

**UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO
PROGRAMA DE MESTRADO EM GESTÃO E PRÁTICAS
EDUCACIONAIS (PROGEPE)**

MÁRCIO LIMA DA SILVA

**A FÍSICA NO ENEM DOS ANOS 2008 E 2009 SOB O OLHAR DO
MOVIMENTO: CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE**

SÃO PAULO

2016

**UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO
PROGRAMA DE MESTRADO EM GESTÃO E PRÁTICAS
EDUCACIONAIS (PROGEPE)**

MÁRCIO LIMA DA SILVA

**A FÍSICA NO ENEM DOS ANOS 2008 E 2009 SOB O OLHAR DO
MOVIMENTO: CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Gestão e Práticas Educacionais da Universidade Nove de Julho (PROGEPE/UNINOVE) como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação.

Orientador Prof. Dr. Adriano Salmar Nogueira e Taveira

SÃO PAULO

2016

Silva, Márcio Lima da.

A física no Enem dos anos 2008 e 2009 sob o olhar do movimento:
ciência, tecnologia e sociedade./ Márcio Lima da Silva. 2016.

104 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Nove de Julho - UNINOVE,
São Paulo, 2016.

Orientador (a): Prof. Dr. Adriano Salmar Nogueira e Taveira.

1. Enem. 2. Ensino de física. 3. Contextualização. 4.

Interdisciplinaridade e CTS.

I. Taveira, Adriano Salmar Nogueira.

II. Título

CDU 372

MÁRCIO LIMA DA SILVA

A FÍSICA NO ENEM DOS ANOS 2008 E 2009 SOB O OLHAR DO MOVIMENTO: CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Gestão e Práticas Educacionais da Universidade Nove de Julho (PROGEPE/UNINOVE) como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação.

Orientador Prof. Dr. Adriano Salmar Nogueira e Taveira

São Paulo, 23 de fevereiro de 2016.

BANCA EXAMINADORA

Presidente: Prof. Dr. Adriano Salmar Nogueira e Taveira - UNINOVE

Membro Titular: Prof. Dr. Jason Ferreira Mafra - UNINOVE

Membro Titular: Prof^a Dra. Giselle Watanabe - UFABC

Membro Suplente: Prof.^a Dra. Carminda Mendes André - UNESP

Membro Suplente: Prof.^a Dra. Francisca Eleodora Santos Severino - UNINOVE

SÃO PAULO

2016

“Pensem nas crianças
Mudas telepáticas
Pensem nas meninas
Cegas inexatas
Pensem nas mulheres
Rotas alteradas
Pensem nas feridas
Como rosas cálidas
Mas oh não se esqueçam
Da rosa da rosa
Da rosa de Hiroxima
A rosa hereditária
A rosa radioativa
Estúpida e inválida
A rosa com cirrose
A antirrosa atômica
Sem cor sem perfume
Sem rosa sem nada”

VINÍCIUS DE MORAES, 1954.

RESUMO

O objeto de estudo dessa pesquisa são os itens de Física das provas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) dos anos de 2008 e 2009. O objetivo deste trabalho é analisar o nível de interface dos itens que abordam Física do ENEM sob a perspectiva de uma educação em consonância ao Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Além disso, pretendemos contribuir para a compreensão das mudanças nos enunciados dos itens que abordam a disciplina de Física das provas do ENEM, a partir de sua reformulação ocorrida em 2009. Diante da importância que o ENEM ganhou no cenário educacional, podemos afirmar que o conteúdo de suas provas exerce grande influência na formulação de currículos, elaboração de materiais didáticos e práticas pedagógicas, indicando tendências ao Ensino de Física. A reformulação desse exame ocorrida em 2009 pode nos indicar os caminhos que estão sendo percorridos pelo Ensino de Física no Brasil, e quais as práticas pedagógicas são valorizadas. O referencial teórico utilizado para realizar esse trabalho foi o movimento CTS. Esse movimento contribui para uma Educação na qual estão articulados olhares não neutros, mobilizadores e intrincados entre o tripé CTS. Essa perspectiva de Ensino pode ser considerada como um avanço no sentido de contribuir para a produção de materiais didáticos e inovar as práticas pedagógicas. A metodologia de pesquisa utilizada foi a Análise de Conteúdo. Tal análise nos possibilitou categorizar os itens por interface ao movimento CTS. Para identificar tais interfaces, destacamos os conceitos de *interdisciplinaridades* e *contextualização* presentes nos PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS (PCN) e o conceito da *problematização* em uma perspectiva Freiriana. Como resultado dessa pesquisa, destacamos uma evidente redução de interfaces entre os enunciados de Física e o Movimento CTS, nos anos analisados, de modo que em 2008, identificamos 73% dos itens analisados com forte interface enquanto que em 2009, identificamos apenas 25% de forte interface.

Palavras-chave: ENEM, Ensino de Física, Contextualização, Interdisciplinaridade e CTS.

ABSTRACT

The object of these research studies are the items of physical evidence from the Brazilian National Assessment of Secondary Education (ENEM) of the years 2008 and 2009. The purpose of this study is to analyse the level of interface that the items of ENEM physics with the perspective of an education in keeping the MOVEMENT SCIENCE TECHNOLOGY AND SOCIETY (STS). Besides, we intend to contribute to the understanding statements changes in items dealing Physics ENEM the evidence from its reformulation occurred in 2009. The importance given to the ENEM in the educational setting, we can say that the content of their evidence has great influence in the development of curriculum, preparation of teaching materials and teaching practices, indicating ways Physics Teaching. The recasting of the review took place in 2009 can reveal the paths being traveled by the Physics Education in Brazil, and which teaching practices are valued. The theoretical reference used to carry out this work was the STS movement. This movement contributes to an education in which they are articulated not neutral looks, movers and intricate among the tripod STS. This perspective of education can be considered advances towards contribute to the production of learning materials and innovate pedagogical practices. Content analysis is a research technique used. This analysis was enable us to categorize items by interface to the STS movement. To identify these interfaces, we highlight the concepts of interdisciplinary and background present in PARAMETERS NATIONAL CURRICULUM (PCN) and the concept of problematization in a perspective of Freire. As a result of this research, we highlight a clear reduction of interfaces between the statements of Physics and the Movement STS in the years analyzed, so that in 2008, identified 73% of the items analyzed with strong interface while in 2009, we identified only 25% strong interface.

Key -Words: ENEM, Physical Education, Background, Interdisciplinary and STS.

RÉSUMEN

La presente investigación tuvo por objeto focalizar tópicos de Física en los Examenes Nacionales de La Enseñanza Básica (ENEM) de los años 2008 y 2009. Ella investiga el interface de esos tópicos bajo la perspectiva pedagógica peculiar al Movimiento CTS – Ciencia, Tecnología y Sociedad. Al hacerlo, la investigación contribuye para comprender los cambios que ocurrieron a partir de esa fecha en los tópicos de Física. El examen ENEM, por su creciente importancia en el escenario nacional, ejerce grande influencia en la formulación de propuestas curriculares y en la elaboración de materiales didácticos y prácticas pedagógicas; en su conjunto dichas formulaciones y elaboraciones sugieren tendencias en la enseñanza. La reformulación ocurrida en 2009 indica opciones y prácticas priorizadas en el recogido de la enseñanza en la Física y en las Ciencias. Se utilizó como referencial el Movimiento CTS que contribuyó para una comprensión en que la Educación no tiene miradas neutrales, aun cuando se constituye bajo la consigna de ‘la objetividad’. El triple enfoque C.T.S. –ciencia, tecnología y sociedad—sugiere miradas dinámicas y articuladas, son importante avance para innovaciones en las prácticas. El análisis de contenidos en esos tópicos hizo posible elegir categorías y demarcar interfaces con la concepción del Movimiento CTS. Para identificar estas interfaces, se destacan los conceptos de interdisciplinaridades y contexto actual de los PARÁMETROS DE PROGRAMA DE ESTUDIOS NACIONAL (PCN) y el concepto de ser interrogado en una perspectiva de Freire. Como resultado de esta investigación, se destaca una clara reducción de las interfaces entre los tópicos de la Física y el movimiento CTS en los años analizados, de manera que en 2008, identificó el 73% de los tópicos analizados con interfaz fuerte, mientras que en 2009, se identificaron sólo el 25% interfaz fuerte.

Palabras clave: ENEM, Enseñanza en la Física, contextualización, interdisciplinaridad e CTS.

LISTA DE SIGLAS

ACE - Aprendizagem Centrada em Eventos

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade

CTSA - Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

C&T - Ciência e Tecnologia

DCNEM - Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio

ENEM - Exame Nacional do Ensino Médio

FIES - Fundo de Financiamento Estudantil

GREF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física

IES - Instituto de Ensino Superior

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais

FUVEST - Fundação Universitária para o Vestibular

LDBEN - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

LIMAPE - Linha de Pesquisa Intervenção em Metodologias da Aprendizagem e Práticas de Ensino

MEC - Ministério da Educação e Cultura

OCEM - Orientações Curriculares para o Ensino Médio

PAE - Programa de Apoio ao Estudante

PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais

PCN+ - Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais

PCNP - Professor Coordenador do Núcleo Pedagógico

PROGEPE - Programa de Mestrado em Gestão e Práticas Educacionais

PROUNI - Programa Universidade para Todos

SEE - Secretaria da Educação do Estado

SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SISU - Sistema de Seleção Unificada

UNESP - Universidade Estadual Paulista

UNINOVE - Universidade Nove de Julho

UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas

USP - Universidade de São Paulo

VUNESP - Fundação para o Vestibular da Universidade Estadual Paulista

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	11
INTRODUÇÃO	17
CAPÍTULO 1 – O ENSINO DE FÍSICA NAS PERSPECTIVAS CTS E FREIRIANA.	20
1.1 - BREVE HISTÓRICO DOS MODELOS DE ENSINO DE FÍSICA	20
1.2 - MOVIMENTO CIÊNCIA TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS)	23
1.3 - PROBLEMATIZAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA ARTICULADA AOS PRINCÍPIOS FREIRIANOS ..	32
1.4 - CONTEXTUALIZAÇÃO E INTERDISCIPLINARIDADE NO ENSINO DE FÍSICA SEGUNDO OS PCNEM.....	35
CAPÍTULO 2 – O EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO (ENEM)	41
2.1 - A REFORMULAÇÃO DO ENSINO MÉDIO NO BRASIL A PARTIR DA LDB 9.394/96	41
2.2 - ENEM: PRINCÍPIOS E CONCEPÇÕES.....	46
2.2.1 - FUNDAMENTOS E ORGANIZAÇÃO DA PROVA - ENEM 2008.....	49
2.2.2 - FUNDAMENTOS E ORGANIZAÇÃO DA PROVA - ENEM 2009.....	51
CAPÍTULO 3 – ANÁLISE DOS ITENS DE FÍSICA DO EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO (ENEM)	53
3.1 - SELEÇÃO E METODOLOGIA DE ANÁLISE DOS ITENS	53
3.2 - ANÁLISE DOS ITENS DE FÍSICA DO ENEM 2008	57
3.3 - ANÁLISE DOS ITENS DE FÍSICA DO ENEM 2009	69
3.4 - COMPARATIVO DAS ANÁLISES: ENEM 2008 /ENEM 2009.....	85
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	89
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92
ANEXOS	97
ANEXO 1 - MATRIZ DE COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DO ENEM – 2008	97
ANEXO 2 - MATRIZ DE COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DO ENEM –2009	101

APRESENTAÇÃO

Meu interesse pelas Ciências Exatas começou em 1996, quando ingressei na escola do SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL (SENAI) Roberto Simonsen para cursar Mecânica Industrial. Durante quatro anos de estudos, desenvolvi conhecimentos técnicos articulados a uma aplicação tecnológica e percebi a importância dos conceitos científicos em atividades práticas. Concomitante ao SENAI, cursei o Ensino Médio na rede estadual de São Paulo, no período noturno. Assim, pude vivenciar dois modelos de Educação distintos em suas concepções, princípios e práticas.

Concluída a formação técnica, trabalhei na área industrial durante dois anos. Em um primeiro momento, como fresador mecânico e, posteriormente, como técnico em mecânica auxiliando no desenvolvimento de projetos e processos de produção de peças para tratores. Nessa época, decidi iniciar um curso de nível superior, no entanto não me sentia preparado para os vestibulares, então, no ano de 2000, procurei um cursinho pré-vestibular que contribuiu para aumentar meu interesse pela Física que teve inicio no SENAI, inclinei-me para essa disciplina devido à familiaridade com os cálculos que já desenvolvia durante minha formação técnica e pelo fascínio de buscar entender os fenômenos da natureza.

Nesse cursinho, pude conhecer pessoas com interesses nas áreas de exatas, humanas e biológicas. Era comum, entre aqueles que se interessavam pela área de humanas, o questionamento sobre a importância de alguns conceitos da Física, como, por exemplo: “Para que eu preciso saber calcular a *energia potencial gravitacional*?” O conceito de *energia potencial* permite a compreensão de diversos fenômenos e contribuiu para que o homem pudesse transformar um tipo de energia em outro, de forma eficiente como ocorre em usinas hidrelétricas. Podemos dizer que esse conceito tem uma relevância na solução de situações-problema reais, entretanto o fato de ser apresentado aos alunos de forma descontextualizada causa a impressão de que se trata de algo totalmente abstrato, longe da realidade concreta, que deve ser aprendido apenas para passar no vestibular.

Observei que essa lógica de funcionamento de algumas escolas e cursinhos pré-vestibulares não permite o desenvolvimento do espírito crítico que deveria ser estimulado nos estudantes, resultando na consolidação de uma tradição de Ensino de Física propedêutico e por vezes entediante aos estudantes. É como se não houvesse tempo para questionar o ensino,

pois nessa disputa por uma vaga, outros estudantes estão treinando, independentemente de enxergar ou não uma ligação entre a Física e a realidade.

Ao final do ano 2000, realizei as provas do ENEM e dos vestibulares da FUNDAÇÃO UNIVERSITÁRIA PARA O VESTIBULAR (FUVEST) e da UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP) organizado pela FUNDAÇÃO PARA O VESTIBULAR DA UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (VUNESP), para o curso de Licenciatura em Física. Conseguí aprovação na UNESP e mudei-me para a cidade de Guaratinguetá, onde morei durante o ano de 2001 me mantendo com a bolsa do PROGRAMA DE AUXILIO AO ESTUDANTE (PAE). Em 2002, prestei novamente o vestibular da FUVEST e ingressei na Universidade de São Paulo (USP), dando continuidade ao mesmo curso de Licenciatura em Física.

Nesta disputa por uma vaga em uma Universidade Pública, percebi que a formação oferecida pela rede estadual estava muito longe de me colocar em igualdade de disputa com alunos da rede privada, desse modo compreendi a necessidade de procurar um cursinho pré-vestibular que me auxiliasse na aprovação nesses vestibulares. Posteriormente, pude compreender melhor a questão da desvantagem do estudante da escola pública em relação ao estudante de colégios particulares, à luz do conceito de Pierre Bourdieu,

a exclusão das grandes massas não ocorre mais na passagem do primário para o ginásio mas, progressivamente, insensivelmente, ao longo das primeiras séries do secundário ...pelo atraso ... repetição ... escolha de títulos desvalorizados (BOURDIEU, 2003, p. 173).

Durante a graduação realizei estágio na Estação Ciência, museu de divulgação científica da PRÓ-REITORIA DE CULTURA E EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA DA USP (PRCEU). Neste estágio, minha função era monitorar grupos, com cerca de vinte visitantes de diversas faixas etárias, na área da Física e no Planetário. Esse estágio foi fundamental para a minha formação, pois aprendi a relacionar os conceitos de Física com experimentos que permitiam fácil visualização dos fenômenos, além de procurar articular com linguagens acessíveis a uma grande diversidade de público.

Ainda durante minha graduação, realizei trabalhos esporádicos de monitoria para a ELEKTRO¹ ELETRICIDADE E SERVIÇOS, empresa que distribui energia elétrica em várias cidades do interior e do litoral de São Paulo. Esse trabalho de monitoria ocorria dentro de uma carreta

¹As distribuidoras de energia elétrica, ao ganhar a concessão do governo para realizar esse serviço, se comprometem a realizar um trabalho de conscientização do uso seguro e sustentável da energia elétrica.

que continha diversos experimentos de eletricidade em seu interior, e funcionava como uma exposição itinerante visitando diversas cidades com o intuito de difundir junto às pessoas da comunidade práticas de utilização da energia elétrica de forma segura e sustentável.

Em 2004, comecei a lecionar em uma escola estadual localizada na zona oeste da cidade de São Paulo, como professor eventual, categoria também conhecida como professor substituto. Passei por mais cinco escolas da rede, e concomitantemente lecionei aulas de Física no Ensino Fundamental e Médio em colégios particulares, com diferentes sistemas de ensino. Tais experiências ampliaram minha compreensão a respeito das potencialidades e fragilidades de se trabalhar com a Física, e devo dizer que a impressão inicial foi de que as fragilidades se sobrepõem às potencialidades.

No ano de 2008, efetivei-me por meio de concurso público, em uma escola estadual como professor na disciplina de Física, coincidentemente o mesmo ano em que essa rede implementou um novo Currículo. Passei o período de férias empolgado com a efetivação e me dediquei a organizar materiais para lecionar minhas aulas, no entanto fui surpreendido com um Currículo pronto e acabado. Recordo-me de muitos professores e professoras criticarem duramente esse novo Currículo, porém percebi que esse material poderia ser encarado como uma contribuição positiva para o Ensino de Física na rede, pois esse material apresentava elementos que evidenciavam uma forte fundamentação nos PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS (PCN), nos livros do GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA (GREF) e pode ser visto como um avanço em relação às tradicionais abordagens encontradas em livros didáticos.

Em janeiro de 2013, conclui o curso de pós-graduação *Lato Sensu* pela UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS (UNICAMP). Essa especialização possibilitou o desenvolvimento de um olhar mais crítico e embasado em relação ao Ensino de Física, no sentido de tornar minhas práticas pedagógicas mais significativas aos estudantes, relacionando importantes conceitos ao seu cotidiano.

Atualmente, estou designado como Professor Coordenador do Núcleo Pedagógico (PCNP) da Diretoria de Ensino Leste 1. Um dos pilares do meu trabalho na Diretoria de Ensino é trabalhar com a formação continuada de professores e professoras de Física que lecionam em escolas dessa Diretoria. No âmbito da rede estadual, pude perceber que existe uma grande resistência por parte dos professores e professoras em relação às metodologias

não tradicionais presentes nos materiais de apoio ao Currículo oficial da SEE/SP. Tais metodologias consistem na valorização do conhecimento prévio do aluno, na relação entre a Física e o cotidiano do estudante bem como na realização de atividades práticas com o uso de materiais de baixo custo.

A resistência de muitos professores e professoras se pauta no argumento de que se deve preparar o aluno do Ensino Médio para os exames vestibulares e que as metodologias inovadoras não contribuem para tal aprovação. Além disso, existe um discurso nostálgico de alguns docentes antigos na rede, no sentido de convencer o restante do corpo docente a aceitar a ideia de que antigamente tudo funcionava perfeitamente, e que o grande problema do ensino hoje não reside nas metodologias tradicionais, e sim na *promoção continuada* que, nessa visão, possibilita que o aluno prossiga avançando nas séries sem o conhecimento necessário para acompanhar os conteúdos programáticos.

Nesta jornada profissional e de formação, percebi que os conceitos trabalhados nas aulas de Física podem e devem ser vinculados a diversos aspectos da vida do estudante, desde o uso do cinto de segurança articulado ao conceito de inércia, até a mudança de visão de mundo a partir dos conhecimentos sobre Astronomia. Apesar das ricas possibilidades de se trabalhar a Física na Educação Básica, essa disciplina se destaca negativamente em relação às outras, o que pode ser observado por meio das avaliações. É uma das mais temidas nos vestibulares e no ENEM, principalmente para os estudantes que não pretendem seguir em cursos de nível superior na área de exatas. Nestas situações, o Ensino de Física deixa de lado suas ricas possibilidades e se limita a memorização de fórmulas e ao treino da sistemática repetição de procedimentos.

Percebo que as abordagens do Ensino de Física persistem com problemas que muitas vezes são reforçados, ainda que de modo não intencional, por colegas que não possuem formação específica. Existe um enorme déficit de professores e professoras licenciados na disciplina em questão. Segundo dados oficiais essa disciplina se destaca pela falta de professores e professoras. Os dados da tabela abaixo foram extraídos do Censo Escolar 2013 e tabulados pela ONG Todos Pela Educação.

Tabela 1: FORMAÇÃO DOS DOCENTES NO BRASIL EM 2013

Disciplina	Total de docentes	% Com curso superior	% Com licenciatura	% Com licenciatura na área em que atuam
Todas	613744	95,3	77,9	48,3
Matemática	74860	96,2	80,5	63,4
Português	84846	97,0	85,5	73,2
História	54893	95,8	78,3	58,1
Geografia	52347	95,5	81,7	56,8
Química	45619	94,3	71,4	33,7
Física	50802	94,6	73,9	19,2
Biologia	52722	95,1	78,4	51,6
Filosofia	45193	93,9	74,7	21,2
Educação Física	46080	95,0	81,3	64,7
Artes	45569	93,8	63,1	14,9
Língua estrangeira	60813	95,0	79,3	44,2

Fonte: <http://www.todospelaelucacao.org.br/reportagens-tpe/30096/483-dos-professores-ensino-medio-tem-licenciatura-na-disciplina-que-ministraram> acessado em 27/06/2015.

Apesar de não ser um fator determinante, a formação específica na área é importante porque muitos desses professores e professoras, mesmo que dominem os conceitos da Física, não se apropriaram das discussões metodológicas e dos discursos presentes nos PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS (PCN+) referentes à Física. Nesse cenário, os professores e as professoras acabam adotando em suas aulas livros didáticos tradicionais sem que ocorra uma reflexão crítica sobre os objetivos que se pretende alcançar e qual a metodologia apropriada para se atingir tais objetivos. Muitas vezes os professores e as professoras tomam como referência as aulas que tiveram em seu tempo de estudante no Ensino Médio. Mesmo nos casos em que o professor possui formação específica na área que irá atuar, temos a tendência de perpetuar uma cultura de ensino, principalmente no inicio da docência, como relata a professora sobre sua experiência,

Apesar dos meus estudos [...] metodologia e didática, a realidade pareceu bem mais assustadora e as teorias, num dado momento, me pareceram apenas teorias. Mas segui, encarei o meu primeiro dia de aula acertando e errando, a bem da verdade mais errando que acertando, ao passo que recorri ao meu primeiro modelo didático. **Ensinei como fui ensinada** (PRADO, p.90, 2015, grifo da autora).

Em 2014, ingressei no curso de mestrado profissional do PROGRAMA DE MESTRADO EM GESTÃO E PRÁTICAS EDUCACIONAIS (PROGEPE) da UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO (UNINOVE). Dentro desse programa, me situei na LINHA DE PESQUISA E DE INTERVENÇÃO METODOLOGIAS DA APRENDIZAGEM E PRÁTICAS DE ENSINO (LIMAPE). A partir das minhas inquietações em relação ao Ensino de Física optei, juntamente com meu orientador, a pesquisar **A Física no ENEM dos anos 2008 e 2009 sob o olhar do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade.**

INTRODUÇÃO

O objeto de pesquisa em questão é a investigação das interfaces entre os itens (questões) de Física do ENEM com o movimento Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS). Para identificar tais interfaces, destacamos os conceitos de *interdisciplinaridades* e *contextualização* presentes nos PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS (PCN) e o conceito da *problematização* em uma perspectiva Freiriana.

Tal discussão se justifica pela importância cada vez maior desse exame no cenário educacional brasileiro. O ENEM se tornou uma via única para importantes políticas públicas, como o SISTEMA DE SELEÇÃO UNIFICADA (SISU), FUNDO DE FINANCIAMENTO ESTUDANTIL (FIES), PROGRAMA UNIVERSIDADE PARA TODOS (PROUNI), CIÊNCIA SEM FRONTEIRA e CERTIFICAÇÃO DO ENSINO MÉDIO. Somado a isso, temos algumas universidades públicas e privadas que utilizam o rendimento obtido pelos seus candidatos no ENEM em seus processos seletivos. Nesse contexto, o número de inscritos aumentou significativamente, chegando a atingir 9,5 milhões de estudantes em 2014. Diante do alcance e da relevância social desse exame, consideramos pertinente realizar essa pesquisa.

Do ponto de vista acadêmico, temos a necessidade de compreender os princípios e concepções que regem a Física presente no ENEM, pois reconhecemos que esse exame exerce uma forte influência nas práticas pedagógicas no Ensino Médio em todo o país, além disso, possui potencial enquanto indutor na elaboração de Currículos e de materiais didáticos. Entendemos, portanto, ser de grande pertinência acadêmica analisar as abordagens presentes nos itens que envolvem Física pois refletir sobre tais abordagens permite uma compreensão maior de como caminha esse exame, quais as possíveis tendências para o Ensino de Física no Brasil e quais práticas pedagógicas são valorizadas no sentido de alcançar o sucesso na busca de uma vaga em uma universidade pública.

Acreditamos que é importante avançar nas discussões acerca dos rumos do Ensino de Física no atual cenário educacional de modo a buscar alternativas que o tornem mais atraente e significativo aos estudantes, com vistas a promover um ensino voltado à formação para o exercício da cidadania. Essa é uma disciplina tradicionalmente temida por estudantes de muitas gerações por ter sido abordada, muitas vezes, de forma desconectada da realidade, gerando a falta de motivação e acarretando em baixos rendimentos. Em um cenário nacional

de enorme déficit de professores e professoras de Física, conforme visto na tabela 1 e de baixos rendimentos dos estudantes, conforme veremos mais adiante na análise dos itens do ENEM, torna-se necessário ampliar a compreensão acerca dos conceitos que orientam o Ensino de Física e pensamos que a análise dos itens do ENEM contribui para isso.

O universo de pesquisa desse trabalho está delimitado na análise das provas do ENEM dos anos de 2008 e 2009. Para a análise selecionamos 27 itens, sendo 11 itens da prova de 2008 e 16 itens da prova de 2009. Tal recorte se deve à intenção de compreender as mudanças das abordagens da Física em decorrência da reformulação do ENEM ocorrida em 2009. Tais itens são apresentados no corpo da prova por área de conhecimento, selecionamos aqueles que apresentam em seu enunciado conhecimentos referentes à disciplina de Física.

A questão central que orienta o trabalho é: Existem interfaces entre os enunciados dos itens que abordam Física das provas do ENEM e o movimento CTS? Desta questão derivam outros questionamentos específicos, como: Caso exista, quais são essas interfaces? E em que grau elas aparecem? Essas possíveis interfaces sofreram mudanças com a reformulação do ENEM ocorrida em 2009?

A hipótese principal é de que, até 2008, existiam várias interfaces entre os itens que abordava Física no ENEM e o movimento CTS. Um desdobramento da hipótese já citada é que tais interfaces diminuíram com a reformulação do ENEM, ocorrida em 2009, quando o ENEM se aproximou dos modelos de vestibulares tradicionais. Em outras palavras, as interfaces existentes entre o ENEM e o movimento CTS diminuem na medida em que os enunciados se aproximam dos vestibulares tradicionais. Outro aspecto importante dentro da nossa hipótese é que o ENEM tem o potencial de apresentar enunciados que contemplem os princípios de uma Educação CTS, o que pode suscitar maior *contextualização* dos conceitos avaliados e favorecer maior relação entre as disciplinas, propiciando a almejada *interdisciplinaridade*, além disso, pode fomentar *questões problematizadoras*. Os limites residem no fato de se tratar de uma avaliação e não de uma situação de aprendizagem propriamente dita. O tempo de resolução para cada questão e o tamanho do enunciado limitam as possibilidades de abordagens de problemas reais pertinentes à Sociedade e que se articule com a Ciência e a Tecnologia.

O principal objetivo desse trabalho é ampliar a compreensão acerca das mudanças ocorridas a partir da reformulação do ENEM, especificamente, no caso da Física. Os objetivos

específicos podem ser descritos como: identificar por meio de *elementos de análise* as possíveis interfaces entre a Física do ENEM e o movimento CTS; mensurar e distinguir tais interfaces nos exames dos anos de 2008 e 2009; discutir sobre os impactos dessas mudanças para o ENEM e para o Ensino de Física e por fim, identificar e indicar quais os limites e potencialidades das interfaces tratadas.

Esta pesquisa foi desenvolvida à luz do referencial teórico: **movimento CTS**, abrangendo os conceitos **contextualização** e **interdisciplinaridade** presentes nos PCN e o conceito de **problematização** em uma perspectiva Freiriana. A metodologia de pesquisa utilizada foi a Análise de Conteúdo de Laurence Bardin (2011).

A pesquisa em tela está estruturada em três capítulos. No primeiro capítulo, denominado *O Ensino de Física nas perspectivas CTS e Freirianas*, apresentamos um breve histórico das perspectivas de Ensino referente à disciplina de Física, perpassando desde as perspectivas tradicionais até o movimento CTS. Para isso, destacamos as possíveis articulações entre esse movimento e as ideias de Paulo Freire no que se refere ao conceito de *problematização* e realçamos as ideias de *contextualização* e *interdisciplinaridade* presentes nos PCN. O segundo capítulo tem como título: *Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)*. Nele, discutimos sobre a reformulação do Ensino Médio no Brasil a partir da LDB 9.394/96, os princípios e concepções que direcionam o ENEM, a articulação entre as propostas do ENEM e os documentos oficiais que orientam o Ensino de Física no Brasil e a reformulação do ENEM ocorrida em 2009. Já no terceiro capítulo, apresentamos a *Análise dos itens de Física do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)*, discutindo os enunciados dos itens de Ciências da Natureza que envolve Física nos exames de 2008 e 2009, a partir dos preceitos do movimento CTS. E por fim, apresentamos as considerações finais da pesquisa.

CAPÍTULO 1 – O ENSINO DE FÍSICA NAS PERSPECTIVAS CTS E FREIRIANA

1.1 - Breve histórico dos modelos de Ensino de Física

O objetivo deste capítulo é apresentar algumas mudanças nas características que ao longo do tempo se deram no Ensino de Física, de modo a contextualizar nosso objeto de estudo, que neste caso trata dos itens de Física do ENEM dos anos de 2008 e 2009.

No Brasil, o Ensino de Física foi incorporado como uma disciplina do currículo da Educação Básica em 1837, no Colégio Pedro II no Rio de Janeiro. Nessa época, conforme ressaltam Neto e Pacheco o ensino de Física apresentava as seguintes características,

[...] calcado na transmissão de informações através de aulas quase sempre expositivas, na ausência de atividades experimentais, na aquisição de conhecimentos desvinculados da realidade. Um ensino voltado primordialmente para a preparação de exames vestibulares, suportado pelo uso indiscriminado do livro didático ou materiais assemelhados e pela ênfase excessiva na resolução de exercícios puramente memorísticos e algébricos. Um ensino que apresenta a Física como uma ciência compartimentada, segmentada, pronta, acabada, imutável (2001, p.17).

Podemos observar ainda hoje a persistência de algumas características do ensino daquela época. Dentro dessa concepção *tradicional* de Ensino não há espaço para questionamentos pelos estudantes. As teorias, conceitos e conteúdos são responsáveis por conduzir todo o processo. A ciência é vista como uma verdade absoluta e que deve romper com o senso comum. Nessa mesma perspectiva, seu processo de construção é entendido como neutro e linear. Parte dessa visão advém da ciência em si, que por meio dos trabalhos de Descartes e Newton, desencadeou um entendimento da natureza como algo dissociado do homem, uma natureza regida por leis perfeitas, como uma máquina com suas engrenagens perfeitamente sincronizadas. Dada essa característica da natureza, coube às mulheres e homens revelar as leis que regem seu funcionamento, de modo a controlá-la em seu benefício. Em tal contexto, surge uma fé na ordem externa, que se apóia no mecanicismo que rege o movimento dos astros.

A aprendizagem ocorria de forma mecanizada, por meio da memorização e repetição. As particularidades dos alunos nesse modelo de ensino não eram consideradas, como por exemplo, seu ritmo de aprendizagem e seus conhecimentos prévios acerca do tema estudado.

Os currículos eram fechados e inflexíveis e sua ênfase residia em um grande número de informações e conceitos fragmentados. A base para seu desenvolvimento eram os livros didáticos, de origem europeia. Além disso, devemos ressaltar que havia uma hierarquia bastante rígida na relação professor-aluno. Ao professor cabia o papel de transmitir as informações e conceitos e ao aluno, o papel de receber-los passivamente. O sucesso escolar era compreendido como a capacidade de armazenar e decorar um grande número de informações.

Tal modelo de ensino, em seu contexto, pode ser entendido como um mecanismo de manutenção do *status quo*, que cumpriu o seu propósito de formar uma elite capaz de acumular conhecimento, e se justificava da seguinte forma,

O ensino tradicional é o ensino verdadeiro que tem a pretensão de conduzir o aluno até o contato com as grandes realizações da humanidade: obras primas da literatura e da arte, raciocínios e demonstrações plenamente elaboradas, e aquisições científicas atingidas, pelos métodos mais seguros (SNYDERS *apud* MIZUKAMI, 1986, p.8)

Mais tarde, nas décadas de 1960 e 1970, o desenvolvimento industrial passou exercer influência no projeto de educação do país, surgindo assim, um modelo *tecnicista* de ensino. Neste período, o Brasil vivia sob o regime militar que abriu sua economia para o mercado externo. Nesse contexto, o modelo de ensino se pautou na lógica do rendimento e da eficiência. Desse modo, surgiram diversas propostas educacionais no sentido de promover a qualificação dos estudantes, por meio de instruções bem organizadas, a fim de se alcançar a preparação do aluno para o trabalho.

A Lei nº5.692/71 descreve como objetivos para a educação: proporcionar ao aluno a formação necessária ao desenvolvimento de suas potencialidades, como elemento de autorrealização, qualificação para o trabalho e preparo para o exercício consciente da cidadania. (BRASIL, 1971). Nesse sentido, fica evidente a preocupação com a qualificação para o trabalho de modo a sustentar o sistema produtivo da época. Os objetivos do modelo tecnicista e sua relação com o sistema de produção são descritos por Libâneo (1986) como,

o objetivo central do modelo tecnicista nas escolas brasileiras, era o de adequar o sistema educacional dentro do regime militar e do sistema capitalista de produção. Produzir indivíduos competentes para o mercado de trabalho transmitindo informações precisas e objetivas (p. 16)

Nessa concepção de ensino, podemos observar muitas características do modelo tradicional, como a ênfase na repetição e na memorização. Outro aspecto importante que devemos ressaltar nesse modelo de educação é a ausência da subjetividade, ou seja, o Ensino

de Física se restringindo ao que podia ser observado e medido. No contexto da ditadura brasileira, podemos descrever os interesses militares em relação à Educação, como

modelizadora do comportamento humano, através de técnicas específicas. Organiza o processo de aquisição de habilidades, atitudes e conhecimentos específicos, úteis e necessários para que os indivíduos se integrem na máquina do sistema global [...] A escola atua no aperfeiçoamento da ordem social vigente, articulando-se diretamente como processo seletivo e empregando a ciência da mudança de comportamento, ou seja, ‘tecnologia comportamental’. É interesse da escola produzir indivíduos ‘competentes’ para o mercado de trabalho, transmitindo eficientemente informações precisas, objetivas e rápidas (LIBÂNEO, 1986, p. 16).

Especificamente no caso da Física, podemos citar a elaboração do projeto *Física Auto Instrutiva* (FAI) de 1973 que abarca em sua concepção o modelo de ensino tecnicista, estabelecendo em sua metodologia um passo a passo organizado e detalhado a ser seguido de modo que, ao final da sequência, o estudante fique condicionado à repetição de procedimentos de resolução de exercícios o qual foi submetido. Esse projeto foi um marco no Ensino de Física em sua época, se tornou uma referência e teve alcance em todo país.

Por volta de 1950, surge uma nova proposta de modelo de ensino conhecida como modelo da *redescoberta*. Nesse modelo, rege a ideia de que a metodologia científica deve ser utilizada como metodologia de ensino, ou seja, seu objetivo era levar o estudante a repetir os passos dos cientistas e assim redescobrir um conceito científico.

Com essa nova visão de ensino, o livro didático deixa de ser a grande referência e os “Projetos de Ciências” ganham espaço nas escolas. A principal característica desse modelo de ensino é a ênfase dada à experimentação. Tal ideia se apoiava no empirismo². Nessa corrente metodológica, o uso de laboratórios fica em evidência, mudando o foco de trabalho do professor, que estava restrito ao uso de livros didáticos, o que certamente levaria a algumas dificuldades, como a falta de preparo docente. De acordo com Delizoicov e Angotti (1992), os projetos tentavam suprir as deficiências de formação docente e o desconhecimento dos docentes com relação a essas novas técnicas por meio do próprio material (com auxílio de guia para o professor, por exemplo) (p.25). Segundo Amaral e Gouveia,

O modelo da redescoberta propõe um processo indutivo, em que a repetição de experiências leva a generalização de um fenômeno físico. Além disso, esse modelo proporcionou a conciliação entre diferentes modelos

²Doutrina filosófica que defende a ideia de que somente as experiências são capazes de gerar ideias e conhecimentos. De acordo com o empirismo, as teorias das ciências devem ser formuladas e explicadas a partir da observação do mundo e da prática de experiências científicas.

pedagógicos, sendo que o modelo tradicional [...] mantiveram a importância conferida ao conhecimento formal e previamente estruturado, e de modo cognitivista, incorporaram a preocupação com a **realização de experimentos pelos alunos**, problematização prévia do conteúdo realização de trabalhos em grupo e organização do conteúdo (1987, p.102, grifo nosso).

Esse modelo de ensino sofreu algumas críticas e por diversos motivos não se sustentou. A principal crítica sofrida por esse modelo referia-se à impossibilidade de simular em um laboratório todo o contexto de uma descoberta científica, ou seja, não era possível cumprir o que se propunha. Outro problema citado na literatura se deve à falta de abertura a investigação por parte do aluno. Apesar de apresentar uma problematização prévia, os experimentos chegavam ao estudante praticamente fechados, ou seja, cabia a eles seguir um procedimento preestabelecido como uma receita a ser seguida. Não havia espaço para formular hipóteses e questionar os procedimentos estabelecidos.

Dessa forma, descrevemos sucintamente o histórico de alguns modelos de Ensino de Física que se destacaram há poucas décadas. Prosseguiremos a discussão abordando os aspectos do que entendemos como avanços importantes para o Ensino de Física.

1.2 - Movimento Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS)

A visão dominante a respeito da Ciência e da Tecnologia que antecede ao movimento CTS foi construída em um contexto de bastante otimismo em relação ao seu desenvolvimento, principalmente por parte da Sociedade americana. Tal otimismo se deve a uma sequência de relevantes descobertas e invenções no âmbito da Ciência. Bazzo, Von Linsingen e Pereira denotam alguns elementos que sustentaram esse otimismo,

São expressões dessa época os primeiros computadores eletrônicos (ENIAC, 1946); os primeiros transplantes de órgãos (rins, 1950), os primeiros usos da energia nuclear para transportes (USS Nautilus, 1954); ou a invenção da pílula anticoncepcional (1955) (2003, p. 121)

Não havia um olhar crítico em relação ao desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia. Esse desenvolvimento era visto como algo sempre benéfico à Sociedade, oferecendo maior bem-estar social e maior qualidade de vida, essa era a tradicional concepção essencialista e triunfalista, da Ciência e da Tecnologia. A imagem tradicional da Ciência e da

Tecnologia, do ponto de vista acadêmico, está associada à visão clássica do positivismo. Segundo Bazzo, Von Linsingen e Pereira.

A concepção clássica das relações entre ciência e a tecnologia com a sociedade é uma concepção essencialista e triunfalista, que pode resumir-se em uma simples equação, o chamado “modelo linear de desenvolvimento”: + ciência = + tecnologia = + riqueza = + bem-estar social (2003, p.120).

Nesse contexto, o desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia ocorria sem a interferência social ou política. Portanto havia uma grande autonomia para que os cientistas e engenheiros desenvolvessem seus projetos. No sentido de defender essa autonomia, se destaca a figura de Vannevar Bush,

A elaboração doutrinal desse manifesto de autonomia para a ciência com respeito à sociedade se deve originalmente a Vannevar Bush, um influente cientista norte-americano que foi diretor da *Office Scientific Research and Development* (Agência para a Pesquisa Científica e o Desenvolvimento, EUA) durante a 2ª Guerra Mundial, e teve um papel de protagonista na colocação em marcha do Projeto Manhattan para a construção das primeiras bombas atômicas (2003, p. 121).

Vannevar Bush contribuiu significativamente para a construção do modelo linear de desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia, atrelando esse desenvolvimento ao bem-estar social. Além disso, Bush explicitou a necessidade da autonomia desses setores como condição para garantir a produção de novos artefatos que favoreçam a Sociedade. Em suas próprias palavras Bush defende o avanço da Ciência e da Tecnologia como premissa para promover o bem-estar social.

O progresso na guerra contra a doença depende do fluxo de novos conhecimentos científicos. Os novos produtos, as novas indústrias e a criação de postos de trabalho requerem a contínua adição de conhecimento das leis da natureza, e a aplicação desse conhecimento a propósitos práticos. De uma maneira similar, nossa defesa contra a agressão requer conhecimento novo que nos permita desenvolver armas novas e melhorá-las. Este novo conhecimento essencial só pode ser obtido através da pesquisa científica básica... Sem progresso científico nenhum sucesso em outras direções pode assegurar nossa saúde, prosperidade e segurança como nação no mundo moderno (BUSH 1945/1980, p.5 *apud* BAZZO, VON LINSINGEN E PEREIRA, 2003, p. 122).

Além da questão da autonomia, outro importante aspecto desse modelo de desenvolvimento linear de pesquisas científicas e tecnológicas é o forte financiamento público aos institutos de pesquisas.

Nesse cenário, o progresso da Ciência e da Tecnologia é caracterizado por um sistema de arbitragem de pares, ou seja, a comunidade científica é responsável por julgar os trabalhos de seus pares. Acreditava-se que isso seria suficiente para garantir consenso, ou seja, um código de honestidade profissional e evitar fraudes.

Não havia uma relação entre a produção de Ciência e Tecnologia com a Sociedade, em outras palavras, a Sociedade não tinha como interferir nesses setores. Bazzo, Von Linsingen e Pereira destacam que,

Nesta visão clássica a ciência só pode contribuir para o maior bem-estar social esquecendo a sociedade, para dedicar-se exclusivamente a verdade. A ciência, então, só pode avançar perseguindo o fim que lhe é próprio, a descoberta de verdades e interesses sobre a natureza, se se mantiver livre da interferência de valores sociais mesmo que esses sejam benéficos (2003, p.121).

A busca pela verdade, por parte dos cientistas, sem que houvesse um olhar para a Sociedade, gerou alguns mitos apontados por Daniel Sarewitz em 1996, como,

- *Mito do benefício infinito:* Mais ciência e mais tecnologia conduzirão inexoravelmente a mais benefícios sociais.
- *Mito da investigação sem limites:* Qualquer linha razoável de pesquisa sobre os processos naturais fundamentais é igualmente provável que produza um benefício social.
- *Mito da rendição de contas:* A arbitragem entre pares, a reproduzibilidade dos resultados e outros controles da qualidade da pesquisa científica dão conta das responsabilidades morais e intelectuais no sistema P&D.
- *Mito da autoridade:* A pesquisa científica proporciona uma base objetiva para resolver as disputas políticas.
- *Mito da fronteira sem fim:* o novo conhecimento científico gerado na fronteira da ciência é autônomo com respeito às suas consequências práticas na natureza e na sociedade (BAZZO, VON LINSINGEN E PEREIRA, 2003, p. 120).

Contudo, a imagem tradicional da Ciência e da Tecnologia começou a ser modificada em decorrência de uma série de desastres relacionados com os artefatos científico-tecnológicos. Dentre esses desastres, podemos destacar:

- Em 1957, o reator nuclear de Windscale, na Inglaterra, sofre um grave acidente;
- Em 1961, a talidomida é proibida na Europa depois de causar mais de 2500 defeitos de nascimento;

- Em 1962, é denunciado o impacto ambiental de pesticidas sintéticos como o DDT;
- Em 1967, ocorre uma grande contaminação de petróleo nas praias do sul da Inglaterra.

Esses e outros desastres envolvendo a Ciência e a Tecnologia reforçaram o sentimento do movimento contracultural que atinge seu ápice em 1968 coincidindo com as revoltas contra a guerra do Vietnã, gerando diversos protestos. É nesse cenário que a Sociedade americana percebe a necessidade de rever a política sobre ciência e tecnologia e sua relação com a Sociedade. Nessa perspectiva, Florman ressalta que,

Os protestos (nos Estados Unidos em 1968) estavam dirigidos fundamentalmente contra a guerra mas também, de um modo mais geral, contra o materialismo cru que, dizia-se, nos havia conquistado. A tecnologia seria convertida em uma palavra com sentido maligno, identificada com os armamentos, a cobiça e a degradação ambiental. As doces canções dos “filhos das flores” se misturavam com os irados cânticos dos militantes universitários, criando uma atmosfera na qual os engenheiros não podiam evitar sentir-se incomodados (FLORMAN, 1976/1994 *apud* BAZZO, VON LINSINGEN E PEREIRA, 2003, p. 123).

Tal contexto, surge uma atmosfera favorável para reivindicações de políticas de regulação da Ciência e da Tecnologia bem como sobre a participação social sobre as decisões de cunho científico - tecnológicos.

Nessa atmosfera efervescente, emerge o movimento CTS, com o objetivo de discutir os aspectos sociais da Ciência e da Tecnologia e seus impactos ambientais.

O enfoque CTS propõe um olhar crítico no que diz respeito a evolução da Ciência e da Tecnologia, do ponto de vista do cidadão comum. O movimento foi denominado como *movimento* pelo fato de ter sido uma tendência quase simultânea em diferentes países e por ter sido uma demanda emergente de diferentes grupos de uma Sociedade, como os acadêmicos, ativistas sociais, ambientalistas, dentre outros. Surgiu inicialmente nos Estados Unidos e se espalhou por diversos países da América e da Europa.

Uma importante característica da perspectiva CTS é que todos os integrantes de uma Sociedade devem compartilhar um compromisso democrático básico. E para tanto, é necessário promover a avaliação e o controle social do desenvolvimento científico-

tecnológico, o que significa construir as bases educativas para a participação social (GONZÁLES GARCÍA, CEREZO E LUJÁN, 1996, p.22).

Em contraponto à imagem tradicional da Ciência e da Tecnologia, o movimento CTS entende que o fenômeno científico-tecnológico é um produto ou processo inherentemente social, cujos elementos não epistêmicos ou técnicos (como valores morais, convicções religiosas, interesses profissionais, pressões econômicas etc.), desempenham papel decisivo na gênese e consolidação das ideias científicas e dos artefatos tecnológicos (BAZZO, VON LINSINGEN E PEREIRA, 2003, p.126).

É possível notar que o movimento CTS se coloca como uma alternativa à tendência da ciência de acentuar as desigualdades sociais, ou seja, a ciência como ferramenta para tornar os ricos cada vez mais ricos e os pobres cada vez mais pobres. Esse aspecto da ciência é ressaltado por Bazzo, Von Linsingen e Pereira.

Por sua vez, a ciência aplicada e a tecnologia atual estão em geral demasiadamente vinculadas ao benefício imediato, a serviço dos ricos e dos governos poderosos, para dizer de forma bem clara. Somente uma pequena porção da humanidade pode usufruir de seus serviços e inovações. Podemos nos perguntar de que modo coisas como aviões supersônicos, cibernética, televisão de alta definição, ou fertilização *in vitro*, vão ajudar a resolver os grandes problemas que a humanidade tem estabelecido: comida fácil de produzir, casas baratas, atendimento médico e educação acessível (2003, p.141).

Fica evidente o descompasso dos objetivos da elite que produz ciência e tecnologia e as demandas mais populares. Nesse sentido, o movimento CTS propõe uma discussão ampla e democrática acerca dos objetivos da ciência. Isso não significa que os cientistas e engenheiros devam se submeter de forma radical a uma coordenação externa, pois

A questão não consiste, portanto, em entrar nos laboratórios e dizer aos cientistas o que eles têm de fazer, e sim de vê-los e assumi-los tal como são, como seres humanos com razões e interesses, para abrir então para a sociedade as salas e laboratórios onde se discutem e decidem os problemas e prioridades de pesquisa e onde se estabelece a localização de recursos. O desafio de nosso tempo é abrir esses locais herméticos, essas comissões à compreensão e à participação pública. Abrir, em suma, a ciência à luz pública e à ética (BAZZO, VON LINSINGEN E PEREIRA, 2003, p.142).

O movimento CTS se consolidou em duas importantes tradições, a europeia e a americana.

Na tradição europeia, o movimento CTS está fortemente ligado à construção de uma sociologia da Tecnologia. Nessa perspectiva, o progresso tecnológico é visto como um processo de variação e seleção. Nessa tradição, entende-se que um produto final como artefato tecnológico não representa o resultado de uma melhoria contínua, e sim, de uma seleção em meio a várias possibilidades de desenvolvimentos. A seleção por essa ou aquela melhoria atende a um determinado segmento da Sociedade e pode ser encarado como resultado de processos de interação social. Se um artefato tecnológico emerge no sentido de resolver um problema real, cada grupo social passa a defender sua particular visão do problema. Assim, temos a relativização dos termos “eficácia” ou “boa Tecnologia” em que, Bazzo, Von Linsingen e Pereira destacam

Os problemas técnicos não constituem fatos sólidos como pedras, mas admitem certa flexibilidade interpretativa. Num determinado contexto histórico e cultural, distintos atores sociais com diferentes interesses e valores verão um problema de formas alternativas, propondo distintas soluções baseadas nesses interesses e valores. Na sequência, os atores como em qualquer processo de negociação política, sacarão suas melhores armas no exercício da persuasão e do poder, tentando aliar os competidores com seus próprios interesses e, desse modo, fechar a flexibilidade interpretativa do problema original (são os chamados “mecanismos de fechamento”) (2003, p.132).

Segundo a tradição europeia, um produto tecnológico é resultado de negociação de diferentes grupos sociais e, portanto, esses produtos tecnológicos estão sujeitos à interferência do poder desses grupos sociais, rompendo a ideia de Ciência e Tecnologia neutras.

A tradição norte-americana do movimento CTS, por sua vez, se desenvolveu com vistas a promover a regulação social da Ciência. Essa tradição progrediu em decorrência de diversos desastres ambientais, destacados nos meios de comunicação, envolvendo a Ciência e a Tecnologia, desencadeando, no final da década de 60, um crescimento considerável, nos Estados Unidos, dos movimentos de ativismo social e dos movimentos ambientalistas. Mesmo neste cenário ainda houve autores defendendo a ideia de que certas decisões deveriam ser deixadas a cargo dos especialistas, esse era um argumento tecnocrático, mas essa ideia foi perdendo força com o tempo. Bazzo, Von Linsingen e Pereira apresentam os argumentos dos tecnocratas da seguinte forma.

O público nunca há de envolver-se em tudo que tenha haver com a ciência e com a tecnologia; a ciência é uma instituição autônoma e objetiva. Dada a complexidade das questões e as rápidas mudanças nas definições dos problemas e suas soluções, o público perde tempo quando trata de formar

parte da solução dos problemas técnicos. As elites argumentam que os tecnocratas, tomarão as decisões mais racionais e adequadas (2002, p.133)

Apesar desses argumentos, existiam fortes razões para a criação de mecanismos que permitissem a participação do cidadão comum nas decisões de cunho científico-tecnológico. Essas razões foram destacas por Carl Mitcham (1997) e apresentadas por Bazzo, Von Linsingen e Pereira,

O primeiro provém do realismo tecno-social, que afirma que os especialistas simplesmente não podem escapar da influência pública. Haverá uma influência, seja do governo, seja dos outros grupos de interesse, mas a influência é inevitável. **As decisões tecnocientíficas nunca são neutras.**

Um segundo argumento vem da demanda do público, como mostram as síndromes *not-in-my-back-yard* (NIMBY: nada pelas costas) e *build-absolutely-nothing-any-where* (NABA: nada em nenhum lugar), de que **sem a participação e aprovação do público nada se realizará.**

O terceiro vem da psicologia. Não é infrequente que **os especialistas tendam a promover seus interesses** às custas dos interesses do público em geral.

Um quarto argumento provém das consequências da mudança científico-tecnológico defendendo que aqueles que se vêem diretamente afetados pelas decisões técnicas poderiam e deveriam ter algo sobre o que lhes afeta.

O quinto procede da autonomia moral. Os seres humanos são agentes morais. Como argumentou mais radicalmente Kant, as pessoas vêem sua autonomia moral seriamente diminuída quando as decisões que afetam suas vidas são realizadas por outros.

O sexto é o pragmático, bastante próximo do segundo, segundo o qual **a participação pública levará a melhores resultados.**

Um sétimo argumento deriva do clássico ideal ilustrado da educação. **Somente a participação educará os indivíduos** e os fará mais sabedores acerca de seu próprio apoio político e econômico, bem como sobre a complexidade dos riscos e benefícios da tecnologia.

Finalmente, o oitavo emana das realidades da cultura pós-moderna. A característica predominante na ética da cultura pós-moderna é a perda de todo o consenso moral forte. **Tolerância, diversidade, relativismo, minimalismo ético, são as marcas das tecnoculturas avançadas.** De outro modo, a tecnociência criará seus próprios incentivos e sua própria autoridade que romperá essa diversidade (2003, p.134, grifo nosso).

É possível perceber que, nessa época, havia uma crescente tendência do fortalecimento das questões citadas, no entanto devemos considerar alguns dificultadores, como por exemplo, a organização de indivíduos para que se colocassem como grupos sociais, a diversidade de pontos de vista, o acesso às informações cruciais referentes às questões científico-tecnológicos e a disparidade de poder dos grupos com potencial de participação em decisões de cunho científico-tecnológico. Além desses aspectos, devemos ainda considerar a necessidade de preparação do cidadão para que ele tenha condições de realizar uma

participação efetiva e significativa. Nesse sentido Bazzo, Von Linsingen e Pereira explicitam como condições na Sociedade

[...] capacite melhor os cidadãos para compreender seus interesses e como estes podem afetar suas decisões que tenham impacto sobre seus interesses, por um lado, e que prepare os cidadãos para que tenham alguma classe de influência substantiva sobre o resultado da política atual (2003, p.136).

Denotamos, então, a flagrante necessidade de uma formação para o exercício da cidadania no sentido de que nosso estudante de hoje possa, ao longo de sua vida, contribuir para as mudanças na sociedade visando propiciar efetiva qualidade de vida, por meio da Ciência e da Tecnologia, ao maior número possível de pessoas, em contraponto aos restritos interesses do mercado.

O movimento CTS se deu em três esferas que se integram: a) campo da pesquisa como alternativa à reflexão acadêmica sobre a Ciência e a Tecnologia, promovendo uma visão não essencialista e socialmente contextualizada da atividade científica; b) no campo das políticas públicas, defendendo a regulação social da Ciência e da Tecnologia, promovendo a criação de mecanismos democráticos facilitadores da abertura dos processos de tomada de decisão sobre questões de política científico-tecnológicas; e, c) no campo da educação, promovendo a introdução de programas e disciplinas CTS no ensino médio e universitário, referidos a nova imagem de Ciência e da Tecnologia que já se estendem por diversos países (na Europa e na América Latina e nos EUA) (BAZZO, VON LINSINGEN E PEREIRA, 2003).

A pesquisa em tela terá como foco o movimento CTS no cenário educacional. Tal movimento ganhou força no cenário educacional, servindo de base para a formulação de currículos de Física que intencionavam mudar a visão do ensino de uma ciência neutra que se colocava acima de qualquer julgamento.

CTS, em última análise, é o envolvimento dos aprendizes em experiências e assuntos que estão diretamente relacionados com suas vidas. CTS desenvolve nos estudantes habilidades que lhes permitem se tornar cidadãos ativos e responsáveis ao responder a assuntos que tem impactos em suas vidas. A experiência da educação científica através de estratégias de CTS irá criar uma cidadania alfabetizada cientificamente (NSTA 1990-1991, p.48, *apud* Yager, 1996a).

O enfoque CTS, no que diz respeito à educação, pode ser encarado como um avanço, pois, sua implementação na dimensão educacional se apresenta como alternativa aos métodos

tradicionalis de ensino, que, especificamente na disciplina de Física, se caracteriza pela memorização de fórmulas referentes a um extenso conteúdo e que se mostra distante da realidade do estudante, como já foi discutido anteriormente.

Segundo Yager no que diz respeito ao ensino de Física,

Não havia espaço para a apropriação pelos estudantes, para as suas questões, ou para as suas perspectivas a respeito do mundo em que viviam. Pelo contrário, a tentativa era a de introduzir os estudantes no mundo visto, conhecido e experienciado pelos cientistas (1996b, p.9).

Na busca de promover o exercício da cidadania por parte do estudante, alguns programas educacionais passaram a utilizar problemas reais presentes em sua comunidade, que necessitassem de soluções de cunho científico. Nesse processo, que vai ao encontro da ideia de **alfabetização científica**, devem ser evidenciados os impactos positivos e negativos do desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia, na Sociedade e na vida individual do estudante, estimulando a tomada de decisões na esfera política.

No âmbito educacional, o objetivo central da perspectiva CTS pode ser assim descrito,

Promover o interesse dos estudantes em relacionar a ciência com as aplicações tecnológicas e os fenômenos da vida cotidiana e abordar o estudo daqueles fatos e aplicações científicas que tenham uma maior relevância social; abordar as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da tecnologia e adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico (AULER, 1998, p.2).

Ainda na esfera educacional, o movimento CTS aponta para um ensino com as características descritas por Santos,

Ensino que ultrapasse a meta de uma aprendizagem de conceitos e de teorias relacionadas a conteúdos canônicos, em direção a um ensino que tenha uma validade cultural para além da validade científica. Tem como alvo ensinar a cada cidadão o essencial para chegar a sé-lo de fato, aproveitando os contributos de uma educação científica e tecnológica (1999, p.3).

Além desses objetivos referentes ao aspecto educacional CTS, devemos destacar algumas premissas para a implementação da perspectiva CTS, que,

De acordo com Leonard Waks, para introduzir mudanças estruturais no sistema educativo com a finalidade de realizar uma educação tipo CTS são requeridos: “a) uma transferência da autoridade do professor e dos textos para os estudantes, individual e coletivamente; b) uma mudança na focalização das atividades de aprendizagem do estudante individual para um

grupo de aprendizagem; c) uma mudança no papel dos professores como distribuidores de informações autorizadas, de uma autoridade posicional a uma autoridade experiencial na situação de aprendizagem (Waks, 1993, p.16-17 apud BAZZO, VON LINSINGEN E PEREIRA, 2003, p.149).

Os aspectos apresentados referentes à dimensão educacional do movimento CTS constituirá o referencial teórico dessa pesquisa e, portanto, será a base de análise para os itens que abordam Física no ENEM, ou seja, buscaremos identificar nesses itens, o quanto de interface seu enunciado apresenta com movimento CTS.

1.3 - Problematização no Ensino de Física articulada aos princípios Freirianos

Para compreender o conceito de *problematização* descrito por Paulo Freire é necessário compreender sua crítica ao que denominou como *educação bancária*, em analogia à operação bancária referente ao depósito.

Paulo Freire elaborou o conceito de educação bancária a fim de criticar um cenário educacional marcado pelo depósito de informações do educador ao passo que o educando assumia o papel de mero espectador.

Freire destaca algumas características dessa concepção bancária:

o educador é o que educa; os educandos, os que são educados;
o educador é o que sabe; os educandos, os que não sabem;
o educador é o que pensa; os educandos, os pensados;
o educador é o que diz a palavra; os educandos, os que escutam docilmente;
o educador é o que disciplina; os educandos, os disciplinados;
o educador é o que opta e prescreve sua opção; os educandos, os que seguem a prescrição;
o educador é o que atua; os educandos, os que tem a ilusão de que atuam, na atuação do educador;
o educador escolhe o conteúdo programático; os educandos, jamais ouvidos nesta escolha, se acomodam a ele;
o educador identifica a autoridade do saber com sua autoridade funcional, que opõe antagonicamente à liberdade dos educandos; estes devem adaptar-se às determinações daquele;
o educador, finalmente, é o sujeito do processo; os educandos, meros objetos (FREIRE, 2001, p.82).

Na concepção da educação bancária são restritos os direitos de participação e diálogo. Neste contexto, o educador é visto como detentor de um conhecimento acabado. Já o educando, caso consiga memorizar as informações e procedimentos, será bem-sucedido nesse processo. Em uma educação bancária aqueles que não forem capazes de tal memorização

serão rotulados como incapazes ou ignorantes. A educação bancária cerceia a vocação ontológica do ser humano de ser mais. No sentido de mudar esse panorama, Freire destaca que

[...] se os homens são estes seres da busca e se sua vocação ontológica é humanizar-se, podem, cedo ou tarde, perceber a contradição em que a “educação bancária” pretende mantê-los e engajar-se na luta por sua libertação (FREIRE, 2001, p. 86).

Em contraponto ao que foi posto, Paulo Freire defende uma Educação que seja *problematizadora*, como forma de superar a educação bancária amplamente criticada por ele. Segundo Freire, uma educação que se comprometa com a libertação dos educandos não deve

[...] fundar-se numa compreensão dos homens como seres vazios a quem o mundo “encha” de conteúdos; não pode basear-se na consciência especializada, mecanicistamente compartimentada, mas nos homens como “corpos conscientes” e na consciência como consciência intencionada ao mundo. Não pode ser a do depósito de conteúdos, mas a da **problematização** dos homens em suas relações com o mundo (FREIRE, 2001, p.94, grifo nosso).

Nesse contexto, o educando deve assumir o protagonismo para que sua experiência de vida ganhe espaço privilegiado no processo educativo. Segundo Nascimento e Lisingen,

Problematizar para Paulo Freire, vai muito além da ideia de se utilizar um problema do cotidiano do educando para, a partir dele, introduzir conceitos pré-selecionados pelo educador. A problematização deve ser um processo no qual o educando se confronta com situações de sua vida diária, desestabilizando seu conhecimento anterior e criando uma lacuna que o faz sentir falta daquilo que ele não sabe (2006, p.104)

A partir da concepção progressista de Educação proposta por Paulo Freire a problematização possibilita ao educando uma modificação interna, transitando da “consciência real” para a “consciência máxima possível”. Esses termos, referentes à consciência, Paulo Freire emprestou de Goldman no intuito de associar a transição de uma consciência para outra como resultado de uma prática educativa libertadora.

Nesse cenário, o diálogo ganha uma importância fundamental, pois é justamente o direito à palavra que possibilitará uma educação libertadora, conforme sugere Paulo Freire

Mas, se dizer a palavra verdadeira, que é trabalho, que é práxis, é transformar o mundo, dizer a palavra não é privilégio de alguns homens, mas direito de todos os homens. Precisamente por isto, ninguém pode dizer a palavra sozinho, ou dizê-la para outros, num ato de prescrição, com o qual rouba a palavra ao demais (2001, p.92)

A perspectiva de uma educação problematizadora exige uma mudança de relação entre educador e educando, exige abertura de diálogo como princípio, meio e fim do processo da prática pedagógica. De acordo com Freire,

Não seria possível à educação problematizadora, que rompe com os esquemas verticais característicos da educação bancária, realizar-se como prática da liberdade, sem superar a contradição entre o educador e os educandos. Como também não lhe seria possível fazê-lo fora do diálogo (2001, p.95)

A problematização, como um princípio educacional é encarada como um modo de possibilitar o envolvimento de mulheres e homens com seu mundo, enquanto na educação bancária o sujeito oprimido contempla as mudanças de forma passiva e sem direito à voz. Freire destaca que a educação problematizadora se faz, assim, num esforço permanente através do qual mulheres e homens vão percebendo, criticamente, como estão *sendo* no mundo *com e em* que se acham (2001, p.100).

Relacionando as ideias de Paulo Freire a respeito da problematização com o Ensino de Física, é possível observar importantes confluências. O Ensino de Física nos moldes do novo Ensino Médio, proposto pela LDB de 1996, demanda uma forte relação entre o estudante e o mundo real, evitando assim o excesso de abstrações. Entendemos que essa relação, estudante-mundo, será melhor tratada à luz dos ideais freirianos acerca da problematização.

Um estudante não desenvolverá um olhar crítico, próprio do cidadão atuante, caso não compreenda as relações entre os conceitos de energia elétrica, por exemplo, com o seu mundo vivencial, ou seja, seu consumo individual e o consumo dos que estão a sua volta. Além disso, deve ampliar o olhar e perceber quem são as pessoas responsáveis por tomar decisões acerca da matriz energética, que fatores podem influenciar em tais decisões, quais são os setores da sociedade que mais consomem energia e quais os setores da sociedade que mais podem sofrer em momentos de crise energética. Dessa forma, entendemos que a educação problematizadora, defendida por Paulo Freire, contribui significativamente para um Ensino de Física significativo.

1.4 – Contextualização e Interdisciplinaridade no Ensino de Física segundo os PCNEM

Esse trabalho propõe ainda a discussão dos fundamentos que embasam as questões do ENEM. Para isso, utiliza-se dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM, 1999) já que, tanto o ENEM quanto os PCNEM, estão em consonância com o novo Ensino Médio proposto pela LDB de 1996. Como pode-se ver,

A lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1996 corretamente estabeleceu o Ensino Médio como uma fase de conclusão da Educação Básica, como educação para a cidadania, que não deve se restringir a uma função estritamente propedêutica para o ensino superior nem a um simples treinamento profissional. Essa lei e sua regulamentação, estabelecida em 1998 por resolução da Câmara de Ensino Básico do Conselho Nacional de Educação, definem que pelo menos três quartos dos conteúdos do aprendizado corresponderão a uma base nacional comum, fundada em conhecimentos humanísticos e científicos e realizada em termos de saberes, atitudes, habilidades, competências e valores humanos, de sentido universal. Essa regulamentação preconiza a organização das disciplinas em três grandes áreas, uma das quais a Área das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), em sua conceituação geral ou em sua formulação específica, tanto quanto os objetivos educacionais dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio foram propostos de forma consonante com aquela lei e com aquela regulamentação. Além disso, o Exame e os Parâmetros tiveram alguns elaboradores comuns. São, portanto, intencionais, e construídas, não incidentes ou eventuais, as convergências entre os objetivos de avaliação do ENEM e os objetivos formativos dos Parâmetros (BRASIL, 2007, p.98).

Outro motivo que nos levou a optar por fazer uso dos PCNEM nessa pesquisa foi sua proximidade com a perspectiva de Ensino CTS, conforme podemos observar,

Um Ensino Médio concebido para a universalização da Educação Básica precisa desenvolver o saber matemático, científico e tecnológico como condição para a cidadania e não como prerrogativa de especialistas. O aprendizado não deve ser centralizado na interação individual de alunos com materiais instrucionais, nem se resumir à exposição de alunos ao discurso professoral, mas se realizar pela participação ativa de cada um e do coletivo educacional numa prática de elaboração cultural. É na proposta de condução de cada disciplina e no tratamento interdisciplinar de diversos temas que esse caráter ativo e coletivo do aprendizado afirmar-se-á (BRASIL, 1999, p.8).

É possível notar a presença de fundamentos característicos do movimento CTS nos PCNEM, quando se refere à cidadania e a participação ativa de cada aluno, no sentido de promover um Ensino que possibilite o exercício da cidadania no que diz respeito às questões científicas.

Os PCNEM foram elaborados em 1999 e se apresentam como uma proposta pedagógica para o Ensino Médio em consonância com a BASE NACIONAL COMUM. Esse importante documento surge com o objetivo de auxiliar os professores, professoras, coordenadores e coordenadoras, diretoras e diretores de escolas de todo o país no desenvolvimento de seus trabalhos. Nesse sentido, os PCNEM contribuem para uma reflexão sobre as práticas pedagógicas e para o planejamento de aulas. Seu principal papel é de subsidiar o desenvolvimento de currículos.

Tratando-se especificamente do Ensino de Física, nos deparamos com a necessidade de um redirecionamento das práticas tradicionais que tem prevalecido no ensino de Física. Já discutimos sobre algumas características do Ensino tradicional e retomamos tal discussão no intuito de compreender quais foram às motivações que levaram à elaboração dos PCNEM.

O Ensino de Física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado. Privilegia a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em detrimento de um desenvolvimento gradual da abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos. Enfatiza a utilização de fórmulas, em situações artificiais, desvinculando a linguagem matemática que essas fórmulas de seu significado físico efetivo. Insiste na resolução de exercícios repetitivos, pretendendo que o aprendizado ocorra pela automatização ou memorização e não pela construção do conhecimento através das competências adquiridas. Apresenta o conhecimento como um produto acabado, fruto da genialidade de mentes como a de Galileu, Newton e Einstein, contribuindo para que os alunos concluam que não resta mais nenhum problema significativo a resolver. Além disso, envolve uma lista de conteúdos demasiadamente extensa que impede o aprofundamento necessário e a instauração de um diálogo construtivo (BRASIL, 1999, p.22).

É nesse cenário que surge a necessidade de rever os objetivos do Ensino Médio e, consequentemente, os objetivos do Ensino de Física. Em contraponto à citada concepção tradicional de Ensino, os PCNEM propõem um Ensino que possibilite um

Aprendizado útil à vida e ao trabalho, no qual as informações, o conhecimento, as competências, as habilidades e os valores desenvolvidos sejam instrumentos reais de percepção, satisfação, interpretação, julgamento, atuação, desenvolvimento pessoal ou de aprendizado permanente, evitando tópicos cujos sentidos só possam ser compreendidos em outra etapa de escolaridade (BRASIL, 1999, p.22).

Na busca por um Ensino que seja inovador e que esteja em conformidade ao exposto da última citação, destacam-se como características essenciais a *interdisciplinaridade* e a *contextualização*.

À medida que as demandas reais da sociedade são colocadas como objetos orientadores de estudo surge, no Ensino Médio, a necessidade de articular diversas disciplinas no trabalho em sala de aula, já que a realidade dificilmente será compreendida a partir de um conjunto de conhecimentos específicos de uma única disciplina. É necessário mobilizar conhecimentos de diferentes disciplinas e áreas para que se possa compreender um fenômeno da natureza, ou buscar a solução de impasses tecnológicos de impacto social. Segundo os PCNEM,

Uma compreensão atualizada do conceito de energia, dos modelos de átomos 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 se pretender que a problemática efetivamente sócio-ambiental possa ser mais adequadamente equacionada, num exemplo da interdisciplinaridade imposta pela temática real (BRASIL, 1999, p.8).

O intuito da proposta de ensino interdisciplinar dos PCN não chega ao ponto de negar as características peculiares de cada disciplina. Essas características são valorizadas. As orientações dos PCN, contudo, recomendam que as particularidades de diferentes disciplinas sejam articuladas em torno de temas estruturadores, o que num primeiro momento pode parecer complexo aos educadores, pois,

A natural relação entre interdisciplinaridade e contexto pode levar à conclusão apressada de que seria mais difícil a presença do contexto no aprendizado de uma única disciplina. O fato de o contexto ser usualmente transdisciplinar não dificulta seu tratamento em cada disciplina. Isso deveria ser objeto de atenção na preparação para o ensino, por exemplo, ao se sistematizarem e organizarem os temas, em torno dos quais se conduz o aprendizado disciplinar que chamamos de temas estruturadores do ensino. (BRASIL, 1999, p.29).

As grades curriculares continuam organizadas de forma disciplinar na Educação Básica, no entanto, as abordagens pedagógicas durante as aulas devem extrapolar estruturas particulares de modo que cada disciplina, dentro de suas especificidades, contribua para o entendimento de determinada questão, possibilitando ao estudante um olhar amplo, conforme propõe os PCNEM,

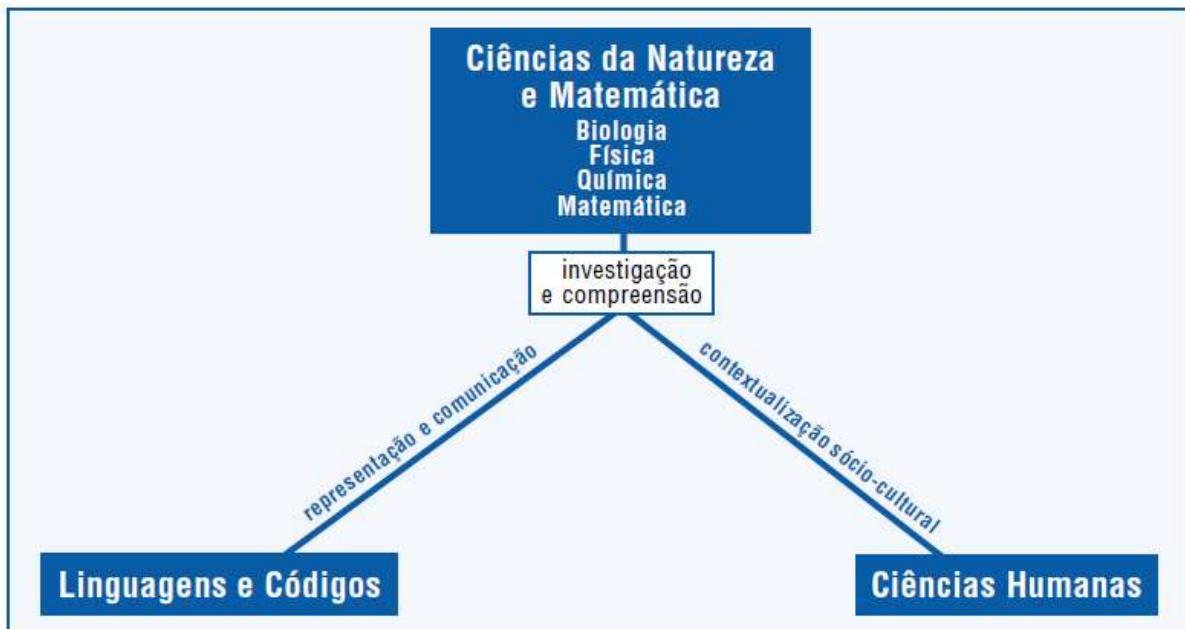
As linguagens, ciências e humanidades continuam sendo disciplinares, mas é preciso desenvolver seus conhecimentos de forma a constituírem, a um só tempo, cultura geral e instrumento para a vida, ou seja, desenvolver, em

conjunto, conhecimentos e competências. Contudo, assim como a interdisciplinaridade surge do contexto e depende da disciplina, a competência não rivaliza com o conhecimento; ao contrário, se funda sobre ele e se desenvolve com ele. (BRASIL, 1999, p.14).

Para que seja possível o desenvolvimento de projetos interdisciplinares é necessário investimento na formação de professores e professoras no sentido e um projeto pedagógico que explice isso em seu conteúdo, conforme indicam os Parâmetros:

Além do esforço de qualificação docente, para facilitar ou mesmo possibilitar tais desenvolvimentos, é importante uma atitude coletiva dos professores e da comunidade, estimulada e apoiada pela direção escolar, no sentido de se elaborar e desenvolver um projeto pedagógico de escola no qual os objetivos educacionais, entre os quais o de promoção de competências humanas mais amplas, estejam traduzidos em práticas formativas de cada uma das disciplinas e de seu conjunto. Um dos domínios dessa articulação é o que se dá entre diferentes áreas do conhecimento, como se tentou mostrar anteriormente; o outro domínio é o da articulação no interior de cada área (BRASIL, 1999, p.19).

A contextualização a qual os PCNEM se refere é uma contextualização sócio-cultural, a fim de possibilitar que o estudante desenvolva seus conhecimentos de Ciência a partir de um olhar social. Tal contextualização permite a comunicação entre as Ciências da Natureza com as Ciências Humanas.



(BRASIL, 1999, p.22).

A contextualização no Ensino das Ciências da Natureza transcende a questão de relacionar um objeto de estudo ao cotidiano do estudante. Essa contextualização, de acordo com os PCN, abarca aspectos de processos históricos, social e cultural e o reconhecimento e discussão de aspectos práticos e éticos da ciência no mundo contemporâneo, conforme o quadro abaixo.

Contextualização sócio-cultural	
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.	
Ciência e tecnologia na cultura contemporânea	
Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea.	
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.	
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.	

(BRASIL, 1999, p.29)

Apesar de não se restringir ao cotidiano imediato do estudante, a contextualização também se remete a ele, pois uma das grandes competências propostas pelos PCNEM diz respeito à contextualização sócio-cultural como forma de aproximar o aluno da realidade e “fazê-lo vivenciar situações próximas que lhe permitam reconhecer a diversidade que o cerca e reconhecer-se como indivíduo capaz de ler e atuar nesta realidade.” (BRASIL, 1999, p.123).

Mais especificamente ao ensino de Física, os PCN ilustram a contextualização histórica no que diz respeito aos meios de transporte que sofreram mudanças significativas ao longo do tempo, como possibilidade de compreensão pelo aluno do desenvolvimento histórico da tecnologia bem como as consequências para o cotidiano e as relações sociais de cada época, identificando como seus avanços foram modificando as condições de vida e criando novas necessidades.

Tratando mais especificamente da Física os PCN exemplificam a contextualização histórica para o caso dos meios de transporte que sofreram significativas mudanças ao longo do tempo. Nesse sentido pretende-se contribuir para a compreensão do desenvolvimento histórico da tecnologia, nos mais diversos campos, e suas consequências para o cotidiano e as relações sociais de cada época, identificando como seus avanços foram modificando as condições de vida e criando novas necessidades. Segundo os PCN,

Esses conhecimentos são essenciais para dimensionar corretamente o desenvolvimento tecnológico atual, através tanto de suas vantagens como de seus condicionantes. Reconhecer, por exemplo, o desenvolvimento de formas de transporte, a partir da descoberta da roda e da tração animal, ao desenvolvimento de motores, ao domínio da aerodinâmica e à conquista do espaço, identificando a evolução que vem permitindo ao ser humano deslocar-se de um ponto ao outro do globo terrestre em intervalos de tempo cada vez mais curtos e identificando também os problemas decorrentes dessa evolução (BRASIL, 1999, p.64).

Nesse sentido, entendemos que os aspectos apresentados acerca da interdisciplinaridade e da contextualização no Ensino de Física são fundamentais para a superação de práticas pedagógicas tradicionais que não se alinham com os objetivos do novo Ensino Médio proposto pela LDB de 1996. O Ensino de Física depende da interdisciplinaridade e da contextualização para que se torne significativo para o estudante e para que promova seu desenvolvimento no sentido de formação cidadã.

CAPÍTULO 2 – O EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO (ENEM)

2.1 - A reformulação do Ensino Médio no Brasil a partir da LDB 9.394/96

Para compreendermos os caminhos percorridos pelo Ensino de Física no Brasil é importante refletirmos sobre os caminhos percorridos pelo Ensino Médio.

O Ensino Médio no Brasil sofreu profundas mudanças em seus princípios e concepções com a Lei 9394/96, denominada Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN). Este segmento da Educação, praticamente, oferecia duas possibilidades: o Ensino Profissionalizante e o Ensino Propedêutico³. No caso do Ensino Profissionalizante, a grande preocupação era formar mão de obra qualificada para o mercado de trabalho, lembrando que a população brasileira, há algumas décadas, estava deixando o campo e ocupando as cidades. A modalidade de Ensino Propedêutico⁴ tinha como característica um currículo bastante extenso e se propunha a formar uma elite pensante, aqueles que certamente dariam continuidade em seus estudos e, portanto, necessitavam desenvolver uma boa base de conhecimentos.

Com a reformulação instituída pela LDBEN 9394/96, o Ensino Médio passa a ter como foco a formação para o exercício da cidadania, o acesso às atividades produtivas e o prosseguimento dos estudos em prol do desenvolvimento pessoal.

O novo Ensino Médio deve ser etapa conclusiva da Educação Básica, cuja a base nacional comum desenvolveria competências e habilidades para a cidadania, para a continuidade do aprendizado e para o trabalho, sem pretender-se profissionalizante ou simplesmente preparatória para o ensino superior. (MENEZES, 2000, p.6)

O Ensino Médio no Brasil, a partir da LDBEN, passou por significativas mudanças de concepções. Este segmento da educação nunca esteve no foco das políticas públicas, ficando à margem de grandes projetos e investimentos. Tradicionalmente era uma fase do ensino destinado às elites.

³ Trata-se de um termo histórico referente ao ensino. É basicamente um curso ou parte de um curso introdutório de disciplinas em artes, ciências, educação, etc. É o que provém ensinamento preparatório ou introdutório, os chamados conhecimentos mínimos.

Neste sistema de educação que excluía a maior parte da população, o ensino era enciclopédico e propedêutico. Enciclopédico porque se comprometia a abranger um número excessivo de temas e conteúdos a serem estudados. O ensino oferecido era propedêutico, pois tinha a função de preparar os estudantes a continuar aprendendo no nível superior, ou seja, tinha por objetivo oferecer bases conceituais, pois somente na Universidade o aluno teria a constatação da pertinência dos conteúdos estudados.

Outro problema do antigo Segundo Grau se referia à dificuldade de acesso, ou seja, somente a elite conseguia frequentar essa etapa da Educação. Um dos fatores que agravavam essa situação era a alta taxa de evasão e reprovação no ensino Fundamental, que segundo Castro e Tiezzi,

O atraso escolar de nosso país era imenso ainda em 1994. Apenas pouco mais de 50% dos alunos concluíam as oito séries do ensino fundamental obrigatório, levando em média 12 anos para fazê-lo, devido à cultura de repetência prevalecente (CASTRO e TIEZZI, 2004, p.1)

No inicio da década de 1990, era notório o grande descompasso que havia entre o que preconiza a Constituição Federal: “progressiva universalização do acesso ao ensino médio gratuito” e os números referentes a essa etapa da Educação. Como podemos observar na tabela a seguir:

Tabela 2 – Evolução da Taxa de Escolarização na faixa de 15 a 17 anos

Ano	População de 15 a 17 anos (x 1.000)	Alunos matriculados (x 1.000)	Taxa de escolarização (%)
1991	9.275	5.389	58,1
1995	10.163	6.768	66,6
1996	10.349	7.193	69,5
1997	10.163	7.449	73,3
1998	10.130	7.749	76,5
1999	10.395	8.160	78,5
2000	10.702	8.315	77,7
2001	10.308	8.360	81,1
2002	10.357	8.441	81,5
2003	10.481	8.636	82,4
2004	10.742	8.797	81,9
2005	10.646	8.698	81,7
2006	10.424	8.569	82,2
2007	10.262	8.425	82,1
2008	10.289	8.653	84,1
2009	10.399	8.859	85,2
2010	10.357	8.628	83,3

Fonte: MEC/INEP

Neste contexto, fica evidente a necessidade de substituir esse modelo de ensino. As mudanças começaram a ocorrer com a grande expansão da oferta do Ensino Médio na década de 1990, quando o governo passou a investir na democratização do acesso. As escolas, que até então ofereciam apenas o Ensino Fundamental, passaram a utilizar o período noturno para atender a enorme demanda de estudantes para o Ensino Médio.

Com a implementação da LDBEN em 1996, o Ensino Médio passa a fazer parte da Educação Básica. Isso significa uma importante mudança em sua concepção. Nesta nova dimensão, essa etapa da Educação passa a se comprometer com quatro finalidades, que segundo a LDBEN são:

Art. 35º. O ensino médio, etapa final da educação básica, com duração mínima de três anos, terá como finalidades:

I - a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;

- II - a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;
- III - o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;
- IV - a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina. (LDBEN, 1996, p.13)

A primeira finalidade revela a intenção de articular o Ensino Médio ao Ensino Fundamental, relacionando os temas trabalhados nestes dois segmentos, visando à consolidação dos conteúdos trabalhados anteriormente. Por outro lado, busca-se formar uma base que dê condições ao aluno prosseguir seus estudos, se aproximando da concepção propedêutica de ensino.

Na segunda finalidade destacada para o Ensino Médio, procurou-se estabelecer uma relação com o mundo do trabalho. Mas não se refere a uma Educação profissionalizante. A menção ao mundo do trabalho se refere à ideia de preparar o estudante para lidar com situações-problema, o que requer atitudes, habilidades e comportamentos para ser uma pessoa bem preparada para o mercado de trabalho. Podemos dizer, portanto, que a referência ao mundo do trabalho, na LDB 9394/96, não está relacionada à profissionalização.

Tratando ainda da segunda finalidade, temos uma das mais importantes vertentes do novo Ensino Médio, a cidadania. Essa vertente visa à formação de um sujeito capaz de participar das decisões políticas e atuar socialmente frente aos problemas de sua comunidade. Essa dimensão da cidadania não se apresentava na antiga concepção, que focava na memorização de conceito, sem abertura para um olhar crítico sobre os problemas da Sociedade.

Na terceira finalidade, transparece o intuito de mudar a prática da *educação bancária*, até então corrente, e que há algumas décadas já era denunciada por Paulo Freire.

Ainda, a educação bancária com a pura transferência de conteúdos, a não participação do educando na produção do conhecimento, é um dos elementos responsáveis pela desmotivação, pela falta de interesse em estudar o que é "passado" em sala de aula (FREIRE e SHOR, 1987, p. 15)

Finalizando o rol de finalidades preconizadas pela LDBEN para o Ensino Médio, enquanto segmento da Educação Básica, temos em evidência a necessidade de articulação entre teoria e prática.

No que se refere ao Currículo do Ensino Médio a LDBEN destaca:

Art. 36º. O currículo do ensino médio observará o disposto na Seção I deste Capítulo e as seguintes diretrizes: I - destacará a educação tecnológica básica, a compreensão do significado da ciência, das letras e das artes; o processo histórico de transformação da sociedade e da cultura; a língua portuguesa como instrumento de comunicação, acesso ao conhecimento e exercício da cidadania; II - adotará metodologias de ensino e de avaliação que estimulem a iniciativa dos estudantes; III - será incluída uma língua estrangeira moderna, como disciplina obrigatória, escolhida pela comunidade escolar, e uma segunda, em caráter optativo, dentro das disponibilidades da instituição. § 1º. Os conteúdos, as metodologias e as formas de avaliação serão organizados de tal forma que ao final do ensino médio o educando demonstre: I - domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna; II - conhecimento das formas contemporâneas de linguagem; III - domínio dos conhecimentos de Filosofia e de Sociologia necessários ao exercício da cidadania. § 2º. O ensino médio, atendida a formação geral do educando, poderá prepará-lo para o exercício de profissões técnicas. § 3º. Os cursos do ensino médio terão equivalência legal e habilitarão ao prosseguimento de estudos. § 4º. A preparação geral para o trabalho e, facultativamente, a habilitação profissional, poderão ser desenvolvidas nos próprios estabelecimentos de ensino médio ou em cooperação com instituições especializadas em educação profissional (LDBEN, 1996, p.14)

Podemos observar que não existe uma orientação específica a respeito de como devem ser trabalhadas as disciplinas. No entanto, a LDBEN oferece um direcionamento que possibilitou nortear outros importantes documentos oficiais, como as DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS PARA O ENSINO MÉDIO (DCNEM) e os PCN, os quais nos apoiamos durante esta pesquisa.

Retomando a questão de pesquisa: O quanto as novas Diretrizes para o Ensino de Física acompanharam as reformulações do Ensino Médio apontadas na LDBEN? Podemos inferir, inicialmente, que os documentos oficiais que orientam a elaboração de currículos para o Ensino Médio, acompanharam as modificações de concepções do Ensino Médio presentes na LDBEN. É possível perceber o diálogo e coerência entre os documentos oficiais, no trecho abaixo:

Busca-se proporcionar aos alunos a aquisição de elementos de compreensão e/ou manuseio de aparelhos tecnológicos, de máquinas e dos processos de produção industrial e outras atividades profissionais. Essa pode ser uma

forma de entender a preparação para o mundo do trabalho da qual trata a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional/1996 e as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (OCEM, 2006, p.46)

Apesar das Diretrizes e dos Parâmetros presentes nos Documentos Oficiais, persiste um Ensino de Física que sempre se mostrou problemático por se pautar em memorização de fórmulas e repetição de procedimento, conteudista, fragmentado e sem ligação com o mundo real e questionamentos por muitos estudantes sobre *quando vou usar isso na minha vida?*

A despeito dos avanços nos debates acadêmicos e nos documentos do Ministério da Educação, após 18 anos da LDBEN, o que se percebe é que em muitas escolas as práticas pedagógicas resistem às mudanças. Muitos objetivos não foram alcançados, assim, é necessário que haja uma mudança significativa nas práticas de Ensino de Física, de modo a se aproximar aos problemas reais presentes na sociedade e de modo a se desvencilhar de aspectos propedêuticos e memorísticos restritos aos exames de vestibulares. Diversas ações são necessárias para que tal mudança ocorra, podemos destacar a questão da formação continuada dos professores e professoras e repensar os modelos de vestibulares tradicionais que exercem grande influência na elaboração de livros didáticos e, por consequência, nas práticas docentes em sala de aula.

2.2 - ENEM: Princípios e concepções

O ENEM foi criado em 1998 pelo INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP), focalizando o perfil de saída dos alunos da Educação Básica, para avaliar o desempenho desses alunos no final dessa etapa da Educação.

A concepção inicial do ENEM foi definida com base nos princípios estabelecidos pela LDBEN 9.394/96. Podemos destacar alguns desdobramentos desses princípios como: a aprendizagem por resolução de problemas, a contextualização dos conhecimentos e a interdisciplinaridade. Dessa forma o ENEM tinha como objetivo traçar um diagnóstico da capacidade do aluno concluinte do Ensino Médio, possibilitando a identificação de possíveis defasagens e lacunas dessa etapa da Educação.

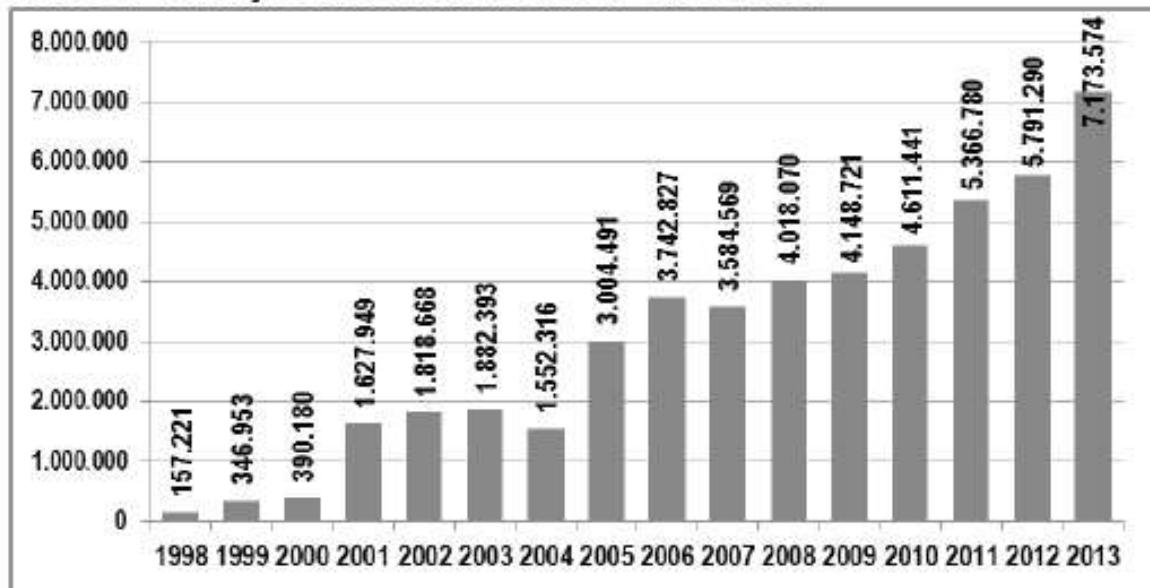
Em 2009, o ENEM sofreu uma importante reformulação. Podemos destacar dois objetivos importantes dessa reformulação: democratizar as oportunidades de acesso às vagas federais de ensino superior e possibilitar a mobilidade acadêmica.

Nesse cenário, o ENEM passou a assumir novas funções, como: certificar um aluno que não tenha cursado o Ensino Médio, mediante o desempenho no exame; acesso ao ensino superior por meio do SISU (SISTEMA DE SELEÇÃO UNIFICADA); acesso ao PROUNI (PROGRAMA UNIVERSIDADE PARA TODOS); acesso ao FIES (FUNDO DE FINANCIAMENTO ESTUDANTIL) e acesso ao programa Ciência sem Fronteiras. O ENEM ganhou uma importância enorme, muito além de seu propósito inicial que era de avaliar a qualidade do Ensino Médio no Brasil. Diversas universidades federais que elaboravam seus próprios vestibulares passaram a utilizar o ENEM como forma de ingresso.

Com essa reformulação e a facilidade de isenção da taxa de inscrição, o ENEM se tornou muito atrativo e, em 2014, atingiu um número recorde de 9.490.952 participantes inscritos. É possível notar um aumento expressivo da participação de egressos do Ensino Médio, chegando a 61% do total de participantes em 2009. Isso denota o quanto esse exame se tornou responsável por centralizar importantes políticas públicas voltadas para o Ensino Superior.

O gráfico abaixo permite observar o aumento sistemático de inscritos no ENEM, desde seu início.

Gráfico 1 – Evolução dos inscritos no Enem – 1998 a 2013



Fonte: INEP (2013).

Nesse cenário em que o ENEM transcende a questão das políticas públicas de melhorias para a Educação Básica e passa assumir também um papel de destaque nas políticas públicas de acesso ao Ensino Superior, o Relatório Pedagógico ENEM 2009 – 2010 elucidam os possíveis encaminhamentos dos resultados desse exame:

A partir da edição de 2009, ocorreu a reformulação metodológica do Enem, com vistas à sua utilização como forma de seleção unificada nos processos de acesso às Universidades Federais. Desde então, o Exame tornou-se uma das principais vias de ingresso no Ensino Superior, ampliando as oportunidades, ao mesmo tempo que se manteve como uma referência para a autoavaliação dos estudantes. De acordo com a Portaria que institui o Exame, os resultados do Enem possibilitam:

I – a constituição de parâmetros para autoavaliação do participante, com vistas à continuidade de sua formação e à sua inserção no mercado de trabalho;

II – a certificação no nível de conclusão do Ensino Médio, pelo sistema estadual e federal de ensino, de acordo com a legislação vigente;

III – a criação de referência nacional para o aperfeiçoamento dos currículos do Ensino Médio;

IV – o estabelecimento de critérios de participação e acesso do examinando a programas governamentais; O Programa Universidade para Todos (ProUni) foi criado pela Lei nº 11.096/2005, e tem como finalidade a concessão de bolsas de estudos integrais e parciais a estudantes de cursos de graduação e de cursos sequenciais de formação específica, em instituições privadas de educação superior. As instituições que aderem ao programa recebem isenção de tributos. Ao aderirem ao Enem, as universidades optam entre três possibilidades de utilização dos resultados para a distribuição de suas vagas: como fase única, pelo sistema de seleção unificada (SISU); como primeira fase, combinado com o vestibular da instituição; como fase única para as vagas remanescentes do vestibular.

V – a sua utilização como mecanismo único, alternativo ou complementar aos exames de acesso à Educação Superior ou processos de seleção nos diferentes setores do mundo do trabalho;

VI – o desenvolvimento de estudos e indicadores sobre a educação brasileira (BRASIL, 2014, p.11).

Entendemos que essa nova dimensão do ENEM no que diz respeito ao acesso ao Ensino Superior pode aproximá-lo de um processo seletivo, semelhante aos vestibulares tradicionais. A aproximação do ENEM ao modelo de vestibular é preocupante, especialmente quando focamos a disciplina da Física, pois dentro das características dos vestibulares tradicionais a Física é apresentada de forma fragmentada e descontextualizada, valorizando conhecimentos muito específicos, em forma de “pegadinhas”. Nesse sentido os alunos do ensino privado podem se beneficiar por utilizarem materiais didáticos mais tradicionais e conteudistas.

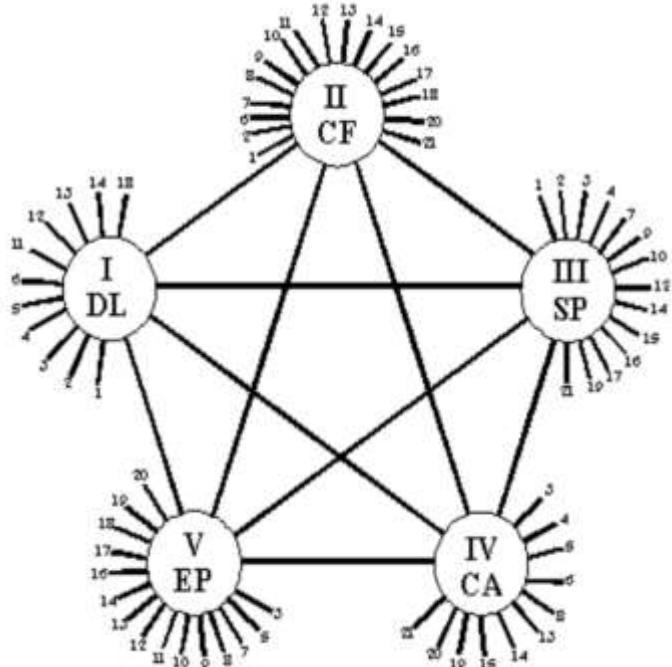
2.2.1 - Fundamentos e organização da Prova - ENEM 2008

Até o ano de 2008, havia uma matriz de competências e habilidades que englobava todas as áreas de conhecimento, com 21 habilidades distribuídas em cinco competências. A definição dessa matriz foi estabelecida a partir dos seguintes aspectos:

Considerando as características do mundo de hoje, quais os recursos cognitivos que um jovem, concluinte da educação básica, deve ter construído ao longo de sua educação básica? A matriz de competências do Enem expressa uma hipótese sobre isso, ou seja, assume o pressuposto de que os conhecimentos adquiridos ao longo da escolarização deveriam possibilitar ao jovem domínio de linguagens, compreensão de fenômenos, enfrentamento de situações-problema, construção de argumentações e elaboração de propostas. De fato, tais competências parecem sintetizar os principais aspectos que habilitariam um jovem a enfrentar melhor o mundo, com todas as suas responsabilidades e desafios (BRASIL, 2007, p. 44).

Considerados os aspectos mencionados a matriz ficou definida da seguinte forma:

- I. Dominar linguagens (DL)
- II. Compreender fenômenos (CF)
- III. Enfrentar situações-problema (EP)
- IV. Construir argumentações (CA)
- V. Elaborar propostas (EP)



Fonte: Matriz de competências e habilidades Enem 2008 (adaptado)

Abaixo estão descritos os objetivos de cada uma das competências:

A Competência I tem como propósito avaliar se o participante sabe "dominar a norma culta da Língua Portuguesa e fazer uso da linguagem matemática, artística e científica".

[...]

O objetivo da competência II é avaliar se o participante sabe "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".

[...]

O objetivo da Competência III é avaliar se o aluno sabe "selecionar, organizar, relacionar, interpretar dados e informações representados de diferentes formas, para tomar decisões e enfrentar situações-problema".

[...]

O objetivo da Competência IV é verificar se o participante sabe "relacionar informações, representadas em diferentes formas, e conhecimentos disponíveis em situações concretas, para construir argumentação consistente".

[...]

O objetivo da competência V é valorizar a possibilidade de o aluno "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, 2007, p. 47).

É possível notar, observando os objetivos acima descritos, que a matriz de competências e habilidade do ENEM 2008 possui um caráter bastante interdisciplinar, pois cada competência abrange diferentes áreas do conhecimento.

Notamos também a preocupação do ENEM, que antecede a reformulação, em se diferenciar do modelo de vestibulares tradicionais de sua época, usando para tanto as situações-problema.

As situações-problema não contêm "dicas" ou "pegadinhas" e não requerem memorização de fórmulas ou simples acúmulo de informações. Nos casos em que a compreensão da situação-problema exige a especificidade de dados como apoio ao seu enfrentamento, eles são apresentados no enunciado da questão, pois o que se pretende verificar é se o participante é capaz de transformar dados e informações, articulando-os para resolver os problemas propostos, isto é, demonstrar o seu conhecimento. (BRASIL, 2007, p. 52).

Em relação à estrutura da prova observamos que ela organizada em 63 itens, questões objetivas, sem nenhuma menção de separação disciplinar o que evidencia a intenção de dar um caráter interdisciplinar ao exame. No entanto, analisando os itens, é possível identificar em muitos casos, que os conhecimentos necessários para sua resolução advêm de apenas uma disciplina.

2.2.2 - Fundamentos e organização da Prova - ENEM 2009

O novo ENEM, como era chamado em 2009, apresentou em seu Relatório Pedagógico os fundamentos utilizados como referência para a elaboração da prova:

As provas de 2009 e 2010 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias foram constituídas predominantemente por itens que reforçavam a conexão do Exame com uma perspectiva aplicada e instrumental dos conhecimentos científicos. Tal preocupação levou a equipe de montagem do Exame à escolha de itens que abordassem situações e problemas cotidianos e questões socialmente relevantes estudadas em conjunto pela Física, pela Química e pela Biologia. As provas envolveram temas relacionados: à utilização de substâncias químicas em sistemas biológicos; ao uso de conceitos físicos para defesa do consumidor e solução de problemas do cotidiano; à avaliação de medidas de saúde pública; à escolha dos materiais para a construção de componentes tecnológicos; aos impactos do processo de industrialização e verticalização das cidades; às técnicas e metodologias de preservação do ambiente e aos efeitos da distribuição espacial brasileira para a formação dos ecossistemas (BRASIL, 2014, p.52).

Com a reformulação ocorrida em 2009, a matriz de competências e habilidades passou a ser direcionada por área de conhecimento. Para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias foram definidas 8 competências e 30 habilidades, algumas se aplicam às três disciplinas da área, Física, Biologia e Química, enquanto que outras competências são mais direcionadas a determinada disciplina, como nos seguintes casos:

- Competências 4 e 8, abaixo relacionadas, se referem, mais especificamente, à Biologia;

Competência de área 4 – Compreender interações entre organismos e ambiente, em particular aquelas relacionadas à saúde humana, relacionando conhecimentos científicos, aspectos culturais e características individuais. (BRASIL, 2014, p.25)

Competência de área 8 – Apropriar-se de conhecimentos da biologia para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico tecnológicas. (BRASIL, 2014, p.27)

- Competência 6, abaixo relacionada, se refere, mais especificamente, à Física;

Competência de área 6 – Apropriar-se de conhecimentos da Física para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas. (BRASIL, 2014, p.26)

- Competência 7, abaixo relacionada, se refere mais especificamente a Química.

Competência de área 7 – Apropriar-se de conhecimentos da química para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico tecnológicas. (BRASIL, 2014, p.26)

Na matriz de 2009, observamos um caráter mais técnico, mas ainda com interface da descrição de algumas habilidades ao movimento CTS, como por exemplo, nas habilidades 10 e 26, apresentadas abaixo:

H10 – Analisar perturbações ambientais, identificando fontes, transporte e (ou) destino dos poluentes ou prevendo efeitos em sistemas naturais, produtivos ou sociais. (BRASIL, 2014, p.25)

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. (BRASIL, 2014, p.26)

A prova do ENEM 2009 foi organizada por áreas de conhecimento: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Ciências Humanas e suas Tecnologias; Matemática e suas Tecnologias e Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

A área de Ciências da Natureza engloba as seguintes disciplinas: Física, Biologia e Química. Apesar dessa organização por área e de apresentar uma proposta interdisciplinar, dentre os 45 itens da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias é possível identificar itens que exigem conhecimentos mais específicos de Física, Química ou Biologia, ou seja, em muitos casos é possível fazer uma clara distinção disciplinar, sendo que do total de 45 itens, temos média 15 itens para cada uma das disciplinas da área. Isso permite uma análise mais pontual do desempenho nesta disciplina que é o objeto de pesquisa em questão.

Todos os itens tinham o mesmo peso para determinação do desempenho do participante. A Teoria de Resposta ao Item (TRI) que diferencia o peso de cada item e desvaloriza o acerto por “chute” passou a ser implementada somente a partir de 2010.

É importante ressaltar que os itens do ENEM eram elaborados por especialistas. O INEP criou o Banco Nacional de Itens (BNI), abrindo a possibilidade para que professores e professoras de Universidades de todo o país possam participar da elaboração desses itens, em forma de mutirão. Esse pode ter sido um fator determinante para as mudanças nas provas ao longo dos anos. Um professor universitário que se propõe a participar dessa elaboração não precisa necessariamente estar ligado a pesquisas na área da Educação, ou seja, não é requisito que o elaborador tenha um olhar acadêmico para aspectos relacionados à contextualização ou interdisciplinaridade, por exemplo, basta cumprir algumas regras técnicas presentes no edital do BNI.

CAPÍTULO 3 – ANÁLISE DOS ITENS DE FÍSICA DO EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO (ENEM)

3.1 - Seleção e Metodologia de Análise dos itens

Para realização dessa pesquisa utilizamos como referencial metodológico a *análise de conteúdo* de Laurence Bardin (2010). Segundo a autora tal análise trata de:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 2010, p. 44).

Essa análise compõe-se das etapas: 1) pré-análise; 2) exploração do material; 3) tratamento dos resultados, as inferências e interpretação. A pré-análise é a fase de organização do material que pode utilizar vários procedimentos, tais como: leitura flutuante (estabelecer contato com os documentos: a matriz de referência e provas de Ciências da Natureza do ENEM), formulação das hipóteses e dos objetivos, e elaboração de indicadores que fundamentem a nossa interpretação final. Quanto às hipóteses, a autora destaca que:

De fato, as hipóteses nem sempre são estabelecidas quando da pré-análise. Por outro lado, não é obrigatório ter-se como guia um corpus de hipóteses, para se proceder à análise. Algumas análises efetuam-se às “cegas” e sem ideias pré-concebidas (BARDIN, 2010, p. 124).

Na exploração do material os dados serão codificados a partir das unidades de registro (UR) que segundo a autora: é a unidade de significação a codificar e corresponde ao seguimento de conteúdo a considerar como unidade de base, visando à categorização e à contagem frequencial. (Bardin, 2010, p.130).

Transpondo para nosso trabalho, temos como *Unidade de Análise*: os itens do ENEM; Como *Unidades de Registro*: tema, habilidade, situação real, problematização, contextualização, interdisciplinaridade e interface com o movimento CTS.

Para realizar essa pesquisa selecionamos os itens que evidenciam os conhecimentos referentes a disciplina da Física, sendo: 11 itens da prova do ENEM de 2008 que corresponde

a 14% de todo o corpo da prova e 16 itens da prova de 2009 que corresponde a 9% de todo o corpo da prova. Segue abaixo a relação dos itens selecionados:

Tabela 3: Itens selecionados para análise	
ENEM 2008	ENEM 2009
22	5
23	14
24	17
25	18
26	19
27	20
28	24
29	27
30	30
31	31
32	32
-	35
-	37
-	38
-	39
-	45

Com o objetivo de aferir as interfaces dos itens com o movimento CTS, realizamos essa análise observando as seguintes *categorias* em cada item: o **tema** tratado, a **habilidade** a que se refere o item, **situação real**, **problematização**, **contextualização**, **interdisciplinaridade**, e, finalmente, a **interface com o movimento CTS** verificando se o item solicita como resposta aspectos da tríade CTS. Além disso, analisamos também o **rendimento** dos avaliados em cada descritor.

A categoria **tema** se pautou no documento MATRIZ DE REFERÊNCIA ENEM, dividindo os itens em sete temas:

1. Conhecimentos básicos e fundamentais;
2. O movimento, o equilíbrio e a descoberta de leis físicas;
3. Energia, trabalho e potência;
4. A mecânica e o funcionamento do Universo;

5. Fenômenos Elétricos e Magnéticos
6. Oscilações, ondas, óptica e radiação;
7. O calor e os fenômenos térmicos.

Entendemos que a escolha dos **temas** presentes nas provas do ENEM pode favorecer ou desfavorecer uma Educação na perspectiva CTS, pois a própria escolha do tema pode suscitar ou não a relação da Ciência e da Tecnologia com a Sociedade de forma problematizadora. Segundo Freire, no processo de busca da temática significativa, já deve estar presente a preocupação pela problematização dos próprios temas. Por suas vinculações com outros. Por seu envolvimento histórico-cultural (2001, p.139).

Sendo ENEM um exame com o potencial de cumprir o papel de indutor de currículos é importante analisar os temas abordados. Consideramos temas com aproximação ao movimento CTS aqueles que fazem menção aos problemas reais da Sociedade cujas soluções passam pela Ciência e pela Tecnologia. Nesse sentido, Ricardo afirma que

Em uma perspectiva de Educação CTSA, as questões que se colocam não são menos complexas. O que ensinar? A ponte entre os saberes presentes nos programas escolares e os objetivos de formação impostos por essa nova orientação curricular não é simples de fazer (RICARDO, 2007, p. 4)

Quanto à categoria **habilidade**, nos referenciamos à própria matriz do ENEM. Devemos ressaltar que houve uma mudança de matriz nos anos pesquisados conforme foi tratado no capítulo 2.

Outra categoria importante de análise é a **situação real** apresentada em cada item. Tal categoria pode ser caracterizada como uma situação concreta, propriamente dita, se referenciando a situações reais enfrentadas pela Sociedade, partindo do mundo vivencial do estudante e que demandam soluções que passam pela Ciência e pela Tecnologia, numa perspectiva CTS. O contrário disso seria simplesmente não apresentar uma situação real, partindo de uma situação abstrata, sem conexão com a realidade.

A categoria **problematização** tratada aqui se apoia nos princípios freirianos. Essa categoria de análise permite averiguar o quanto os enunciados suscitam o estudante a estabelecer relação entre conceitos científicos aos problemas reais que interferem em sua vida. Essa categoria está intimamente ligada à anterior. Sendo possível propor ao estudante situações reais que mobilizam os conhecimentos da Física em torno de problemas enfrentados pela Sociedade, podemos dizer que existem interfaces com o movimento CTS. Mas pode

haver casos em que o enunciado apresente uma situação real e, no entanto, não crie um problema a ser resolvido, de modo que o estudante não se sentirá desconcertado diante do item, bastando executar um procedimento memorizado para sua resolução. A problematização do ponto de vista de Freire irá desafiar o estudante, que deverá mobilizar conhecimentos de diferentes áreas articulando com o mundo real, em busca da solução. Diferente de uma repetição sistemática de procedimentos baseada na memorização de fórmulas, que além de não desafiar o estudante parece estar distante da realidade.

A **contextualização** a que nos referimos aqui se pauta nos PCNEM e pode aparecer no item analisado de modo que seja uma contextualização propriamente dita ou apenas como forma ilustrativa. Esta última será tratada como contextualização parcial, visto que o enunciado apresenta alguns elementos no sentido de contextualizar o item, porém de forma superficial. Para que tal contextualização se aproxime do movimento CTS é preciso que transcendia o contexto imediato do estudante, é preciso que contemple as dimensões social, histórica, cultural, política e econômica. No que se refere à **contextualização**, Ricardo afirma que

As pesquisas a respeito do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e da Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) tem objetivos formadores e ênfases curriculares que se aproximam da **dimensão sócio-histórica da contextualização**. Em certo sentido, todas essas inovações metodológicas almejam ampliar os objetivos do ensino das Ciências para além do mero acúmulo de informações ou transposições mecânicas de técnicas de resolução de exercícios. Trata-se de promover uma *educação problematizadora*, em oposição ao que Paulo Freire chamava de *educação bancária* (RICARDO, 2011, p. 37)

Segundo Ricardo, dentre as dimensões de contextualização a que mais se aproxima do movimento CTS é dimensão sócio-histórica.

a contextualização no ensino de Ciências abrange competências de inserção da Ciência e de suas tecnologias em um processo histórico, social e cultural e o reconhecimento e discussão de aspectos práticos e éticos da Ciência no mundo contemporâneo. (RICARDO, 2011, p. 32 e 33)

O conceito de **interdisciplinaridade** que utilizamos é embasado nos PCNEM e é fundamental para que um item se aproxime do movimento CTS. Essa afirmação deriva do fato de que a articulação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade demanda um contexto de situação real. Se tratando de uma situação real não é possível se restringir aos conhecimentos específicos da Física. Surge a necessidade de agregar conhecimentos de outras áreas bem como aos aspectos políticos e econômicos. A realidade demanda a mobilização de

conhecimentos de diferentes áreas. Os itens irão se enquadrar nessa categoria caso relate os conhecimentos que extrapolam a Física.

Quanto à **interface com o movimento CTS**, avaliamos o caminho a ser percorrido para que se chegue à resposta correta. Nesse caminho, tentamos identificar a presença dos aspectos da Ciência, da Tecnologia e da Sociedade.

Em suma, nossa análise pode ser compreendida pelo quadro abaixo:

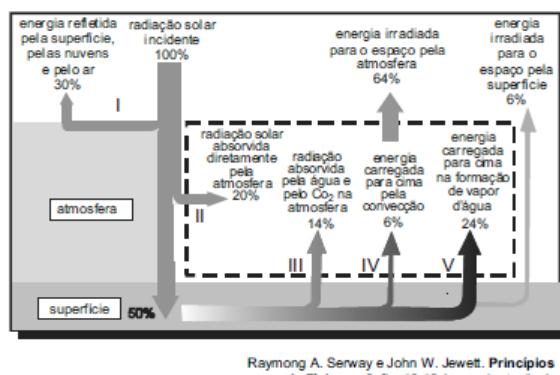
Tabela 4 – Análises de Categorias	
Principais categorias de análise	Embasamento
Interdisciplinaridade	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM)
Contextualização	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM)
Problematização	Princípios de Paulo Freire em oposição à Educação Bancária
Interface – movimento CTS	Perspectiva do movimento CTS defendida por Décio Auler

3.2 - Análise dos itens de Física do ENEM 2008

A análise foi organizada a partir das categorias mencionadas na seção anterior. Para tanto, elaboramos uma tabela contemplando as categorias já citadas e para cada uma delas a classificação *sim, não e parcialmente*. Para a categoria **interface com o movimento CTS**, optou-se por classificá-la como *fraca, média e forte*.

Diagrama para as questões 22 e 23

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.



Questão 22

Com base no diagrama acima, conclui-se que

- A a maior parte da radiação incidente sobre o planeta fica retida na atmosfera.
- B a quantidade de energia refletida pelo ar, pelas nuvens e pelo solo é superior à absorvida pela superfície.
- C a atmosfera absorve 70% da radiação solar incidente sobre a Terra.
- D mais da metade da radiação solar que é absorvida diretamente pelo solo é devolvida para a atmosfera.
- E a quantidade de radiação emitida para o espaço pela atmosfera é menor que a irradiada para o espaço pela superfície.

PERCENTUAIS DE RESPOSTA

A	B	C	D	E
0.24	0.15	0.13	0.35	0.12

Alternativa correta: D

Habilidade 1: 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 a realização ou interpretação do mesmo.

ENEM 2008 – Questão 22			
CATEGORIAS	Sim	Não	Parcial
Situação real	X		
Problematização		X	
Interdisciplinaridade	X		
Contextualização		X	
Interface ENEM - CTS	Média		

Consideramos a interface como média devido à ausência de problematização e de contextualização. Entendemos que o item acima poderia relacionar o fluxo da energia na atmosfera com o problema do aquecimento global, por exemplo. Dessa forma, o estudante se envolveria com a temática reconhecendo que as informações do diagrama estão relacionadas com problemas reais. A resolução desse item se restringe à observação do diagrama e a uma simples operação aritmética, sendo que o tema poderia trazer elementos interessantes para a articulação da tríade CTS.

Questão 23

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.

PERCENTUAIS DE RESPOSTA				
A	B	C	D	E
0.16	0.12	0.15	0.10	0.47

Alternativa correta: E

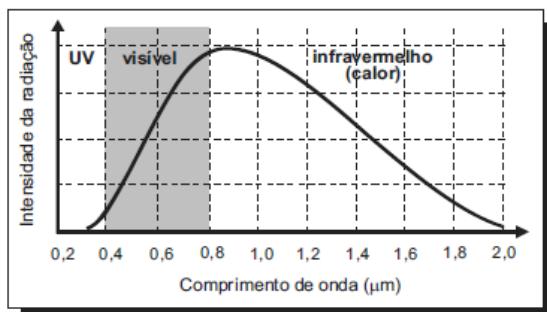
Habilidade7: Identificar e caracterizar a conservação e as transformações de energia em diferentes processos de sua geração e uso social, e comparar diferentes recursos e opções energéticas.

ENEM 2008 – Questão 23			
Conceitos: O calor e os fenômenos térmicos			
CATEGORIAS	Sim	Não	Parcial
Situação real	X		
Problematização		X	
Interdisciplinaridade	X		
Contextualização		X	
Interface ENEM - CTS	Média		

Esse item trata de uma situação relevante para o entendimento de um ciclo da natureza fundamental para o ser humano, no caso, a chuva. Portanto refere-se a uma situação real. Consideramos como ausência de problematização devido ser solicitado do estudante apenas a identificação de uma associação entre o fenômeno e o que se apresenta em um diagrama, sendo que poderia envolver o fenômeno chuva à uma situação problema. Entendemos como uma questão interdisciplinar, pois, aborda aspectos do campo da geografia.

Questão 24

A passagem de uma quantidade adequada de corrente elétrica pelo filamento de uma lâmpada deixa-o incandescente, produzindo luz. O gráfico abaixo mostra como a intensidade da luz emitida pela lâmpada está distribuída no espectro eletromagnético, estendendo-se desde a região do ultravioleta (UV) até a região do infravermelho.



A eficiência luminosa de uma lâmpada pode ser definida como a razão entre a quantidade de energia emitida na forma de luz visível e a quantidade total de energia gasta para o seu funcionamento. Admitindo-se que essas duas quantidades possam ser estimadas, respectivamente, pela área abaixo da parte da curva correspondente à faixa de luz visível e pela área abaixo de toda a curva, a eficiência luminosa dessa lâmpada seria de aproximadamente

- A 10%. B 15%. C 25%. D 50%. E 75%.

PERCENTUAIS DE RESPOSTA

A	B	C	D	E
0.09	0.15	0.39	0.20	0.17

Alternativa correta: C

Habilidade 17: Na obtenção e produção de materiais e de insumos energéticos, identificar etapas, calcular rendimentos, taxas e índices, e analisar implicações sociais, econômicas e ambientais.

ENEM 2008 – Questão 24

Conceitos: Fenômenos Elétricos e Magnéticos

CATEGORIAS	Sim	Não	Parcial
Situação real		X	
Problematização		X	
Interdisciplinaridade		X	
Contextualização		X	
Interface ENEM - CTS	Nenhuma		

Dentre os itens analisados, o item 24 se destaca como o único a não apresentar nenhuma das categorias em análise. Trata da relação entre a intensidade de radiação e o comprimento de onda de uma lâmpada incandescente deslocada de qualquer contexto. Não é possível notar a relação da Física com outras disciplinas ou outras áreas de conhecimento. A resolução não passa por uma situação real. Trata-se de uma situação puramente abstrata.

Questão 25

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.

PERCENTUAIS DE RESPOSTA

A	B	C	D	E
0.10	0.15	0.24	0.35	0.15

Alternativa correta D

Habilidade 7: 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.

ENEM 2008 – Questão 25			
Conceitos: Energia, trabalho e potência			
CATEGORIAS	Sim	Não	Parcial
Situação real	X		
Problematização		X	
Interdisciplinaridade	X		
Contextualização	X		
Interface ENEM - CTS	Forte		

Classificamos o item 25 como tendo uma forte interface com o Movimento CTS devido à apresentação de situação real, interdisciplinaridade que apresenta com a Geografia e sua contextualização. Consideramos como ausência de problematização, pois a resolução exige que o estudante perceba a semelhança entre dois tipos de usinas, se limitando aos conceitos próprios da Física ao passo que, poderia associar a temática à aspectos que dizem respeito, mais diretamente à vida do estudante.

Questão 26

Um dos insumos energéticos que volta a ser considerado como opção para o fomento de petróleo é o aproveitamento das reservas de folhelhos pirobetuminosos, mais conhecidos como xistos pirobetuminosos. As ações iniciais para a exploração de xistos pirobetuminosos são anteriores à exploração de petróleo, porém as dificuldades inerentes aos diversos processos, notadamente os altos custos de mineração e de recuperação de solos minerados, contribuíram para impedir que essa atividade se expandisse.

O Brasil detém a segunda maior reserva mundial de xisto. O xisto é mais leve que os óleos derivados de petróleo, seu uso não implica investimento na troca de equipamentos e ainda reduz a emissão de particulados pesados, que causam fumaça e fuligem. Por ser fluido em temperatura ambiente, é mais facilmente manuseado e armazenado.

Internet: <www2.petrobras.com.br> (com adaptações).

A substituição de alguns óleos derivados de petróleo pelo óleo derivado do xisto pode ser conveniente por motivos

- Ⓐ ambientais: a exploração do xisto ocasiona pouca interferência no solo e no subsolo.
- Ⓑ técnicos: a fluidez do xisto facilita o processo de produção de óleo, embora seu uso demande troca de equipamentos.
- Ⓒ econômicos: é baixo o custo da mineração e da produção de xisto.
- Ⓓ políticos: a importação de xisto, para atender o mercado interno, ampliará alianças com outros países.
- Ⓔ estratégicos: a entrada do xisto no mercado é oportuna diante da possibilidade de aumento dos preços do petróleo.

PERCENTUAIS DE RESPOSTA				
A	B	C	D	E
0.32	0.11	0.14	0.09	0.34

Alternativa correta E

Habilidade 17: Na obtenção e produção de materiais e de insumos energéticos, identificar etapas, calcular rendimentos, taxas e índices, e analisar implicações sociais, econômicas e ambientais.

ENEM 2008 – Questão 26

Conceitos: Energia, trabalho e potência

CATEGORIAS	Sim	Não	Parcial
Situação real	X		
Problematização	X		
Interdisciplinaridade	X		
Contextualização	X		
Interface ENEM – CTS	Forte		

Esse é um item que se destaca por apresentar as categorias de situação real, problematização, interdisciplinaridade, contextualização e consequentemente uma interface forte. Nota-se a presença de uma problematização em torno da exploração dos xistos, além de transcender a disciplina da Física, apresentando termos da Geografia e abordando aspectos econômicos.

Questão 27

O potencial brasileiro para gerar energia a partir da biomassa não se limita a uma ampliação do Pró-álcool. O país pode substituir o óleo *diesel* de petróleo por grande variedade de óleos vegetais e explorar a alta produtividade das florestas tropicais plantadas. Além da produção de celulose, a utilização da biomassa permite a geração de energia elétrica por meio de termelétricas a lenha, carvão vegetal ou gás de madeira, com elevado rendimento e baixo custo.

Cerca de 30% do território brasileiro é constituído por terras impróprias para a agricultura, mas aptas à exploração florestal. A utilização de metade dessa área, ou seja, de 120 milhões de hectares, para a formação de florestas energéticas, permitiria produção sustentada do equivalente a cerca de 5 bilhões de barris de petróleo por ano, mais que o dobro do que produz a Arábia Saudita atualmente.

José Walter Bautista Vidal. *Desafios Internacionais para o século XXI*. Seminário da Comissão de Relações Exteriores e de Defesa Nacional da Câmara dos Deputados, ago./2002 (com adaptações).

Para o Brasil, as vantagens da produção de energia a partir da biomassa incluem

- A implantação de florestas energéticas em todas as regiões brasileiras com igual custo ambiental e econômico.
- B substituição integral, por *biodiesel*, de todos os combustíveis fósseis derivados do petróleo.
- C formação de florestas energéticas em terras impróprias para a agricultura.
- D importação de *biodiesel* de países tropicais, em que a produtividade das florestas seja mais alta.
- E regeneração das florestas nativas em biomas modificados pelo homem, como o Cerrado e a Mata Atlântica.

PERCENTUAIS DE RESPOSTA				
A	B	C	D	E
0.14	0.25	0.43	0.08	0.10

Alternativa correta C

Habilidade 8: Analisar criticamente, de forma qualitativa ou quantitativa, as implicações ambientais, sociais e econômicas dos processos de utilização dos recursos naturais, materiais ou energéticos.

ENEM 2008 – Questão 27			
Conceitos: Energia, trabalho e potência			
CATEGORIAS	Sim	Não	Parcial
Situação real	X		
Problematização	X		
Interdisciplinaridade	X		
Contextualização	X		
Interface ENEM – CTS	Forte		

O item em análise sugere a utilização de florestas energéticas em contraponto ao óleo diesel derivado do petróleo. Tal proposição envolve a relação dos meios de produção de energia e o meio ambiente de modo que afeta toda a sociedade e não apenas aqueles que fazem uso do óleo diesel. A questão cita, à título de comparação, a Arábia Saudita. Entendemos que esse item apresenta uma forte interface com o Movimento CTS, relacionando o Ensino de Física com questões pertinentes à sociedade. Partindo de uma situação real esse item se apresenta de forma contextualizada, problematizada e interdisciplinar.

Questão 28

A Lei Federal n.º 11.097/2005 dispõe sobre a introdução do *biodiesel* na matriz energética brasileira e fixa em 5%, em volume, o percentual mínimo obrigatório a ser adicionado ao óleo *diesel* vendido ao consumidor. De acordo com essa lei, biocombustível é "derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento, para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil".

A introdução de biocombustíveis na matriz energética brasileira

- Ⓐ colabora na redução dos efeitos da degradação ambiental global produzida pelo uso de combustíveis fósseis, como os derivados do petróleo.
- Ⓑ provoca uma redução de 5% na quantidade de carbono emitido pelos veículos automotores e colabora no controle do desmatamento.
- Ⓒ incentiva o setor econômico brasileiro a se adaptar ao uso de uma fonte de energia derivada de uma biomassa inegociável.
- Ⓓ aponta para pequena possibilidade de expansão do uso de biocombustíveis, fixado, por lei, em 5% do consumo de derivados do petróleo.
- Ⓔ diversifica o uso de fontes alternativas de energia que reduzem os impactos da produção do etanol por meio da monocultura da cana-de-açúcar.

PERCENTUAIS DE RESPOSTA

A	B	C	D	E
0.45	0.12	0.17	0.14	0.11

Alternativa correta A

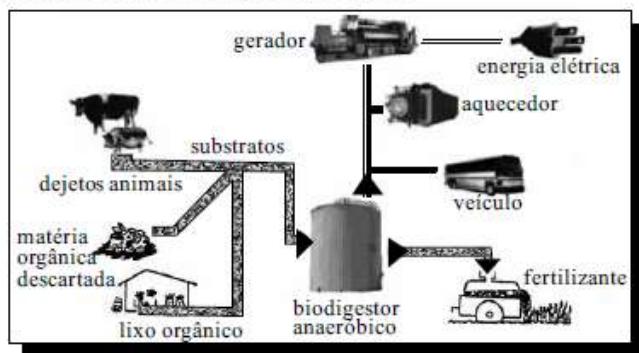
Habilidade 8: Analisar criticamente, de forma qualitativa ou quantitativa, as implicações ambientais, sociais e econômicas dos processos de utilização dos recursos naturais, materiais ou energéticos.

ENEM 2008 – Questão 28			
Conceitos: Energia, trabalho e potência			
CATEGORIAS	Sim	Não	Parcial
Situação real	X		
Problematização	X		
Interdisciplinaridade	X		
Contextualização	X		
Interface ENEM – CTS	Forte		

Esse item cita logo no início de seu enunciado a Lei Federal 11.097/2005 estabelecendo uma relação entre a Ciência e a legislação, que deve atender aos interesses da população brasileira, de modo que o biodiesel deve ser incluído na matriz energética por força de lei. Menciona também a questão da sustentabilidade, destacando a dimensão ambiental que também é muito importante no Movimento CTS. Entendemos que questões com esse caráter dão um sentido à aprendizagem de conceitos importantes da Ciência. Destacamos que esse item apresentou de forma positiva os elementos de nossas categorias de análise.

Questão 29

A biodigestão anaeróbica, que se processa na ausência de ar, permite a obtenção de energia e materiais que podem ser utilizados não só como fertilizante e combustível de veículos, mas também para acionar motores elétricos e aquecer recintos.



O material produzido pelo processo esquematizado acima é utilizado para geração de energia é o

- A biodiesel, obtido a partir da decomposição de matéria orgânica e(ou) por fermentação na presença de oxigênio.
- B metano (CH_4), biocombustível utilizado em diferentes máquinas.
- C etanol, que, além de ser empregado na geração de energia elétrica, é utilizado como fertilizante.
- D hidrogênio, combustível economicamente mais viável, produzido sem necessidade de oxigênio.
- E metanol, que, além das aplicações mostradas no esquema, é matéria-prima na indústria de bebidas.

PERCENTUAIS DE RESPOSTA

A	B	C	D	E
0.35	0.24	0.26	0.08	0.06

Alternativa correta B

Habilidade 7: 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.

ENEM 2008 – Questão 29

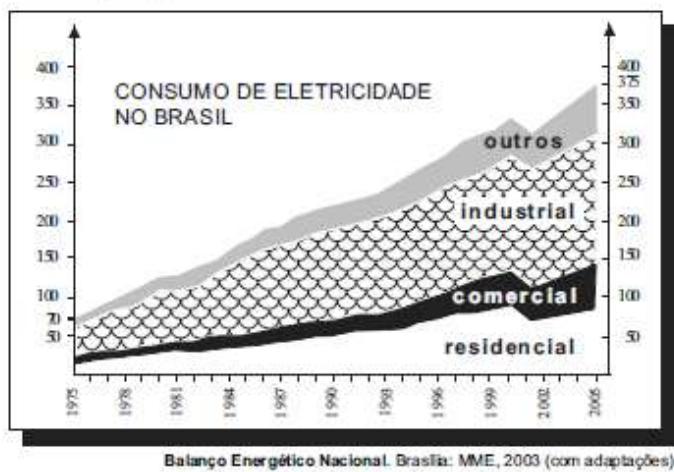
Conceitos: Energia, trabalho e potência

CATEGORIAS	Sim	Não	Parcial
Situação real		X	
Problematização	X		
Interdisciplinaridade	X		
Contextualização	X		
Interface ENEM – CTS	Forte		

Esse é mais um item tratando da questão energética, envolvendo a dimensão ambiental em uma perspectiva sustentável. Atende a quase todas as nossas categorias de análise com exceção da *situação real*, já que o enunciado apresenta uma explanação geral das transformações de energia sem citar um caso específico. Mesmo com a ausência dessa categoria, consideramos como uma forte interface com o Movimento CTS, já que relaciona a Ciência aos aspectos sociais e ambientais.

Texto para as questões 30 e 31

O gráfico a seguir ilustra a evolução do consumo de eletricidade no Brasil, em GWh, em quatro setores de consumo, no período de 1975 a 2005.



Questão 30

A racionalização do uso da eletricidade faz parte dos programas oficiais do governo brasileiro desde 1980. No entanto, houve um período crítico, conhecido como "apagão", que exigiu mudanças de hábitos da população brasileira e resultou na maior, mais rápida e significativa economia de energia. De acordo com o gráfico, conclui-se que o "apagão" ocorreu no biênio

- A 1998-1999.
- B 1999-2000.
- C 2000-2001.
- D 2001-2002.
- E 2002-2003.

PERCENTUAIS DE RESPOSTA

A	B	C	D	E
0.08	0.17	0.39	0.21	0.14

Alternativa correta C

Habilidade 2: 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.

ENEM 2008 – Questão 30			
Conceitos: Energia, trabalho e potência			
CATEGORIAS	Sim	Não	Parcial
Situação real	X		
Problematização	X		
Interdisciplinaridade	X		
Contextualização	X		
Interface ENEM – CTS	Forte		

Entendemos que o item descrito ao lado apresenta uma situação real, pois apresenta dados reais do Ministério de Minas e Energia, além de citar a questão, também real, da racionalização do uso da eletricidade no país. É possível notar também o contexto histórico do consumo da eletricidade no Brasil. O tema é rico e aborda uma problemática real em sua resolução.

Questão 31

Observa-se que, de 1975 a 2005, houve aumento quase linear do consumo de energia elétrica. Se essa mesma tendência se mantiver até 2035, o setor energético brasileiro deverá preparar-se para suprir uma demanda total aproximada de

- A** 405 GWh.
- B** 445 GWh.
- C** 680 GWh.
- D** 750 GWh.
- E** 775 GWh.

PERCENTUAIS DE RESPOSTA				
A	B	C	D	E
0.07	0.11	0.29	0.37	0.16

Alternativa correta C

Habilidade 3: 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.

ENEM 2008 – Questão 31			
Conceitos: Energia, trabalho e potência			
CATEGORIAS	Sim	Não	Parcial
Situação real	X		
Problematização	X		
Interdisciplinaridade	X		
Contextualização	X		
Interface ENEM – CTS	Forte		

Classificada como forte interface ENEM-CTS, esse item trata de um tema bastante relevante para todos os setores da sociedade brasileira, no caso, a energia. A projeção de demanda de energia elétrica para o ano de 2035 está diretamente relacionada ao planejamento do governo, no sentido de definir caminhos para a matriz energética, de modo a dar conta de tal demanda. Essa temática abre a possibilidade de discussão sobre as relações CTS, tratando essas questões de modo não linear, considerando aspectos políticos e econômicos.

Questão 32

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.

PERCENTUAIS DE RESPOSTA				
A	B	C	D	E
0.06	0.48	0.15	0.15	0.16

Alternativa correta B

Habilidade 17: Na obtenção e produção de materiais e de insumos energéticos, identificar etapas, calcular rendimentos, taxas e índices, e analisar implicações sociais, econômicas e ambientais

ENEM 2008 – Questão 32			
Conceitos: Energia, trabalho e potência			
CATEGORIAS	Sim	Não	Parcial
Situação real	X		
Problematização	X		
Interdisciplinaridade	X		
Contextualização	X		
Interface ENEM – CTS	Forte		

A forte interface entre esse enunciado e o Movimento CTS foi apontada devido a relação evidente entre os conceitos da Física, como Energia eólica, energia hidrelétrica, quilowatt-hora com as questões reais de viabilidade dessa ou daquela modalidade de usina. O aspecto econômico também fica bastante evidente, extrapolando as tradicionais abordagens do Ensino de Física.

3.3 – Análise dos itens de Física do ENEM 2009

Questão 5

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

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

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

PERCENTUAIS DE RESPOSTAS				
A	B	C	D	E
16,1%	15,8%	6,1%	4,2%	57,5%

Alternativa correta E

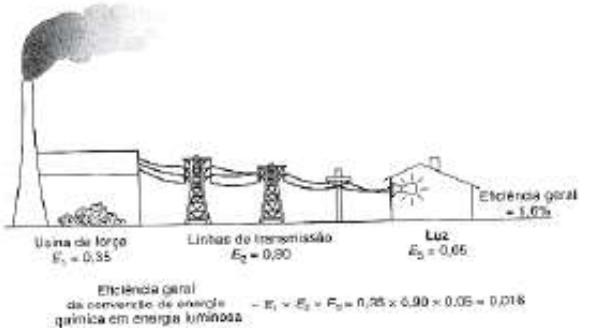
Habilidade 20: Caracterizar causas ou efeitos dos movimentos de partículas, substâncias, objetos ou corpos celestes.

ENEM 2009 – Questão 05			
Conceitos: A mecânica e o funcionamento do Universo			
CATEGORIAS	Sim	Não	Parcial
Situação real	X		
Problematização		X	
Interdisciplinaridade	X		
Contextualização	X		
Interface ENEM – CTS	Forte		

Esse item apresenta uma forte contextualização histórica tratando das concepções sobre o movimento dos astros. Refere-se, portanto, a situações reais em contraponto a abstrações desconectadas da realidade. Notamos a ausência de problematização, já que competia ao estudante identificar a generalização das ideias de Kepler. Notamos também uma discordância entre o enunciado e a habilidade atribuída ao item, uma vez que não identificamos uma problematização acerca de causas e efeitos dos movimentos como aponta a Habilidade 20. Entretanto consideramos como forte interface ENEM-CTS por apresentar as categorias de situação real, interdisciplinaridade e contextualização.

Questão 14

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).



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?

- Aumentar a quantidade de combustível para queima na usina de força.
- Utilizar lâmpadas incandescentes, que geram pouco calor e muita luminosidade.
- Manter o menor número possível de aparelhos elétricos em funcionamento nas moradias.
- Utilizar cabos com menor diâmetro nas linhas de transmissão a fim de economizar o material condutor.
- Utilizar materiais com melhores propriedades condutoras nas linhas de transmissão e lâmpadas fluorescentes nas moradias.

PERCENTUAIS DE RESPOSTAS				
A	B	C	D	E
5,3%	12,9%	9,9%	3,6%	68%

Alternativa correta E

Habilidade 5: Dimensionar circuitos ou dispositivos elétricos de uso cotidiano.

ENEM 2009 – Questão 14

Conceitos: Fenômenos Elétricos e Magnéticos

CATEGORIAS	Sim	Não	Parcial
Situação real		X	
Problematização	X		
Interdisciplinaridade		X	
Contextualização			X
Interface ENEM – CTS	Média		

O item em questão apresenta uma ilustração das etapas que envolvem, desde a produção até o consumo de energia elétrica. É possível notar que existem perdas de energia em cada etapa, comprometendo a eficiência do processo. O estudante, então, é questionado sobre as possibilidades para diminuir tais perdas. Para que assinale a alternativa correta o estudante deve conhecer os conceitos referentes às propriedades condutoras. Classificamos este item como interface média entre ENEM-CTS, devido à ausência da categoria situação real, uma vez que traz uma representação fictícia. Além disso, notamos a ausência de interdisciplinaridade, pois não observamos elementos que relacionam a Física com outras áreas. E por fim, uma contextualização parcial, de modo que o enunciado traz uma ilustração possibilitando um olhar amplo sobre a distribuição de energia, no entanto, não discute os contextos histórico ou sociais acerca do tema.

Questão 17

O Brasil pode se transformar no primeiro país das Américas a entrar no seletivo grupo das nações que dispõem de trens-bala. O Ministério dos Transportes prevê o lançamento do edital de licitação internacional para a construção da ferrovia de alta velocidade Rio-São Paulo. A viagem ligará os 403 quilômetros entre a Central do Brasil, no Rio, e a Estação da Luz, no centro da capital paulista, em uma hora e 25 minutos.

Disponível em: <http://oglobo.globo.com>.
Acesso em: 14 jul. 2009.

Devido à alta velocidade, um dos problemas a ser enfrentado na escolha do trajeto que será percorrido pelo trem é o dimensionamento das curvas. Considerando-se que uma aceleração lateral confortável para os passageiros e segura para o trem seja de $0,1\text{ g}$, em que g é a aceleração da gravidade (considerada igual a 10 m/s^2), e que a velocidade do trem se mantenha constante em todo o percurso, seria correto prever que as curvas existentes no trajeto deveriam ter raio de curvatura mínimo de, aproximadamente,

- A 80 m.
- B 430 m.
- C 800 m.
- D 1.600 m.
- E 6.400 m.

PERCENTUAIS DE RESPOSTAS				
A	B	C	D	E
22,4%	26,3%	25,1%	19,5%	6,4%

Alternativa correta E

Habilidade 20: Caracterizar causas ou efeitos dos movimentos de partículas, substâncias, objetos ou corpos celestes.

ENEM 2009 – Questão 17			
CATEGORIAS	Sim	Não	Parcial
Situação real	X		
Problematização	X		
Interdisciplinaridade	X		
Contextualização	X		
Interface ENEM – CTS	Forte		

Para responder corretamente a este item o estudante deveria conhecer as leis de Newton. O enunciado cobra dos estudantes, os conceitos envolvidos nas leis de Newton de forma contextualizada, problematizada, interdisciplinar e tratando de uma situação real. Fica evidente que questões tratadas por cientistas e engenheiros, envolvendo problemas reais, podem ser discutidas na Educação Básica. Uma ligação entre duas importantes capitais do país é do interesse de uma grande parcela da população do Brasil, e por ser a proposição de um Ministério acaba envolvendo recursos do país como um todo. Entendemos que relacionar o Ensino de Física a situações como as que estão expressas no enunciado, é um desafio que deve ser enfrentado pelos responsáveis pela elaboração de itens do ENEM.

Questão 18

O manual de instruções de um aparelho de ar-condicionado apresenta a seguinte tabela, com dados técnicos para diversos modelos:

Capacidade de refrigeração kW/(BTU/h)	Potência (W)	Corrente elétrica - ciclo frio (A)	Eficiência energética COP (W/W)	Vazão de ar (m ³ /h)	Frequência (Hz)
3,52/(12.000)	1.193	5,8	2,95	550	60
5,42/(18.000)	1.790	8,7	2,95	800	60
5,42/(18.000)	1.790	8,7	2,95	800	60
6,45/(22.000)	2.188	10,2	2,95	960	60
6,45/(22.000)	2.188	10,2	2,95	960	60

Disponível em: <http://www.Institucional.brastemp.com.br>.
Acesso em: 13 jul. 2009 (adaptado).

Considere-se que um auditório possua capacidade para 40 pessoas, cada uma produzindo uma quantidade média de calor, e que praticamente todo o calor que flui para fora do auditório o faz por meio dos aparelhos de ar-condicionado. Nessa situação, entre as informações listadas, aquelas essenciais para se determinar quantos e/ou quais aparelhos de ar-condicionado são precisos para manter, com lotação máxima, a temperatura interna do auditório agradável e constante, bem como determinar a espessura da fiação do circuito elétrico para a ligação desses aparelhos, são

- A vazão de ar e potência.
- B vazão de ar e corrente elétrica - ciclo frio.
- C eficiência energética e potência.
- D capacidade de refrigeração e frequência.
- E capacidade de refrigeração e corrente elétrica - ciclo frio.

PERCENTUAIS DE RESPOSTAS				
A	B	C	D	E
18,3%	15,2%	9,4%	17,4%	39,5%

Alternativa correta E

Habilidade 6: Relacionar informações para compreender manuais de instalação ou utilização de aparelhos, ou sistemas tecnológicos de uso comum.

ENEM 2009 – Questão 18

Conceitos: Fenômenos Elétricos e Magnéticos.

CATEGORIAS	Sim	Não	Parcial
Situação real		X	
Problematização		X	
Interdisciplinaridade		X	
Contextualização			X
Interface ENEM – CTS	Fraca		

A fraca interface ENEM-CTS foi apontada devido à ausência de uma situação real, problematização, interdisciplinaridade e parcial contextualização. Quando o enunciado diz “Considere-se que um auditório [...]” fica evidente que está sendo utilizada como recurso uma situação abstrata. Além disso não identificamos uma proposição mais crítica referente às relações Ciência – Tecnologia – Sociedade.

Questão 19

A instalação elétrica de uma casa envolve várias etapas, desde a alocação dos dispositivos, instrumentos e aparelhos elétricos, até a escolha dos materiais que a compõem, passando pelo dimensionamento da potência requerida, da fiação necessária, dos eletrodutos*, entre outras.

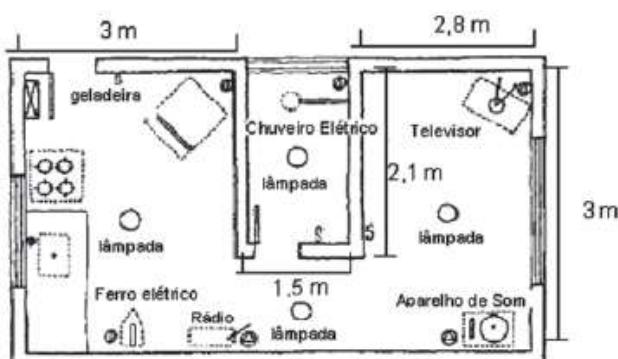
Para cada aparelho elétrico existe um valor de potência associado. Valores típicos de potências para alguns aparelhos elétricos são apresentados no quadro seguinte:

Aparelhos	Potência (W)
Aparelho de som	120
Chuveiro elétrico	3.000
Ferro elétrico	500
Televisor	200
Geladeira	200
Rádio	50

*Eletrodutos são condutos por onde passa a fiação de uma instalação elétrica, com a finalidade de protegê-la.

A escolha das lâmpadas é essencial para obtenção de uma boa iluminação. A potência da lâmpada deverá estar de acordo com o tamanho do cômodo a ser iluminado. O quadro a seguir mostra a relação entre as áreas dos cômodos (em m^2) e as potências das lâmpadas (em W), e foi utilizado como referência para o primeiro pavimento de uma residência.

Área do Cômodo (m^2)	Potência da Lâmpada (W)		
	Sala/copa /cozinha	Quarto, varanda e corredor	Banheiro
Até 6,0	60	60	60
6,0 a 7,5	100	100	60
7,5 a 10,5	100	100	100



Obs.: Para efeitos dos cálculos das áreas, as paredes são desconsideradas.

Considerando a planta baixa fornecida, com todos os aparelhos em funcionamento, a potência total, em watts, será de

- A 4.070.
- B 4.270.
- C 4.320.
- D 4.390.
- E 4.470.

PERCENTUAIS DE RESPOSTAS

A	B	C	D	E
20,8%	13,5%	19,8%	34,4%	11,1%

Alternativa correta D

Habilidade 5: Dimensionar circuitos ou dispositivos elétricos de uso cotidiano.

ENEM 2009 – Questão 19

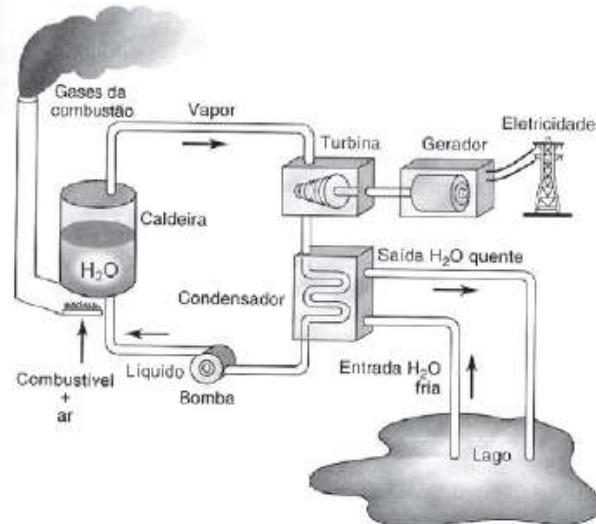
Conceitos: Fenômenos Elétricos e Magnéticos.

CATEGORIAS	Sim	Não	Parcial
Situação real		X	
Problematização		X	
Interdisciplinaridade	X		
Contextualização			X
Interface ENEM – CTS	Média		

Classificada como interface média entre ENEM-CTS, esse item parte de uma situação abstrata, apresentando um problema de caráter técnico. Ressaltamos que nossa categoria de análise referente a *problematização*, é considerada como presente naqueles itens que abordam problemas de ordem social, coletiva, de modo a se aproximar do nosso referencial teórico CTS. No entanto, identificamos importante relação com a matemática, nos trechos em que o enunciado trata das áreas dos cômodos. Entendemos que o contexto poderia ser ampliado e por isso apontamos como parcial.

Questão 20

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



HINRICHES, 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.

PERCENTUAIS DE RESPOSTAS

A	B	C	D	E
8,4%	6,1%	6,0%	13,8%	65,5%

Alternativa correta E

Habilidade 21: Utilizar leis Físicas e (ou) químicas para interpretar processos naturais ou tecnológicos inseridos no contexto da termodinâmica e (ou) do eletromagnetismo.

ENEM 2009 – Questão 20

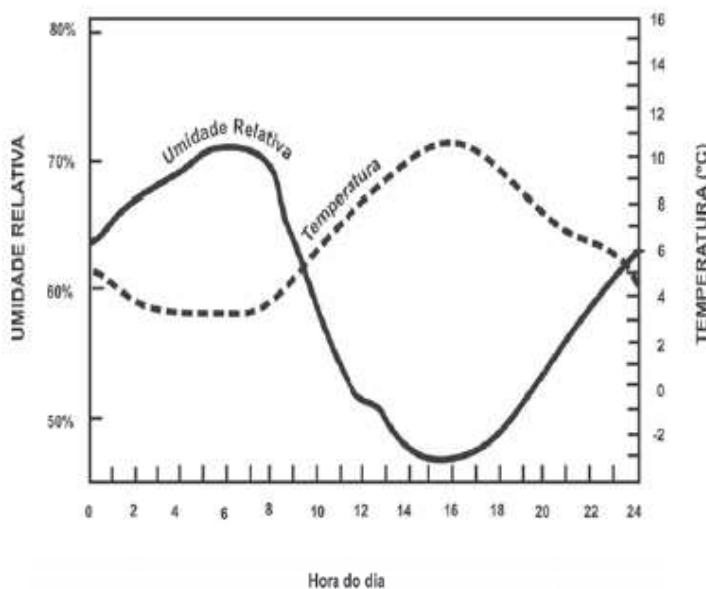
Conceitos: O calor e os fenômenos térmicos.

CATEGORIAS	Sim	Não	Parcial
Situação real		X	
Problematização	X		
Interdisciplinaridade	X		
Contextualização			X
Interface ENEM – CTS	Média		

Esse item ilustra um sistema de produção de energia e trata do reaproveitamento da parcela de energia que é dissipada para o ambiente. O item foi classificado com média interface ENEM-CTS por apresentar uma abstração ao invés de trazer uma situação real e além disso identificação de uma limitada contextualização.

Questão 24

Umidade relativa do ar é o termo usado para descrever a quantidade de vapor de água contido na atmosfera. Ela é definida pela razão entre o conteúdo real de umidade de uma parcela de ar e a quantidade de umidade que a mesma parcela de ar pode armazenar na mesma temperatura e pressão quando está saturada de vapor, isto é, com 100% de umidade relativa. O gráfico representa a relação entre a umidade relativa do ar e sua temperatura ao longo de um período de 24 horas em um determinado local.



Considerando-se as informações do texto e do gráfico, conclui-se que

- Ⓐ a insolação é um fator que provoca variação da umidade relativa do ar.
- Ⓑ o ar vai adquirindo maior quantidade de vapor de água à medida que se aquece.
- Ⓒ a presença de umidade relativa do ar é diretamente proporcional à temperatura do ar.
- Ⓓ a umidade relativa do ar indica, em termos absolutos, a quantidade de vapor de água existente na atmosfera.
- Ⓔ a variação da umidade do ar se verifica no verão, e não no inverno, quando as temperaturas permanecem baixas.

PERCENTUAIS DE RESPOSTAS

A	B	C	D	E
19,4%	17,4%	23,0%	32,7%	7,3%

Alternativa correta A

Habilidade 17: Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas Ciências Físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica.

ENEM 2009 – Questão 24

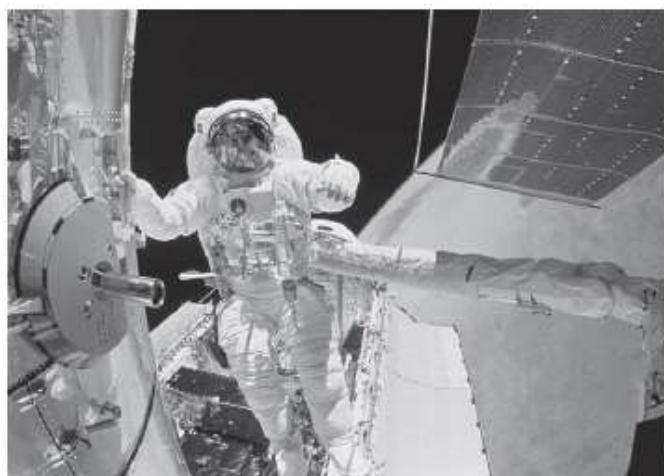
Conceitos: O calor e os fenômenos térmicos.

CATEGORIAS	Sim	Não	Parcial
Situação real		X	
Problematização		X	
Interdisciplinaridade	X		
Contextualização		X	
Interface ENEM – CTS	Fraca		

Item com fraca interface ENEM-CTS. Isso se deve ao fato do enunciado apresentar e mencionar conceitos da Física, de forma dissociada da realidade. Em seguida é apresentado um gráfico de uma situação fictícia “em um determinado local [...]”. Não identificamos elementos de uma problematização em uma perspectiva freiriana. Não houve contextualização nas dimensões histórica e social.

Questão 27

O ônibus espacial *Atlantis* foi lançado ao espaço com cinco astronautas a bordo e uma câmera nova, que iria substituir uma outra danificada por um curto-circuito no telescópio *Hubble*. Depois de entrarem em órbita a 560 km de altura, os astronautas se aproximaram do *Hubble*. Dois astronautas saíram da *Atlantis* e se dirigiram ao telescópio. Ao abrir a porta de acesso, um deles exclamou: "Esse telescópio tem a massa grande, mas o peso é pequeno."



Considerando o texto e as leis de Kepler, pode-se afirmar que a frase dita pelo astronauta

- A** se justifica porque o tamanho do telescópio determina a sua massa, enquanto seu pequeno peso decorre da falta de ação da aceleração da gravidade.
- B** se justifica ao verificar que a inércia do telescópio é grande comparada à dele próprio, e que o peso do telescópio é pequeno porque a atração gravitacional criada por sua massa era pequena.
- C** não se justifica, porque a avaliação da massa e do peso de objetos em órbita tem por base as leis de Kepler, que não se aplicam a satélites artificiais.
- D** não se justifica, porque a força-peso é a força exercida pela gravidade terrestre, neste caso, sobre o telescópio e é a responsável por manter o próprio telescópio em órbita.
- E** não se justifica, pois a ação da força-peso implica a ação de uma força de reação contrária, que não existe naquele ambiente. A massa do telescópio poderia ser avaliada simplesmente pelo seu volume.

PERCENTUAIS DE RESPOSTAS

A	B	C	D	E
40,8%	20,1%	6,8%	14,1%	17,8%

Alternativa correta D

Habilidade 20: Caracterizar causas ou efeitos dos movimentos de partículas, substâncias, objetos ou corpos celestes.

ENEM 2009 – Questão 27

Conceitos: A mecânica e o funcionamento do Universo.

CATEGORIAS	Sim	Não	Parcial
Situação real	X		
Problematização		X	
Interdisciplinaridade		X	
Contextualização			X
Interface ENEM – CTS	Média		

Consideraremos como situação real o que está expresso no enunciado desse item, apesar da exclamação "esse telescópio tem a massa grande, mas o peso é pequeno", que é fictícia. Salientamos a ausência de problematização já que a condição para que o estudante assinale a alternativa correta, é que domine os conceitos de massa e peso. O que as alternativas incorretas apresentam, são variações distorcidas desses conceitos. Não foram constatados elementos de outras áreas de conhecimento, portanto não há interdisciplinaridade.

Questão 30

É possível, com 1 litro de gasolina, usando todo o calor produzido por sua combustão direta, aquecer 200 litros de água de 20 °C a 55 °C. Pode-se efetuar esse mesmo aquecimento por um gerador de eletricidade, que consome 1 litro de gasolina por hora e fornece 110 V a um resistor de 11 Ω, imerso na água, durante um certo intervalo de tempo. Todo o calor liberado pelo resistor é transferido à água.

Considerando que o calor específico da água é igual a $4,19 \text{ J g}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, aproximadamente qual a quantidade de gasolina consumida para o aquecimento de água obtido pelo gerador, quando comparado ao obtido a partir da combustão?

- A** A quantidade de gasolina consumida é igual para os dois casos.
- B** A quantidade de gasolina consumida pelo gerador é duas vezes maior que a consumida na combustão.
- C** A quantidade de gasolina consumida pelo gerador é duas vezes menor que a consumida na combustão.
- D** A quantidade de gasolina consumida pelo gerador é sete vezes maior que a consumida na combustão.
- E** A quantidade de gasolina consumida pelo gerador é sete vezes menor que a consumida na combustão.

PERCENTUAIS DE RESPOSTAS

A	B	C	D	E
22,8%	25,7%	23,9%	15,4%	11,9%

Alternativa correta D

Habilidade 21: Utilizar leis Físicas e (ou) químicas para interpretar processos naturais ou tecnológicos inseridos no contexto da termodinâmica e (ou) do eletromagnetismo.

ENEM 2009 – Questão 30

Conceitos: O calor e os fenômenos térmicos.

CATEGORIAS	Sim	Não	Parcial
Situação real		X	
Problematização		X	
Interdisciplinaridade	X		
Contextualização		X	
Interface ENEM – CTS	Fraca		

Esse item requer uma resolução bem elaborada, articulando conceito da física térmica com a eletricidade. Apesar dessa interessante articulação a interface ENEM-CTS é fraca, pois o enunciado não trata de uma situação real e não aborda uma problematização do ponto de vista freiriano. Além disso não há elementos que justifique uma contextualização histórico-social.

Questão 31

O progresso da tecnologia introduziu diversos artefatos geradores de campos eletromagnéticos. Uma das mais empregadas invenções nessa área são os telefones celulares e *smartphones*. As tecnologias de transmissão de celular atualmente em uso no Brasil contemplam dois sistemas. O primeiro deles é operado entre as frequências de 800 MHz e 900 MHz e constitui os chamados sistemas TDMA/CDMA. Já a tecnologia GSM, ocupa a frequência de 1.800 MHz.

Considerando que a intensidade de transmissão e o nível de recepção “celular” sejam os mesmos para as tecnologias de transmissão TDMA/CDMA ou GSM, se um engenheiro tiver de escolher entre as duas tecnologias para obter a mesma cobertura, levando em consideração apenas o número de antenas em uma região, ele deverá escolher:

- A** a tecnologia GSM, pois é a que opera com ondas de maior comprimento de onda.
- B** a tecnologia TDMA/CDMA, pois é a que apresenta Efeito Doppler mais pronunciado.
- C** a tecnologia GSM, pois é a que utiliza ondas que se propagam com maior velocidade.
- D** qualquer uma das duas, pois as diferenças nas frequências são compensadas pelas diferenças nos comprimentos de onda.
- E** qualquer uma das duas, pois nesse caso as intensidades decaem igualmente da mesma forma, independentemente da frequência.

PERCENTUAIS DE RESPOSTAS				
A	B	C	D	E
21,2%	6,4%	39,7%	17,0%	15,4%

Alternativa correta E

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

ENEM 2009 – Questão 31			
CATEGORIAS	Sim	Não	Parcial
Situação real	X		
Problematização	X		
Interdisciplinaridade		X	
Contextualização	X		
Interface ENEM – CTS	Forte		

Este item destaca a dimensão tecnológica por meio dos *smartphones*. Remete a conceitos científicos como frequência de uma onda eletromagnética. É interessante destacar que o enunciado trata da questão da “recepção celular” que é própria da área biológica, se caracterizando, portanto, como um item interdisciplinar. Traz elementos da realidade e se apresenta de forma problematizada. Diante disso, esse item foi classificado com forte interface ENEM-CTS.

Questão 32

Considere um equipamento capaz de emitir radiação eletromagnética com comprimento de onda bem menor que a da radiação ultravioleta. Suponha que a radiação emitida por esse equipamento foi apontada para um tipo específico de filme fotográfico e entre o equipamento e o filme foi posicionado o pescoço de um indivíduo. Quanto mais exposto à radiação, mais escuro se torna o filme após a revelação. Após acionar o equipamento e revelar o filme, evidenciou-se a imagem mostrada na figura abaixo.



Dentre os fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e os átomos do indivíduo que permitem a obtenção desta imagem inclui-se a

- Ⓐ absorção da radiação eletromagnética e a consequente ionização dos átomos de cálcio, que se transformam em átomos de fósforo.
- Ⓑ maior absorção da radiação eletromagnética pelos átomos de cálcio que por outros tipos de átomos.
- Ⓒ maior absorção da radiação eletromagnética pelos átomos de carbono que por átomos de cálcio.
- Ⓓ maior refração ao atravessar os átomos de carbono que os átomos de cálcio.
- Ⓔ maior ionização de moléculas de água que de átomos de carbono.

PERCENTUAIS DE RESPOSTAS

A	B	C	D	E
18,8%	35,5%	24,1%	15,7%	5,5%

Alternativa correta B

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

ENEM 2009 – Questão 32

Conceitos: Oscilações, ondas, óptica e radiação.

CATEGORIAS	Sim	Não	Parcial
Situação real		X	
Problematização		X	
Interdisciplinaridade	X		
Contextualização			X
Interface ENEM – CTS	Média		

O aspecto mais positivo desse item é a interdisciplinaridade, relacionando a Física e a Biologia, por meio da interação da radiação com os ossos de um indivíduo. Tratamos como uma situação não real, devido ao fato de apresentar um indivíduo de forma genérica e de apresentar trechos como “considere um equipamento [...]” ao invés de nomear a máquina de raio X. Além disso não identificamos uma problematização na perspectiva freiriana. Portanto o item foi classificado como interface ENEM-CTS média.

Questão 35

O Sol representa uma fonte limpa e inesgotável de energia para o nosso planeta. Essa energia pode ser captada por aquecedores solares, armazenada e convertida posteriormente em trabalho útil. Considere determinada região cuja insolação — potência solar incidente na superfície da Terra — seja de 800 watts/m^2 . Uma usina termossolar utiliza concentradores solares parabólicos que chegam a dezenas de quilômetros de extensão. Nesses coletores solares parabólicos, a luz refletida pela superfície parabólica espelhada é focalizada em um receptor em forma de cano e aquece o óleo contido em seu interior a 400°C . O calor desse óleo é transferido para a água, vaporizando-a em uma caldeira. O vapor em alta pressão movimenta uma turbina acoplada a um gerador de energia elétrica.



Considerando que a distância entre a borda inferior e a borda superior da superfície refletora tenha 6 m de largura e que focaliza no receptor os 800 watts/m^2 de radiação provenientes do Sol, e que o calor específico da água é $1 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} = 4.200 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, então o comprimento linear do refletor parabólico necessário para elevar a temperatura de 1 m^3 (equivalente a 1 t) de água de 20°C para 100°C , em uma hora, estará entre

- A** 15 m e 21 m.
- B** 22 m e 30 m.
- C** 105 m e 125 m.
- D** 680 m e 710 m.
- E** 6.700 m e 7.150 m.

PERCENTUAIS DE RESPOSTAS				
A	B	C	D	E
12,8%	25,7%	30,5%	22,6%	8,0%

Alternativa correta A

Habilidade 21: Utilizar leis Físicas e (ou) químicas para interpretar processos naturais ou tecnológicos inseridos no contexto da termodinâmica e (ou) do eletromagnetismo.

ENEM 2009 – Questão 35			
Conceitos: O calor e os fenômenos térmicos.			
CATEGORIAS	Sim	Não	Parcial
Situação real		X	
Problematização		X	
Interdisciplinaridade	X		
Contextualização			X
Interface ENEM – CTS	Média		

Classificamos esse item com uma média interface ENEM-CTS. Consideramos como uma situação não real, uma vez que o enunciado não especifica uma usina termossolar. Além disso não identificamos uma problematização em consonância aos ideais frerianos, visto que, ao final do enunciado são apresentados valores de grandezas físicas de modo arbitrário para que o estudante efetue a resolução por meio de cálculos. Quanto à contextualização, assinalamos como parcial, visto que foi abordado um tema de relevância para a sociedade, porém não fomentou uma reflexão sobre aspectos sociais e históricos.

Questão 37

Sabe-se que o olho humano não consegue diferenciar componentes de cores e vê apenas a cor resultante, diferentemente do ouvido, que consegue distinguir, por exemplo, dois instrumentos diferentes tocados simultaneamente. Os raios luminosos do espectro visível, que têm comprimento de onda entre 380 nm e 780 nm, incidem na córnea, passam pelo cristalino e são projetados na retina. Na retina, encontram-se dois tipos de fotorreceptores, os cones e os bastonetes, que convertem a cor e a intensidade da luz recebida em impulsos nervosos. Os cones distinguem as cores primárias: vermelho, verde e azul, e os bastonetes diferenciam apenas níveis de intensidade, sem separar comprimentos de onda. Os impulsos nervosos produzidos são enviados ao cérebro por meio do nervo óptico, para que se dê a percepção da imagem.

Um indivíduo que, por alguma deficiência, não consegue captar as informações transmitidas pelos cones, perceberá um objeto branco, iluminado apenas por luz vermelha, como

- Ⓐ um objeto indefinido, pois as células que captam a luz estão inativas.
- Ⓑ um objeto rosa, pois haverá mistura da luz vermelha com o branco do objeto.
- Ⓒ um objeto verde, pois o olho não consegue diferenciar componentes de cores.
- Ⓓ um objeto cinza, pois os bastonetes captam luminosidade, porém não diferenciam cor.
- Ⓔ um objeto vermelho, pois a retina capta a luz refletida pelo objeto, transformando-a em vermelho.

PERCENTUAIS DE RESPOSTAS				
A	B	C	D	E
21,6%	15,8%	8,6%	30,7%	22,9%

Alternativa correta D

Habilidade1: Reconhecer características ou propriedades de fenômenos ondulatórios ou oscilatórios, relacionando-os a seus usos em diferentes contextos.

ENEM 2009 – Questão 37			
CATEGORIAS	Sim	Não	Parcial
Situação real		X	
Problematização		X	
Interdisciplinaridade	X		
Contextualização			X
Interface ENEM – CTS	Média		

Consideramos como uma situação não real, visto que o enunciado desse item faz uso de abstrações, como fica evidente em “um indivíduo, por alguma deficiência, [...].” Também devido a esse apelo pela abstração, ao invés de uma situação real, consideramos que não houve uma problematização na perspectiva freiriana. Contudo, notamos a presença da interdisciplinaridade entre a Física e a Biologia.

Questão 38

Durante uma ação de fiscalização em postos de combustíveis, foi encontrado um mecanismo inusitado para enganar o consumidor. Durante o inverno, o responsável por um posto de combustível compra álcool por R\$ 0,50/litro, a uma temperatura de 5 °C. Para revender o líquido aos motoristas, instalou um mecanismo na bomba de combustível para aquecê-lo, para que atinja a temperatura de 35 °C, sendo o litro de álcool revendido a R\$ 1,60. Diariamente o posto compra 20 mil litros de álcool a 5 °C e os revende.

Com relação à situação hipotética descrita no texto e dado que o coeficiente de dilatação volumétrica do álcool é de $1 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, desprezando-se o custo da energia gasta no aquecimento do combustível, o ganho financeiro que o dono do posto teria obtido devido ao aquecimento do álcool após uma semana de vendas estaria entre

- A** R\$ 500,00 e R\$ 1.000,00.
- B** R\$ 1.050,00 e R\$ 1.250,00.
- C** R\$ 4.000,00 e R\$ 5.000,00.
- D** R\$ 6.000,00 e R\$ 6.900,00.
- E** R\$ 7.000,00 e R\$ 7.950,00.

PERCENTUAIS DE RESPOSTAS				
A	B	C	D	E
11,2%	26,0%	27,3%	20,8%	14,2%

Alternativa correta D

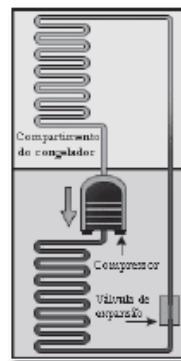
Habilidade 7: Selecionar testes de controle, parâmetros ou critérios para a comparação de materiais e produtos, tendo em vista a defesa do consumidor, a saúde do trabalhador ou a qualidade de vida.

ENEM 2009 – Questão 38			
Conceitos: O calor e os fenômenos térmicos.			
CATEGORIAS	Sim	Não	Parcial
Situação real		X	
Problematização	X		
Interdisciplinaridade	X		
Contextualização	X		
Interface ENEM – CTS	Forte		

Apesar dos recorrentes flagrantes e reportagens a respeito de adulteração de combustíveis em postos, o enunciado fez uso de uma “situação hipotética”, portanto o item não se enquadra como uma situação real. No entanto, identificamos uma situação problema envolvendo o cidadão enquanto consumidor, de forma que aspectos econômicos foram atrelados à alguns conceitos da Física. Entendemos que o item analisado se apresentou de forma contextualizada. Diante disso, classificamos a interface ENEM-CTS como forte.

Questão 39

A invenção da geladeira proporcionou uma revolução no aproveitamento dos alimentos, ao permitir que fossem armazenados e transportados por longos períodos. A figura apresentada ilustra o processo cíclico de funcionamento de uma geladeira, em que um gás no interior de uma tubulação é forçado a circular entre o congelador e a parte externa da geladeira. É por meio dos processos de compressão, que ocorre na parte externa, e de expansão, que ocorre na parte interna, que o gás proporciona a troca de calor entre o interior e o exterior da geladeira.



Disponível em: <http://home.howstuffworks.com>.
Acesso em: 19 out. 2008 (adaptado).

Nos processos de transformação de energia envolvidos no funcionamento da geladeira,

- A** a expansão do gás é um processo que cede a energia necessária ao resfriamento da parte interna da geladeira.
- B** o calor flui de forma não-espontânea da parte mais fria, no interior, para a mais quente, no exterior da geladeira.
- C** a quantidade de calor cedida ao meio externo é igual ao calor retirado da geladeira.
- D** a eficiência é tanto maior quanto menos isolado termicamente do ambiente externo for o seu compartimento interno.
- E** a energia retirada do interior pode ser devolvida à geladeira abrindo-se a sua porta, o que reduz seu consumo de energia.

PERCENTUAIS DE RESPOSTAS

A	B	C	D	E
49,2%	22,5%	12,5%	9,7%	5,7%

Alternativa correta B

Habilidade 21: Utilizar leis Físicas e (ou) químicas para interpretar processos naturais ou tecnológicos inseridos no contexto da termodinâmica e (ou) do eletromagnetismo.

ENEM 2009 – Questão 39

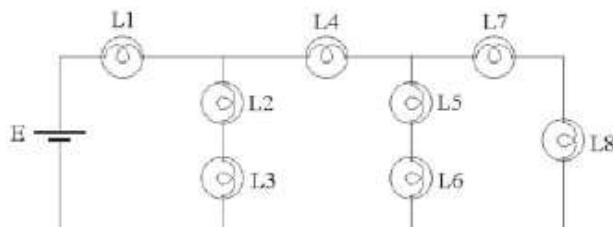
Conceitos: O calor e os fenômenos térmicos.

CATEGORIAS	Sim	Não	Parcial
Situação real	X		
Problematização		X	
Interdisciplinaridade		X	
Contextualização	X		
Interface ENEM – CTS	Média		

O enunciado desse item começa contando a história da invenção da geladeira e de como esse equipamento modificou a relação de homens e mulheres com os alimentos. Posto dessa forma, entendemos que a questão foi apresentada com uma importante contextualização sócio - histórica. Não identificamos problematização na perspectiva freiriana, uma vez que, foi exigido do estudante, para a resolução correta, somente apontar o sentido do fluxo de energia. De modo geral, caracterizamos a interface ENEM-CTS como média.

Questão 45

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



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

- A** L1, L2 e L3.
- B** L2, L3 e L4.
- C** L2, L5 e L7.
- D** L4, L5 e L6.
- E** L4, L7 e L8.

PERCENTUAIS DE RESPOSTAS				
A	B	C	D	E
23,9%	17,1%	17,3%	12,5%	28,9%

Alternativa correta B

Habilidade 5: Dimensionar circuitos ou dispositivos elétricos de uso cotidiano.

ENEM 2009 – Questão 45

Conceitos: Fenômenos Elétricos e Magnéticos.

CATEGORIAS	Sim	Não	Parcial
Situação real		X	
Problematização	X		
Interdisciplinaridade		X	
Contextualização	X		
Interface ENEM – CTS	Média		

Logo em seu início, o enunciado deixa claro que se trata de uma situação hipotética, o que já se tornou bastante comum em questões que envolvem circuitos elétricos. Entretanto, identificamos a presença das categorias problematização e contextualização, mesmo se tratando de uma situação abstrata. De modo geral, o item foi classificado com média interface ENEM-CTS.

3.4 – Comparativo das análises: ENEM 2008 /ENEM 2009

Tabela 5 - CONSOLIDADO DA ANÁLISE								
Enem	Item / Questões	Porcentagem de avaliados que acertaram	Habilidade	Situação Real	Problematização	Interdisciplinaridade	Contextualização	Interface com o Movimento CTS
Enem 2008	Q22	35,0%	1	Sim	Não	Sim	Não	Média
	Q23	47,0%	7	Sim	Não	Sim	Não	Média
	Q24	39,0%	17	Não	Não	Não	Não	Nenhuma
	Q25	35,0%	7	Sim	Não	Sim	Sim	Forte
	Q26	34,0%	17	Sim	Sim	Sim	Sim	Forte
	Q27	43,0%	8	Sim	Sim	Sim	Sim	Forte
	Q28	45,0%	8	Sim	Sim	Sim	Sim	Forte
	Q29	24,0%	7	Não	Sim	Sim	Sim	Forte
	Q30	39,0%	2	Sim	Sim	Sim	Sim	Forte
	Q31	29,0%	3	Sim	Sim	Sim	Sim	Forte
	Q32	48,0%	17	Sim	Sim	Sim	Sim	Forte
Enem 2009	Q5	57,5%	H20	Sim	Não	Sim	Sim	Forte
	Q14	68,0%	H5	Não	Sim	Não	parcialmente	Média
	Q17	6,4%	H20	Sim	Sim	Sim	Sim	Forte
	Q18	39,5%	H6	Não	Não	Não	parcialmente	Fraca
	Q19	34,4%	H5	Não	Não	Sim	parcialmente	Média
	Q20	65,5%	H21	Não	Sim	Sim	parcialmente	Média
	Q24	19,4%	H17	Não	Não	Sim	Não	Fraca
	Q27	14,1%	H20	Sim	Não	Não	parcialmente	Média
	Q30	15,4%	H21	Não	Não	Sim	Não	Fraca
	Q31	15,4%	H2	Sim	Sim	Não	Sim	Forte
	Q32	35,5%	H2	Não	Não	Sim	parcialmente	Média
	Q35	12,8%	H21	Não	Não	Sim	parcialmente	Média
	Q37	30,7%	H1	Não	Não	Sim	parcialmente	Média
	Q38	20,8%	H7	Não	Sim	Sim	Sim	Forte
	Q39	22,5%	H21	Sim	Não	Não	Sim	Média
	Q45	17,1%	H5	Não	Sim	Não	Sim	Média
Observação 1: Destacamos os rendimentos acima de 40% (em azul) e abaixo de 20% (em vermelho)								
Observação 2: As habilidades do ENEM 2008 não correspondem às habilidades do ENEM 2009. (vide anexos)								

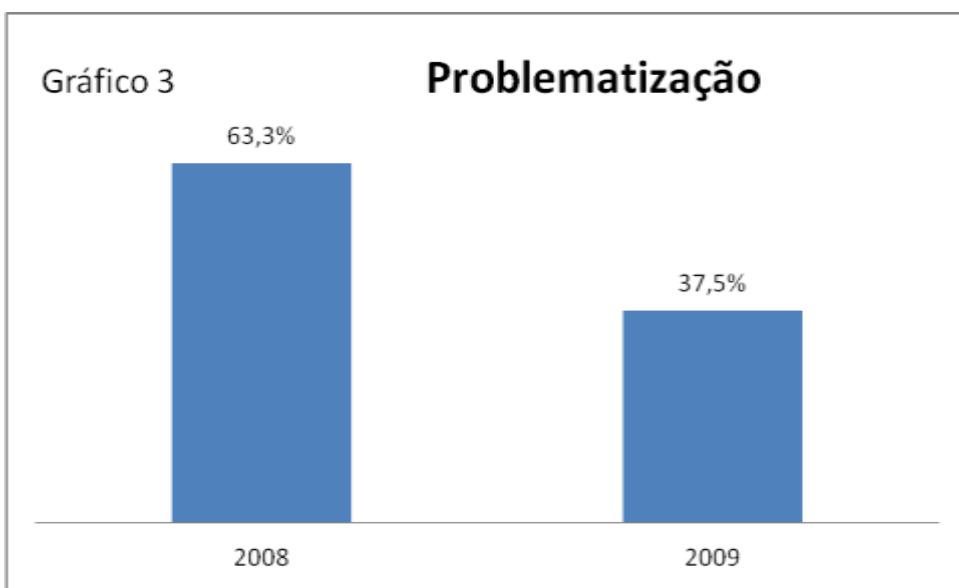
Analisando os **rendimentos** obtidos em cada item, consultados no Relatório Pedagógicos do ENEM 2008 e Relatório Pedagógico do ENEM 2009-2010, concluímos que, de modo geral, os mesmos são muito baixos, sendo um pouco melhor na prova de 2008. Destacamos os rendimentos acima de 40% (em azul) e abaixo de 20% (em vermelho). Não conseguimos identificar relações entre o rendimento e as categorias analisadas. Tal fato revela que os itens podem ter diferentes níveis de dificuldade independente de apresentar ou não interfaces com o movimento CTS. O menor rendimento se refere ao item 17 do ENEM 2009, com apenas 6,4% de acertos. No entanto esse item, de acordo com nossa análise, apresenta uma forte interface com o movimento CTS, sendo estruturado com uma situação real, problematização, interdisciplinaridade e contextualização. Por outro lado, temos o item 14 também da prova de 2009, apresentando o maior índice, com 68% de acertos. Esse item não apresentou uma situação real, não apresentou interdisciplinaridade e sua interface com o movimento CTS é média. O que podemos notar é que no ano de 2009 houve uma queda considerável no índice de acertos, revelando que os participantes do exame sofreram um impacto com a mudança do perfil do exame.

A prova do ENEM 2009 apresentou uma nova matriz de **competências e habilidades**. Essa nova matriz se apresenta de forma mais técnica e instrumental, no entanto explicita termos e expressões que a aproxima do movimento CTS, entretanto observamos que existe pouca interface entre a descrição das habilidades e o que de fato se apresenta nos itens, ou seja, houve um avanço no discurso, mas isso não se consolidou na estrutura dos enunciados.

Com relação à categoria **situação real**, observamos que, no ENEM 2008, houve nove itens abordando situação real, totalizando em 82% dos itens analisados. Já na prova do ENEM 2009, a situação foi bem diferente, com 31% dos itens contemplando situações reais, ou seja, a maior parte dos itens se pautou em situações abstratas, o que leva a um distanciamento do movimento CTS. Trechos como “Considere a seguinte situação hipotética...” (Q45/2009) evidenciam o distanciamento de situações concretas que poderiam ter maior pertinência perante a Sociedade. Situações extremamente abstratas vão à contramão de uma Aprendizagem Centrada em Eventos (ACE). Para alguns estudiosos, ACE pode ser considerada como um novo slogan, mas com os mesmos princípios do movimento CTS. A análise da situação real pode ser expressa por meio do gráfico 2:

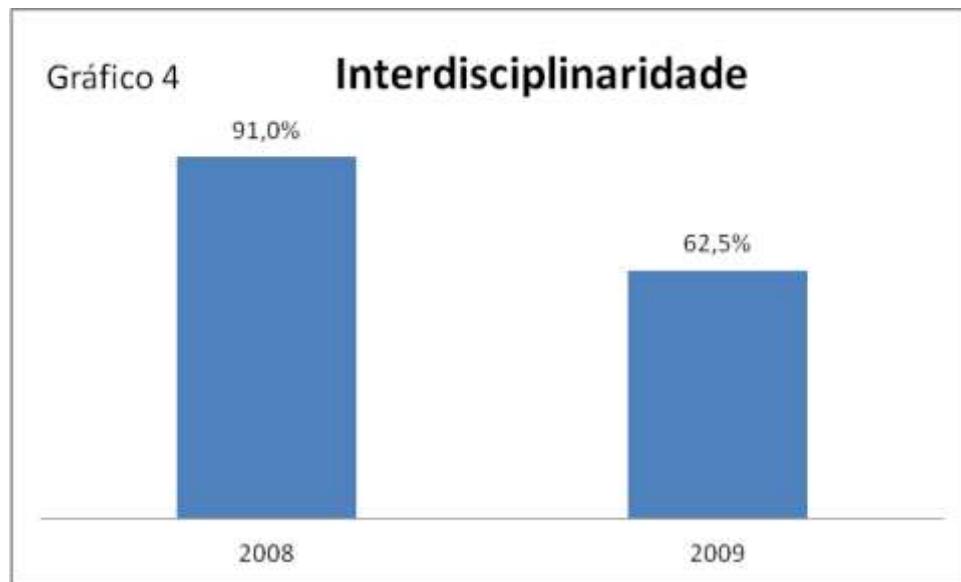


Quanto à **problematização**, tivemos em 2008, segundo nossa análise, sete itens que apresentaram em seu enunciado uma situação problematizadora. A maior parte, 63,3% dos itens, apresentou uma situação-problema em seu enunciado. Enquanto que, na prova do ENEM 2009, tivemos 37,5% dos itens problematizados. A categoria da **problematização** está fortemente ligada à categoria **situação real**. A análise da problematização pode ser expressa por meio do gráfico 3:



No que concerne à **interdisciplinaridade**, constatamos, na prova de 2008, que 91% dos itens analisados apresentaram termos de outras disciplinas, apesar de raramente exigir esses conhecimentos no momento da resolução. No ENEM de 2009, tivemos 62,5% dos itens

relacionando conhecimentos de outras disciplinas, com destaque para a matemática. A análise da interdisciplinaridade pode ser expressa por meio do gráfico 4:



A **contextualização sócio-histórica** se apresentou em 55% dos itens analisados da prova de 2008. Já na prova de 2009, tivemos 37,5% dos itens contextualizados e 50% parcialmente contextualizados, ou seja, apresentaram uma contextualização meramente ilustrativa. A análise da contextualização pode ser expressa por meio do gráfico 5:



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Retomamos a questão central que orientou esse trabalho: Existem interfaces entre os enunciados dos itens que abordam Física nas provas do ENEM e o movimento CTS? Concluímos que, em maior ou menor grau, existem tais interfaces. Em 2008, o ENEM apresentou 9% dos itens de Física com nenhuma interface, 18% com interface média e 73% com interface forte. Já na prova do ENEM de 2009, observamos que 18% dos itens apresentam interface fraca, 57% de itens com interface média e 25% com interface forte o que indica um avanço nesse sentido.

Classificamos como interface fraca os itens que apresentaram uma resposta positiva a poucas categorias, ou seja, não suscitam questões referentes à Ciência, Tecnologia e Sociedade em seus enunciados.

Os itens classificados como média interface apresentaram pelo menos duas categorias dentre *situação real, problematização, interdisciplinaridade e/ou contextualização*, além de abordarem inquietações acerca das relações CTS.

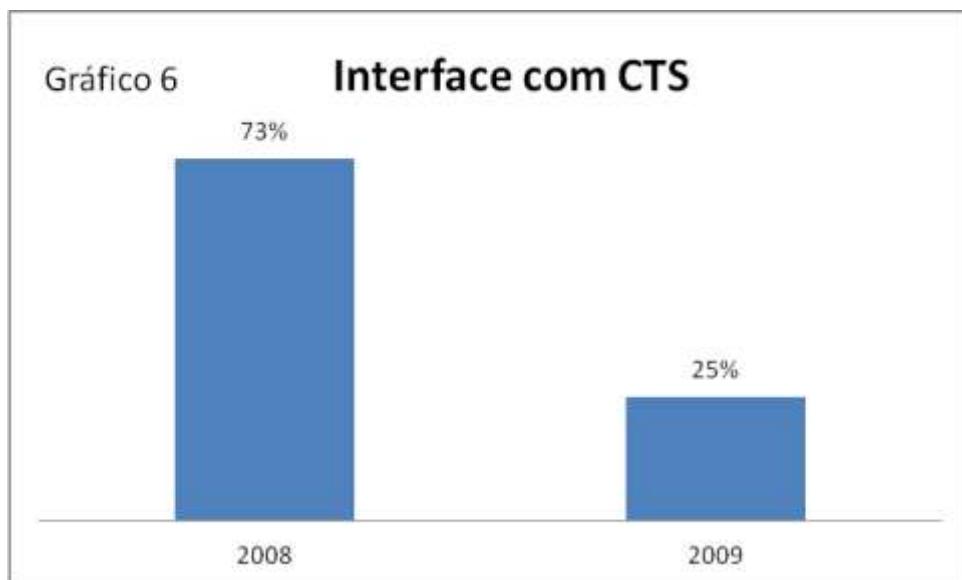
E, finalmente, classificamos como forte interface os itens que evidenciaram a presença das categorias: *situação real, problematização, interdisciplinaridade e contextualização* em seus enunciados, além de explicitar elementos que permitam uma visão crítica às articulações CTS.

Dessa forma, fica evidente que ocorreu uma mudança significativa no ENEM, entre os anos de 2008 e 2009. Essa mudança não se limitou à estrutura do exame, mas atingiu também seus conteúdos e abordagens. Entendemos que tal mudança teve influência da centralização de políticas públicas referentes ao acesso ao Ensino Superior que passam pelo ENEM. Observamos também que, o ENEM de 2009 se aproximou dos modelos tradicionais de vestibulares cobrando do candidato conhecimentos mais específicos de diferentes disciplinas.

Iniciamos nosso trabalho com a hipótese de que, até 2008, existiam várias interfaces entre os itens que abordam Física no ENEM e o movimento CTS. Essa hipótese foi confirmada pelo alto índice de itens com interface forte no ENEM 2008.

A hipótese complementar era de que tais interfaces diminuíram com a reformulação do ENEM, ocorrida em 2009, quando esse exame se aproximou dos modelos de vestibulares

tradicionais. Nossa hipótese também foi confirmada pela análise em questão em que observamos uma redução de 73% para 25% de forte interface com o movimento CTS, do ano de 2008 para o ano de 2009. A análise dessa interface pode ser expressa por meio do gráfico 6:



Outra hipótese decorrente da tese central, dizia respeito ao potencial que o ENEM tem de apresentar enunciados que contemplem os princípios de uma Educação CTS, o que pode evidenciar maior *contextualização* dos conceitos avaliados e favorecer maior relação entre as disciplinas, propiciando a almejada *interdisciplinaridade*. Além disso, pode fomentar *questões problematizadoras*. Confirmamos essa hipótese, ao observar nos itens de Física a escolha de temas capazes de gerar ricas articulações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade a partir de um olhar crítico.

De igual modo, entendemos que o ENEM, embora democratizando o acesso ao Ensino Superior, centralizando diversos programas como SISU, FIES, PROUNI e Ciências sem Fronteiras, mantém a condição de cumprir seu objetivo inicial de diagnosticar o Ensino Médio no Brasil e fomentar políticas públicas para esse segmento da Educação Básica, à luz dos princípios presentes na LDB 9394/96 e dos PCNEM. Para tanto, os itens devem ser cuidadosamente elaborados e avaliados por pessoas que conheçam os documentos oficiais que orientam o Ensino de Física na Educação Básica, mas sobretudo, por pessoas que estejam sintonizadas com a perspectiva de uma educação libertadora que coloca em pauta, entre outras questões, o sentido e a finalidade do Ensino de Física, a relação da Física com a realidade, o

papel político da Física na construção da cidadania, enfim, que atribua ao Ensino de Física nova leitura crítica do mundo com todas as suas implicações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APPLE, M. **Ideologia e Currículo**. Trad. Carlos Eduardo Ferreira de Carvalho. São Paulo: Brasileiro, 1982.

AULER, D. “Movimento ciência-tecnologia-sociedade (CTS): modalidades, problemas e perspectivas em sua implementação no ensino de Física”. In: **Atas do Encontro Nacional do Ensino de Física**. Florianópolis: SBF, 1998.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Editora 70, 2011.

BAZZO, W *et. al.* **Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Madri: OEI, 2003

BOURDIEU, Pierre. **Escritos de educação**. Rio de Janeiro: Vozes, 2003.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, Lei nº9.394, de 20 de dezembro de 1996.

_____. Ministério da Educação. **Guia de Livros Didáticos PNLD 2012. Física**. Brasília: MEC/SEF, 2012.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. “Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias”. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**, v.2. Brasília: Secretaria da Educação Básica, 2006.

_____. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Resolução CEB nº3 de 26 de junho de 1998.

_____. Lei nº 5.692, de 11 de agosto de 1971. Fixa Diretrizes e Bases para o ensino de 1º e 2º graus, e dá outras providências. **Diário oficial da União**, Brasília, DF, 12 ago. 1971. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L5692.htm> Acesso em: 06/07/2015

_____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria da Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/Semtec, 1999.

_____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria da Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Física.** Brasília: MEC/Semtec, 2002

_____. Ministério da Educação (MEC). ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio. **Relatório Pedagógico 2008.** Brasília: INEP, 2007.

_____. Ministério da Educação (MEC). ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio. **Relatório Pedagógico 2008.** Brasília: INEP, 2009.

_____. Ministério da Educação (MEC). ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio. **Relatório Pedagógico 2009 - 2010.** Brasília: INEP, 2014.

BROCKINGTON, G. “Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de física moderna?” **Investigações em Ensino de Ciências** – V10(3), pp. 387-404, 2005

CASSINI, S.; SILVA, H. e PIERSON, A. (organizadores). **Olhares para o ENEM na Educação Científica e Tecnológica.** São Paulo: Junqueira&Marin, 2013.

CASTRO, M.; TIEZZI, S. “A reforma do ensino médio e a implantação do ENEM no Brasil”. In: SCHWARTZMAN, S.M.C. **Os desafios da educação no Brasil.** RJ. Ed. Nova Fronteira, 2005.

CARVALHO, A. **Ensino de Física** – Coleção Idéias em Ação. CARVALHO, Anna Maria Pessoa (org.) Editora Cengage, São Paulo, 2010

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. **Metodologia do ensino de ciências.** 2ed rev. São Paulo: Cortez, 1992 (Coleção Magistério 2ºGrau, Série Formação do Professor)

FRACALANZA, H.; AMARAL, I.; GOUVEIA, M. **O ensino de ciências no 1º grau.** São Paulo: Atual, 1987 (Projeto Magistério)

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2001.

GASPAR, A. **Cinquenta anos de Ensino de Física: Muitos equívocos, alguns acertos e a necessidade do resgate do papel do Professor.** Artigo apresentado no XV Encontro de Físicos do Norte e Nordeste, 2005.

GONZÁLEZ, M. et al. **Ciencia, tecnología y sociedad. Uma introducción estúdio social de La ciencia y La tecnología.** Madrid: Tecnos, 1996.

GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA (GREF). **Mecânica v.1.** Editora da USP. São Paulo: 1993.

_____. **Física térmica e óptica v.2.** Editora da USP. São Paulo: 1993.

_____. **Eletromagnetismo v.3.** Editora da USP. São Paulo: 1995.

GOODSON, I. **As políticas de currículo e de escolarização:** abordagens históricas. Trad. Vera Joscelyne. Petrópolis, RJ:Vozes, 2008 (Cap. 9).

LIBÂNEO, J. **Democratização da escola pública:** a pedagogia crítico social dos conteúdos. 4. Ed. São Paulo: Loyola, 1986.

MAINARDES, J.; STREMEL, S. **A teoria de Basil Bernstein e algumas de suas contribuições para as pesquisas sobre políticas educacionais e curriculares.** *Revista Teias*, v. 11, n. 22, maio/agosto 2010, pp. 1-24.

McLAREN, P. **Multiculturalismo Revolucionário:** pedagogia do dissenso para o novo milênio. Trad. Marcia Morais e Roberto Cataldo Costa. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000, pp. 25-50

MENEZES, L. **Uma Física para o novo ensino Médio.** Revista Física na Escola, v.1, n.1, p.6-8, 2000. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol1/Num1/artigo2.pdf>> Acesso: 06/07/2015

MORÃES, U. e ARAÚJO M. **O Ensino de Física e o Enfoque CTSA:** Caminhos para uma educação cidadã. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2012.

MIZUKAMI, M. **Ensino: as abordagens do processo.** São Paulo. EPU, 1986. (Temas Básicos da Educação e Ensino)

NASCIMENTO, I. e LISINGEN, T. **Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências** in UAEM, México, núm. 42, septiembre-diciembre 2006.

NETO, J. M. & PACHECO, D. Pesquisas sobre o Ensino de Física no nível médio no Brasil. In: NARDI, R. (Org.) **Pesquisas em Ensino de Física**. 2^a edição, São Paulo: Escrituras Editora, 2001.

PIETROCOLA, M. **Ensino de Física**, Pietrocola, M. (org). Editora da UFSC/INEP, Florianópolis, 2006.

PRADO, G. S. “Resgate acerca da escolha da docência”. In: **Memórias Cruzadas**. As implicações da escolarização na “escolha” da profissão docente. São Paulo: Editora Uninove, 2015.

RICARDO, E. “Educação CTSA: Obstáculos e Possibilidades para sua implementação no contexto escolar”. In **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, novembro de 2007.

_____. “Problematização e contextualização no ensino de Física”. In: **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

SANTOS, W. e AULER, D. (organizadores) **CTS e educação científica desafios, tendências e resultados de pesquisa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

SANTOS, M. **Encruzilhadas de mudança no limiar do século XXI: co-construção do saber científico e da cidadania via ensino CTS de ciências**. In: II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Valinhos, SP, 1999.

SILVA, T. **Documentos de Identidade**: uma introdução às teorias críticas de currículo. 2^a ed. Belo Horizonte: Autentica, 2004.

TYLER, R. **Princípios Básicos de Currículo e Ensino**. Trad. Leonel Vallandro. Porto Alegre: Globo, 1975, pp 1-56

YAGER, R. Preface. In: YAGER, R. E. (ed.), **Science/technology/society as reform in science education**. New York: State. University of New York Press, 1996

YAGER, R. “History of science/technology/society as reform in the United States”. In YAGER, R. (ed.) **Science/Technology/Society as Reform in Science Education**. New York: State. University of New York Press, 1996

Shor, I., & Freire, P. (1987). **What is the "dialogical method" of teaching?** *Journal of Education*, 169 (3), 11-31.

TORRES; FERRARO; SOARES; PENTEADO. **Física, Ciência e Tecnologia 2 – Termologia Óptica, Ondas.** 3^a Edição. Editora Moderna. São Paulo, 2013

ANEXOS

Anexo 1 – Matriz de Competências e Habilidades do ENEM – 2008

Matriz de Competências e Habilidades do ENEM

ENEM — Competências

As duas partes da prova são estruturadas para avaliar as seguintes competências:

Parte Objetiva

I —Dominar a norma culta da Língua Portuguesa e fazer uso das linguagens matemática, artística e científica.

II —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—Selecionar, organizar, relacionar, interpretar dados e informações representados de diferentes formas, para tomar decisões e enfrentar situações-problema.

IV—Relacionar informações, representadas em diferentes formas, e conhecimentos disponíveis em situações concretas, para construir argumentação consistente.

V—Recorrer aos conhecimentos desenvolvidos na escola para elaboração de propostas de intervenção solidária na realidade, respeitando os valores humanos e considerando a diversidade sociocultural.

Redação

I—Demonstrar domínio da norma culta da língua escrita.

II—Compreender a proposta de redação e aplicar conceitos das várias áreas de conhecimento para desenvolver o tema, dentro dos limites estruturais do texto dissertativo-argumentativo.

III—Selecionar, relacionar e organizar, interpretar informações, fatos, opiniões e argumentos em defesa de um ponto de vista.

IV—Demonstrar conhecimento dos mecanismos lingüísticos necessários para a construção da argumentação.

V—Elaborar proposta de intervenção para o problema abordado, mostrando respeito aos valores humanos.

ENEM — Habilidades

Na parte objetiva da prova, cada uma das habilidades é medida três vezes (três questões por habilidade).

- 1.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 a realização ou interpretação do mesmo.
- 2.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.
- 3.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.
- 4.Dada uma situação-problema, apresentada em uma linguagem de determinada área de conhecimento, relacioná-la com sua formulação em outras linguagens ou vice-versa.
- 5.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.
- 6.Com base em um texto, analisar as funções da linguagem, identificar marcas de variantes lingüísticas de natureza sociocultural, regional, de registro ou de estilo, e explorar as relações entre as linguagens coloquial e formal.
- 7.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.
- 8.Analisar criticamente, de forma qualitativa ou quantitativa, as implicações ambientais, sociais e econômicas dos processos de utilização dos recursos naturais, materiais ou energéticos.
- 9.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.
- 10.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.
- 11.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.

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

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

14. 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.

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

16. Analisar, de forma qualitativa ou quantitativa, situações-problema referentes a perturbações ambientais, identificando fonte, trans-porte 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.

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

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

19. 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.

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

21. 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.

Desempenho do ENEM

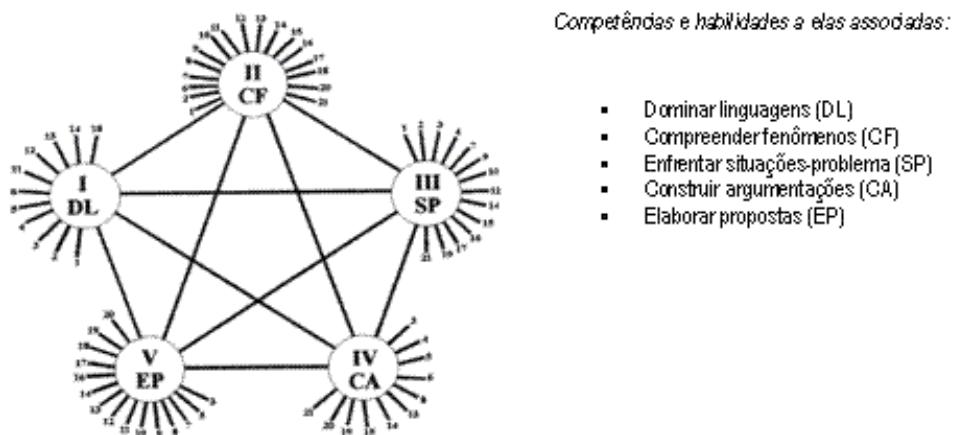
O desempenho do participante será avaliado nas duas partes da prova (objetiva e redação), valendo 100 pontos cada uma delas. O participante receberá duas notas globais, uma para a parte objetiva e outra para a redação. Receberá, também, uma nota e sua interpretação para cada uma das cinco Competências avaliadas, nas duas partes da prova. O desempenho do participante nas duas partes da prova será interpretado de acordo com as premissas teóricas da Matriz de Competências que se refere às possibilidades totais da cognição humana na fase de

desenvolvimento próprio aos participantes do ENEM — jovens e adultos. Esse desempenho será expresso nas seguintes faixas:

Insuficiente e regular, que corresponde às notas entre 0 a 40 (inclusive); regular a bom, que corresponde às notas entre 40 a 70 (inclusive); e bom a excelente, que corresponde às notas entre 70 a 100.

Modelo de Análise de Desempenho na Parte Objetiva da Prova

A nota global na parte objetiva da prova corresponderá à soma dos pontos atribuídos às questões respondidas corretamente pelo participante. As 63 questões objetivas de múltipla escolha têm o mesmo valor. Assim sendo, para calcular a nota global nesta parte da prova, o participante deverá multiplicar o número de questões respondidas corretamente por 100 (cem), dividindo o resultado por 63. A interpretação dessa nota será estruturada a partir de cada uma das cinco Competências, pelas relações estabelecidas com as respectivas Habilidades e as questões a elas relacionadas, gerando, também, para cada Competência, uma nota de 0 a 100, conforme modelo a seguir.



Anexo 2 – Matriz de Competências e Habilidades do ENEM –2009

As questões do ENEM, de todas as áreas, se baseiam nos seguintes eixos cognitivos:

- 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.

As questões da área de Ciências da Natureza se enquadram em uma matriz de referência de 8 Competências e 30 Habilidades, apresentadas abaixo.

Competência de área 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 – 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.

Competência de área 2 – Identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais em diferentes contextos.

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.

Competência de área 3 – Associar intervenções que resultam em degradação ou conservação ambiental a processos produtivos e sociais e a instrumentos ou ações científico-tecnológicos.

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.

Competência de área 4 – Compreender interações entre organismos e ambiente, em particular aquelas relacionadas à saúde humana, relacionando conhecimentos científicos, aspectos culturais e características individuais.

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.

Competência de área 5 – Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos.

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.

Competência de área 6 – Apropriar-se de conhecimentos da Física para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.

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.

Competência de área 7 – Apropriar-se de conhecimentos da química para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico tecnológicas.

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.

Competência de área 8 – Apropriar-se de conhecimentos da biologia para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico tecnológicas.

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.