalação de usina geradora de energia elétrica	Conforme as informações da região, o indicado é uma usina de produção de energia eólica.

Fonte: Autor, 2012.

Foram identificadas cinco questões de energia com H8 mediante situações problemas que envolvem as identificações das etapas de transformação de energia e em igual número questões de energia com H23 através das situações problemas envolvendo processos de geração de energia. Portanto, a prova de Física do novo ENEM requer um olhar especial às questões de energia com tais habilidades, pois suas influências são bastante cobradas no exame, sempre voltadas para o conhecimento da conversão, transferência e conservação de energia, além das fontes de energia limpas e sustentáveis para geração de energia para a humanidade.

3.3 Comparativo das habilidades e questões entre o “antigo” e o “novo” ENEM

O Documento Básico do ENEM e a Matriz de Referências 2009 são documentos que estruturam o ENEM antigo (1998 a 2008) e novo ENEM (2009 a 2012), respectivamente; o primeiro contém 21 habilidades interagindo com 5 competências e o segundo, com 30 habilidades para cada uma das quatro áreas de conhecimento (Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Ciências Humanas e suas Tecnologias; Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Matemáticas e suas Tecnologias), totalizando 120 habilidades.

O objeto de conhecimento Energia e suas transformações no primeiro documento tem uma habilidade própria H7, através da identificação da conservação e transformação de energia, bem como seus diferentes recursos energéticos. Já no segundo documento esse objeto de conhecimento está disseminado em duas habilidades H8 (comum à Física, Química e Biologia); identifica etapas e recursos energéticos na transformação de energia e H23 (específico à Física) avalia a geração de energia em ambientes específicos.

Diferente do Documento Básico do ENEM, a Matriz de Referência 2009 não caracteriza a quantidade de questão por habilidades a serem abordadas nas provas desse exame. Conforme observamos, nas provas do ENEM dos anos de 1998 a 2008, há uma quantidade definida de três questões de Energia e suas transformações por habilidade H7, o que não acontece no ENEM dos anos de 2009 a 2012.

Com relação à quantidade de questões de Energia e suas transformações abordadas no antigo e novo ENEM, não há grande diferença: no antigo, temos três questões com H7 em todas as provas do exame e no novo, varia entre duas a três questões divididas entre H8 e H23, conforme foi visto.

As questões de energia com H7 do antigo ENEM e as questões de energia com H8 e H23 do novo ENEM não mudaram suas formas de envolver a situação problema tratada nessa temática, apenas houve uma frequência menor dessas questões e, claro, o modo de elaborá-las devido ao aumento dos recursos tecnológicos presentes na sociedade moderna; em outras palavras, as abordagens das questões que envolvem as habilidades H8 e H23 do novo ENEM seguem as mesmas do antigo ENEM, sempre vinculado a uma situação problema da vivência do aluno por algum contexto social, necessitando do uso do conhecimento tecnológico das

fontes e formas de energia, além do máximo aproveitamento da transformação, conservação e transferência de energia, considerando as implicações ambientais.

4 CONTEXTUALIZANDO ENERGIA E SUAS TRANSFORMAÇÕES NO ENEM

A humanidade evoluiu e nos últimos tempos seu desenvolvimento cresceu significativamente. Este aumento gerou a necessidade de cada vez mais energia, principalmente mecânica 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.

É com essa perspectiva que os PCNEM e PCN+, mediante o conjunto de competências, ensejam um ensino voltado para as discussões sociais, levando à construção de um cidadão atuante nas decisões para a transformação, para melhor, do mundo em que vive.

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 colocada em discurso num contexto social e vivenciado pelo sujeito, principalmente quando envolve melhoria na qualidade de vida através dos recursos naturais.

O objeto de conhecimento - Energia e suas transformações - mostra grande relevância, principalmente na área social, devido ao seu potencial de interação da humanidade com os fenômenos naturais e tecnológicos, cada vez mais presentes no cotidiano do jovem em constante exercício de sua cidadania.

Além de ser primordial a inserção na matriz curricular do ensino médio, o objeto de conhecimento (Energia e suas transformações) está pautado na Matriz de Referência de 2009 como:

Energia, trabalho e potência - **Conceituação** de trabalho, **energia** e potência. Conceito de energia potencial e de energia cinética. Conservação de energia mecânica e dissipação de energia. Trabalho da força gravitacional e energia potencial gravitacional. Forças conservativas e dissipativas. (BRASIL, 2009, p. 19 grifo nosso)

Há uma necessidade cada vez maior de o jovem inserir-se numa sociedade moderna através dos processos tecnológicos presentes no seu cotidiano, fazendo com que ele consiga interagir de forma a expor sua posição com relação aos problemas enfrentados pela humanidade, a fim de promover uma relação social e se tornar um cidadão ativo.

O professor deve, sem dúvida, implantar a abordagem desse tema em seu planejamento escolar, mediante a realidade vivenciada pela sua escola e, até mesmo, pelo tema ser de grande influência no ENEM, como foi visto no 2º capítulo deste trabalho. Contudo, neste 3º capítulo faremos uma contextualização do conceito de Energia e suas transformações conforme indicam os PCNEM e PCN+ através do conjunto de competências: representação e comunicação, investigação e compreensão e contextualização sociocultural, mediante as abordagens dessa temática nas provas do ENEM, antes de tudo iremos entender como o conceito de energia está presente no ensino de Física.

4.1 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 a partir da visão atual 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 Aristóteles⁶ (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 do espaço sublunar: terra, água, ar e fogo, tomando o éter como o quinto elemento da

⁶ 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.

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 2 – 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.

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 o modelo atômico de Bohr em 1913 consolidam 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).

No ensino médio, encontram-se nos livros didáticos os conceitos de energia como: “energia flui”, “é a capacidade de realizar trabalho”, “é agente de transformações e de movimento”. No primeiro, a energia é tratada como algo a ser transmitida; já no segundo, ela se comporta como uma grandeza volumétrica e, por fim, no terceiro, a energia modifica e move matéria. Portanto, nota-se que os livros didáticos têm conceitos muito vagos sobre energia, dificultando mais ainda a aprendizagem dos alunos que precisam deste recurso didático para sua aprendizagem (ARAÚJO e NONENMACHER, 2009).

Nisso o conceito de Energia torna-se abstrato, de difícil compreensão e alguns autores o interpretam no ensino de Física de uma maneira reducionista, algo restrito a poucos fenômenos; segundo Feynman (1971), “na Física não se sabe o que é a energia” (1971 in Pintó, 2004 apud BARROS, 2005, P.52).

Assis e Teixeira (2003, p. 50) verificaram em alguns autores (ANGOTTI, 1991; SOLBES, TARÍN, 1998; FERYMAN, LEIGHTON, SANDS, 1977; SOLOMON, 1985; CARVALHO, LIMA, 1998) a abordagem do conceito de energia e identificaram diversas formas de interpretação desse tema para o senso comum. Conforme os referidos autores, “A relevância do conceito de energia é inquestionável como conceito unificador na física, importante tanto no ponto de vista conceitual, quanto tecnológico”. Contudo, os autores afirmam ainda que:

[...] as noções fundamentais de energia não são triviais de serem tratadas no cotidiano escolar. Uma série de dificuldades relacionadas à aprendizagem do conceito de energia parece estar presente. Algumas concepções do senso comum corroboram neste sentido, dentre as quais: a energia associada ao movimento, à atividade ou aos processos; a não distinção entre formas e fontes de energia; a não compreensão da transformação, conservação e transferência (ASSIS, TEIXEIRA, 2003, p. 50).

Mesmo com o grau de abstração que se tem sobre o conceito de energia, atualmente a sociedade mundial discute este tema com maior frequência em relação aos outros, pois dele se depende financeiramente e ambientalmente para uma qualidade de vida cada vez mais voltada para o consumo energético, através dos recursos naturais e das necessidades humanas. Conforme Pérez-Landazábal (et al, 2000 apud BARROS, 2005, p. 53):

[...] Apesar da dificuldade que parece existir na sua definição, a energia é o termo científico com maior presença na vida quotidiana dos cidadãos, não só em nível individual, como coletivo, aparecendo associado a múltiplas situações, nomeadamente, à alimentação, ao estado físico, às atividades desportivas, ao consumo doméstico e à contaminação do ambiente, entre outras.

Nesse sentido é que o conceito de energia mostra sua relevância nos estudos do ensino de Física atualmente, senão o mais importante, uma vez que nos encontramos numa sociedade com crescente avanço de tecnologia e cada vez mais a ciência em constante evolução, exige que o aluno tenha uma formação voltada para os âmbitos das novas perspectivas de ensino atual. De acordo com Angotti (1991, p. 115), energia é a “[...] grandeza que pode e deve, mais do que qualquer outra, balizar as tendências de ensino que priorizam hoje as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade”.

Em corroboração, Solbes e Tarín (1998, p. 387) tratam do conceito de energia como “[...] um dos mais potentes, frutíferos e unificadores da física clássica”, apontando como “evidente a necessidade de introduzi-lo desde os primeiros anos de ensino secundário obrigatório”.

Já Trumper (1993, apud BARROS, 2005, p. 53), após pesquisas realizadas com estudantes de 10 a 14 anos, identifica nos resultados uma contínua compreensão do conceito de energia durante sua escolaridade, portanto, “recomenda que se inicie o mais cedo possível, de preferência no 1º Ciclo, o estudo do conceito de energia, para que este se vá formando, passo a passo, de forma a preparar os estudantes para as abstrações necessárias nos níveis de ensino superiores”.

Não entraremos no dilema da introdução do conceito de energia na educação básica, se deve ser já nos primeiros anos do ensino fundamental ou, obrigatoriamente, no ensino médio. O próprio consentimento do tema gerador de energia mostra sua importância.

Neste trabalho adotamos o estudo do conceito no ensino de Física numa abordagem vivenciada pelo ensino médio, adotando as características implantadas pelos PCN e a Matriz de Referência do novo ENEM. Contudo, o MEC, fundamentado na LDB, forma um perfil de ensino voltado a dar significado ao conhecimento adquirido na escola, através de contextualização e impedir uma compartimentalização dos conteúdos adotados na educação básica, pela interdisciplinaridade. Em consonância, os autores Auth e Angotti (2001, p. 204) relatam que, devido ao potencial unificador que o conceito de energia tem entre as ciências, este articula “tópicos de uma área interdisciplinar” e situa as “relações com temas de outras áreas, em nível interdisciplinar”.

Logo, esse conceito é primordial para a compreensão da maioria dos fenômenos naturais ocorridos no meio ambiente, presente nas perspectivas atuais do ensino de Ciências Naturais e suas Tecnologias (Física, Biologia e Química), entre outras.

Vários autores (SEVILLA SEGURA, 1986; PÉREZ - LANDAZÁBEL et al.,1995) acentuam que o conceito de energia está entrelaçado às diferentes partes da Física (ASSIS e TEIXEIRA, 2003). Portanto, o professor de Física deve tratar de modo contextualizado esse tema, a fim de promover um convívio social do seu aluno nas diferentes modalidades, principalmente no sentido do enfoque Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente (CTSA).

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.

Portanto, se queremos entender o conceito de energia conforme vem sendo tratado nas provas do ENEM, 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.

Porém, há, sem dúvida, um cuidado ao tratar das formas e fontes de energia, por parte do professor, seja ele de Física, Química ou Biologia, entre outros, pois estudos de Solbes e

Tarin (1998, apud ASSIS e TEIXEIRA, 2001) mostram problemas na concepção do aluno em distinguir formas de energia das fontes energéticas e transformação das transferências de energia. Embora possamos encontrar erros nos próprios livros didáticos, como por exemplo, chamar o petróleo de uma forma de energia, sabe-se que o petróleo, assim como seus derivados são fontes energéticas e não formas de energia.

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 3 – Formas e fontes de energia

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

Fonte: Coleção Física em contextos – pessoal – social – histórico, 2010.

4.2 Energia e suas transformações nos PCNEM - Física

Como foi visto, a interdisciplinaridade faz parte dos caminhos a serem percorridos pelo desenvolvimento da aprendizagem voltada para a metodologia do ensino médio atual, envolvendo práticas de ensino, cada vez mais próximas da relação do ser humano com a sociedade e a tecnologia, por meio, não somente das Ciências da Natureza (Física, Biologia e Química), mas de sua interação entre as Ciências Humanas e a área de Linguagens e Códigos.

Atualmente, o conceito de energia para o ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, adotado no ensino médio, com ênfase nos PCNEM, PCN+ e na Matriz de Referência do novo ENEM, tem um papel importante no que se refere na aprendizagem do aluno, visto que sua abordagem está entrelaçada à formação do cidadão atuante numa sociedade contemporânea que lhe garanta uma autonomia para continuar com seus estudos futuros, tendo, hoje, como “porta de entrada”, o novo ENEM.

Esse conceito tem uma abrangente interação das Ciências Naturais, devido ao seu potencial de unificação entre as áreas da Física, Biologia e Química, além de envolver vários contextos: social, econômico, ambiental, histórico, cultural, científico e tecnológico. Com isso, os PCNEM adotam a interdisciplinaridade para o conceito de energia do seguinte modo:

Uma compreensão atualizada do conceito de energia, dos modelos de átomo e de moléculas, por exemplo, não é algo “da Física”, pois é igualmente “da Química”, sendo também essencial à Biologia molecular, num exemplo de conceitos e modelos que transitam entre as disciplinas. A poluição ambiental, por sua vez, seja ela urbana ou rural, do solo, das águas ou do ar, não é algo só “biológico”, só “físico” ou só “químico”, pois o ambiente, poluído ou não, não cabe nas fronteiras de qualquer disciplina, exigindo, aliás, não somente as Ciências da Natureza, mas também as Ciências Humanas, se pretender que a problemática efetivamente sócio-ambiental possa ser mais adequadamente equacionada, num exemplo da interdisciplinaridade imposta pela temática real (BRASIL, 1999, p. 9).

É com a interdisciplinaridade realizada pelas Ciências da Natureza que podemos integrar o conceito de Energia e suas transformações no ensino da educação básica, mediante a contextualização feita pela Física, Química e Biologia, através do princípio de conservação de energia, fontes e formas de energia, além da transformação e transferência energética. Não cabe restringir o conhecimento de Energia e suas transformações às Ciências da Natureza, embora sejam as principais disseminadoras desse conhecimento, deve haver uma estreita proximidade entre esta e as Ciências Humanas, Linguagem e Código, bem como a Matemática.

Nos PCNEM, os objetivos de cada uma das áreas de conhecimento são subagrupados em competências e habilidades, a representação e comunicação têm uma relação mais próxima da área de Linguagem e Código, assim como a investigação e a compreensão com Ciências da Natureza e Matemática e contextualização sociocultural com as Ciências Humanas, embora necessite haver uma interação entre si, como veremos mais adiante. Abaixo segue o conjunto de competências e habilidades propostas pelos PCNEM:

Representação e comunicação

Desenvolver a capacidade de comunicação.

Ler e interpretar textos de interesse científico e tecnológico.

Interpretar e utilizar diferentes formas de representação (tabelas, gráficos, expressões, ícones...).

Expressar-se oralmente com correção e clareza, usando a terminologia correta.

Produzir textos adequados para relatar experiências, formular dúvidas ou apresentar conclusões.

Utilizar as tecnologias básicas de redação e informação, como computadores.

Identificar variáveis relevantes e selecionar os procedimentos necessários para a produção, análise e interpretação de resultados de processos e experimentos científicos e tecnológicos.

Identificar, representar e utilizar o conhecimento geométrico para aperfeiçoamento da leitura, da compreensão e da ação sobre a realidade.

Identificar, analisar e aplicar conhecimentos sobre valores de variáveis, representados em gráficos, diagramas ou expressões algébricas, realizando previsão de tendências, extrapolações e interpolações e interpretações.

Analisar qualitativamente dados quantitativos representados gráfica ou algebricamente relacionados a contextos sócio-econômicos, científicos ou cotidianos.

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.

Formular questões a partir de situações reais e compreender aquelas já enunciadas.

Desenvolver modelos explicativos para sistemas tecnológicos e naturais.

Utilizar instrumentos de medição e de cálculo.

Procurar e sistematizar informações relevantes para a compreensão da situação-problema.

Formular hipóteses e prever resultados.

Elaborar estratégias de enfrentamento das questões.

Interpretar e criticar resultados a partir de experimentos e demonstrações.

Articular o conhecimento científico e tecnológico numa perspectiva interdisciplinar.

Entender e aplicar métodos e procedimentos próprios das Ciências Naturais.

Compreender o caráter aleatório e não determinístico dos fenômenos naturais e sociais e utilizar instrumentos adequados para medidas, determinação de amostras e cálculo de probabilidades.

Fazer uso dos conhecimentos da Física, da Química e da Biologia para explicar o mundo natural e para planejar, executar e avaliar intervenções práticas.

Aplicar as tecnologias associadas às Ciências Naturais na escola, no trabalho e em outros contextos relevantes para sua vida.

Contextualização sociocultural

Compreender e utilizar a ciência, como elemento de interpretação e intervenção, e a tecnologia como conhecimento sistemático de sentido prático.

Utilizar elementos e conhecimentos científicos e tecnológicos para diagnosticar e equacionar questões sociais e ambientais.

Associar conhecimentos e métodos científicos com a tecnologia do sistema produtivo e dos serviços.

Reconhecer o sentido histórico da ciência e da tecnologia, percebendo seu papel na vida humana em diferentes épocas e na capacidade humana de transformar o meio.

Compreender as ciências como construções humanas, entendendo como elas se desenvolveram por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade.

Entender a relação entre o desenvolvimento de Ciências Naturais e o desenvolvimento tecnológico e associar as diferentes tecnologias aos problemas que se propuser e se propõe solucionar.

Entender o impacto das tecnologias associadas às Ciências Naturais, na sua vida pessoal, nos processos de produção, no desenvolvimento do conhecimento e na vida social (BRASIL, 1999, p. 12-13).

A Física permite desenvolver novas fontes de energia, bem como investigar tecnologias avançadas para um aproveitamento sustentável. É nesse contexto que essa Ciência está inserida para ser trabalhada na escola, permitindo que o jovem seja capaz de interpretar fenômenos naturais, tais como a conservação de energia, e de intervir nos problemas sociais como, por exemplo, os impactos ambientais causados pela geração de energia elétrica.

4.3 Energia e suas transformações nos PCN+ - Física

As Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) – Física respondem algumas perguntas para tentar esclarecer o ensino de Física desejado pelo Ministério da Educação através do PCNEM:

1. Quais os caminhos para concretizar as propostas apresentadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais do ensino médio?
2. Quais competências em Física devem ser privilegiadas, levando em conta os objetivos formativos desejados para a ação escolar?
3. Como se articulam habilidades e competências, com os conhecimentos a serem trabalhados?
4. Como organizar o trabalho escolar e que critérios privilegiar para definir prioridades e sequências?
5. Quais estratégias para o ensino de Física favorecem o desenvolvimento das competências e habilidades, nas unidades temáticas propostas? (BRASIL, 2002, p.1).

A primeira pergunta ressalta a mudança do ensino de Física na educação básica, orientando o tratamento dessa disciplina mediante as competências necessárias à vida do jovem egresso da educação básica. A segunda faz um detalhamento das competências gerais desejadas na Física, bem como seus sentidos e exemplos. A terceira descreve os temas estruturadores para o ensino de Física e indica alguns objetivos relacionados a cada um dos temas. A quarta propõe várias organizações dos trabalhos escolares para as sequências dos temas estruturadores diante dos critérios de cada instituição escolar. A quinta elenca inúmeras estratégias para o ensino de Física tais como: o mundo vivencial, concepção de mundo dos alunos, o sentido da experimentação, formas de expressão do saber da Física, resolução de problemas, a Física como cultura e a responsabilidade social.

Conforme é visto nos PCN+ Física a forma de como é abordado o conceito de Energia e suas transformações, detalhadamente, para uma maior integração entre Ciências da Natureza, Linguagem e Código e Ciências Humanas estabelece as competências em Física do seguinte modo:

[...] competências relacionadas principalmente com a investigação e compreensão dos fenômenos físicos, enquanto há outras que dizem respeito à utilização da linguagem física e de sua comunicação, ou, finalmente, que tenham a ver com sua contextualização histórica e social (BRASIL, 2002, p. 6).

Os quadros a seguir, retirados dos PCN+ Física e modificados, especificamente numa abordagem introdutória ao conceito de Energia e suas transformações, mostram as competências gerais e os sentidos de cada uma, bem como alguns exemplos relacionados à energia sobre as referidas competências, necessitando que o professor de Física trabalhe suas aulas nesse contexto, a fim de promover um ensino voltado para as propostas do MEC.

Quadro 4 - Representação e comunicação

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 British Thermal Unit (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.
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 termoeletrica, 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 termoeletrica no Brasil.

Fonte: adaptado do MEC/INEP, 2002.

Quadro 5 - Investigação e compreensão

(continua)

COMPETÊNCIAS GERAIS	SENTIDO	EXEMPLOS
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 calorías para exercício de atividades esportivas.

Quadro 5 - Investigação e compreensão		
(conclusão)		
COMPETÊNCIAS GERAIS	SENTIDO	EXEMPLOS
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, 2002.

Quadro 6 - Contextualização sociocultural

COMPETÊNCIAS GERAIS	SENTIDO	EXEMPLOS
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.
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, 2002.

Ainda nos PCN+ - Física o tema estruturador 1 (movimentos: variações e conservações) tem-se a unidade 1.3 (Energia e potência associadas aos movimentos) com objetivos específicos a Energia e suas transformações que são:

Identificar formas e transformações de energia associadas aos movimentos reais, avaliando, quando pertinente, o trabalho envolvido e o calor dissipado, como, por exemplo, em uma freada ou em uma derrapagem (BRASIL, 2002, p. 22).

Concomitante aos objetivos citados acima, está o tema estruturador 2 (Calor, Ambiente e Formas e Usos de Energia) que enfoca mais alguns através da unidade 2.4 (Energia: produção para uso social) que são:

- Identificar as diferentes fontes de energia (lenha e outros combustíveis, energia solar etc.) e processos de transformação presentes na produção de energia para uso social;
- Identificar os diferentes sistemas de produção de energia elétrica, os processos de transformação envolvidos e seus respectivos impactos ambientais, visando escolhas ou análises de balanços energéticos;
- Acompanhar a evolução da produção, do uso social e do consumo de energia, relacionando-os ao desenvolvimento econômico, tecnológico e à qualidade de vida, ao longo do tempo. (BRASIL, 2002, p. 24)

4.4 Contextualizações de Energia e suas transformações

Para contextualizarmos Energia e suas transformações tomemos como referência o conjunto de competências (representação e comunicação, investigação e compreensão, contextualização sociocultural) mencionadas pelos PCNEM e complementadas no PCN+ na área de Física.

Utilizaremos conhecimentos de Energia e suas transformações abordados nas questões das provas dos ENEM, bem como alguns conhecimentos necessários como história e filosofia dessa temática, a fim de obter uma visão mais ampla nas discussões requisitadas pelo processo de avaliação do exame.

4.4.1 Representação e comunicação

- Reconhecer e utilizar adequadamente na forma oral e escrita, símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica.

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 7 – 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, 2012.

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

Figura 2 – 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: Ministério da Saúde, 2011.

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 $1\text{cal}=4,18\text{J}$.

- Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas.

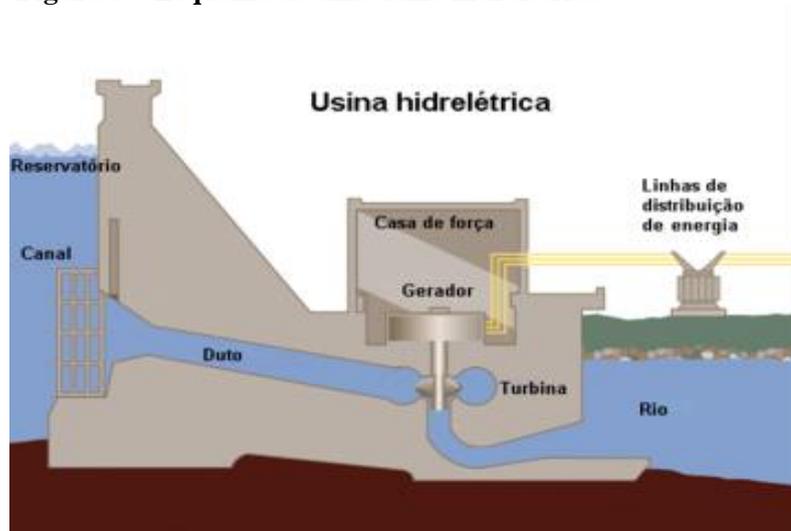
Para entender o conhecimento de Energia e suas transformações é preciso a interpretação das várias conversões de energia térmica, elétrica, mecânica, química, etc., mediante esquemas e diagramas que representem os diversos meios de transformação de energia. A maior parte das discussões sobre geração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

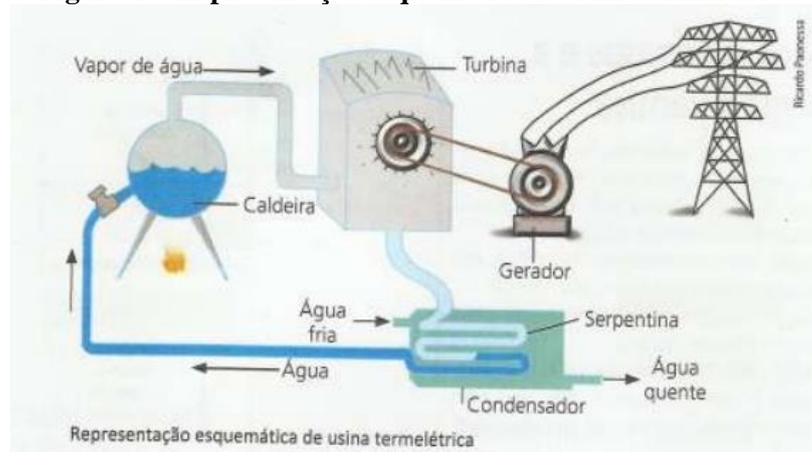
Figura 3 – Esquema de uma usina hidrelétrica



Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Usina_hidrel%C3%A9trica,2003.

Usina termoelétrica – 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.

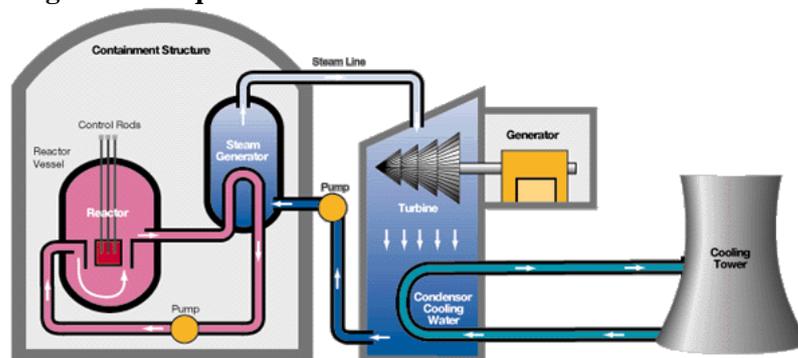
Figura 4 – Representação esquemática de usina termelétrica



Fonte: Coleção Quanta Física, 2010.

Usina nuclear – tem o mesmo processo que uma usina termoelétrica, 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.

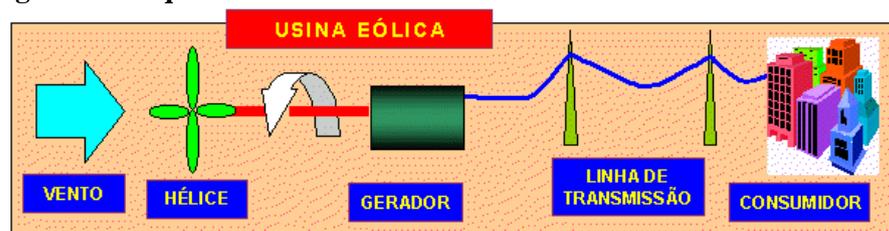
Figura 5 – Esquema básico de uma usina nuclear



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.

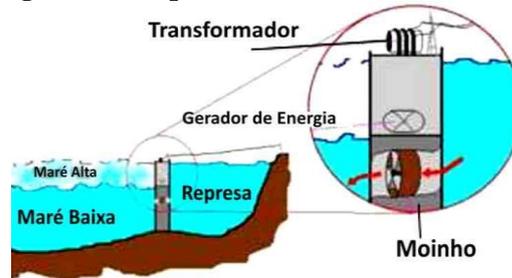
Figura 6 – Esquema usina eólica



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 uso do movimento das marés alta e baixa para produzir energia elétrica, através da energia potencial gravitacional e cinética das águas dos oceanos.

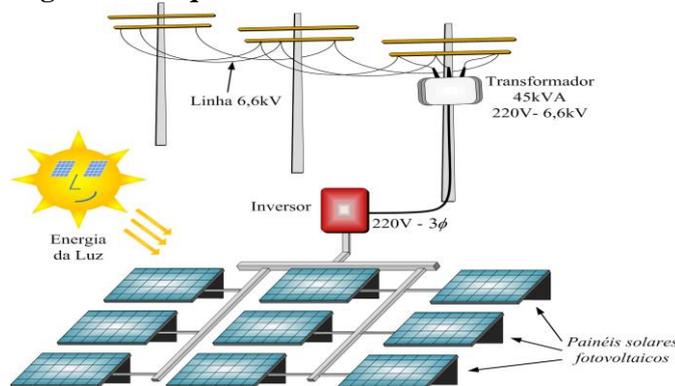
Figura 7 – Esquema usina maremotriz



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 8 – Esquema usina solar



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

- Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de C&T veiculados por diferentes meios.

A obtenção de energia, mais precisamente energia elétrica, através dos diversos meios de transformações: hidrelétrica, termelétrica, nuclear, eólica, solar, etc., gera um grande diálogo na sociedade moderna em que vivemos, pois o seu uso é imprescindível hoje em dia nas atividades cotidianas da humanidade e no desenvolvimento econômico de uma nação. Portanto, discussões em volta da geração de energia é sempre um tema de grande relevância para sociedade.

Contudo, reportagens, textos científicos, jornais, entre outros, são meios de comunicação que podem veicular informações pertinentes a novas discussões em relação à

obtenção de energia, buscando melhorias mediante tecnologias atuais e fontes energéticas menos poluentes.

A seguir, mostraremos alguns temas de textos que abordam discussões inerentes aos processos de geração de energia elétrica, tais temas encontram-se no anexo B.

Texto 1 – Satélites solares podem se tornar uma solução para obtenção de energia no futuro

Texto 2 – Energia renovável chegará a 46% no Brasil até 2020

Texto 3 – Vento e sol geram energia econômica e mudam paisagens no Brasil

- Elaborar comunicações orais ou escritas para relatar, analisar e sistematizar eventos, fenômenos, experimentos, questões, entrevistas, visitas, correspondências.

Após vivenciar algumas atividades práticas como experimentos, fenômenos, eventos visitas, entrevistas, entre outros, é essencial elaborar comunicações orais ou escritas, a fim de descrever e analisar o que foi visto. Em Energia e suas transformações, podemos fazer uso dessas atividades práticas para entender alguns significados do conhecimento dessa temática como a conversão, a transferência, as fontes e as formas de energia.

Nesse sentido, podemos exemplificar duas atividades práticas realizadas no contexto de energia.

1. Experimento transformação de energia mecânica em energia elétrica

Quadro 8 – Experimento de transformação de energia

(continua)

Materiais	Procedimentos
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	Ligue o LED aos terminais do motor DC (Figura 4.1). Verifique a polaridade. <div data-bbox="970 1715 1305 2022" style="text-align: center;">  <p data-bbox="979 1966 1295 2011">Figura 4.1 – Montagem do motor elétrico e o LED</p> </div>

Quadro 8 – Experimento de transformação de energia	
(conclusão)	
Materiais	Procedimentos
	<p>Gire o eixo do motor manualmente (Figura 4.2).</p>  <p style="text-align: center;"><i>Figura 4.2 – Girando o eixo do motor</i></p> <p>Observe o que acontece.</p>

Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/13996/open/file/etapas1.html>, 2012.

2. Entrevista

Texto 4 – Bermann: “A energia hidrelétrica não é limpa, nem barata”

- Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de C&T.

Desenvolver um pensamento intelectual e crítico é um dos objetivos educacionais proposto pela LDB/96, contudo, podemos construir argumentos através de análise de textos de C&T. Esses textos em relação à Energia e suas transformações têm uma divulgação muito frequente na mídia pela internet, jornais, revistas, etc.

Com isso, seguem alguns temas abaixo, pertinentes à geração de energia, uso e formas de Energia promissoras:

1. Energia e o meio ambiente
2. Fontes renováveis de energia
3. Racionamento e consumo de energia elétrica.

4.4.2 Investigação e compreensão

- Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la.

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 para a geração de energia, mesmo havendo 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)

- Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações; identificar regularidades, invariantes e transformações.

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:



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

- 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.

Opção correta (C)

- Selecionar e utilizar instrumentos de medição e de cálculo, representar dados e utilizar escalas, fazer estimativas, elaborar hipóteses e interpretar resultados.

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 a 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.

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

2. Calcular a energia potencial gravitacional de um ar condicionado de 20kg instalado a uma altura de 2m, sabendo-se que a gravidade de 9,8m/s².

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

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

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

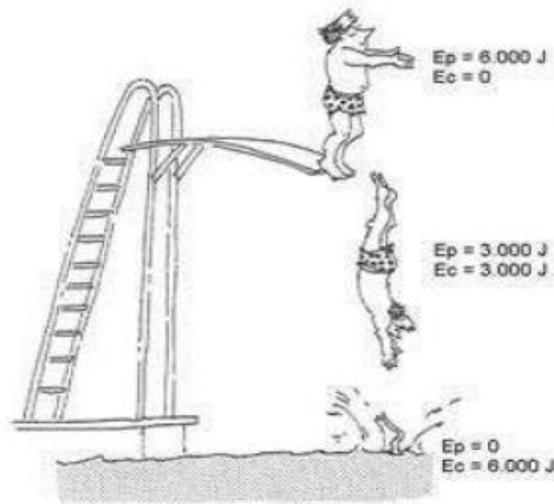
4. Calcular a energia mecânica de um corpo de 5kg caindo a velocidade de 2m/s a uma altura de 4m, sabendo-se que a gravidade é de 9,8m/s² e não há forças dissipativas atuando no corpo.

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

- Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos.

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 temos: as somas das energias potenciais mais as energias cinéticas são iguais no início, meio e fim do movimento.

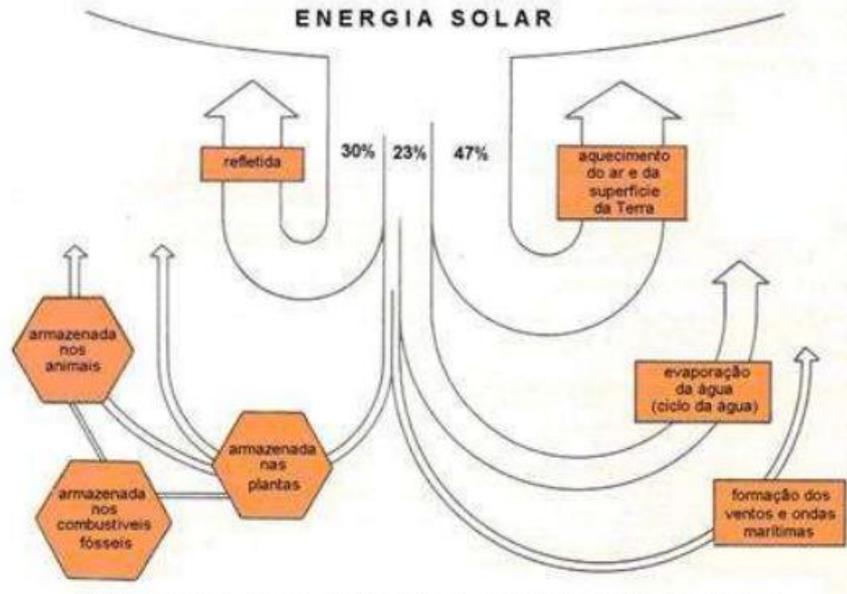
Figura 9 – Modelo explicativo da transformação de energia



Fonte: http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/index.aspx, 2012.

A principal fonte de energia da terra é o Sol, pois 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 10 – Esquema de distribuição de energia solar que chega à terra



Fonte: http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/index.aspx, 2012.

- Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento.

O exercício da cidadania não é uma prática social isolada na área de Ciências Humanas, mas, sim, envolve 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 11 – Fluxo de energia



Fonte: AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R., 2004.

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

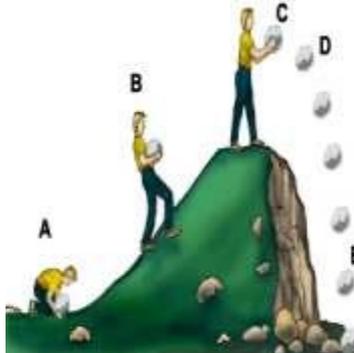
Figura 12 – Ciclo de ligação química



Fonte: <http://planetajardim.blogspot.com.br/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 13 – Transferência de energia



Fonte: <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/energia-mecanica/index.php>, 2012.

4.4.3 Contextualização sociocultural

- Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social.

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 (2012).

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 seleto 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).

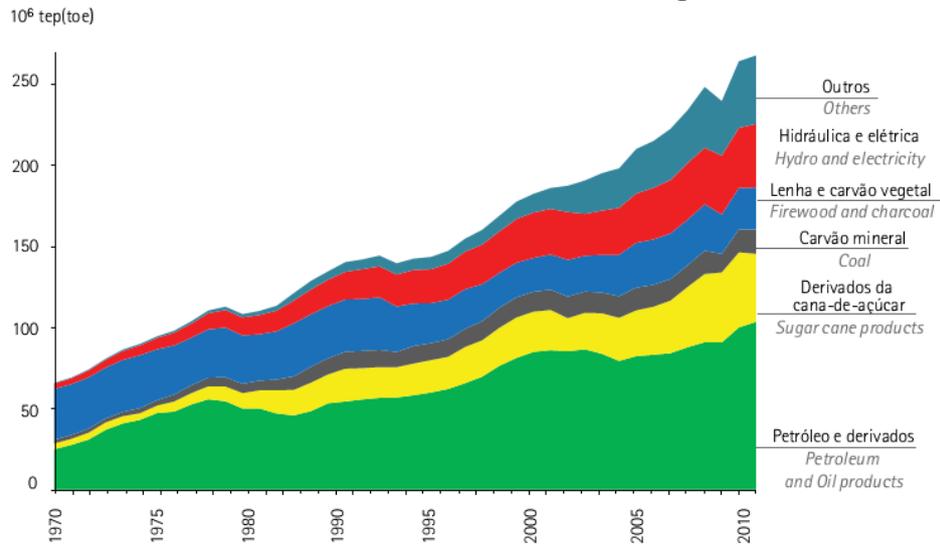
2005 - Produção do biodiesel. A primeira usina brasileira de produção do biodiesel é inaugurada em Cássia (MG). O navio-plataforma P-34 extrai o primeiro óleo da camada Pré-sal, no Campo de Jubarte, na Bacia de Campos (RJ).

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.

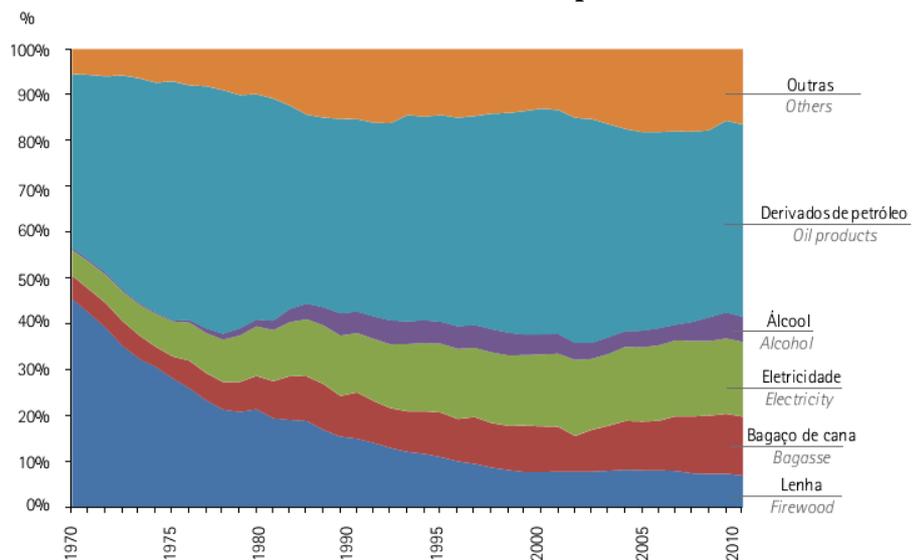
Por fim, o Balanço Energético Nacional traz relatórios anuais para entender a situação energética que o país tem através da matriz energética. Contudo, abaixo seguem dois gráficos que ilustram bem a oferta interna de energia e o consumo final por fonte ao longo da história.

Gráfico 4 – Oferta Interna de Energia



Fonte: Relatório final Balanço Energético Nacional, 2012.

Gráfico 5 – Consumo Final por Fonte



Fonte: Relatório final Balanço Energético Nacional, 2012.

- Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea.

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, por meio do 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.

- 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.

Energia e suas transformações estão presentes nas questões sociais em relação ao Meio Ambiente. Este, por sua vez, tem um papel precípua 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 temas de textos sobre tecnologias atuais usadas na geração de energia, que podem erradicar ou minimizar os problemas energéticos da humanidade.

Texto 5 – Pesquisadores criam energia elétrica a partir de vírus

Texto 6 – Bateria transforma ar em líquido para armazenar energia eólica

- Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.

Seguem em discurso oito situações-problema, a fim de despertar um significado do desenvolvimento científico e tecnológico e suas relações no exercício da cidadania com a temática de Energia e suas transformações:

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 termoelétrica tem rendimento em torno de 30%, já a hidrelétrica 90%, segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Conclui-se que a termoelétrica 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 termoelétrica 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 comparativo de energia por passageiro.

5 ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA ADOTADOS PELO PNLD/2012 ENVOLVENDO ENERGIA E SUAS TRANSFORMAÇÕES NO NOVO ENEM

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 a cada três anos pelo PNLEM, os Livros Didáticos de Física (LDF) mostram ser um grande investimento pelo Ministério da Educação (BRASIL, 2012).

Com isso, o governo visa a universalizar os livros didáticos nas escolas públicas para toda a educação básica, a fim de obter êxito no ensino-aprendizagem do país. Assim, as escolas públicas do Brasil têm um acervo dos LDF, na proporção de um livro de Física por aluno, logo, este instrumento de ensino está de forma abundante na rede pública de ensino, possibilitando ao físico educador um importante recurso para facilitar suas práticas pedagógicas.

Porém, há problema de uso desses LDF em sala de aula por parte dos estudantes que não têm o hábito da leitura e pelo professor devido à precariedade dos estudos desses livros em sua formação, como afirmam Garcia e Silva (2009, p. 11):

[...] Tem-se, então, uma situação que predispõe os alunos a um baixo aproveitamento dos livros, enquanto fonte de informação e de estudo, por meio da leitura. [...] os cursos de formação de professores - que atualmente pouco espaço dá ao estudo dos livros didáticos - teriam um papel relevante no sentido de discutir os conteúdos, mas também os usos dos livros de Física, preparando melhor os futuros professores para compreender como são constituídas as relações com este artefato da cultura escolar.

No entanto, os estudos dos livros didáticos por pesquisadores vêm crescendo devido a sua importância na educação brasileira. Somente a partir de 2004 foi que esses estudos ganharam um olhar voltado, não apenas para a análise exclusiva dos conteúdos que o comportam, mas, para a linguagem e metodologias, embora ainda haja a necessidade de

envolver investigações dos livros didáticos com as políticas públicas (LEITE; GARCIA; et al., 2011).

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), visando avaliar uma aprendizagem 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 Edital de licitação dos livros didáticos juntamente com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB/96). Nisso, esses LD precisam estar em consonância com as propostas do ENEM que se estruturam nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) mediante o conjunto de competências e habilidades.

Este Edital define critérios de avaliação para os títulos das Editoras e traz um Guia com manual para os professores, a fim de facilitar-lhes a escolha do livro didático de sua preferência, além das resenhas de cada uma das obras avaliadas.

Para o ensino de Física como componente regular das matrizes curriculares do ensino médio, o Edital adota uma perspectiva de superação nos conteúdos abordados nesta disciplina, de modo que haja um equilíbrio entre a Física dos cientistas e a Física escolar. Sendo assim, os LDF necessitam passar por alguns critérios de avaliação para serem aprovados pelo PNLD.

Os critérios de avaliação do PNLD 2012 foram divididos em duas partes, conforme está no Guia de LDF: “Critérios eliminatórios comuns a todas as áreas abrangidas pelo PNLD 2012” e “Critérios eliminatórios específicos para o componente curricular Física, no âmbito do PNLD 2012” (BRASIL, 2011, p. 11-15).

Para serem aprovados pelo PNLD, os LDF precisavam passar por cinco indicadores de acordo com o Edital de Convocação PNLD 2012 ensino médio (critérios): “legislação e cidadania; abordagem teórico-metodológica e proposta didático-pedagógica; conceitos, linguagens e procedimentos; manual do professor; projeto editorial” (BRASIL, 2011, p. 18-23).

São com essas exigências de avaliação que, o PNLD 2012 põe ao físico educador uma disponibilidade de dez livros didáticos de Física, julgando-se adequados aos métodos do Ministério da Educação, com o objetivo do professor escolher o que mais se aproxima da realidade de sua escola.

Logo, é inegável a contribuição dos LDF no processo de ensino-aprendizagem nessa perspectiva, tanto para o aluno que desfruta de um material de qualidade avaliado pelo PNLD, quanto para o professor que utiliza os recursos inseridos nos livros como estratégias de ensino.

Com uma oferta de dez LDF avaliados pelo PNLD 2012 e disponível ao físico educador aprovar o que mais se aproxima da realidade de sua escola, este capítulo analisa todas as amostras desses livros. Serão analisados os três volumes de todas as dez coleções no total de trinta livros, a fim de observar que aproximação eles têm com o novo ENEM. Para que isso ocorra construímos a pesquisa neste capítulo em duas etapas: a primeira consiste em analisar as questões de energia do novo ENEM mediante o conjunto de competências dos PCN+ e a segunda em avaliar as aproximações que os LDF têm com o exame.

A primeira etapa foi arquitetada do seguinte modo: elencamos a habilidade H23⁷ da Matriz de Referência 2009 para selecionar algumas questões que tratem de geração de energia elétrica nas provas do novo ENEM (2009, 2010, 2011, 2012); depois, fizemos uma triagem das competências de Física contidas nos PCN+ a serem desenvolvidas por essas questões e, com isso, relacionamos e comentamos tais competências e os LDF com as questões envolvidas.

A segunda etapa foi construída com quadros de diagnósticos dos LDF em relação às competências (PCN+), identificadas nas questões de geração de eletricidade do Novo ENEM, e comentários a respeito de cada um dos LDF nos itens em que precisam ser melhorados.

Um modo de representar as dez coleções dos LDF foi construir o quadro abaixo para identificar os títulos e as referências bibliográficas de cada editora, com isso, nomeamos com a codificação de Livro 01 a Livro 10 para relacionar cada obra.

Quadro 9 – Referências bibliográficas dos Livros Didáticos de Física usados para análise

(continua)

BIBLIOGRAFIA COMPLETA
Livro 01: GASPAR, Alberto. Compreendendo a Física. Vol 1,2,3. Editora Ática; 1ª ed, São Paulo, SP. 2011.
Livro 02: MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. Curso de Física. Vol 1,2,3. Editora Scipione. 1ª ed, São Paulo. 2011.
Livro 03: SANT'ANNA, Blaidi; MARTINI, Gloria; et al.; Conexões com a Física. Vol 1,2,3. Editora Moderna; 1ª ed, São Paulo, SP. 2011.

⁷ Avaliar possibilidades de geração, uso ou transformação de energia em ambientes específicos, considerando implicações éticas, ambientais, sociais e/ou econômicas.

Quadro 9 – Referências bibliográficas dos Livros Didáticos de Física usados para análise (conclusão)

BIBLIOGRAFIA COMPLETA

Livro 04: TORRES, Carlos Magno A.; FERRARO, Nicolau Gilberto; et al. **Física-Ciência e Tecnologia**. Vol 1,2,3. Editora Moderna; 2ª ed, São Paulo, SP. 2010.

Livro 05: KANTOR, Carlos A.; MENEZES, Luis Carlos de; ed al. **Coleção Quanta Física**. 1º, 2º, 3º ano. Editora Pueri Domus; 1ª ed, São Paulo, SP. 2010.

Livro 06: DOCA, Ricardo Helou; BISCUOLA, Guarter José; et al. **Física**. Vol 1,2,3. Editora Saraiva; 1ª ed, São Paulo, SP. 2010.

Livro 07: XAVIER, Claudio; BARRETO, Benigno. **Coleção Física aula por aula**. Vol 1,2,3. Editora FTD; 1ª ed, São Paulo, SP. 2010.

Livro 08: FILHO, Aurélio Gonçalves; TOSCANO, Carlos. **Física e realidade**. Vol 1,2,3. Editora Scipione; 1ª ed, São Paulo, SP. 2011.

Livro 09: 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.

Livro 10: YAMAMOTO, Kazuhito; FUKU, Luis Felipe. **Física para o Ensino Médio**. Vol 1,2,3. Editora Saraiva; 1ª ed, São Paulo, SP. 2010.

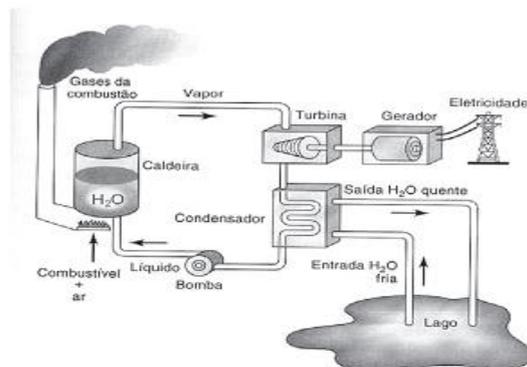
Fonte: Referências citadas, 2012.

Para identificarmos a intensidade da aproximação dos LDF ao novo ENEM, construímos a tabela 3 com os conceitos de FORTE, quando o livro apresentam inúmeros aspectos relevantes ao conjunto de competências dos PCN+, e FRACO, quando têm poucos desses aspectos. Contudo, para entendermos as análises desses conceitos, construímos quadros com os diagnósticos de cada um dos livros estudados, referentes ao conjunto de competências dos PCN+ identificadas nas questões de geração de eletricidade contidas nas provas do novo ENEM, conforme a habilidade H23 do objeto de conhecimento Energia da Matriz de Referência 2009. Tais conceitos serão atribuídos aos livros analisados nesta pesquisa referentes, apenas, à temática de energia.

5.1 Questões de Energia e suas transformações do novo ENEM por meio da Habilidade H23

1. (ENEM/2009)

O esquema mostra um diagrama de bloco de uma estação geradora de eletricidade abastecida por combustível fóssil.



HINRICHS, R. A.; KLEINBACH, M. Energia e meio ambiente. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003 (adaptado).

Se fosse necessário melhorar o rendimento dessa usina, que forneceria eletricidade para abastecer uma cidade, qual das seguintes ações poderia resultar em alguma economia de energia, sem afetar a capacidade de geração da usina?

- Reduzir a quantidade de combustível fornecido à usina para ser queimado.
- Reduzir o volume de água do lago que circula no condensador de vapor.
- Reduzir o tamanho da bomba usada para devolver a água líquida à caldeira.
- Melhorar a capacidade dos dutos com vapor conduzirem calor para o ambiente.
- Usar o calor liberado com os gases pela chaminé para mover um outro gerador.

Quadro 10 – Competências em Física (PCN+) presentes nesta questão

Representação e comunicação	I.1 – Reconhecer e utilizar adequadamente na forma oral e escrita símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica. I.2 – Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas. I.5 – Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de C&T.
Investigação e compreensão	II.1 – Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la. II.2 – Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações; identificar regularidades, invariantes e transformações. II.4 – Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos.
Contextualização sociocultural	III.2 – Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea. III.3 – 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. III.4 – Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.

Fonte: MEC/INEP, 2002.

Relacionando as competências em Física (PCN+) com a questão:

Representação e comunicação – Compreender o esquema de uma estação geradora de eletricidade abastecida por combustível fóssil. Argumentar sobre o melhor rendimento dessa usina.

Investigação e compreensão – Identificar a fonte de energia, processo envolvido e seu efeito. Reconhecer a relação entre fonte e forma de energia presentes na questão. Identificar a conservação e a transformação de energia térmica em elétrica.

Contextualização sociocultural – Entender o aproveitamento dos recursos energéticos pela sociedade. Compreender o desenvolvimento de ciência e tecnologia atual na geração de energia elétrica através da energia térmica. Ser capaz de propor melhoria no rendimento de uma usina termelétrica, em função de seu papel social.

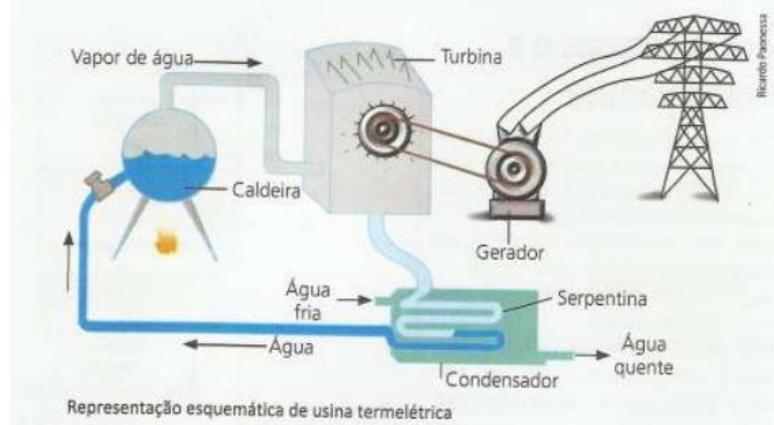
Comentário – Reduzir a quantidade de combustível fornecido à usina, ou o volume da água do lago que circula no condensador, ou o tamanho da bomba usada para devolver a água líquida à caldeira da usina pode economizar energia, porém, afetaria a capacidade de geração da usina e a condução de calor para o ambiente, piorando o seu rendimento. Como a usina descrita na questão é termelétrica, transforma energia térmica (calor) em energia elétrica,

pode-se aproveitar o calor liberado com os gases pela chaminé para mover outro gerador, alternativa de letra (E).

Relacionando os LDF com a questão:

No Livro 05 tem-se uma representação esquemática de usina termelétrica, conforme figura 14, que aproveita boa parte do calor contido no vapor de água, obtendo, assim, um bom rendimento na geração de eletricidade.

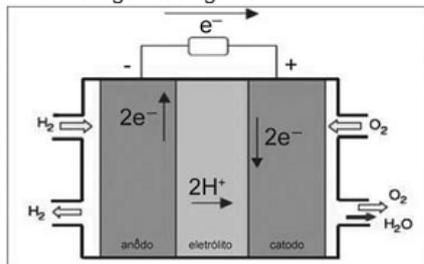
Figura 14 – Representação esquemática de usina termelétrica



Fonte: Coleção Quanta Física (2010).

2. (ENEM/2010)

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



VILLULLAS, H. M.; TICIANELLI, E. A.; GONZÁLEZ, E. R. Química Nova Na Escola, Nº15, maio 2002.

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

transforma energia química em energia elétrica, sem causar danos ao meio ambiente, porque o principal produto formado é a água.

libera a energia química contida nas moléculas componentes em energia térmica, sem que ocorra a produção de gases poluentes nocivos ao ambiente.

transforma energia química em energia elétrica, porém emite gases poluentes da mesma forma que a liberação de energia a partir dos combustíveis fósseis.

libera a energia elétrica proveniente dos combustíveis fósseis em energia química, retraindo os gases poluentes produzidos no processo sem alterar a qualidade do meio ambiente.

Quadro 11 – Competências em Física (PCN+) presentes nesta questão

(continua)

<p>Representação e comunicação</p>	<p>I.1 – Reconhecer e utilizar adequadamente na forma oral e escrita símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica. I.2 – Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas,</p>
------------------------------------	--

Quadro 11 – Competências em Física (PCN+) presentes nesta questão	
	(conclusão)
Representação e comunicação	diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas. I.3 – Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de C&T veiculados através de diferentes meios. I.5 – Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de C&T.
Investigação e compreensão	II.1 – Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la. II.2 – Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações; identificar regularidades, invariantes e transformações. II.4 – Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos. II.5 – Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento.
Contextualização sociocultural	III.1 – Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social. III.2 – Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea. III.3 – 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. III.4 – Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.

Fonte: MEC/INEP, 2002.

Relacionando as competências em Física (PCN+) com a questão:

Representação e comunicação – Reconhecer símbolos como H_2, O_2, H_2O, H^+, e^- . Interpretar o texto de ciência e tecnologia contido na questão. Ler e interpretar o esquema da figura da questão. Argumentar sobre a diferença da produção de energia elétrica pela célula a combustível hidrogênio/oxigênio dos processos convencionais.

Investigação e compreensão – Identificar a fonte de energia, processo envolvido e seu efeito. Reconhecer a relação entre fonte e forma de energia. Articular o fenômeno da Química com a Física. Identificar a conservação e transformação de química em elétrica.

Contextualização sociocultural – Entender que o crescimento da produção de energia elétrica ao longo do tempo tem influenciado o progresso da humanidade e prejuízos ao meio ambiente. Compreender a importância da nova tecnologia da geração de energia elétrica para a sociedade. Acompanhar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo.

Comentário: a busca por energia elétrica promove novas tecnologias, a utilização das células a combustível hidrogênio/oxigênio é uma tecnologia nova que deverá ganhar espaço nos próximos anos.

Relacionando os LDF com a questão:

Não encontramos textos referentes à geração de energia elétrica pela célula a combustível hidrogênio/oxigênio nos LDF, porém, podemos observar como funciona o processo de geração de eletricidade através da energia química no Livro 09 com a figura 15.

Figura 15 – Conceito de energia química



Fonte: Coleção Física em contextos – pessoal – social – histórico, 2010.

3. (ENEM/2010)

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?

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

Quadro 12 – Competências em Física (PCN+) presentes nesta questão

(continua)

Representação e comunicação	I.1 – Reconhecer e utilizar adequadamente na forma oral e escrita símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica. I.3 – Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de C&T veiculados através de diferentes meios. I.5 – Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de C&T.
Investigação e compreensão	II.1 – Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la. II.2 – Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações; identificar regularidades, invariantes e transformações.

Quadro 12 – Competências em Física (PCN+) presentes nesta questão	
	(conclusão)
Investigação e compreensão	II.5 – Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento.
Contextualização sociocultural	III.2 – Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea. III.3 – 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. III.4 – Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.

Fonte: MEC/INEP, 2002.

Relacionando as competências em Física (PCN+) com a questão:

Representação e comunicação – Analisar e interpretar o texto da questão. Argumentar sobre a melhor obtenção de energia na região.

Investigação e compreensão – Identificar transformações de energia. Reconhecer a relação de fonte e forma de energia. Interagir a teoria da transformação de energia com os impactos ao meio ambiente.

Contextualização sociocultural – Entender o uso dos recursos energéticos pela sociedade. Compreender e ser capaz de propor solução ao problema social sobre energia.

Comentário – as instalações de usinas geradoras de energia elétricas precisam passar por uma análise territorial cuidadosa, principalmente nos requisitos do prejuízo ao ambiente e eficiências dos recursos naturais ofertados. A questão discute o melhor modo de instalar uma usina elétrica através de recursos naturais e o meio territorial, de acordo com as ofertas energéticas descritas no texto. A melhor forma de se obter energia é implantando placas fotovoltaicas devido à incidência solar alta em todo o ano nesta cidade; já as outras formas não são viáveis, pois a instalação de uma usina hidroelétrica provocaria inundação devido à pequena extensão do território da cidade; a eólica, pela insuficiência de ventos provocada pelos vales e o alto investimento na usina nuclear. Assim sendo, a alternativa que melhor justifica a resposta da questão é a letra (D).

Relacionando os LDF com a questão:

No Livro 07 a figura 17 mostra como funciona um sistema de geração fotovoltaica em energia elétrica e no Livro 10, a figura 18 mostra a oferta da Energia solar.

Figura 16 – Esquema energia solar fotovoltaica



Fonte: Coleção Física aula por aula, 2010.

Figura 17 – Energia solar

ENERGIA SOLAR

A energia que absorvemos dos alimentos tem origem no Sol — uma estrela com cerca de 5 bilhões de anos. Embora esteja a 150 milhões de quilômetros de distância, o astro-rei continua sendo a principal fonte energética de nosso planeta. Essa energia, que chega à Terra na forma de ondas eletromagnéticas, surge devido aos processos de fusão nuclear que ocorrem no interior do Sol. Basicamente, o processo envolve quatro núcleos de átomos de hidrogênio que se transformam em um núcleo de hélio.

A oferta de energia é enorme: chega à ordem de grandeza de 10^{27} J em cada segundo. Se essa quantidade toda fosse transformada em energia elétrica, seria o suficiente para atender uma residência por dezenas de quatrilhões de anos! Mas só conseguimos captar uma ínfima parcela dessa energia. Desse total:

- somente 1 trilionésimo (10^{-12}) é usado por vegetais na fotossíntese;
- é necessário 1 bilionésimo (10^{-9}) dessa energia para evaporar as águas da hidrosfera, aquecer o solo e produzir movimentos do ar na atmosfera.

O processo de fusão nuclear do Sol gera um saldo energético que surge da transformação da matéria em energia, como postula a mais famosa equação da física, proposta por Albert Einstein (1879-1955): $E = mc^2$, na qual E é a energia, m a massa e c a velocidade da luz.

Ciência Hoje. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/colunas/fisica-sem-misterio/a-energia-em-nossas-vidas>>. Acesso em: 24 mar. 2010.

Em um dia claro, a potência incidente do Sol é de 750 W em cada metro quadrado. Em países de grande extensão e baixas latitudes como o Brasil, essa energia é facilmente aproveitada...

... em coletores solares e placas fotovoltaicas, que são instalados em telhados ou em áreas rurais.

Fonte: Física para o Ensino Médio, 2010.

4. (ENEM/2011)

Um dos processos usados no tratamento do lixo é a incineração, que apresenta vantagens e desvantagens. Em São Paulo, por exemplo, o lixo é queimado a altas temperaturas e parte da energia liberada é transformada em energia elétrica. No entanto, a incineração provoca a emissão de poluentes na atmosfera.

Uma forma de minimizar a desvantagem da incineração, destacada no texto, é

- A** aumentar o volume do lixo incinerado para aumentar a produção de energia elétrica.
- B** fomentar o uso de filtros nas chaminés dos incineradores para diminuir a poluição do ar.
- C** aumentar o volume do lixo para baratear os custos operacionais relacionados ao processo.
- D** fomentar a coleta seletiva de lixo nas cidades para aumentar o volume de lixo incinerado.
- E** diminuir a temperatura de incineração do lixo para produzir maior quantidade de energia elétrica.

Quadro 13 – Competências em Física (PCN+) presentes nesta questão

Representação e comunicação	I.1 – Reconhecer e utilizar adequadamente na forma oral e escrita símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica. I.3 – Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de C&T veiculados através de diferentes meios. I.5 – Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de C&T.
Investigação e compreensão	II.1 – Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la. II.2 – Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações; identificar regularidades, invariantes e transformações. II.5 – Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento.
Contextualização sociocultural	III.1 – Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social. III.2 – Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea. III.3 – 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. III.4 – Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.

Fonte: MEC/INEP, 2002.

Relacionando as competências em Física (PCN+) com a questão:

Representação e comunicação – Interpretar o texto de ciência e tecnologia contido na questão. Argumentar uma forma de minimizar a desvantagem da incineração.

Investigação e compreensão – Identificar a fonte de energia, o processo envolvido e seu efeito. Reconhecer a relação entre fonte e forma de energia. Articular o conhecimento sobre transformação de energia térmica em elétrica, realizada pela incineração do lixo com poluição atmosférica.

Contextualização sociocultural – Entender que um dos processos no tratamento do lixo chamado de incineração pode promover vantagem e desvantagem para a sociedade. Promover

situações que contribuam para a melhoria das condições de vida da cidade onde vive. Acompanhar o desenvolvimento tecnológico do tratamento do lixo de uma cidade.

Comentário – A questão envolve geração de energia elétrica através da energia térmica provinda da incineração do lixo, porém, deseja-se saber alguma forma para minimizar a poluição emitida pelos poluentes na atmosfera, portanto, os usos de filtros nas chaminés dos incineradores podem diminuir a poluição do ar, opção correta, letra (B).

Relacionando os LDF com a questão:

Não encontramos textos referentes à geração de energia elétrica pela incineração do lixo, mas o processo é o mesmo encontrado na usina termelétrica, portanto, a figura 14 do Livro 05 já mencionada na questão 1 deste capítulo subsidia o aluno a entender o processo de transformação de energia térmica em elétrica, embora a resposta dessa questão envolva a poluição atmosférica produzida pelos gases emitidos na incineração do lixo.

5. (ENEM/2012)

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

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

Quadro 14 – Competências em Física (PCN+) presentes nesta questão 5

(continua)

Representação e comunicação	I.1 – Reconhecer e utilizar adequadamente na forma oral e escrita símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica. I.3 – Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de C&T veiculados através de diferentes meios. I.5 – Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de C&T.
Investigação e compreensão	II.1 – Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la. II.2 – Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações; identificar regularidades, invariantes e transformações. II.5 – Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento.

Quadro 14 – Competências em Física (PCN+) presentes nesta questão 5	
(conclusão)	
Contextualização sociocultural	III.2 – Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea. III.3 – 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. III.4 – Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.

Fonte: MEC/INEP, 2002.

Relacionando as competências em Física (PCN+) com a questão:

Representação e comunicação – Analisar e interpretar o texto da questão. Argumentar sobre a melhor obtenção de energia na região.

Investigação e compreensão – Identificar transformações de energia. Reconhecer a relação de fonte e forma de energia. Interagir a teoria da transformação de energia com os impactos ao meio ambiente.

Contextualização sociocultural – Entender o uso dos recursos energéticos pela sociedade. Compreender e ser capaz de propor solução ao problema social sobre energia.

Comentário – De acordo com o texto da questão, na região mencionada passam ventos constantes, logo, o tipo de usina de eletricidade indicada é uma usina eólica, que transforma energia cinética contida nos ventos em energia elétrica e tem pequena poluição ambiental, portanto, alternativa correta letra (E).

Relacionando os LDF com a questão:

No Livro 03, as figuras 19 e 20 mostram como funciona um sistema de transformação de energia eólica em energia elétrica e quais as vantagens e desvantagens desse tipo de geração de energia elétrica.

Figura 18 – Energia eólica

Para saber mais   Saber físico e tecnologia

Energia eólica

Denomina-se **energia eólica** a energia cinética contida nas massas de ar em movimento (vento). Seu aproveitamento ocorre por meio da conversão da energia cinética de translação do vento em energia cinética de rotação. Empregam-se **turbinas eólicas**, também denominadas **aerogeradores**, para a geração de eletricidade, ou **cata-ventos** (e moinhos), para trabalhos mecânicos como bombeamento de água ou para girar o moedor transformando o milho em farinha.

Aerogerador múltiplos ou cata-vento

Os aerogeradores de pás múltiplas, ou cata-ventos, possuem de 16 a 32 pás e chegam a ter 15 m de altura. São bastante encontrados em fazendas dos Estados Unidos, por isso também ficaram conhecidos como moinhos americanos. São mais usados para o bombeamento de água e produzem baixa potência por causa do número elevado de pás, que dificultam a sua movimentação.

Aerogeradores de eixo horizontal

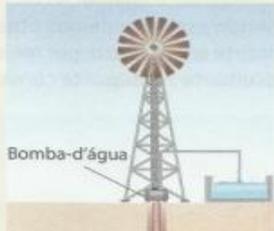
Dependem da direção do vento e podem ter uma, duas, três ou quatro pás. Atualmente, os aerogeradores de grande porte mais utilizados na geração de energia elétrica são máquinas de três pás. O vento gira as lâminas largas das pás, que acionam os geradores produzindo eletricidade.



Parque gerador de energia eólica em Osório – RS, 2008.



Napa Valley, Califórnia, EUA.



Bomba-d'água

Fonte: Conexões com a Física, 2011.

Figura 19 – Aspectos positivos e negativos da energia eólica

Aspectos positivos e negativos

Todas as formas de geração de energia elétrica apresentam algum tipo de impacto ambiental. A energia eólica não é diferente. A tabela a seguir resume alguns de seus aspectos positivos e negativos.

Energia eólica

Aspectos positivos	Aspectos negativos
Não produz resíduos poluentes.	Poluição sonora.
O sistema é bastante durável e precisa de pouca manutenção.	As pás das turbinas produzem sombras e reflexos móveis que também são indesejáveis nas áreas residenciais.
Apresenta maior potencial de crescimento no Brasil.	Em fazendas eólicas pode ocorrer mortalidade de aves por impacto com as pás das turbinas.
Traz a oportunidade de eletrificação de regiões remotas.	Verifica-se que o recurso eólico apresenta variações, pois os ventos não são constantes.

Fonte: Conexões com a Física, 2011.

5.2 Diagnóstico dos Livros Didáticos de Física (LDF) no ENEM

A disciplina de Física encontra-se na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) promovem uma nova visão sobre o ensino de Física fundamento no desenvolvimento de competências e habilidades. Dessa forma, nos PCNEM encontram-se um conjunto de competências relacionadas à Física:

- Representação e comunicação – Interação de Linguagens e Códigos com textos relacionados à Física.
- Investigação e compreensão – Diretamente relacionadas às Ciências da Natureza e suas Tecnologias.
- Contextualização sociocultural – Interface da Física com as Ciências Humanas.

Para reiterar o conjunto de competências e habilidades dos PCNEM, as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+ – Física) trazem em detalhes e sugestões, como desenvolver as competências e habilidade com um ensino interdisciplinar e contextualizado de forma que o aluno consiga compreender e agir no mundo em que vive.

Nessa perspectiva, os Livros Didáticos de Física (LDF), um dos recursos didáticos mais utilizados na educação básica devido a sua universalização no ensino médio e concretizada pelo Plano Nacional de Livros Didáticos (PNLD), tem um papel importante para o aprendizado da Física escolar, visto que, dominar o manuseio de gráficos, tabelas, imagens, textos, atividade, entre outros, contidos no livro é um dos objetivos do próprio ensino de Ciências e Matemática (BRASIL, 2000). Portanto, para obter um ensino de Física voltado para as propostas dos PCNEM e PCN+ que, por sua vez, estruturam a Matriz de Referência 2009 do principal exame de conclusão da educação básica - ENEM, os LDF precisam ter uma aproximação forte frente às competências e habilidades elencadas nos PCNEM e complementadas pelos PCN+.

Em virtude disso, segue abaixo um diagnóstico de cada um dos dez LDF através do conjunto de competências contidas nos PCN+ e identificadas nas questões de geração de eletricidade do novo ENEM mediante a habilidade H23 da Matriz de Referência 2009.

Livro 01

Quadro 15 – Diagnóstico do livro 01 em relação às competências (PCN+) identificadas nas questões de geração de eletricidade do Novo ENEM

(continua)

Conjunto de competências	Competências gerais	Questões	Diagnóstico do livro
Representação e comunicação	Reconhecer e utilizar adequadamente na forma oral e escrita símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Utiliza símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica.

Quadro 15 – Diagnóstico do livro 01 em relação às competências (PCN+) identificadas nas questões de geração de eletricidade do Novo ENEM			
(conclusão)			
Conjunto de competências	Competências gerais	Questões	Diagnóstico do livro
Representação e comunicação	Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas.	Q1, Q2.	Poucas interpretações de esquemas e diagramas sobre transformações de energia.
	Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de C&T veiculados através de diferentes meios.	Q2, Q3, Q4, Q5.	Raros textos e comunicações de C&T utilizados para tratar de Energia e suas transformações.
	Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de C&T.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Falta explorar análises dos temas C&T.
Investigação e compreensão	Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Nos exercícios resolvidos identifica informações e variáveis de situações de energia.
	Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações; identificar regularidades, invariantes e transformações.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Os fenômenos naturais a respeito das formas, fontes e transformações de energia não são bem trabalhados no livro.
	Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos.	Q1, Q2.	Baixa abordagem de modelos explicativos que tratam das transformações de energia.
	Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento.	Q2, Q3, Q4, Q5.	Não traz uma boa articulação entre as ciências que envolvem energia.
Contextualização sociocultural	Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social.	Q2, Q4.	Precisa envolver o contexto histórico e social da temática de energia.
	Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Envolve textos de ciência e tecnologia na cultura humana contemporânea em boxes Conhecendo um pouco mais.
	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.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Relaciona desenvolvimento tecnológico contemporâneo com a vida humana e o mundo cotidiano.
Contextualização sociocultural	Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Promove conhecimento científico e tecnológico em caráter ético.

Fonte: Autor, 2012.

Comentário: o livro aborda a temática de Energia e suas transformações de forma tradicional, envolvendo poucas discussões sobre temas a respeito de fontes, formas e transformações de energia e suas relações com a sociedade.

No conjunto de competências **representação e comunicação**, o livro precisa envolver mais esquemas e diagramas a respeito de transformações de energia, inserir textos de C&T com temas de fontes energéticas, formas de energia acessíveis, além de propor análise dos mesmos. Já na **investigação e compreensão**, o livro precisa tratar de situações- problema na sociedade através dos diversos fenômenos naturais de energia, expor modelos explicativos sobre as transformações de energia mais utilizadas pela sociedade, bem como envolver mais articulações com as outras ciências como biologia, química, geografia, etc. Na **contextualização sociocultural**, o livro necessita contextualizar histórica e socialmente o conceito de energia.

Conforme os dados contidos no quadro 15, este livro tem uma **FRACA** aproximação com o novo ENEM na temática de Energia e suas transformações, visto que apresentam poucos aspectos relevantes das competências relacionadas aos PCN+ e identificadas nas questões de energia do novo ENEM, com a habilidade H23 da Matriz de Referência 2009.

Livro 02

Quadro 16 – Diagnóstico do livro 02 em relação às competências (PCN+) identificadas nas questões de geração de eletricidade do Novo ENEM

(continua)

Conjunto de competências	Competências gerais	Questões	Diagnóstico do livro
Representação e comunicação	Reconhecer e utilizar adequadamente na forma oral e escrita símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Utiliza símbolos e códigos comuns aos demais livros.
	Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas.	Q1, Q2.	Faltam mais esquemas e diagramas de transformações de energia.
	Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de C&T veiculados através de diferentes meios.	Q2, Q3, Q4, Q5.	Baixa abordagem dos textos de C&T sobre problemas energéticos (consumo, poluição, produção) obtidos através de algum meio de comunicação.

Quadro 16 – Diagnóstico do livro 02 em relação às competências (PCN+) identificadas nas questões de geração de eletricidade do Novo ENEM			
(conclusão)			
Conjunto de competências	Competências gerais	Questões	Diagnóstico do livro
Representação e comunicação	Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de C&T.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Devido às abordagens de poucos textos sobre Energia e suas transformações há um comprometimento dos argumentos dessa temática. Embora, o livro tenha alguns textos como “A relação massa-energia” que pode fornecer argumentos de energia para Física Moderna.
Investigação e compreensão	Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Propõe algumas estratégias para resolver situações problemas de energia.
	Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações; identificar regularidades, invariantes e transformações.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Não traz os fenômenos de conversão de energia com boa relevância para o aluno entender alguns problemas energéticos sociais.
	Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos.	Q1, Q2.	Raros são os modelos explicativos a respeito das formas e transformações de energia.
	Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento.	Q2, Q3, Q4, Q5.	Tratamento distanciado dos fenômenos de energia contidos em física com os contidos em química, biologia, etc.
Contextualização sociocultural	Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social.	Q2, Q4.	O livro traz resumos dos trabalhos de James Prescott Joule que estabelece o princípio de conservação de energia, Benjamin Thompson na teoria do calor como uma forma de energia.
	Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Alguns textos como “A relação massa-energia” mostram como a tecnologia influencia no mundo atual, porém há necessidade de introduzir esse tipo de discussão no texto do conteúdo.
	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.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Poucos textos para instigar discussões sobre novas tecnologias de conversões de energia, além da responsabilidade social nos processos de conversão de energia mediante os impactos ambientais entre outros.
	Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Promove conhecimento científico de caráter ético.

Fonte: Autor, 2012.

Comentário: para falar sobre Energia o livro segue a tradição em explicar a grandeza Trabalho, a fim de conceituar Energia como capacidade de realizar trabalho; em seguida, abordam as energias cinética e potencial para falar sobre energia mecânica através do

princípio de conservação de energia. A par disso, o capítulo fundamental do conceito de energia deixa a desejar nos quesitos fundamentais como fontes, formas e transformação de energia, pois trata muito pouco dessas questões e suas implicações sociais. O livro mostra algumas situações que exemplificam as formas, fontes e transformações de energia, porém, de modo resumido no capítulo de conservação de energia e distribuído ao longo de vários outros capítulos, o que dificulta uma sistematização do conceito de energia.

No conjunto de competências **representação e comunicação**, o livro necessita de mais esquemas e diagramas sobre transformações de energia, além de mais textos de C&T inerentes aos problemas de energia. Na **investigação e compreensão**, o livro precisa envolver mais situações-problema envolvendo questões sociais que tratem dos fenômenos de energia, mais modelos explicativo de conversões de energia e uma articulação com outras ciências e áreas de conhecimento. Já na **contextualização sociocultural**, o livro deve propor mais discussões com textos sobre transformações de energia presentes no mundo cotidiano e seus impactos sociais.

Conforme os dados contidos no quadro 16, este livro tem uma **FRACA** aproximação com o novo ENEM na temática de Energia e suas transformações, visto que apresentam poucos aspectos relevantes das competências relacionadas aos PCN+ e identificadas nas questões de energia do novo ENEM com a habilidade H23 da Matriz de Referência 2009.

Livro 03

Quadro 17 – Diagnóstico do livro 03 em relação às competências (PCN+) identificadas nas questões de geração de eletricidade do Novo ENEM

(continua)

Conjunto de competências	Competências gerais	Questões	Diagnóstico do livro
Representação e comunicação	Reconhecer e utilizar adequadamente na forma oral e escrita símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	O livro usa símbolos comuns aos demais livros e menciona outras unidades para medir energia.
	Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas.	Q1, Q2.	Fornecer imagens, gráficos e tabelas, mas pouco trata de esquemas e diagramas a respeito das diversas transformações de energia.
	Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de C&T veiculados através de diferentes meios.	Q2, Q3, Q4, Q5.	Veicula textos pertinentes as informações de C&T tratadas em energia através de boxe Para saber mais

Quadro 17 – Diagnóstico do livro 03 em relação às competências (PCN+) identificadas nas questões de geração de eletricidade do Novo ENEM			
(conclusão)			
Conjunto de competências	Competências gerais	Questões	Diagnóstico do livro
Representação e comunicação	Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de C&T.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Faltam mais análises dos textos C&T, embora os divulgue.
Investigação e compreensão	Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Expõe bem as variáveis e informações em problemas tratados pela energia nas questões resolvidas.
	Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações; identificar regularidades, invariantes e transformações.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Embora trate de informações sobre formas, fontes e transformações de energia, não analisa esses fenômenos.
	Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos.	Q1, Q2.	Representa modelos explicativos para transformações de energia mecânica e pouco expõe outros tipos de transformações de energia.
	Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento.	Q2, Q3, Q4, Q5.	Trata do conhecimento sobre energia com olhar físico e pouco envolve outras ciências.
Contextualização sociocultural	Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social.	Q2, Q4.	Não traz um o contexto histórico e social de Energia e suas transformações.
	Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Expõe bem o conhecimento de ciência e tecnologia em textos Saber físico e tecnológico, porém relaciona algumas formas de energia.
	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.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Faz uma ligação importante entre o desenvolvimento tecnológico e o conhecimento de ciência, analisando seus impactos na sociedade.
	Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Trabalha bem o conhecimento científico e tecnológico de caráter ético em textos Para saber mais.

Fonte: Autor, 2012.

Comentário: o livro trata de forma tradicional o conhecimento de Energia e suas transformações, necessitando envolver mais os problemas energéticos da sociedade.

No conjunto de competências **representação e comunicação** o livro precisa envolver mais esquemas e diagramas a respeito de transformações de energia e promover mais análises dos textos C&T. Na **investigação e compreensão**, o livro necessita propor situações-problema que envolvam questões sociais a respeito de energia, além de mais modelos

explicativos das transformações de energia e suas articulações com outras ciências. Na **contextualização sociocultural** o livro precisa abordar mais o contexto histórico do conceito de energia e expor mais textos sobre formas, fontes e conversão de energia.

Conforme os dados contidos no quadro 17, este livro tem uma **FORTE** aproximação com o novo ENEM a respeito da temática de Energia e suas transformações, visto que apresentam inúmeros aspectos relevantes das competências relacionadas aos PCN+ e identificadas nas questões de energia do novo ENEM com a habilidade H23 da Matriz de Referência 2009.

Livro 04

Quadro 18 – Diagnóstico do livro 04 em relação às competências (PCN+) identificadas nas questões de geração de eletricidade do Novo ENEM

(continua)

Conjunto de competências	Competências gerais	Questões	Diagnóstico do livro
Representação e comunicação	Reconhecer e utilizar adequadamente na forma oral e escrita símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Tem linguagem científica comum aos demais livros.
	Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas.	Q1, Q2.	Limita os esquemas e diagramas sobre conversão de energia.
	Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de C&T veiculados através de diferentes meios.	Q2, Q3, Q4, Q5.	Faltam mais textos e comunicações de C&T a respeito de Energia e suas transformações.
	Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de C&T.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Promove análise dos textos de C&T a respeito de energia.
Investigação e compreensão	Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Precisa de mais estratégias de identificar informações inerentes as formas, fontes e transformações de energia
	Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações; identificar regularidades, invariantes e transformações.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Trata com baixa intensidade dos fenômenos naturais de energia.
	Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos.	Q1, Q2.	Raros são os modelos explicativos aos fenômenos naturais de energia.
	Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento.	Q2, Q3, Q4, Q5.	Não tem uma boa articulação do conhecimento de Energia e suas transformações com outras ciências.

Quadro 18 – Diagnóstico do livro 04 em relação às competências (PCN+) identificadas nas questões de geração de eletricidade do Novo ENEM			
			(conclusão)
Conjunto de competências	Competências gerais	Questões	Diagnóstico do livro
Contextualização sociocultural	Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social.	Q2, Q4.	Não traz um contexto histórico do conceito de energia e pouco contexto social das transformações de energia.
	Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Envolve o conhecimento de ciência e tecnologia, principalmente, em boxes Aplicação tecnológica.
	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.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Promove a relação do conhecimento tecnológico na sociedade.
	Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Trata de conhecimento científico com caráter ético.

Fonte: Autor, 2012.

Comentário: o livro envolve o conhecimento de Energia e suas transformações com poucas discussões sociais, faltando uma abordagem maior sobre os fenômenos naturais de energia como conversões, formas e fontes de energia, além dos seus impactos na sociedade.

No conjunto de competências **representação e comunicação**, o livro precisa de mais esquemas e diagramas que envolvam conversões de energia e mais textos de C&T a respeito das fontes, formas e transformações de energia. Quanto à **investigação e compreensão**, o livro necessita de exemplos discutidos de situações-problema inerentes às conversões de energia, além de mais modelos explicativos desses fenômenos e suas articulações com outras ciências e áreas de conhecimento. Na **contextualização sociocultural** o livro precisa envolver um contexto histórico do conceito de energia, além do contexto social dos fenômenos de energia.

Conforme os dados contidos no quadro 18, este livro tem uma **FRACA** aproximação com o novo ENEM na temática de Energia e suas transformações, tendo em vista que apresentam poucos aspectos relevantes das competências relacionadas aos PCN+ e identificadas nas questões de energia do novo ENEM com a habilidade H23 da Matriz de Referência 2009.

Livro 05

Quadro 19 – Diagnóstico do livro 05 em relação às competências (PCN+) identificadas nas questões de geração de eletricidade do Novo ENEM

(continua)

Conjunto de competências	Competências gerais	Questões	Diagnóstico do livro
Representação e comunicação	Reconhecer e utilizar adequadamente na forma oral e escrita símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Símbolos, códigos e nomenclatura de acordo com a linguagem científica.
	Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas.	Q1, Q2.	Realiza sentenças, equações, esquemas, diagramas, etc., em diferentes linguagens, representando as várias formas, fontes e transformações de energia.
	Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de C&T veiculados através de diferentes meios.	Q2, Q3, Q4, Q5.	Promove vários textos e comunicações de C&T em relação à energia.
	Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de C&T.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Faltam análises nos textos C&T.
Investigação e compreensão	Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Expõe inúmeras informações e variáveis sobre energia, porém não são bem tratadas as estratégias para resolver os problemas de energia.
	Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações; identificar regularidades, invariantes e transformações.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Trata de inúmeros fenômenos naturais sobre Energia e suas transformações.
	Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos.	Q1, Q2.	Propõe vários modelos explicativos para os fenômenos naturais de energia.
	Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento.	Q2, Q3, Q4, Q5.	Articula muito bem o conhecimento de Energia e suas transformações com outras áreas.
Contextualização sociocultural	Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social.	Q2, Q4.	Não traz o conhecimento de energia no contexto histórico, porém, envolve muito bem o contexto social.
	Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Relaciona conhecimentos de ciência e tecnologia com a cultura humana contemporânea.
	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.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Utiliza do desenvolvimento tecnológico sobre energia para relacioná-lo na ciência e compreender melhorias na vida humana.

Quadro 19 – Diagnóstico do livro 05 em relação às competências (PCN+) identificadas nas questões de geração de eletricidade do Novo ENEM			
(conclusão)			
Conjunto de competências	Competências gerais	Questões	Diagnóstico do livro
Contextualização sociocultural	Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Trata do conhecimento de ciência e tecnologia com caráter ético.

Fonte: Autor, 2012.

Comentário: o livro envolve uma discussão sobre Energia e suas transformações muito bem. Com uma proposta diferenciada dos demais livros de Física, aborda a temática de energia em um volume inteiro, concentrando a discussão de energia que, nos demais livros, encontra-se disseminada em três volumes. Com isso, ajuda o leitor organizar as ideias sobre Energia e suas transformações em diferentes contextos: mecânico, térmico, eletromagnético, entre outros.

No conjunto de competências **representação e comunicação**, o livro utiliza diversos esquemas e diagramas que tratam de Energia e suas transformações; apresenta bons textos de C&T em relação à energia, porém, contém pouca análise. Na **investigação e compreensão**, o livro discute muito bem as informações e variáveis sobre Energia e suas transformações, bem como seus fenômenos naturais, no entanto, contém pouca resolução de problemas desse tipo; expõe inúmeros modelos explicativos relacionados à energia e faz uma boa articulação com outras ciências e áreas de conhecimento. Na **contextualização sociocultural**, porém, o livro faz uma fraca abordagem do contexto histórico, mas, em compensação, trata muito bem do contexto social, abordando textos que relacionam o conhecimento de ciência e tecnologia na cultura humana contemporânea, além de usá-los em caráter ético.

Conforme os dados contidos no quadro 19, este livro tem uma **FORTE** aproximação com o novo ENEM na temática de Energia e suas transformações, pois apresentam inúmeros aspectos relevantes das competências relacionadas aos PCN+ e identificadas nas questões de energia do novo ENEM com a habilidade H23 da Matriz de Referência 2009.

Livro 06

Quadro 20 – Diagnóstico do livro 06 em relação às competências (PCN+) identificadas nas questões de geração de eletricidade do Novo ENEM

(continua)

Conjunto de competências	Competências gerais	Questões	Diagnóstico do livro
Representação e comunicação	Reconhecer e utilizar adequadamente na forma oral e escrita símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Utiliza símbolos, códigos e nomenclatura de linguagem científica, além de discutir as unidades de energia.
	Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas.	Q1, Q2.	Raros são as representações de esquemas e diagramas sobre transformações de energia.
	Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de C&T veiculados através de diferentes meios.	Q2, Q3, Q4, Q5.	Faltam mais textos e comunicações de C&T.
	Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de C&T.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Promove análise de textos C&T.
Investigação e compreensão	Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Utiliza estratégia para resolver problemas de energia com a identificação de variáveis.
	Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações; identificar regularidades, invariantes e transformações.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Mostra fenômenos naturais envolvendo energia, mas não analisa as situações-problema de energia.
	Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos.	Q1, Q2.	Utiliza modelos explicativos com menos interação com os problemas sociais a respeito das fontes, formas e transformações de energia.
	Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento.	Q2, Q3, Q4, Q5.	Não traz uma boa articulação entre outras áreas de conhecimento.
Contextualização sociocultural	Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social.	Q2, Q4.	Tem boa representação no contexto histórico de energia, porém falta um contexto social.
	Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Contêm informações relevantes da ciência e tecnologia para a cultura humana contemporânea.
	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.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Baixo tratamento do desenvolvimento de tecnologia sobre transformações de energia na sociedade.

Quadro 20 – Diagnóstico do livro 06 em relação às competências (PCN+) identificadas nas questões de geração de eletricidade do Novo ENEM

(conclusão)			
Conjunto de competências	Competências gerais	Questões	Diagnóstico do livro
Contextualização sociocultural	Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Desenvolve o conhecimento científico e tecnológico de caráter ético.

Fonte: Autor, 2012.

Comentário: o livro aborda Energia e suas transformações de forma mais mecânica e tradicional, pois pouco trata das discussões envolvendo as fontes, formas e transformações de energia presentes na sociedade.

No conjunto de competências **representação e comunicação**, o livro precisa envolver mais esquemas e diagramas de conversões de energia, bem como expor e analisar mais textos de C&T. Na **investigação e compreensão** o livro necessita de mais análises das situações-problema que envolvem energia na sociedade, representar mais modelos explicativos sobre formas e transformações de energia, além de articular o conhecimento de energia tratado na Física com outras ciências. Em relação à **contextualização sociocultural**, o livro precisa envolver mais o contexto social a respeito do conhecimento de energia e promover mais discussões sobre temas de fontes, formas e transformações de energia na sociedade.

Conforme os dados contidos no quadro 20, este livro tem uma **FRACA** aproximação com o novo ENEM na temática de Energia e suas transformações, visto que apresentam poucos aspectos relevantes das competências relacionadas aos PCN+ e identificadas nas questões de energia do novo ENEM com a habilidade H23 da Matriz de Referência 2009.

Livro 07

Quadro 21 – Diagnóstico do livro 07 em relação às competências (PCN+) identificadas nas questões de geração de eletricidade do Novo ENEM

(continua)			
Conjunto de competências	Competências gerais	Questões	Diagnóstico do livro
Representação e comunicação	Reconhecer e utilizar adequadamente na forma oral e escrita símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Faz uso dos símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica.

Quadro 21 – Diagnóstico do livro 07 em relação às competências (PCN+) identificadas nas questões de geração de eletricidade do Novo ENEM			
(conclusão)			
Conjunto de competências	Competências gerais	Questões	Diagnóstico do livro
Representação e comunicação	Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas.	Q1, Q2.	Utiliza bastantes esquemas e diagramas que abordam as várias conversões de energia.
	Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de C&T veiculados através de diferentes meios.	Q2, Q3, Q4, Q5.	Aborda textos de C&T sobre Energia e suas transformações em boxes Quer saber?
	Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de C&T.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Promove atividades para analisar os temas de C&T sobre energia.
Investigação e compreensão	Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Promove estratégias de identificar e resolver situações problemas de energia nos boxes Exemplos.
	Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações; identificar regularidades, invariantes e transformações.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Relaciona fenômenos naturais de energia no conhecimento científico.
	Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos.	Q1, Q2.	Promove muitos modelos explicativos dos fenômenos de energia.
	Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento.	Q2, Q3, Q4, Q5.	Falta uma articulação maior entre os fenômenos de energia com outras ciências, porém integram bem as áreas de conhecimento de energia.
Contextualização sociocultural	Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social.	Q2, Q4.	Não traz um contexto histórico do conceito de energia, mas trata bem energia no contexto social.
	Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Aborda conhecimento de ciência e de tecnologia na cultura humana contemporânea.
	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.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Trata do conhecimento tecnológico contemporâneo na sociedade.
	Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Promove um conhecimento científico de caráter ético.

Fonte: Autor, 2012.

Comentário: o livro envolve muito bem o conhecimento de Energia e suas transformações, fornecendo subsídios importantes para o aluno desenvolver as competências elencadas nos PCN.

No conjunto de competências **representação e comunicação**, o livro traz uma linguagem comum aos demais, fornece bons esquemas e diagramas sobre energia e envolve bons textos de C&T. Na **investigação e compreensão**, o livro aborda vários exemplos de problemas relacionados à energia, o que facilita a compreensão dos fenômenos naturais, além de promover bastantes modelos explicativos sobre energia, porém, necessita de mais interações entre o conhecimento de energia tratado na Física com outras ciências. Na **contextualização sociocultural**, o livro precisa envolver o contexto histórico do conceito de energia, embora trate do contexto social muito bem.

Conforme os dados contidos no quadro 21, este livro tem uma **FORTE** aproximação com o novo ENEM a respeito da temática de Energia e suas transformações, visto que apresentam inúmeros aspectos relevantes das competências relacionadas aos PCN+ e identificadas nas questões de energia do novo ENEM, com a habilidade H23 da Matriz de Referência 2009.

Livro 08

Quadro 22 – Diagnóstico do livro 08 em relação às competências (PCN+) identificadas nas questões de geração de eletricidade do Novo ENEM

(continua)

Conjunto de competências	Competências gerais	Questões	Diagnóstico do livro
Representação e comunicação	Reconhecer e utilizar adequadamente na forma oral e escrita símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Utiliza símbolos, códigos e nomenclatura comuns as outras áreas de conhecimento.
	Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas.	Q1, Q2.	Tem esquemas e diagramas que tratam sobre conversão de energia cinética e potencial, porém pouco envolve diagramas de outras conversões de energia.
	Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de C&T veiculados através de diferentes meios.	Q2, Q3, Q4, Q5.	Alguns textos e comunicações de C&T estão presentes no livro, porém são poucos.
	Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de C&T.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Fornecer subsídios em textos para o aluno refletir sobre e posicionar-se criticamente em relação aos temas de C&T.

Quadro 22 – Diagnóstico do livro 08 em relação às competências (PCN+) identificadas nas questões de geração de eletricidade do Novo ENEM			
(conclusão)			
Conjunto de competências	Competências gerais	Questões	Diagnóstico do livro
Investigação e compreensão	Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Faltam mais estratégias para resolver problemas sobre energia.
	Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações; identificar regularidades, invariantes e transformações.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Esclarece os fenômenos naturais causados pela Energia e suas transformações.
	Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos.	Q1, Q2.	Expõe alguns modelos explicativos relevantes a energia.
	Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento.	Q2, Q3, Q4, Q5.	Não tem boa articulação entre as áreas de conhecimento, mas ao final do volume, indica um projeto interdisciplinar “O Sol nosso de cada dia”.
Contextualização sociocultural	Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social.	Q2, Q4.	Precisa relacionar o contexto histórico de Energia e suas transformações, embora trate de questões sociais.
	Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Aborda alguns conhecimentos de ciência e tecnologia como baterias de automóveis, bomba atômica, etc.
	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.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Relaciona o desenvolvimento tecnológico a ciência e o exercício da cidadania.
	Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Promove um conhecimento sobre energia de caráter ético.

Fonte: Autor, 2012.

Comentário: o livro tem uma abordagem de Energia e suas transformações, porém precisa envolver mais discussões desse tema.

No conjunto de competências **representação e comunicação** o livro precisa envolver mais diagramas e esquemas sobre conversões de energia e mais análises de textos de C&T. Na **investigação e compreensão**, necessita promover estratégias para resolver problemas de energia através de transformações, fontes e formas de energia, promover mais modelos explicativos sobre Energia e suas transformações, além de articular o conhecimento de energia com outras ciências, embora proponha atividade de interdisciplinaridade. Na

contextualização sociocultural, o referido livro precisa abordar mais o contexto histórico do conceito de energia, embora promova o contexto social.

Conforme os dados contidos no quadro 22, este livro tem uma **FORTE** aproximação com o novo ENEM na temática de Energia e suas transformações, visto que apresentam inúmeros aspectos relevantes das competências relacionadas aos PCN+ e identificadas nas questões de energia do novo ENEM com a habilidade H23 da Matriz de Referência 2009.

Livro 09

Quadro 23 – Diagnóstico do livro 09 em relação às competências (PCN+) identificadas nas questões de geração de eletricidade do Novo ENEM

(continua)

Conjunto de competências	Competências gerais	Questões	Diagnóstico do livro
Representação e comunicação	Reconhecer e utilizar adequadamente na forma oral e escrita símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Usa uma representação comum à linguagem científica para Energia.
	Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas.	Q1, Q2.	Envolve símbolos e códigos em diferentes linguagens para representar a Energia e suas transformações: esquema de usinas geradoras de energia elétrica, tabelas e gráficos sobre energia, trabalho e potência, etc.
	Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de C&T veiculados através de diferentes meios.	Q2, Q3, Q4, Q5.	Expõe vários textos complementares de C&T no boxe Por dentro do conceito .
	Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de C&T.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Faltam análises nos textos de C&T tratado no boxe Por dentro do conceito.
Investigação e compreensão	Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Mostra como identificar informações e variáveis no boxe de Exercício resolvido .
	Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações; identificar regularidades, invariantes e transformações.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Aborda transformações de energia em duas etapas: a primeira simples que fala dos tipos de energia e a segunda de forma mais complexa com os sistemas de biológicos, corpo humano, etc. no final.
	Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos.	Q1, Q2.	Utiliza bastantes modelos explicativos sobre Energia e suas transformações.
	Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento.	Q2, Q3, Q4, Q5.	Articula o conhecimento de Energia tratado em Física com outras áreas no capítulo 4 Energia e suas outras faces.

Quadro 23 – Diagnóstico do livro 09 em relação às competências (PCN+) identificadas nas questões de geração de eletricidade do Novo ENEM			
(conclusão)			
Conjunto de competências	Competências gerais	Questões	Diagnóstico do livro
Contextualização sociocultural	Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social.	Q2, Q4.	Aborda a temática de Energia no processo histórico e social nos boxes O cientista no tempo e na história , além das discussões sociais ao longo do livro.
	Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Relaciona a ciência e tecnologia na cultura humana contemporânea através de esquemas, textos e exemplos presentes no boxe Técnica e tecnologia .
	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.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Aborda fluentemente textos sobre desenvolvimento tecnológico contemporâneo, mas pouco trata dos impactos sociais, por exemplo, impactos ao meio ambiente, fala mais sobre a tecnologia utilizada.
	Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Textos do capítulo Energia e suas outras faces discutem bem o caráter ético do conhecimento científico, além dos demais capítulos que tratam de Energia.

Fonte: Autor, 2012.

Comentário: o livro discute muito bem a temática de Energia por meio de quatro capítulos com os temas: a história do princípio de conservação de energia, trabalho e potência, energia mecânica e energia e suas outras faces.

No conjunto de competências **representação e comunicação** utiliza os símbolos, códigos e nomenclatura comuns a todas as áreas de conhecimento, além de relacioná-los em diferentes linguagens e promove alguns textos C&T, porém, poucos os analisam. Na **investigação e compreensão**, utiliza exercícios resolvidos para mostrar como identificar informações, variáveis e fenômenos sobre energia de algumas questões, porém, necessita de mais situação-problema para trabalhar envolvendo essa competência; expõe modelos explicativos sobre transformações de energia e promove uma relação com outras áreas de conhecimento. Na **contextualização sociocultural** retrata o conhecimento de ciência e tecnologia de forma histórica e contemporânea, trata de texto sobre tecnologia, mas não discute seus impactos sociais e promove conhecimento de caráter ético para o aluno.

Conforme os dados contidos no quadro 23, este livro tem uma **FORTE** aproximação com o novo ENEM na temática de Energia e suas transformações, uma vez que apresentam

inúmeros aspectos relevantes das competências relacionadas aos PCN+ e identificadas nas questões de energia do novo ENEM com a habilidade H23 da Matriz de Referência 2009.

Livro 10

Quadro 24 – Diagnóstico do livro 10 em relação às competências (PCN+) identificadas nas questões de geração de eletricidade do Novo ENEM

(continua)

Conjunto de competências	Competências gerais	Questões	Diagnóstico do livro
Representação e comunicação	Reconhecer e utilizar adequadamente na forma oral e escrita símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	O livro usa símbolos comuns aos demais livros e menciona outras unidades para medir energia.
	Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas.	Q1, Q2.	Usa imagens e gráficos, mas faltam bons esquemas e diagramas com relação ao funcionamento das usinas geradoras de energia elétrica.
	Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de C&T veiculados através de diferentes meios.	Q2, Q3, Q4, Q5.	Veiculam textos pertinentes as informações de C&T tratadas em energia através de boxes.
	Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de C&T.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Mostra texto com temas de C&T, mas não analisa os mesmos.
Investigação e compreensão	Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Trata bem de variáveis nos exercícios resolvidos, mas não trabalha com as informações de problemas energéticos, apenas em exercícios propostos.
	Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações; identificar regularidades, invariantes e transformações.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	No tópico A energia e a humanidade expõe informações a respeito das formas, fontes e transformações de energia, além do texto Energia solar.
	Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos.	Q1, Q2.	Faltam bons modelos explicativos sobre Energia e suas transformações.
	Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento.	Q2, Q3, Q4, Q5.	Precisa relaciona as informações da grandeza energia tratado na Física com outras áreas.
Contextualização sociocultural	Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social.	Q2, Q4.	Menciona bem o contexto histórico da energia na humanidade no texto A Física na História.
	Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Expõe o conhecimento científico e tecnológico em relação à cultura humana contemporânea.

Quadro 24 – Diagnóstico do livro 10 em relação às competências (PCN+) identificadas nas questões de geração de eletricidade do Novo ENEM			
(conclusão)			
Conjunto de competências	Competências gerais	Questões	Diagnóstico do livro
Contextualização sociocultural	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.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Mostra o desenvolvimento tecnológico e suas relações com as ciências em seus textos, mas não avalia os impactos na vida social.
	Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5.	Propõe um diálogo sobre energia em caráter ético do conhecimento científico e tecnológico, deixando que leitor reflita seu exercício da cidadania.

Fonte: Autor, 2012.

Comentário: o livro aborda Energia e suas transformações no capítulo 15, Energia mecânica, onde trata do seu conceito e discute a relação de energia e humanidade através das formas, fontes e transformações de energia e suas implicações com o consumo de energia pela humanidade, depois foca os estudos em energia mecânica.

No conjunto de competências **representação e comunicação**, o livro utiliza símbolos comuns a todas as áreas, aborda imagens e gráficos sobre energia, mas tem poucos diagramas de transformações de energia, veicula texto C&T, mas envolve pouca análise. Na **investigação e compreensão**, envolve mais variáveis e menos informações sobre problemas de energia; expõe formas, fontes e transformações de energia, mas poucos modelos explicativos são propostos a respeito, além de ter poucas relações com outras áreas de conhecimento. Na **contextualização sociocultural**, menciona o conhecimento de ciência e tecnologia de forma histórica e contemporânea, envolve relações com desenvolvimento tecnológico e conhecimento científico, porém pouco trata dos impactos sociais, propõe conhecimento de caráter ético.

Conforme os dados contidos no quadro 24, este livro tem uma **FORTE** aproximação com o novo ENEM a respeito da temática de Energia e suas transformações, visto que o apresentam inúmeros aspectos relevantes das competências relacionadas aos PCN+ e identificadas nas questões de energia do novo ENEM com a habilidade H23 da Matriz de Referência 2009.

5.3 Visão geral das contribuições dos LDF no novo ENEM

A fim de visualizar os resultados deste capítulo de modo compacto, construímos a tabela abaixo, conforme os conceitos de FRACO e FORTE da aproximação dos LDF ao ENEM.

Tabela 3 – Aproximação dos LDF ao novo ENEM

LDF	Fraca	Forte
Livro 01 – GASPAR	X	
Livro 02 – ALVARENGA	X	
Livro 03 – SANT'ANNA		X
Livro 04 – TORRES	X	
Livro 05 – MENEZES		X
Livro 06 – BISCULOLA	X	
Livro 07 – XAVIER		X
Livro 08 – TOSCANO		X
Livro 09 – PETROCOLA		X
Livro 10 – YAMAMOTO		X

Fonte: Autor, 2012.

De acordo com a tabela acima, cerca de 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 têm uma forte aproximação ao ENEM, ainda é muito pouco para o sucesso do ensino de Física na rede pública de ensino.

Em conformidade com os resultados encontrados nos quadros de diagnóstico dos LDF em relação às competências (PCN+) identificadas nas questões de geração de eletricidade do novo ENEM, entendemos que os LDF necessitam de algumas modificações para alcançar uma forte aproximação das propostas ensejadas pelo novo ENEM, contudo, seguem abaixo sugestões para melhorias desses livros:

- Muitos dos livros analisados limitam os esquemas e diagramas de transformações de energia, principalmente nas diversas gerações de energia elétrica, portanto, os LDF necessitam envolver mais esquemas e diagramas que mostrem as conversões de energia, em especial a elétrica, visto que a discussão da sua obtenção pela humanidade é bastante presente nas provas de Física no ENEM.
- Alguns livros pouco veiculam e analisam textos e comunicações de C&T utilizados para tratar de Energia e suas transformações, bem como os impactos ambientais causados pelas gerações de energia. Logo, são imprescindíveis as abordagens desses textos nos LDF, a fim de promover conhecimentos em ciência, tecnologia e meio ambiente.

- Outros livros não promovem estratégias de identificação e de resolução dos diversos problemas de geração de energia enfrentados pela sociedade e abordados no ENEM, embora exponham algumas questões de gerações de energia nos exercícios propostos. Contudo, tais LDF necessitam mostrar estratégias e recursos para a resolução desses problemas energéticos, por exemplo, usos de algumas formas de energia (vento, queda d'água) com menos impactos ambientais, tecnologias com bons rendimentos na conversão de energia, etc.
- São poucos os LDF que trazem textos a respeito dos recursos energéticos de que o Brasil e o Mundo dispõem, bem como as formas de energia encontradas na natureza e as relações das vantagens e desvantagens das transformações de energia utilizadas pela sociedade. Portanto, todas essas questões devem ser abordadas nos LDF com o objetivo de apresentar e analisar as energias presentes na natureza e aproveitadas pela humanidade.
- Pouquíssimos LDF articulam o objeto de conhecimento Energia e suas transformações tratados na Física com outras ciências e áreas do conhecimento, limitando recursos para a promoção da interdisciplinaridade. Assim, essa articulação precisa estar presente nos LDF, pois é um dos princípios fundamentais das Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (DCNEM).
- O contexto histórico e social é importante para a contextualização dos conceitos de energia presentes nos PCN e requisitada por questões de energia do ENEM, porém, muitos LDF pouco articulam esses contextos.

Os resultados mostram que todos os LDF, embora aprovados pelo PNLD, necessitam de alguns ajustes a fim de promover um conhecimento de Energia e suas transformações próximos ao novo ENEM. Portanto, os LDF que receberam conceito FRACO em relação ao novo ENEM precisam de muitas modificações já citadas acima e os que receberam o conceito de FORTE, necessitam de poucas modificações.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na busca de inúmeras publicações de documentos (DCNEM, PCNEM, PCN+, etc.) emitidos pelo Ministério da Educação (MEC) que consolidam a reforma educacional brasileira do ensino médio, preconizada pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB/96) e acompanhada por relatórios anuais do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), encontramos uma diversidade de fatores que influenciam as propostas pedagógicas mediadas em um ensino por Competências/Habilidades, Interdisciplinaridade e Contextualização. Entre esses fatores, encontra-se a forma de como os Livros Didáticos, em particular os de Física (LDF), abordam os objetos de conhecimento da Matriz de Referência de 2009 que, em relação ao conjunto de competências contidas nos PCNEM, estão distanciados da proposta do MEC, embora os LDF satisfaçam os critérios de aprovação do Programa Nacional de Livros Didáticos (PNLD).

A partir das análises realizadas, conclui-se que ainda há muito a conhecer sobre o ensino por Competência/Habilidades, Interdisciplinaridade e Contextualização, pois, embora nebulosos, esses princípios estão definidos nas DCNEM, porém sem fundamentação teórica para enfrentar os problemas do ensino e aprendizagem.

Já o ENEM, principal exame de conclusão da educação básica, com suas Matrizes de Referência, exerce importante influência nos LDF, chegando ao ponto das editoras centralizarem suas obras nos critérios de avaliação do PNLD, e na unificação nacional da proposta curricular do ensino médio, por meio dos PCNEM e PCN+, uma vez que o exame está estruturado nesses parâmetros curriculares e devido à sua valorização a partir de 2009, sendo utilizado pela maioria das Instituições de Ensino Superior (IES) do país. Contudo, o ensino de Física, nessa perspectiva, assume um contexto de integração com as demais áreas de conhecimento, a fim de desenvolver as competências específicas e gerais, elencadas nas Matrizes de Referência.

São visíveis as mudanças ocorridas do “antigo” ENEM, de 1998 a 2008, ao “novo” ENEM, de 2009 ao atual, principalmente no que concerne à valorização do exame devido à sua adoção pelas IES, adquirindo um valor inestimável. Outras mudanças às quais os egressos do ensino médio tiveram que se adequar foram as novas habilidades requisitadas pela implantação da Matriz de Referência de 2009, com uma quantidade absurda de habilidades ampliadas: o que eram 21 habilidades, hoje são 120 habilidades; é querer demais, tanto dos

professores, quanto dos alunos. O exame continua exigindo os mesmos parâmetros curriculares e transforma os conteúdos em objetos de conhecimento, além de separar a Matemática das Ciências da Natureza.

Os resultados obtidos nesta pesquisa mostram uma frequência maior na abordagem da temática de Energia e suas transformações no antigo ENEM, pois havia uma requisição de três questões por habilidade; como existia a habilidade H7 envolvendo esta temática, tornou-se inevitável a grande cobrança de Energia nas provas do antigo ENEM. Entretanto, no novo ENEM, embora haja habilidades (H8 e H23) específicas para o agora chamado objeto de conhecimento Energia e suas transformações, não há tanta frequência como no antigo ENEM, devido à quantidade de habilidades ser maior, mesmo assim, é fluente esse tema nas provas do novo ENEM em quantidade menor que o antigo, demonstrando que as discussões sobre Energia e suas transformações são de grande relevância para sociedade moderna em busca do desenvolvimento sustentável.

As vinculações de problemas energéticos como obtenção de fontes de energia renováveis, geração de energia com menos impactos ambientais e meios melhores de transferência de energia estão presentes na maior parte das questões de Energia e suas transformações contidas nas provas do ENEM, por causa das campanhas governamentais do uso adequado de energia na sociedade.

Ao contextualizar a temática de Energia e suas transformações no ENEM, com relação ao conjunto de competências de Física contidas nos PCN+, encontramos alguns fatores essenciais na discussão dessa temática e que são pouco ou nada abordados nos LDF, tais como:

- Mostras das principais unidades para medir Energia e suas interações no cotidiano;
- Interpretações de esquemas e diagramas envolvendo gerações de energia, principalmente conversão de energia elétrica através de outras formas de energia;
- Discussões sobre experimentos de transformações de energia;
- Articulação entre as várias ciências e áreas de conhecimento, item bem escasso nos LDF;
- Contextualização histórica e social do conhecimento científico e tecnológico de Energia e suas transformações.

Relacionando partes dos LDF com as questões de Energia e suas transformações do ENEM percebe-se que nesses livros estão contextualizados os objetos de conhecimento com discussões pouco próximas das contidas nas provas do exame. Muitos deles apresentam em suas abordagens questões do ENEM e, com isso, julgam-se de acordo com o exame.

Os resultados obtidos neste trabalho tentam confirmar, enfim, o distanciamento dos objetos de conhecimento contidos na Matriz de Referência 2009 e requitados pelo novo ENEM com os LDF, comprovando, dessa forma, nossa hipótese, pois 40% desses livros têm uma fraca aproximação com este exame.

Entendemos que, após os resultados finais desta pesquisa, alguns dos LDF precisam reformular sua forma de contextualizar os objetos de conhecimento, a fim de obter uma forte aproximação com o ENEM. Outro fator importante na busca dessa aproximação são os critérios de avaliação contidos no Edital do PNLN, visto que esses critérios norteiam as editoras dos LDF, pois eles precisam estar em consonância com as propostas do ENEM, embora os tais critérios envolvam os PCNEM.

Contudo, ao final deste trabalho emergiu a necessidade de questionar: se houve uma quantidade significativa de LDF com uma aproximação fraca ao ENEM, como os professores do ensino médio, mais precisamente os de Física, vêm trabalhando as competências e habilidades requisitadas pelo exame em sala de aula, mediante um ensino com os princípios da interdisciplinaridade e contextualização?

REFERÊNCIAS

ALVES, Paulo Afonso da Cunha. **ENEM como política pública de avaliação**. Rio de Janeiro, 2009. (Dissertação de mestrado apresentada à Universidade Estadual do Rio de Janeiro).

AMARAL, Ivan A.; MEGID NETO, Jorge. **Qualidade do livro didático de Ciências: o que define e quem define?** *Ciência & Ensino*, Campinas, n.2, p. 13-14, jun.1997.

ANGOTTI, J. A. P. **Fragments e totalidades no conhecimento científico e no ensino de ciências**. São Paulo, Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1991.

ARAÚJO, Maria Cristina Pansera de; NONENMACHER, Sandra. Energia: um conceito presente nos livros didáticos de Física, Biologia e Química do ensino médio. In: POIÉSIS – Revista do programa de pós-graduação em educação – Mestrado – UNISUL, Tubarão, v. 2, n. 1, p. 1-13, Jan./Jun. 2009.

ASSIS, Alice; TEIXEIRA, Ode Pacubi Baierl. **Análise do Uso de um Texto Paradidático Sobre Energia e Meio Ambiente**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 23, no. 1, Março, 2001.

_____. **Algumas considerações sobre o ensino e a aprendizagem do conceito de energia**. *Ciência & Educação*, v.9, n.1, p.41-52, 2003.

AUTH, M. A.; ANGOTTI, J. A. P. O processo de ensino-aprendizagem com aporte do desenvolvimento histórico universal: a temática das combustões. In: PIETROCOLA, Mauricio (ORG.) *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: UFSC, 2001. p. 197-232.

BARROS, Valentina M. E. **O Conceito de Energia no 1º Ciclo do Ensino Básico – Perspectivas dos Professores**. Dissertação (Mestrado em Educação) 161p. Universidade de Aveiro - Departamento de Didática e Tecnologia Educativa. Aveiro-Portugal, 2005.

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 do ENEM**. 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>. 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, 2012. 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: Ensino Médio.** Secretaria da Educação Básica, 1999. 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), 2009. Disponível em: < <http://portal.mec.gov.br/index.>> Acesso em: 22 de ago. 2011.

CARDOSO, Liana. “O Brasil é belo”. Revista do Centro de Filosofia e Ciências Humanas (CFCH). Rio de Janeiro, ano 1, nº 1, jun., p. 66-77, 2010.

DIAS, R. A. **Desenvolvimento de um modelo educacional para a conservação de energia.** 2003. 130f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá.

DIAS, Rubens Alves; BALESTIERI, José Antonio & MATTOS, Cristiano Rodrigues. **Conservação de energia: conceitos e sociedade.** 2000. Disponível em: <http://www.nepet.ufsc.br/Artigos/Texto/Cons_en.htm> Acessado em 08 de abril de 2012.

FAZENDA, Ivani (Org.). **Dicionário em construção: interdisciplinaridade.** 2ª ed. São Paulo: Cortez, 2002.

FOLHA.COM. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/saber/1011056-haddad-defende-enem-e-diz-que-exame-vai-preencher-100-mil-vagas.shtml>> Acessado em 12 de janeiro de 2012.

FRACALANZA, Hilário. **O que sabemos sobre os livros didáticos para o ensino de Ciências no Brasil**. 1993. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, UNICAMP, Campinas, 1993.

GALVANIN, Beatriz. “**Reforma do sistema educacional dos anos 90: breves considerações sobre os aspectos históricos, econômicos, e políticos**”. Hórus – Revista de Humanidades e Ciências Sociais Aplicadas. Ourinhos/SP, Nº 03, 2005.

GARCIA, Tânia. M. F. B; SILVA, Éder Francisco da. **Livro didático de física: o ponto de vista de alunos do ensino médio**. In: IX Congresso Nacional de Educação – EDUCERE, III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia, PUCPR, Curitiba, 2009.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. Métodos de Pesquisa. UAB/UFRGS. 1ª ed. Porto Alegre; Editora UFRGS, 2009.

GOLDENBERG, Mirian. **A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais** - 8ª Ed. Rio de Janeiro: Record, 2004.

LAVILLE, Chritian; DIONNE, Jean. **A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas**. Porto Alegre; Editora Artes Médicas Sul Ltda.; Belo Horizonte: Editora UFMG, 1999.

LEITE, Álvaro Emílio; GARCIA, Nilson Marcos Dias; et al. **Tendências de pesquisa sobre os livros didáticos de ciências e física**. In: X Congresso Nacional de Educação – EDUCERE, I Seminário Internacional de Representações Sociais, Subjetividade e Educação – SIRSSSE, PUCPR, Curitiba, 2011.

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

MEGID NETO, Jorge; FRACALANZA, Hilário. **O livro didático de Ciências: problemas e soluções**. Ciência & Educação, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003.

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.

PERRENOUD, Philippe. **Dez Novas Competências para Ensinar**. Tradução de Patrícia Chittoni Ramos. Porto Alegre: Artes Médicas sul, 2000.

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

PIMENTEL, J. R. **Livros didáticos de Ciências: a Física e alguns problemas**. Cad. Cat. Ens. Fís., v. 15, n. 3: p. 308-318, ago. 2006.

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, Fernando J. R. **Habilidades e Competências para Ensinar: Um Desafio à Avaliação.** Disponível em: <<http://www.slideshare.net/ferjosefilosofo/habilidades-e-competncias-para-ensinar>> Acessado em 30 de novembro de 2011.

SOLBES, J.; TARÍN, F. **Algunas dificultades em torno a la conservación de la energia.** Enseñanza de las Ciencias, v. 16, n. 3, p. 97-387, 1998.

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

WEBER, Demétrio. **Escolas brasileiras aplicam Enem americano.** O GLOBO. Disponível em: <<http://www.andifes.org.br>> Acessado em 10 de maio de 2012.

ANEXOS

ANEXO A – HABILIDADES DA MATRIZ DE REFERÊNCIA 2009

- H1** - Reconhecer características ou propriedades de fenômenos ondulatórios ou oscilatórios, relacionando-os a seus usos em diferentes contextos.
- H2** - Associar a solução de problemas de comunicação, transporte, saúde ou outro, com o correspondente desenvolvimento científico e tecnológico.
- H3** - Confrontar interpretações científicas com interpretações baseadas no senso comum, ao longo do tempo ou em diferentes culturas.
- H4** - Avaliar propostas de intervenção no ambiente, considerando a qualidade da vida humana ou medidas de conservação, recuperação ou utilização sustentável da biodiversidade.
- H5** - Dimensionar circuitos ou dispositivos elétricos de uso cotidiano.
- H6** - Relacionar informações para compreender manuais de instalação ou utilização de aparelhos, ou sistemas tecnológicos de uso comum.
- H7** - Selecionar testes de controle, parâmetros ou critérios para a comparação de materiais e produtos, tendo em vista a defesa do consumidor, a saúde do trabalhador ou a qualidade de vida.
- H8** - 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.
- H9** - Compreender a importância dos ciclos biogeoquímicos ou do fluxo energia para a vida, ou da ação de agentes ou fenômenos que podem causar alterações nesses processos.
- H10** - Analisar perturbações ambientais, identificando fontes, transporte e/ou destino dos poluentes ou prevendo efeitos em sistemas naturais, produtivos ou sociais.
- H11** - Reconhecer benefícios, limitações e aspectos éticos da biotecnologia, considerando estruturas e processos biológicos envolvidos em produtos biotecnológicos.
- H12** - Avaliar impactos em ambientes naturais decorrentes de atividades sociais ou econômicas, considerando interesses contraditórios.
- H13** - Reconhecer mecanismos de transmissão da vida, prevendo ou explicando a manifestação de características dos seres vivos.
- H14** - Identificar padrões em fenômenos e processos vitais dos organismos, como manutenção do equilíbrio interno, defesa, relações com o ambiente, sexualidade, entre outros.
- H15** - Interpretar modelos e experimentos para explicar fenômenos ou processos biológicos em qualquer nível de organização dos sistemas biológicos.
- H16** - Compreender o papel da evolução na produção de padrões, processos biológicos ou na organização taxonômica dos seres vivos.
- H17** - Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas Ciências Físicas, Químicas ou Biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica.
- H18** - Relacionar propriedades físicas, químicas ou biológicas de produtos, sistemas ou procedimentos tecnológicos às finalidades a que se destinam.
- H19** - Avaliar métodos, processos ou procedimentos das ciências naturais que contribuam para diagnosticar ou solucionar problemas de ordem social, econômica ou ambiental.
- H20** - Caracterizar causas ou efeitos dos movimentos de partículas, substâncias, objetos ou corpos celestes.
- H21** - Utilizar leis físicas e (ou) químicas para interpretar processos naturais ou tecnológicos inseridos no contexto da termodinâmica e(ou) do eletromagnetismo.
- H22** - Compreender fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e a matéria em suas manifestações em processos naturais ou tecnológicos, ou em suas implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais.

H23 - Avaliar possibilidades de geração, uso ou transformação de energia em ambientes específicos, considerando implicações éticas, ambientais, sociais e/ou econômicas.

H24 - Utilizar códigos e nomenclatura da química para caracterizar materiais, substâncias ou transformações químicas.

H25 - Caracterizar materiais ou substâncias, identificando etapas, rendimentos ou implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais de sua obtenção ou produção.

H26 - Avaliar implicações sociais, ambientais e/ou econômicas na produção ou no consumo de recursos energéticos ou minerais, identificando transformações químicas ou de energia envolvidas nesses processos.

H27 - Avaliar propostas de intervenção no meio ambiente aplicando conhecimentos químicos, observando riscos ou benefícios.

H28 - Associar características adaptativas dos organismos com seu modo de vida ou com seus limites de distribuição em diferentes ambientes, em especial em ambientes brasileiros.

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

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

ANEXO B – TEXTOS

Texto 1 – 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 CO₂ 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>, 2012.

Texto 2 – Energia renovável chegará a 46% no Brasil até 2020

Documento da Empresa de Pesquisa Energética calcula que serão necessários R\$ 190 bilhões em investimentos para atingir essa meta para que o país continue a ter "uma das matrizes energéticas com menos emissão de carbono"

Não é novidade que o Brasil é um país rico em fontes de energia renovável, mas que estas fontes ainda são subaproveitadas. Felizmente, esse cenário pode estar mudando, de acordo com o **Plano Decenal de Expansão de Energia de 2020**, lançado recentemente pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Em pouco tempo, o país poderá deixar de ser reconhecido apenas por suas belezas naturais, e se tornar uma nova potência das energias renováveis.

Segundo o relatório da EPE, a rápida expansão da população brasileira e o consequente crescimento no consumo de bens farão com que o país tenha que aumentar sua capacidade energética. Para se ter uma ideia, entre 2010 e 2020, a população brasileira vai passar de 195 milhões para 205 milhões, enquanto o número de residências vai subir em 15 milhões chegando a 75 milhões.

Por isso, o Brasil pretende investir em energias renováveis para suprir parte do aumento da demanda energética. Em 2010, 44,8% da demanda energética do país era abastecida a partir de fontes renováveis, e em 2011 espera-se que esse índice chegue a 46,3%. Em termos de eletricidade, o número é ainda mais alto: 83% das necessidades do país são atingidas pelo uso das renováveis.

Para isso, o país pretende investir R\$ 190 bilhões no setor. Destes, R\$ 100 bilhões serão para projetos ainda não contratados, sendo 55% para centrais hidrelétricas de grande porte e 45% para biomassa, energia eólica e pequenas centrais hidrelétricas. Desta forma, o Brasil poderá atingir seu compromisso de redução de emissões dos gases do efeito estufa (GEEs) de 36% a 39% até 2020.

Fonte: http://www.institutocarbonobrasil.org.br/reportagens_carbonobrasil/noticia=728597, 2012.

Texto 3 – Vento e sol geram energia econômica e mudam paisagens no Brasil

Na última reportagem sobre a energia no Brasil, o Jornal Nacional mostra como as novíssimas fontes de produção estão mudando paisagens no Brasil e se tornando uma alternativa econômica na geração de eletricidade.

Uma piada local dizia que o município de Osório, no Rio Grande do Sul, só iria para a frente se conseguisse engarrafar vento. “Foi o que aconteceu, porque depois que engarrafaram o vento, Osório progrediu bastante”, comenta a comerciante [Iracema](#) Dariva.

Dona Iracema e outros proprietários rurais autorizaram a passagem desta revolução. Com vento bom, os geradores eólicos produzem o equivalente ao consumo residencial de meia Porto Alegre.

O pecuarista Clairton Emerin Marques sempre esperou por isso. “Meu pai tinha um sistema de energia eólica através de cata-ventos menores, com geradores”, lembra.

A renda adicional, trazida pelo parque eólico, fica em torno de R\$ 800 por torre, segundo um agricultor.

Vento não é nada bom para quem faz reportagem. Atrapalha a captação de áudio. Já no caso deste negócio, eles têm soprado a favor, trazendo muitos investimentos. Empurrando para frente os projetos, jogando para baixo o preço da energia elétrica produzida dessa maneira.

Ela já se tornou uma das mais baratas nos leilões do governo. E é a que mais cresce: de menos de 1% do total brasileiro em 2010, deve chegar perto de 7% em 2014.

Mas e ventos contrários, não existem? Qual o custo ambiental dessa atividade? “Por exemplo, a quantidade de aço que você precisa para fazer os geradores eólicos geram impacto”, destaca Luiz Pinguelli Rosa, ex-presidente da Eletrobras.

São mecanismos enormes, pesam mais de 100 toneladas, incluindo as pás, com seus 35 metros de comprimento. Instaladas em sequência, as torres poderiam interferir em rotas migratórias de pássaros, que usam os mesmos ventos. E há outros conflitos à vista. “Se um certo proprietário de terreno instalar uma barreira de usinas eólicas, o seguinte da linha do vento não terá esse benefício”, esclarece Ildo Sauer, diretor do Instituto de Energia da USP.

O [Ceará](#) é o estado com a maior produção de energia eólica hoje: mais de 40% do total brasileiro. E tem também o maior potencial para ser explorado no futuro, algo como 60 gigawatts, ou quatro vezes a capacidade de Itaipu. Geradores já se incorporaram a paisagens como as dunas de Canoa Quebrada. “Tudo tem uma medida. Desde que não venha atrapalhar o turismo” opina um turista.

O líder comunitário João Luiz Joventino do Nascimento reclama de linhas de transmissão próximas a residências, de acesso proibido a certas áreas. “Hoje não podemos ir a uma lagoa interdunares, ir à praia, ir a áreas tradicionalmente ocupadas pela comunidade”, critica o professor.

Segundo a empresa dona do parque eólico, é uma questão de segurança em um local onde se produz eletricidade. Onde a circulação é livre, nas dunas, topamos com mais modernidade: energia solar alimentando o negócio de fotos para turistas. “Usamos luz, TV, tudo alimentando a bateria com ela. E sol não falta”, conta uma comerciante.

O mesmo vale para o sertão dos Inhamuns, no interior do Ceará, onde uma empresa privada instalou quase 5 mil painéis solares. A primeira usina desse porte no Brasil. Quase tudo é importado. Energia nove vezes mais cara do que a eólica. “Vai baratear a partir da inclusão de novas fábricas e do aumento da escala de produção e também das novas tecnologias que surgem a cada ano”, adianta o gerente de projetos Fernando Pessoa Moura.

Estudiosos defendem a produção local e descentralizada desse tipo de energia. “A mesma área colocada no sertão nordestino eu posso distribuir para os telhados existentes, para o centro consumidor em [São Paulo](#), [Salvador](#), Recife, Fortaleza”, diz Roberto Zilles, professor do Instituto de Energia da USP.

O futuro vai exigir cada vez mais energia produzida onde é necessária e por quem a utiliza. Por que não torcidas iluminando estádios, com sua euforia, nas arquibancadas ou estações de metrô alimentadas pelo movimento nas plataformas? Tudo isso já vai virando realidade em institutos de pesquisa.

Fonte: <http://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2012/06/vento-e-sol-geram-energia-economica-e-mudam-paisagens-no-brasil.html>, 2012.

Texto Bermann: “A energia hidrelétrica não é limpa, nem barata”

Qual é a importância econômica da Usina de Belo Monte para o Brasil?

Bermann: A importância da usina deve ser medida pela sua capacidade de produção de energia, pelo tempo que a energia produzida estará disponível para o consumo da sociedade e pelos problemas de ordem social e ambiental que essa usina representa, inclusive sob o ponto de vista de custos. A importância econômica da Usina de Belo Monte para o Brasil é negativa, porque ela vai custar muito. O governo fala em 19 bilhões de reais de investimento, mas as

empresas envolvidas na obra, na fabricação dos equipamentos, dizem que a obra não sai por menos de 30 bilhões.

E por que então construí-la? Qual é o interesse do governo se não haverá esse retorno?

Bermann: Eu vejo a obra de Belo Monte como um projeto de longo prazo. É preciso levar em consideração que mais da metade do chamado potencial hidrelétrico, para construir hidrelétricas no Brasil, está localizado na região amazônica, onde há problemas de ordens social e ambiental. O fato de ter esse potencial para a construção de hidrelétricas faz com o governo aponte para essa direção irreversível: a de construir essas usinas, custe o que custar. Por que isso? O que chama atenção, como sempre, é a perspectiva do apagão, de se ter falta de energia. Ninguém quer ficar sem energia elétrica. Então essa forma de propagandear, de alardear que vai ter apagão, faz com que se aceitem usinas com essas características. Não é particularmente o governo Lula, porque essa obra está sendo pensada há 30 anos.

O Brasil tem um papel de protagonismo internacional em geração de energia limpa. No caso das hidrelétricas, temos enormes reservas de água que podem ser vantajosas para o país. Não se deve aproveitar essas vantagens?

Bermann: O maior erro desta política energética que está sendo implementada é o fato dela se apoiar em inverdades. Uma delas é de que a energia hidrelétrica é limpa e barata. Ela não é. Estudos mostraram que Balbina, Tucuruí e Samuel, as três maiores hidrelétricas construídas na região amazônica até agora, emitem gases de efeito estufa mais ou na mesma proporção que usinas a carvão mineral. Isso pode parecer uma surpresa, mas nos primeiros dez anos de operação de uma usina da Amazônia, a matéria orgânica, a mata, ela apodrece porque a água a deixa encoberta permanentemente. (...)

Fonte: <http://www.viomundo.com.br/entrevistas/bermann-a-energia-hidreletrica-nao-e-limpa-nem-barata.html>, 2012.

Texto 5 – 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 6 – 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 CO₂ 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.

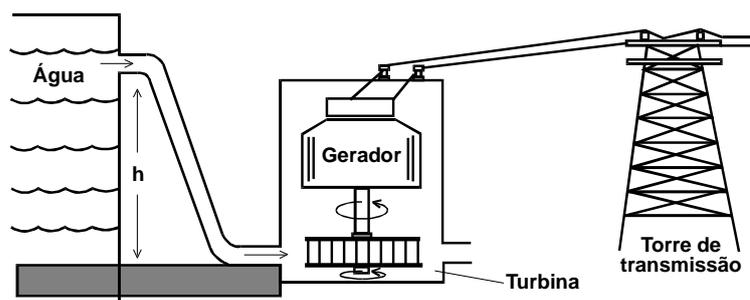
Fontes: [Highview Power Storage](#), [Liquid Air Energy](#), [BBC](#), 2013.

ANEXO C

PROVAS DO ENEM (1998 – 2011)

Prova ENEM 1998

Q1 - na figura abaixo está esquematizado um tipo de usina utilizada na geração de eletricidade.



Analisando o esquema, é possível identificar que se trata de uma usina:

- (A) hidrelétrica, porque a água corrente baixa a temperatura da turbina.
 (B) **hidrelétrica, porque a usina faz uso da energia cinética da água.**
 (C) termoelétrica, porque no movimento das turbinas ocorre aquecimento.
 (D) eólica, porque a turbina é movida pelo movimento da água.
 (E) nuclear, porque a energia é obtida do núcleo das moléculas de água.

Q2 - No processo de obtenção de eletricidade, ocorrem várias transformações de energia. Considere duas delas:

I. cinética em elétrica II. potencial gravitacional em cinética

Analisando o esquema, é possível identificar que elas se encontram, respectivamente, entre:

- (A) I- a água no nível h e a turbina, II- o gerador e a torre de distribuição.
 (B) I- a água no nível h e a turbina, II- a turbina e o gerador.
 (C) I- a turbina e o gerador, II- a turbina e o gerador.
 (D) **I- a turbina e o gerador,** **II- a água no nível h e a turbina.**
 (E) I- o gerador e a torre de distribuição, II- a água no nível h e a turbina.

Q3 - Seguem abaixo alguns trechos de uma matéria da revista “Superinteressante”, que descreve hábitos de um morador de Barcelona (Espanha), relacionando-os com o consumo de energia e efeitos sobre o ambiente.

- I. “Apenas no banho matinal, por exemplo, um cidadão utiliza cerca de 50 litros de água, que depois terá que ser tratada. Além disso, a água é aquecida consumindo 1,5 quilowatt-hora (cerca de 1,3 milhões de calorias), e para gerar essa energia foi preciso perturbar o ambiente de alguma maneira...”
- II. “Na hora de ir para o trabalho, o percurso médio dos moradores de Barcelona mostra que o carro libera 90 gramas do venenoso monóxido de carbono e 25 gramas de óxidos de nitrogênio... Ao mesmo tempo, o carro consome combustível equivalente a 8,9 kwh.”
- III. “Na hora de recolher o lixo doméstico... quase 1 kg por dia. Em cada quilo há aproximadamente 240 gramas de papel, papelão e embalagens; 80 gramas de plástico; 55 gramas de metal; 40 gramas de material biodegradável e 80 gramas de vidro.”

(Também) com relação ao trecho I, supondo a existência de um chuveiro elétrico, pode-se afirmar que:

- (A) a energia usada para aquecer o chuveiro é de origem química, transformando-se em energia elétrica.
- (B) a energia elétrica é transformada no chuveiro em energia mecânica e, posteriormente, em energia térmica.
- (C) o aquecimento da água deve-se à resistência do chuveiro, onde a energia elétrica é transformada em energia térmica.**
- (D) a energia térmica consumida nesse banho é posteriormente transformada em energia elétrica.
- (E) como a geração da energia perturba o ambiente, pode-se concluir que sua fonte é algum derivado do petróleo.

Prova ENEM 1999

Q1 - A tabela a seguir apresenta alguns exemplos de processos, fenômenos ou objetos em que ocorrem transformações de energia. Nessa tabela, aparecem as direções de transformação de energia. Por exemplo, o termopar é um dispositivo onde energia térmica se transforma em energia elétrica.

De \ Em	Elétrica	Química	Mecânica	Térmica
Elétrica	Transformador			Termopar
Química				Reações endotérmicas
Mecânica		Dinamite	Pêndulo	
Térmica				Fusão

Dentre os processos indicados na tabela, ocorre conservação de energia

- (A) em todos os processos.**
- (B) somente nos processos que envolvem transformações de energia sem dissipação de calor.
- (C) somente nos processos que envolvem transformações de energia mecânica.
- (D) somente nos processos que não envolvem energia química.
- (E) somente nos processos que não envolvem nem energia química nem energia térmica.

Q2 - De acordo com este diagrama, uma das modalidades de produção de energia elétrica envolve combustíveis fósseis. A modalidade de produção, o combustível e a escala de tempo típica associada à formação desse combustível são, respectivamente,

- (A) hidroelétricas - chuvas - um dia
- (B) hidroelétricas - aquecimento do solo - um mês
- (C) termoelétricas - petróleo - 200 anos
- (D) termoelétricas - aquecimento do solo - 1 milhão de anos
- (E) termoelétricas - petróleo - 500 milhões de anos**

Q3 - No diagrama estão representadas as duas modalidades mais comuns de usinas elétricas, as hidroelétricas e as termoelétricas. No Brasil, a construção de usinas hidroelétricas deve ser incentivada porque essas

- I. utilizam fontes renováveis, o que não ocorre com as termoelétricas que utilizam fontes que necessitam de bilhões de anos para serem reabastecidas.
- II. apresentam impacto ambiental nulo, pelo represamento das águas no curso normal dos rios.
- III. aumentam o índice pluviométrico da região de seca do Nordeste, pelo represamento de águas.

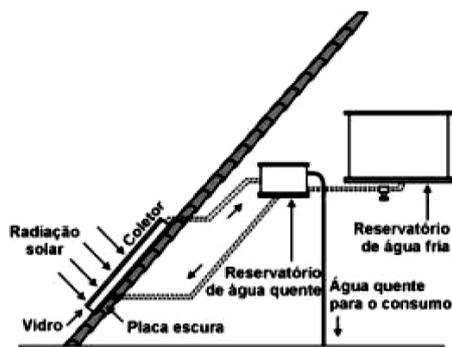
Das três afirmações acima, somente

- (A) I está correta.**
- (B) II está correta.

- (C) III está correta.
 (D) I e II estão corretas.
 (E) II e III estão corretas.

Prova ENEM 2000

Q1 - O resultado da conversão direta de energia solar é uma das várias formas de energia alternativa de que se dispõe. O aquecimento solar é obtido por uma placa escura coberta por vidro, pela qual passa um tubo contendo água. A água circula, conforme mostra o esquema abaixo.



Fonte: Adaptado de PALZ, Wolfgang. *Energia solar e fontes alternativas*. Hemus, 1981.

São feitas as seguintes afirmações quanto aos materiais utilizados no aquecedor solar:

- I o reservatório de água quente deve ser metálico para conduzir melhor o calor.
 II a cobertura de vidro tem como função reter melhor o calor, de forma semelhante ao que ocorre em uma estufa.
 III a placa utilizada é escura para absorver melhor a energia radiante do Sol, aquecendo a água com maior eficiência.

Dentre as afirmações acima, pode-se dizer que, apenas está(ão) correta(s):

- (A) I.
 (B) I e II.
 (C) II.
 (D) I e III.
 (E) II e III.

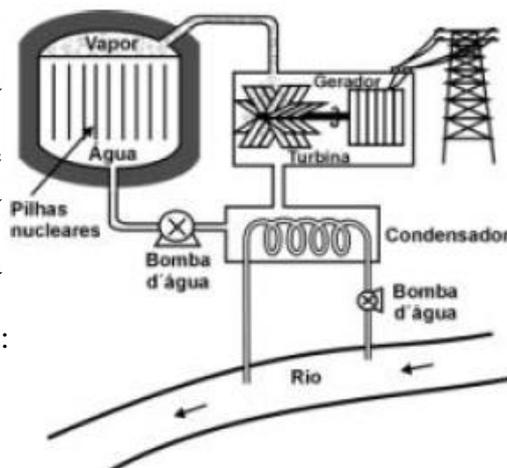
Q2 - A energia térmica liberada em processos de fissão nuclear pode ser utilizada na geração de vapor para produzir energia mecânica que, por sua vez, será convertida em energia elétrica. Abaixo está representado um esquema básico de uma usina de energia nuclear.

A partir do esquema são feitas as seguintes afirmações:

- I a energia liberada na reação é usada para ferver a água que, como vapor a alta pressão, aciona a turbina.
 II a turbina, que adquire uma energia cinética de rotação, é acoplada mecanicamente ao gerador para produção de energia elétrica.
 III a água depois de passar pela turbina é pré-aquecida no condensador e bombeada de volta ao reator.

Dentre as afirmações acima, somente está(ão) correta(s):

- (A) I.
 (B) II.
 (C) III.



- (D) I e II.
(E) II e III.

Q3 – No ciclo da água, usado para produzir eletricidade, a água de lagos e oceanos, irradiada pelo Sol, evapora - se dando origem a nuvens e se precipita como chuva. É então represada, corre de alto a baixo e move turbinas de uma usina, acionando geradores. A eletricidade produzida é transmitida através de cabos e fios e é utilizada em motores e outros aparelhos elétricos. Assim, para que o ciclo seja aproveitado na geração de energia elétrica, constrói-se uma barragem para represar a água.

Entre os possíveis impactos ambientais causados por essa construção, devem ser destacados:

- (A) aumento do nível dos oceanos e chuva ácida.
(B) chuva ácida e efeito estufa.
(C) alagamentos e intensificação do efeito estufa.
(D) alagamentos e desequilíbrio da fauna e da flora.
(E) alteração do curso natural dos rios e poluição atmosférica.

Prova ENEM 2001

Q1 – “...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 idéia 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.

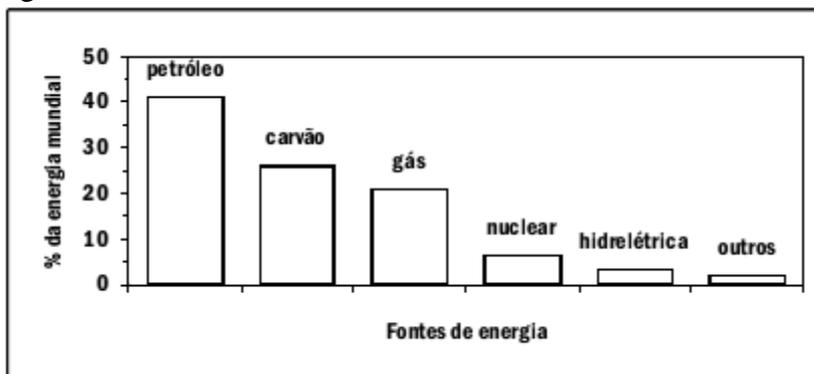
Q2 – A padronização insuficiente e a ausência de controle na fabricação podem também resultar em perdas significativas de energia através das paredes da geladeira. Essas perdas, em função da espessura das paredes, para geladeiras e condições de uso típicas, são apresentadas na tabela.

Espessura das paredes (cm)	Perda térmica mensal (kWh)
2	65
4	35
6	25
10	15

Considerando uma família típica, com consumo médio mensal de 200 kWh, a perda térmica pelas paredes de uma geladeira com 4 cm de espessura, relativamente a outra de 10 cm, corresponde a uma porcentagem do consumo total de eletricidade da ordem de

- (A) 30%.
(B) 20%.
(C) 10%.
(D) 5%.
(E) 1%.

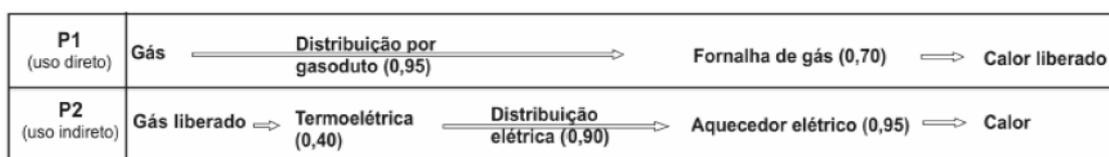
Q3 – Segundo um especialista em petróleo (Estado de S. Paulo, 5 de março de 2000), o consumo total de energia mundial foi estimado em 8,3 bilhões de toneladas equivalentes de petróleo (tep) para 2001. A porcentagem das diversas fontes da energia consumida no globo é representada no gráfico.



Segundo as informações apresentadas, para substituir a energia nuclear utilizada é necessário, por exemplo, aumentar a energia proveniente do gás natural em cerca de (A) 10%. (B) 18%. (C) 25%. (D) 33%. (E) 50%.

Prova ENEM 2002

Q1 - Na comparação entre diferentes processos de geração de energia, devem ser considerados aspectos econômicos, sociais e ambientais. Um fator economicamente relevante nessa comparação é a eficiência do processo. Eis um exemplo: a utilização do gás natural como fonte de aquecimento pode ser feita pela simples queima num fogão (uso direto), ou pela produção de eletricidade em uma termoeletrica e uso de aquecimento elétrico (uso indireto). Os rendimentos correspondentes a cada etapa de dois desses processos estão indicados entre parênteses no esquema.



Na comparação das eficiências, em termos globais, entre esses dois processos (direto e indireto), verifica-se que

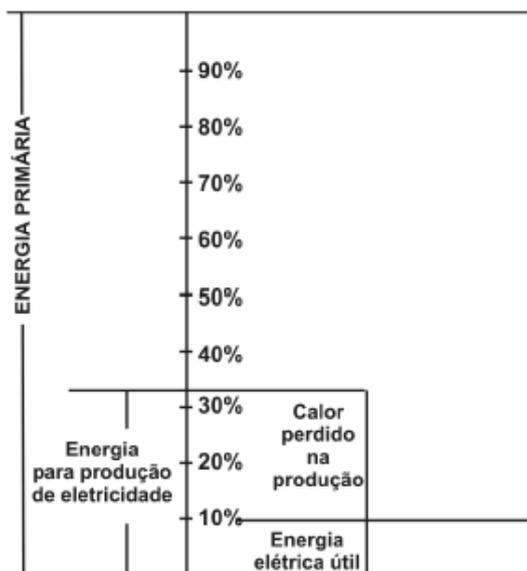
- (A) a menor eficiência de P2 deve-se, sobretudo, ao baixo rendimento da termoeletrica.
 (B) a menor eficiência de P2 deve-se, sobretudo, ao baixo rendimento na distribuição.
 (C) a maior eficiência de P2 deve-se ao alto rendimento do aquecedor elétrico.
 (D) a menor eficiência de P1 deve-se, sobretudo, ao baixo rendimento da fornalha.
 (E) a menor eficiência de P1 deve-se, sobretudo, ao alto rendimento de sua distribuição.

Q2 - 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) independerem de condições climáticas.
 (C) a energia gerada poder ser armazenada.
(D) utilizarem fontes de energia renováveis.
 (E) dependerem das reservas de combustíveis fósseis.

Q3 - O diagrama mostra a utilização das diferentes fontes de energia no cenário mundial. Embora aproximadamente um terço de toda energia primária seja orientada à produção de eletricidade, apenas 10% do total são obtidos em forma de energia elétrica útil. A pouca eficiência do processo de produção de eletricidade deve-se, sobretudo, ao fato de as usinas



- (A) nucleares utilizarem processos de aquecimento, nos quais as temperaturas atingem milhões de graus Celsius, favorecendo perdas por fissão nuclear.
 (B) termelétricas utilizarem processos de aquecimento a baixas temperaturas, apenas da ordem de centenas de graus Celsius, o que impede a queima total dos combustíveis fósseis.
 (C) hidrelétricas terem o aproveitamento energético baixo, uma vez que parte da água em queda não atinge as pás das turbinas que acionam os geradores elétricos.
(D) nucleares e termelétricas utilizarem processos de transformação de calor em trabalho útil, no qual as perdas de calor são sempre bastante elevadas.
 (E) termelétricas e hidrelétricas serem capazes de utilizar diretamente o calor obtido do combustível para aquecer a água, sem perda para o meio.

Prova ENEM 2003

Q1 – “Águas de março definem se falta luz este ano”.

Esse foi o título de uma reportagem em jornal de circulação nacional, pouco antes do início do racionamento do consumo de energia elétrica, em 2001. No Brasil, a relação entre a produção de eletricidade e a utilização de recursos hídricos, estabelecida nessa manchete, se justifica porque

- (A) a geração de eletricidade nas usinas hidrelétricas exige a manutenção de um dado fluxo de água nas barragens.**
 (B) o sistema de tratamento da água e sua distribuição consomem grande quantidade de energia elétrica.
 (C) a geração de eletricidade nas usinas termelétricas utiliza grande volume de água para refrigeração.
 (D) o consumo de água e de energia elétrica utilizadas na indústria compete com o da agricultura.
 (E) é grande o uso de chuveiros elétricos, cuja operação implica abundante consumo de água.

Q2 - Na música “Bye, bye, Brasil”, de Chico Buarque de Holanda e Roberto Menescal, os versos

“puseram uma usina no mar
talvez fique ruim pra pescar”

poderiam estar se referindo à usina nuclear de Angra dos Reis, no litoral do Estado do Rio de Janeiro. No caso de tratar-se dessa usina, em funcionamento normal, dificuldades para a pesca nas proximidades poderiam ser causadas

(A) pelo aquecimento das águas, utilizadas para refrigeração da usina, que alteraria a fauna marinha.

(B) pela oxidação de equipamentos pesados e por detonações que espantariam os peixes.

(C) pelos rejeitos radioativos lançados continuamente no mar, que provocariam a morte dos peixes.

(D) pela contaminação por metais pesados dos processos de enriquecimento do urânio.

(E) pelo vazamento de lixo atômico colocado em tonéis e lançado ao mar nas vizinhanças da usina.

Q3 - No Brasil, o sistema de transporte depende do uso de combustíveis fósseis e de biomassa, cuja energia é convertida em movimento de veículos. Para esses combustíveis, a transformação de energia química em energia mecânica acontece

(A) na combustão, que gera gases quentes para mover os pistões no motor.

(B) nos eixos, que transferem torque às rodas e impulsionam o veículo.

(C) na ignição, quando a energia elétrica é convertida em trabalho.

(D) na exaustão, quando gases quentes são expelidos para trás.

(E) na carburação, com a difusão do combustível no ar.

Prova ENEM 2004

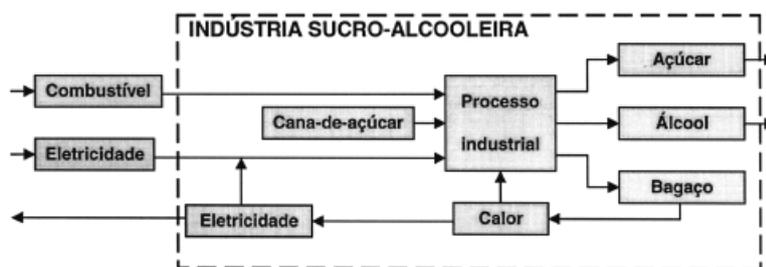
Q1 - O crescimento da demanda por energia elétrica no Brasil tem provocado discussões sobre o uso de diferentes processos para sua geração e sobre benefícios e problemas a eles associados. Estão apresentados no quadro alguns argumentos favoráveis (ou positivos, P1, P2 e P3) e outros desfavoráveis (ou negativos, N1, N2 e N3) relacionados a diferentes opções energéticas.

Argumentos favoráveis		Argumentos desfavoráveis	
P ₁	Elevado potencial no país do recurso utilizado para a geração de energia.	N ₁	Destruição de áreas de lavoura e deslocamento de populações.
P ₂	Diversidade dos recursos naturais que pode utilizar para a geração de energia.	N ₂	Emissão de poluentes.
P ₃	Fonte renovável de energia.	N ₃	Necessidade de condições climáticas adequadas para sua instalação.

Ao se discutir a opção pela instalação, em uma dada região, de uma usina termoelétrica, os argumentos que se aplicam são

(A) P1 e N2. (B) P1 e N3. (C) P2 e N1. **(D) P2 e N2.** (E) P3 e N3.

Q2. Os sistemas de cogeração representam uma prática de utilização racional de combustíveis e de produção de energia. Isto já se pratica em algumas indústrias de açúcar e de álcool, nas quais se aproveita o bagaço da cana, um de seus subprodutos, para produção de energia. Esse processo está ilustrado no esquema ao lado. Entre os argumentos favoráveis a esse sistema de cogeração pode-se destacar que ele



- (A) otimiza o aproveitamento energético, ao usar queima do bagaço nos processos térmicos da usina e na geração de eletricidade.
- (B) aumenta a produção de álcool e de açúcar, ao usar o bagaço como insumo suplementar.
- (C) economiza na compra da cana-de-açúcar, já que o bagaço também pode ser transformado em álcool.
- (D) aumenta a produtividade, ao fazer uso do álcool para a geração de calor na própria usina.
- (E) reduz o uso de máquinas e equipamentos na produção de açúcar e álcool, por não manipular o bagaço da cana.

Q3. O debate em torno do uso da energia nuclear para produção de eletricidade permanece atual. Em um encontro internacional para a discussão desse tema, foram colocados os seguintes argumentos:

I. Uma grande vantagem das usinas nucleares é o fato de não contribuírem para o aumento do efeito estufa, uma vez que o urânio, utilizado como “combustível”, não é queimado, mas sofre fissão.

II. Ainda que sejam raros os acidentes com usinas nucleares, seus efeitos podem ser tão graves que essa alternativa de geração de eletricidade não nos permite ficar tranqüilos.

A respeito desses argumentos, pode-se afirmar que

- (A) o primeiro é válido e o segundo não é, já que nunca ocorreram acidentes com usinas nucleares.
- (B) o segundo é válido e o primeiro não é, pois de fato há queima de combustível na geração nuclear de eletricidade.
- (C) o segundo é válido e o primeiro é irrelevante, pois nenhuma forma de gerar eletricidade produz gases do efeito estufa.
- (D) ambos são válidos para se compararem vantagens e riscos na opção por essa forma de geração de energia.**
- (E) ambos são irrelevantes, pois a opção pela energia nuclear está-se tornando uma necessidade inquestionável.

Prova ENEM 2005

Q1 - 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

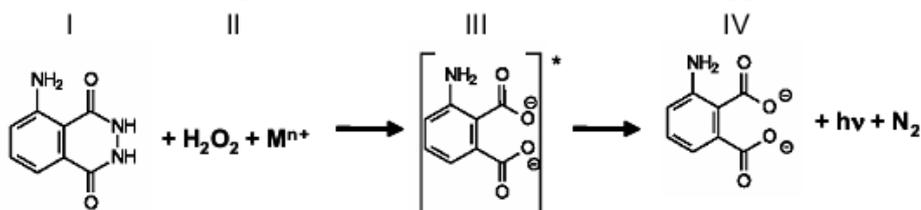
- (A) potencial elástica em energia gravitacional.
 (B) gravitacional em energia potencial.
(C) potencial elástica em energia cinética.
 (D) cinética em energia potencial elástica.
 (E) gravitacional em energia cinética.

Q2 - Um problema ainda não resolvido da geração nuclear de eletricidade é a destinação dos rejeitos radiativos, o chamado “lixo atômico”. Os rejeitos mais ativos ficam por um período em piscinas de aço inoxidável nas próprias usinas antes de ser, como os demais rejeitos, acondicionados em tambores que são dispostos em áreas cercadas ou encerrados em depósitos subterrâneos secos, como antigas minas de sal. A complexidade do problema do lixo atômico, comparativamente a outros lixos com substâncias tóxicas, se deve ao fato de

- (A) emitir radiações nocivas, por milhares de anos, em um processo que não tem como ser interrompido artificialmente.**
 (B) acumular-se em quantidades bem maiores do que o lixo industrial convencional, faltando assim locais para reunir tanto material.
 (C) ser constituído de materiais orgânicos que podem contaminar muitas espécies vivas, incluindo os próprios seres humanos.
 (D) exalar continuamente gases venenosos, que tornariam o ar irrespirável por milhares de anos.
 (E) emitir radiações e gases que podem destruir a camada de ozônio e agravar o efeito estufa.

Q3 – Na investigação forense, utiliza-se luminol, uma substância que reage com o ferro presente na hemoglobina do sangue, produzindo luz que permite visualizar locais contaminados com pequenas quantidades de sangue, mesmo em superfícies lavadas. É proposto que, na reação do luminol (I) em meio alcalino, na presença de peróxido de hidrogênio (II) e de um metal de transição (M^{n+}), forma-se o composto 3-amino ftalato (III) que sofre uma relaxação dando origem ao produto final da reação (IV), com liberação de energia ($h\nu$) e de gás nitrogênio (N_2).

(Adaptado. Química Nova, 25, nº 6, 2002. pp. 1003-1011.)



Dados: pesos moleculares: Luminol = 177
 3-amino ftalato = 164

Na reação do luminol, está ocorrendo o fenômeno de

- (A) fluorescência, quando espécies excitadas por absorção de uma radiação eletromagnética relaxam liberando luz.
 (B) incandescência, um processo físico de emissão de luz que transforma energia elétrica em energia luminosa.
(C) quimiluminescência, uma reação química que ocorre com liberação de energia eletromagnética na forma de luz.
 (D) fosforescência, em que átomos excitados pela radiação visível sofrem decaimento, emitindo fótons.
 (E) fusão nuclear a frio, através de reação química de hidrólise com liberação de energia.

Prova ENEM 2006

Q1- O funcionamento de uma usina nucleoeletrica típica baseia-se na liberação de energia resultante da divisão do núcleo de urânio em núcleos de menor massa, processo conhecido como fissão nuclear. Nesse processo, utiliza-se uma mistura de diferentes átomos de urânio, de forma a proporcionar uma concentração de apenas 4% de material f ssil. Em bombas at micas, são utilizadas concentrações acima de 20% de urânio f ssil, cuja obtenção   trabalhosa, pois, na natureza, predomina o urânio não-f ssil. Em grande parte do armamento nuclear hoje existente, utiliza-se, então, como alternativa, o plut nio, material f ssil produzido por reações nucleares no interior do reator das usinas nucleoeletrica. Considerando-se essas informações, é correto afirmar que

A a disponibilidade do urânio na natureza está ameaçada devido a sua utilização em armas nucleares.

B a proibição de se instalarem novas usinas nucleoeletricas não causara impacto na oferta mundial de energia.

C a existência de usinas nucleoeletricas possibilita que um de seus subprodutos seja utilizado como material bélico.

D a obtenção de grandes concentrações de urânio f ssil é viabilizada em usinas nucleoeletricas.

E a baixa concentração de urânio f ssil em usinas nucleoeletricas impossibilita o desenvolvimento energético.

Q2 - Na avaliação da eficiência de usinas quanto   produção e aos impactos ambientais, utilizam-se vários critérios, tais como: razão entre produção efetiva anual de energia elétrica e potência instalada ou razão entre potência instalada e área inundada pelo reservatório. No quadro seguinte, esses parâmetros são aplicados às duas maiores hidrelétricas do mundo: Itaipu, no Brasil, e Três Gargantas, na China.

parâmetros	Itaipu	Três Gargantas
potência instalada	12.600 MW	18.200 MW
produção efetiva de energia elétrica	93 bilhões de kWh/ano	84 bilhões de kWh/ano
�rea inundada pelo reservatório	1.400 km ²	1.000 km ²

Internet: <www.itaipu.gov.br>

Com base nessas informações, avalie as afirmativas que se seguem.

I A energia elétrica gerada anualmente e a capacidade nominal máxima de geração da hidrelétrica de Itaipu são maiores que as da hidrelétrica de Três Gargantas.

II Itaipu é mais eficiente que Três Gargantas no uso da potência instalada na produção de energia elétrica.

III A razão entre potencia instalada e área inundada pelo reservatório é mais favorável na hidrelétrica Três Gargantas do que em Itaipu.

É correto apenas o que se afirma em

- A I. B II. C III. D I e III. **E II e III.**

Q3 - A figura ao lado ilustra uma gangorra de brinquedo feita com uma vela. A vela é acesa nas duas extremidades e, inicialmente, deixa-se uma das extremidades mais baixa que a outra. A combustão da parafina da extremidade mais baixa provoca a fusão. A parafina da extremidade mais baixa da vela pinga mais rapidamente que na outra extremidade. O pingar da parafina fundida resulta na diminuição da massa da vela na extremidade mais baixa, o que ocasiona a inversão das posições. Assim, enquanto a vela queima, oscilam as duas extremidades. Nesse brinquedo, observa-se a seguinte sequência de transformações de energia:



A energia resultante de processo químico → energia potencial gravitacional → energia cinética

B energia potencial gravitacional → energia elástica → energia cinética

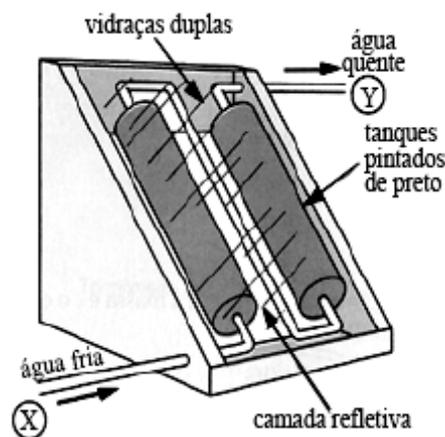
C energia cinética → energia resultante de processo químico → energia potencial gravitacional

D energia mecânica → energia luminosa → energia potencial gravitacional

E energia resultante do processo químico → energia luminosa → energia cinética

Prova ENEM 2007

Q1 - O uso mais popular de energia solar está associado ao fornecimento de água quente para fins domésticos. Na figura ao lado, é ilustrado um aquecedor de água constituído de dois tanques pretos dentro de uma caixa termicamente isolada e com cobertura de vidro, os quais absorvem energia solar.



A. Hinrichs e M. Kleinbach. Energia e meio ambiente. São Paulo: Thompson, 3.ª ed., 2004, p. 529 (com adaptações).

Nesse sistema de aquecimento,

A os tanques, por serem de cor preta, são maus absorvedores de calor e reduzem as perdas de energia.

B a cobertura de vidro deixa passar a energia luminosa e reduz a perda de energia térmica utilizada para o aquecimento.

C a água circula devido à variação de energia luminosa existente entre os pontos X e Y.

D a camada refletiva tem como função armazenar energia luminosa.

E o vidro, por ser bom condutor de calor, permite que se mantenha constante a temperatura no interior da caixa.

Q2 -

MOCHILA GERADORA DE ENERGIA

O sobe-e-desce dos quadris faz a mochila gerar eletricidade

- ▶ A mochila tem uma estrutura rígida semelhante à usada por alpinistas.
- ▶ O compartimento de carga é suspenso por molas colocadas na vertical.
- ▶ Durante a caminhada, os quadris sobem e descem em média cinco centímetros. A energia produzida pelo vai-e-vem do compartimento de peso faz girar um motor conectado ao gerador de eletricidade.

MOVIMENTO DA MOCHILA

Energia potencial → Energia I → Energia II

Istoé, n.o 1.864, set./2005, p. 69 (com adaptações).

Com o projeto de mochila ilustrado acima, pretende-se aproveitar, na geração de energia elétrica para acionar dispositivos eletrônicos portáteis, parte da energia desperdiçada no ato de caminhar. As transformações de energia envolvidas na produção de eletricidade enquanto uma pessoa caminha com essa mochila podem ser assim esquematizadas:

As energias I e II, representadas no esquema acima, podem ser identificadas, respectivamente, como

A cinética e elétrica.

B térmica e cinética.

C térmica e elétrica.

D sonora e térmica.

E radiante e elétrica.

Q3 - 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.

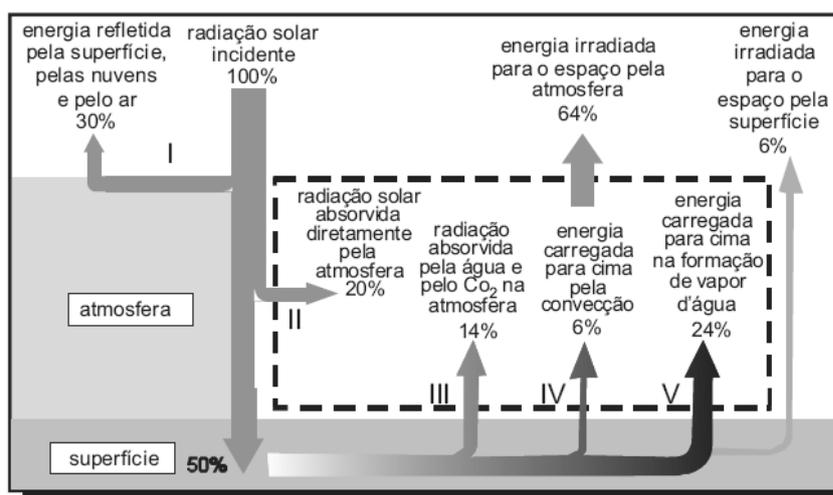
D Gás natural.

E Vento.

Prova ENEM 2008

Diagrama para a questões Q1.

O diagrama abaixo representa, de forma esquemática e simplificada, a distribuição da energia proveniente do Sol sobre a atmosfera e a superfície terrestre. Na área delimitada pela linha tracejada, são destacados alguns processos envolvidos no fluxo de energia na atmosfera.



Raymong A. Serway e John W. Jewett. *Princípios de Física*, v. 2, fig. 18.12 (com adaptações).

Q1 - A chuva é o fenômeno natural responsável pela manutenção dos níveis adequados de água dos reservatórios das usinas hidrelétricas. Esse fenômeno, assim como todo o ciclo hidrológico, depende muito da energia solar. Dos processos numerados no diagrama, aquele que se relaciona mais diretamente com o nível dos reservatórios de usinas hidrelétricas é o de número

- A I. B II. C III. D IV. E V.

Q2 - A energia geotérmica tem sua origem no núcleo derretido da Terra, onde as temperaturas atingem 4.000 °C. Essa energia é primeiramente produzida pela decomposição de materiais radiativos dentro do planeta. Em fontes geotérmicas, a água, aprisionada em um reservatório subterrâneo, é aquecida pelas rochas ao redor e fica submetida a altas pressões, podendo atingir temperaturas de até 370 °C sem entrar em ebulição. Ao ser liberada na superfície, à pressão ambiente, ela se vaporiza e se resfria, formando fontes ou gêiseres. O vapor de poços geotérmicos é separado da água e é utilizado no funcionamento de turbinas para gerar eletricidade. A água quente pode ser utilizada para aquecimento direto ou em usinas de dessalinização.

Roger A. Hinrichs e Merlin Kleinbach. *Energia e meio ambiente*. Ed. ABDR (com adaptações).

Depreende-se das informações acima que as usinas geotérmicas

A utilizam a mesma fonte primária de energia que as usinas nucleares, sendo, portanto, semelhantes os riscos decorrentes de ambas.

B funcionam com base na conversão de energia potencial gravitacional em energia térmica.

C podem aproveitar a energia química transformada em térmica no processo de dessalinização.

D assemelham-se às usinas nucleares no que diz respeito à conversão de energia térmica em cinética e, depois, em elétrica.

E transformam inicialmente a energia solar em energia cinética e, depois, em energia térmica.

Q7 - Uma fonte de energia que não agride o ambiente, é totalmente segura e usa um tipo de matéria-prima infinita é a energia eólica, que gera eletricidade a partir da força dos ventos. O Brasil é um país privilegiado por ter o tipo de ventilação necessária para produzi-la. Todavia, ela é a menos usada na matriz energética brasileira. O Ministério de Minas e Energia estima que as turbinas eólicas produzam apenas 0,25% da energia consumida no país. Isso ocorre porque ela compete com uma usina mais barata e eficiente: a hidrelétrica, que responde por 80% da energia do Brasil. O investimento para se construir uma hidrelétrica é de

aproximadamente US\$ 100 por quilowatt. Os parques eólicos exigem investimento de cerca de US\$ 2 mil por quilowatt e a construção de uma usina nuclear, de aproximadamente US\$ 6 mil por quilowatt. Instalados os parques, a energia dos ventos é bastante competitiva, custando R\$ 200,00 por megawatt-hora frente a R\$ 150,00 por megawatt-hora das hidrelétricas e a R\$ 600,00 por megawatt-hora das termelétricas.

Época. 21/4/2008 (com adaptações).

De acordo com o texto, entre as razões que contribuem para a menor participação da energia eólica na matriz energética brasileira, inclui-se o fato de

A haver, no país, baixa disponibilidade de ventos que podem gerar energia elétrica.

B o investimento por quilowatt exigido para a construção de parques eólicos ser de aproximadamente 20 vezes o necessário para a construção de hidrelétricas.

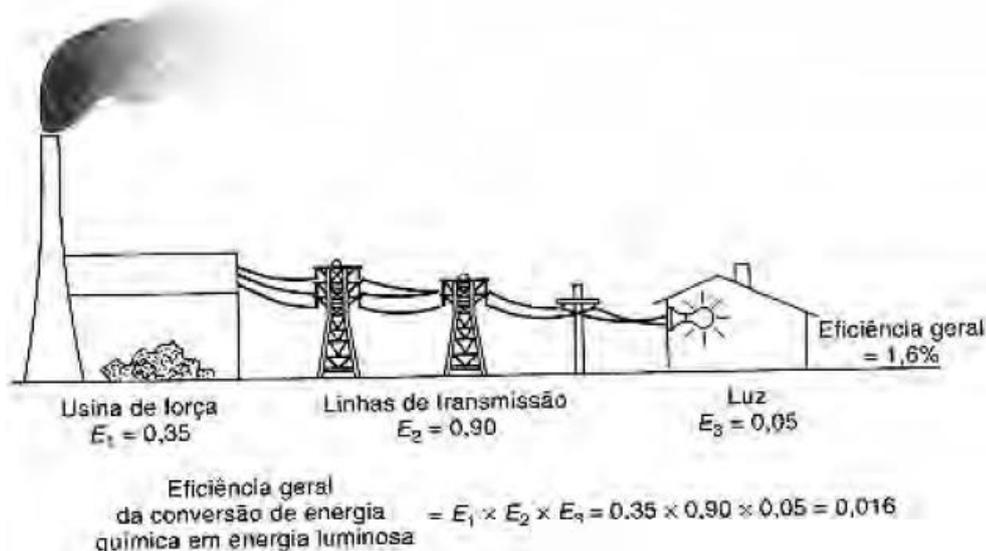
C o investimento por quilowatt exigido para a construção de parques eólicos ser igual a 1/3 do necessário para a construção de usinas nucleares.

D o custo médio por megawatt-hora de energia obtida após instalação de parques eólicos ser igual a 1,2 multiplicado pelo custo médio do megawatt-hora obtido das hidrelétricas.

E o custo médio por megawatt-hora de energia obtida após instalação de parques eólicos ser igual a 1/3 do custo médio do megawatt-hora obtido das termelétricas.

Prova ENEM 2009

Q1 - A eficiência de um processo de conversão de energia é definida como a razão entre a produção de energia ou trabalho útil e o total de entrada de energia no processo. A figura mostra um processo com diversas etapas. Nesse caso, a eficiência geral será igual ao produto das eficiências das etapas individuais. A entrada de energia que não se transforma em trabalho útil é perdida sob formas não utilizáveis (como resíduos de calor).



HINRICHS, R. A. Energia e Meio Ambiente. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003 (adaptado).

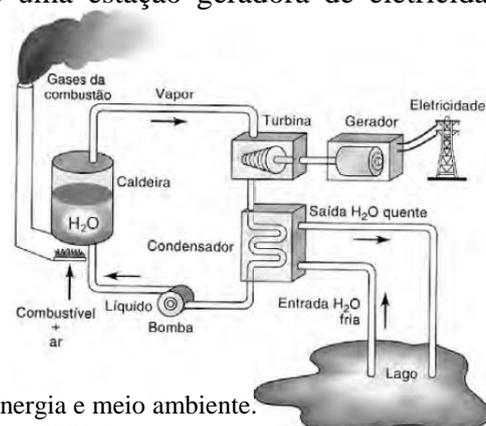
Aumentar a eficiência dos processos de conversão de energia implica economizar recursos e combustíveis. Das propostas seguintes, qual resultará em maior aumento da eficiência geral do processo?

A. Aumentar a quantidade de combustível para queima na usina de força.

B. Utilizar lâmpadas incandescentes, que geram pouco calor e muita luminosidade.

- C. Manter o menor número possível de aparelhos elétricos em funcionamento nas moradias.
- D. Utilizar cabos com menor diâmetro nas linhas de transmissão a fim de economizar o material condutor.
- E. **Utilizar materiais com melhores propriedades condutoras nas linhas de transmissão e lâmpadas fluorescentes nas moradias.**

Q2 - O esquema mostra um diagrama de bloco de uma estação geradora de eletricidade abastecida por combustível fóssil.



HINRICHS, R. A.; KLEINBACH, M. Energia e meio ambiente. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003 (adaptado).

Se fosse necessário melhorar o rendimento dessa usina, que forneceria eletricidade para abastecer uma cidade, qual das seguintes ações poderia resultar em alguma economia de energia, sem afetar a capacidade de geração da usina?

- A. Reduzir a quantidade de combustível fornecido à usina para ser queimado.
- B. Reduzir o volume de água do lago que circula no condensador de vapor.
- C. Reduzir o tamanho da bomba usada para devolver a água líquida à caldeira.
- D. Melhorar a capacidade dos dutos com vapor conduzirem calor para o ambiente.
- E. **Usar o calor liberado com os gases pela chaminé para mover um outro gerador.**

Prova ENEM 2010

Q1



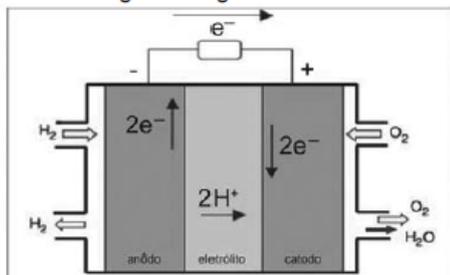
A fonte de energia representada na figura, considerada uma das mais limpas e sustentáveis do mundo, é extraída do calor gerado

- A pela circulação do magma no subsolo.
- B pelas erupções constantes dos vulcões.
- C pelo sol que aquece as águas com radiação ultravioleta.
- D pela queima do carvão e combustíveis fósseis.
- E pelos detritos e cinzas vulcânicas.

Opção (A)

Q 2

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



VILLULLAS, H.M.; TICIANELLI, E.A.; GONZÁLEZ, E. R. *Química Nova Na Escola*. Nº15, maio 2002.

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

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

Opção correta (A)

Q3

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)

Prova ENEM 2011

Q1

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

DALE, B. E.; HUBER, G. W. Gasolina de capim e outros vegetais. *Scientific American Brasil*, Ago. 2009, n° 87 (adaptado).

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

- A são matrizes energéticas com menor carga de poluição para o ambiente e podem propiciar a geração de novos empregos, entretanto, para serem oferecidos com baixo custo, a tecnologia da degradação da celulose nos biocombustíveis de segunda geração deve ser extremamente eficiente.
- B oferecem múltiplas dificuldades, pois a produção é de alto custo, sua implantação não gera empregos, e deve-se ter cuidado com o risco ambiental, pois eles oferecerem os mesmos riscos que o uso de combustíveis fósseis.
- C sendo de segunda geração, são produzidos por uma tecnologia que acarreta problemas sociais, sobretudo decorrente do fato de a matéria-prima ser abundante e facilmente encontrada, o que impede a geração de novos empregos.
- D sendo de primeira e segunda geração, são produzidos por tecnologias que devem passar por uma avaliação criteriosa quanto ao uso, pois uma enfrenta o problema da falta de espaço para plantio da matéria-prima e a outra impede a geração de novas fontes de emprego.
- E podem acarretar sérios problemas econômicos e sociais, pois a substituição do uso de petróleo afeta negativamente toda uma cadeia produtiva na medida em que exclui diversas fontes de emprego nas refinarias, postos de gasolina e no transporte de petróleo e gasolina.

Opção correta (A)

Q2

Um dos processos usados no tratamento do lixo é a incineração, que apresenta vantagens e desvantagens. Em São Paulo, por exemplo, o lixo é queimado a altas temperaturas e parte da energia liberada é transformada em energia elétrica. No entanto, a incineração provoca a emissão de poluentes na atmosfera.

Uma forma de minimizar a desvantagem da incineração, destacada no texto, é

- A aumentar o volume do lixo incinerado para aumentar a produção de energia elétrica.
- B fomentar o uso de filtros nas chaminés dos incineradores para diminuir a poluição do ar.
- C aumentar o volume do lixo para baratear os custos operacionais relacionados ao processo.
- D fomentar a coleta seletiva de lixo nas cidades para aumentar o volume de lixo incinerado.
- E diminuir a temperatura de incineração do lixo para produzir maior quantidade de energia elétrica.

Opção correta (B)

Q3

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.

Opção correta (C)

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

Prova ENEM 2012

Q1

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).

Opção correta (E)

Q2

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.*

Opção correta (E)