

As relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade veiculadas pelo Novo ENEM

The Relations Between Science, Technology and Society and their approach in the New Exam to high school education (ENEM)

*Ricieri Andrella Neto*¹

*Diomar Caríssimo Selli Deconto*²

*Cláudio José de Holanda Cavalcanti*³

*Fernanda Ostermann*⁴

1 UFRGS/ Instituto de Física/ PPG Ensino de Física,
ricierian@gmail.com

2 UFRGS/ Instituto de Física/ PPG Ensino de Física,
diomar.deconto@ufrgs.br

3 UFRGS/ Instituto de Física/ Departamento de Física,
claudio.cavalcanti@ufrgs.br

4 UFRGS/ Instituto de Física/ Departamento de Física,
fernanda.ostermann@ufrgs.br

Resumo

Este trabalho teve como objetivo pesquisar de que maneira as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) estão presentes nas questões da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do Novo Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). O ENEM ganhou maior importância quando passou a ser utilizado como instrumento de seleção para o ensino superior e não apenas como instrumento de avaliação da qualidade do ensino médio. A análise foi realizada levando em consideração a Matriz de Referência e noventa questões relativas aos anos de 2009 e 2010, indicando que há uma inserção dos aspectos CTS em algumas questões da prova do ENEM, embora sua Matriz de Referência tenha pressupostos CTS em sua totalidade. Acreditamos que mesmo esta inserção tímida representa um avanço em relação aos tradicionais vestibulares que enfatizam o conhecimento enciclopédico em detrimento de concepções educacionais mais alinhadas às políticas públicas.

Palavras-chave: CTS, Novo ENEM, Ensino de Ciências

Abstract

This study aimed to investigate how the relations between Science, Technology and Society (STS) are presented in the exam called New Exam to high school education (ENEM) related

to the subjects of the Natural Sciences and their Technologies. ENEM has gained more importance when it started to be used as a selection tool for college entering and not just as a tool for assessing the quality of high school education. The analysis was performed taking into account the Reference Matrix and ninety questions from 2009 and 2010 exams. The results have indicated that there is an insertion of STS aspects in some questions of ENEM exam, although the Reference Matrix had assumed this approach in its entirety. We believe that even this shy insertion represents an improvement over the traditional admission test that emphasizes the encyclopedic knowledge at the detriment of educational concepts more aligned with public policies.

Keywords: STS, New ENEM, Science Education

Introdução: enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) como tendência de ensino

Segundo Carvalho (2011) os trabalhos com ênfase CTS, mesmo que implicitamente, sugerem uma determinada concepção de qualidade, na qual o objetivo geral é o de promover a “formação e alfabetização científica dos estudantes com um olhar na direção da coletividade”. Tal objetivo aparece também nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 1999), nas Matrizes Curriculares do ENEM (BRASIL, 2000) e no Novo ENEM (BRASIL, 2009), mostrando, mesmo timidamente, um alinhamento entre os objetivos gerais dos estudos CTS com os PCNEM e Novo ENEM.

O presente trabalho objetiva investigar de que maneira os pressupostos de um currículo com ênfase nas inter-relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade estão efetivamente presentes no Novo ENEM (2009 e 2010), na área do conhecimento que abrange as Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Esse tipo de investigação é importante, pois o MEC tem a intenção de usar o ENEM como instrumento que define diretrizes para as escolas de nível médio (BRASIL, 2009). O que de fato é exigido no ENEM? Conteúdos de Física, Química e Biologia desvinculados dos aspectos sociais, econômicos e históricos ou conhecimentos científicos e tecnológicos contextualizados e atrelados a uma formação que promoveria um posicionamento crítico dos alunos frente a problemas sociais?

O papel do Exame Nacional do Ensino Médio no contexto atual

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) foi criado em 1998 com o intuito de aferir a qualidade do ensino médio no Brasil, avaliando se o aluno desenvolveu, ao longo de sua escolarização, certas competências fundamentais (BRASIL, 2000). O exame vem ganhando importância nos últimos anos principalmente por sua utilização, a partir de 2005, como forma de acesso às instituições particulares de ensino superior, por meio do Programa Universidade para Todos (PROUNI) e, a partir de 2009, como exame de ingresso em instituições de ensino superior, federais e estaduais.

O Ministério da Educação (BRASIL, 2009) argumenta que um processo de seleção nacional unificado auxiliaria no processo de democratização das vagas nas universidades federais e que “um exame nacional, desenvolvido com base numa concepção de prova focada em habilidades e conteúdos mais relevantes, passaria a ser importante instrumento de políticas educacionais”. Tal medida é uma resposta à supervalorização que os vestibulares encontram nas escolas de ensino médio, já que os exames de admissão em instituições de ensino superior, cujo foco são os conteúdos específicos, em sua maioria, não estão em concordância

com os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM). O ENEM teria também o papel de auxiliar na sinalização do que de fato deve ser ensinado nas escolas.

Os ENEM's de 1998 a 2008 eram compostos por uma redação e suas questões eram desenvolvidas em torno de 5 competências e 21 habilidades, constituindo-se de 63 questões, 3 para cada habilidade. Serão adotadas as definições presentes no Documento Básico do ENEM:

Competências são as modalidades estruturais da inteligência, ou melhor, ações e operações que utilizamos para estabelecer relações com e entre objetos, situações, fenômenos e pessoas que desejamos conhecer. As *habilidades* decorrem das competências adquiridas e referem-se ao plano imediato do “saber fazer”. Por meio das ações e operações, as habilidades aperfeiçoam-se e articulam-se, possibilitando nova reorganização das competências.

(BRASIL, 2000, p.5)

Em 2009 o ENEM foi reestruturado e passou a ser desenvolvido em torno de 5 eixos cognitivos, comuns a todas as áreas do conhecimento. Além disso, a prova foi dividida em 4 áreas de conhecimento, cada uma com suas próprias competências, em concordância com os PCNEM:

- Linguagens, Códigos e suas Tecnologias (9 competências);
- Matemática e suas Tecnologias (6 competências);
- Ciências da Natureza e suas Tecnologias (8 competências);
- Ciências Humanas e suas Tecnologias (6 competências).

Nesta nova estrutura, a prova passou a ser aplicada em dois dias, já que passou a ser composta por 180 questões distribuídas por áreas do conhecimento, além da redação. Cada uma destas áreas possui 45 questões e são avaliadas com base em 30 habilidades particulares.

O movimento CTS

Ao revisarem artigos em cinco periódicos nacionais, no período de 2000 a 2007, Sutil et al. (2008) apontaram a consolidação dos estudos CTS como enfoque ou tendência de pesquisa. Os autores detectaram que algumas pesquisas utilizam e citam os Parâmetros Curriculares Nacionais como forma de justificava da inserção de práticas didáticas CTS no contexto educacional brasileiro, muito embora deva ser reconhecido que o objetivo educacional dessa perspectiva tende a ser muito mais amplo do que o mero utilitarismo, muitas vezes implícito, encontrado nos PCN's.

O movimento CTS teve origem entre as décadas de 60 e 70, em decorrência de olhares mais críticos sobre a atividade científico-tecnológica que, até então, possuía uma imagem positiva frente à sociedade. A partir da reflexão sobre as implicações militares da Ciência e da Tecnologia, sobre a degradação ambiental e sobre o modelo linear de desenvolvimento - modelo em que se acredita que o desenvolvimento científico gera mais desenvolvimento tecnológico e este, por sua vez, acarreta em mais desenvolvimento econômico e, conseqüentemente, gera maior bem estar social - o status positivo da Ciência e a Tecnologia

começou a ser questionado e os estudos dos aspectos sociais da Ciência e a Tecnologia tiveram seu início.

É importante salientar que este movimento teve início em países capitalistas centrais, onde a ciência e tecnologia são mais desenvolvidas e passaram por processos de desenvolvimento bem distintos do nosso. No Brasil, com sua história democrática relativamente recente, ainda não existe uma cultura de participação e os objetivos do movimento CTS devem ser assumidos criticamente, não como uma simples importação do movimento em outros países (AULLER e BASSO, 2001).

O movimento CTS desde seu início desenvolveu-se basicamente em três domínios: da pesquisa, das políticas públicas e da educação. A perspectiva CTS no campo da educação, que é o de interesse para o presente trabalho, é bastante difundida. No Brasil, porém, ainda não está integrada à prática docente, em parte pela escassez de materiais didáticos com tal enfoque. Como outros motivos para tal, citam-se a formação deficiente dos professores nesta perspectiva e o fato de, em geral, os vestibulares serem focados justamente no conhecimento enciclopédico, cujo objetivo principal é o cumprimento exaustivo e superficial dos conteúdos programáticos.

Um enfoque CTS, segundo Cerezo (1998), constitui uma diversidade de programas interdisciplinares que, enfatizando uma dimensão social da Ciência e da Tecnologia, compartilham: 1) o rechaço da imagem da ciência como atividade pura; 2) a crítica à concepção de tecnologia como ciência aplicada e neutra; 3) crítica à tecnocracia.

Aikenhead et al. (1994 apud Santos e Mortimer, 2002) defendem que uma perspectiva CTS tem como principal objetivo promover uma Alfabetização Científica e Tecnológica, “auxiliando o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões”.

Mais recentemente e no contexto brasileiro, uma análise da produção científica sobre CTS em artigos do Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, no período de 1998 a 2008, Abreu et al. (2010) diagnosticaram o surgimento de uma ênfase ambiental a partir do ano de 2004 nas pesquisas. Os trabalhos, então, começaram a usar a sigla CTSA (ciência, tecnologia, sociedade e ambiente). Os autores não identificaram nenhuma característica particular que diferenciasses os trabalhos CTSA analisados dos CTS. Tal distinção ainda está em discussão e a crítica vem do fato de se considerar o ambiente como constituinte da sociedade e “ao destacar o ambiente da sociedade abre-se espaço para uma fragmentação que inicialmente o enfoque CTS se propunha a superar” (Abreu et al., 2010).

Metodologia

No presente trabalho analisamos a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) do ENEM de 2009 e 2010. O objetivo foi pesquisar de que forma o Exame aborda as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade em suas questões.

A análise foi desenvolvida em dois contextos de investigação. No primeiro contexto fez-se uma análise da atual Matriz de Referência para o ENEM (MR) e seu anexo, contendo os objetos de conhecimento associados à Biologia, Química e Física, no qual se procurou aspectos que indicassem a presença dos pressupostos da perspectiva CTS. Com essa finalidade fez-se uma divisão da Matriz em blocos, cada bloco contendo uma competência de área e suas habilidades correspondentes.

No segundo contexto analisou-se o ENEM procurando indícios de concepções que ilustrassem aspectos da perspectiva CTS presentes nas questões de CNT.

Para isso, fez-se uma leitura flutuante inicial das 90 questões do ENEM relativas à área, onde foram construídas categorias provisórias. Com esses dados e à luz da revisão da literatura foram criadas cinco categorias gerais de análise:

- a) visão de ciência;
- b) aspectos vinculados à tecnologia;
- c) relação entre a Ciência e Tecnologia (C&T) com a Sociedade;
- d) forma de contextualização;
- e) exigência de posicionamento frente a problemas sociais.

Na primeira categoria procuramos buscar quais visões de ciência estão presentes em cada questão do Exame, analisando, entre outros aspectos, se as questões estão passando uma idéia de ciência como uma construção humana ou como uma forma de conhecimento neutro, desvinculado da sociedade.

Para construção da segunda categoria, utilizou-se a classificação de tecnologia apresentada por PACEY apud BAZZO (2003). Segundo o autor, existem três aspectos referentes à tecnologia.

- a) aspecto técnico: conhecimentos, habilidades e técnicas; instrumentos, ferramentas e máquinas; recursos humanos e materiais; matérias primas, produtos obtidos, dejetos e resíduos.
- b) aspecto organizacional: atividade econômica e industrial, atividade profissional dos engenheiros, técnicos e operários da produção; usuários e consumidores; sindicatos.
- c) aspectos culturais: objetivos, sistema de valores e códigos éticos, crenças sobre o progresso, consciência e criatividade.

Normalmente, os aspectos organizacionais e culturais da tecnologia não são evidenciados, veiculando uma visão de tecnologia desvinculada do contexto social e cultural em que está inserida (SANTOS e MORTIMER, 2002). Nesta categoria estaremos procurando quais destes aspectos aparecem nas questões do ENEM com o objetivo de entender qual concepção de tecnologia está presente no exame. Examinamos apenas as questões que trabalhavam os conteúdos tecnológicos em seu enunciado, deixando de fora da análise questões que só citavam a tecnologia como forma de contextualização.

Segundo Peixoto e Linhares (2010) uma das características marcantes do ENEM desde o seu início é a contextualização, permanecendo presente inclusive após as mudanças ocorridas no ano de 2009.

Numa perspectiva CTS, que objetiva romper com as visões de ciência e tecnologia desvinculadas da sociedade e proporcionar um pensamento crítico que possibilite a tomada de decisão frente a problemas sociais, a contextualização assume um papel importante.

Por esses motivos foi criada uma categoria de análise com o intuito de investigar de que forma a contextualização aparece nas questões: se é apenas utilizada como pano de fundo para ilustrar um conhecimento abstrato e enciclopédico ou se agrega relações do conteúdo científico e tecnológico a aspectos sociais. O primeiro aspecto representa a concepção que denominamos contextualização fraca, enquanto o segundo aspecto será denominado contextualização forte.

Na categoria “relação entre a Ciência e Tecnologia com a Sociedade” procuramos caracterizar as questões em relação à maneira em que ela explicita ou não as relações entre C&T e a sociedade.

- Os conhecimentos científicos e tecnológicos são apresentados desvinculados da sociedade.
- Os conhecimentos científicos e tecnológicos são apresentados como sofrendo uma influência da sociedade.
- Os conhecimentos científicos e tecnológicos interferem nas decisões sociais, mas não são influenciados pela sociedade.
- Existe uma articulação entre conhecimento científico e tecnológico como fruto de interesses sociais e influenciadores do plano social.

Por fim, contemplando o objetivo principal de um ensino com foco CTS foi criada uma categoria na qual analisamos se a questão exige do aluno posicionamento crítico frente a problemas de ordem social apresentados. Outro quesito avaliado é se a questão deixa explícito o jogo de interesses entre grupos sociais.

Acreditamos que essas categorias podem nos auxiliar a ter uma visão global sobre a forma na qual as relações Ciência-Tecnologia-Sociedade estão presentes no Exame Nacional do Ensino Médio.

Análise dos dados

Analisando as competências e habilidades em blocos, ficou evidente que a Matriz de Referência relativa às Ciências da Natureza e suas Tecnologias se aproxima, em todos os 8 blocos analisados, dos pressupostos de um ensino com ênfase CTS, conforme o exemplo a seguir:

Competência da área 1 – Compreender as ciências naturais e as tecnologias a elas associadas com 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.

Neste caso específico nota-se que a própria competência de área indica uma tendência de humanização da ciência e tecnologia, combatendo uma visão de neutralidade da ciência e da tecnologia, aspecto este reforçado pela habilidade 3.

Já as habilidades 2 e 4 apontam para uma cobrança em relação à tomada de decisão frente a problemas sociais fundamentada em conhecimento científico e tecnológico.

Analisando os demais blocos, foram encontrados resultados semelhantes, mostrando um alinhamento entre os objetivos de avaliação do ENEM e os objetivos pleiteados pelo enfoque

CTS. É importante salientar que as análises foram feitas considerando os blocos como um todo.

O MEC disponibiliza, junto com as MR, os “Objetos de conhecimento associados às Matrizes Referenciais”. No documento podemos notar que as disciplinas de Biologia e Química apresentam como objetos de conhecimento conteúdos que relacionam seus conhecimentos específicos com aspectos sociais, a saber:

Qualidade de vida das populações humanas - Aspectos biológicos da pobreza e do desenvolvimento humano. Indicadores sociais, ambientais e econômicos. Índice de desenvolvimento humano. Principais doenças que afetam a população brasileira: caracterização, prevenção e profilaxia. Noções de primeiros socorros. Doenças sexualmente transmissíveis. Aspectos sociais da biologia: uso indevido de drogas; gravidez na adolescência; obesidade. Violência e segurança pública. Exercícios físicos e vida saudável. Aspectos biológicos do desenvolvimento sustentável. Legislação e cidadania.

Relações da Química com as Tecnologias, a Sociedade e o Meio Ambiente - Química no cotidiano. Química na agricultura e na saúde. Química nos alimentos. Química e ambiente. Aspectos científico-tecnológicos, socioeconômicos e ambientais associados à obtenção ou produção de substâncias químicas. Indústria Química: obtenção e utilização do cloro, hidróxido de sódio, ácido sulfúrico, amônia e ácido nítrico. Mineração e Metalurgia. Poluição e tratamento de água. Poluição atmosférica. Contaminação e proteção do ambiente.

(BRASIL, 2009)

Em contraste, os objetos de conhecimento apresentados pela Física se limitam a listar os conteúdos de Física tradicionalmente abordados no ensino médio, sem qualquer vínculo com os aspectos sociais, históricos ou culturais.

Terminada essa análise das intenções do ENEM, passamos para a análise das questões com base nas categorias apresentadas na metodologia.

Em relação à *visão de ciência* encontrada na prova, nenhuma questão evidencia o caráter humano da ciência. Os conteúdos são apresentados sem estabelecer uma relação entre a produção do conhecimento e suas finalidades. Esta abordagem pode passar uma impressão de ciência neutra, desvinculada de valores humanos.

Quanto à análise dos *aspectos tecnológicos*, em 2009 havia 5 questões que apresentavam tecnologias relacionadas aos conteúdos científicos, porém tais questões enfatizavam apenas os aspectos técnicos da tecnologia, não levando em consideração seus aspectos organizacionais e culturais. Dessa forma, o exame pode estar passando uma idéia de neutralidade, incompatível com uma proposta CTS e sua própria Matriz de Referência. Em 2010 encontramos apenas duas questões em que uma tecnologia aparece explicitamente e mais uma vez, apenas o aspecto técnico é evidenciado.

A questão 31 da prova azul do ENEM do ano de 2009 (figura 1) é um exemplo de como as questões que imprimem aspectos associados à tecnologia foram analisadas. Podemos notar que dos três aspectos vinculados à tecnologia da nossa categoria, apenas os técnicos são trabalhados, ou seja, os conteúdos tecnológicos e de funcionamento. Deixando de fora a

relação das possíveis influências dessa tecnologia sobre a população, tanto em relação à saúde quando em relação às mudanças sociais causadas pelo desenvolvimento dessas tecnologias. A questão também deixa de enfatizar qualquer menção aos interesses econômicos que motivam a inserção dessas tecnologias no mercado.

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.

Figura 1: Questão 31 da prova azul do ENEM do ano de 2009.

Examinando as *relações entre C&T e Sociedade* nas questões, chegamos ao resultado resumido na tabela 1:

Tabela 1: Relações entre conteúdo científico e tecnológico e sociedade no ENEM.

Ano	Os conhecimentos científicos e tecnológicos são apresentados como sofrendo interferência de uma demanda social e econômica.	Os conhecimentos científicos e tecnológicos interferem nas decisões sociais, mas não são influenciados pela sociedade.	Existe uma articulação entre conhecimento científico e tecnológico como fruto de interesses sociais e influenciadores do plano social.
2009	0	8	1
2010	0	10	0

Como mostrado na tabela 1, em nenhuma das questões analisadas encontrou-se uma visão de que a sociedade influencia o conhecimento científico e tecnológico. É interessante notar que em algumas questões aparece a relação de C&T influenciando na sociedade e em um caso temos uma questão que trabalha as influências da sociedade na C&T e, concomitantemente, da C&T na sociedade. Estas relações aparecem na questão 13 do caderno azul do ano de 2009 (figura 4) que será discutida posteriormente. Nas outras questões (62) as influências do plano social na ciência e tecnologia e/ou as mudanças que a ciência e a tecnologia acarretam no plano social não aparecem explicitamente. Esse tipo de resultado mostra um avanço do ENEM frente a vestibulares tradicionais que não exploram os aspectos sociais do conhecimento (PINHEIRO et al., 2010).

Em relação à *contextualização* sintetizamos os resultados na tabela abaixo:

Tabela 2: Formas de contextualização presente na prova do ENEM.

Ano	O contexto é utilizado apenas para plano de fundo para encobrir uma abstração conceitual. (contextualização fraca).	O contexto é utilizado de uma forma ampla, levando em consideração questões sociais, econômicas, históricas, culturais. (contextualização forte)
2009	20	22
2010	30	15

Podemos notar que a prova do ENEM é altamente contextualizada, pois apenas 3 questões de 2009 não foram caracterizadas desta maneira. Esse é o caso da questão 16 (figura 2).

Questão 16

A figura seguinte representa um modelo de transmissão da informação genética nos sistemas biológicos. No fim do processo, que inclui a replicação, a transcrição e a tradução, há três formas proteicas diferentes denominadas *a*, *b* e *c*.

Depreende-se do modelo que

- a única molécula que participa da produção de proteínas é o DNA.
- o fluxo de informação genética, nos sistemas biológicos, é unidirecional.
- as fontes de informação ativas durante o processo de transcrição são as proteínas.
- é possível obter diferentes variantes proteicas a partir de um mesmo produto de transcrição.
- a molécula de DNA possui forma circular e as demais moléculas possuem forma de fita simples linearizadas.

Figura 2: Questão 16 da prova azul do ENEM do ano de 2009.

Fica evidente que nesta questão apenas os conhecimentos científicos puros são privilegiados, não relacionando este conhecimento a aspectos históricos, econômicos e sociais. Além disso, não há uma aproximação do conteúdo abordado pela questão ao cotidiano, assemelhando-se aos tradicionais vestibulares cujo caráter é conteudista.

A contextualização, como argumenta Santos (2007), muitas vezes é entendida como uma simples menção ao cotidiano, isto é, usa-se situações do dia-a-dia como forma de descrever os fenômenos através da linguagem científica, sem se preocupar em explorar as dimensões sociais envolvidas em tais situações. Na concepção do autor, esta forma de contextualizar serve apenas para maquiagem a abstração de um ensino puramente conceitual e enciclopédico (contextualização fraca). Entretanto, a contextualização pode ser mais rica se integrar os aspectos sociais, políticos, econômicos e culturais a tais situações para, de fato, ser relevante à formação de cidadãos (contextualização forte).

Diferentemente da questão 16, apresentamos agora a questão 1 da prova do ENEM do ano de 2009 (figura 3) que classificamos na categoria “contextualização forte”. Percebemos uma relação entre os conteúdos de Química com aspectos históricos (Revolução Industrial) e com problemas ambientais (desmatamento). Além disso, relaciona o desenvolvimento de C&T com influências negativas no plano social. Pode-se perceber também que os dados apresentados no enunciado auxiliam na resolução do problema, não aparecendo como uma simples forma de ilustrar o conhecimento apresentado.

Questão 1

A atmosfera terrestre é composta pelos gases nitrogênio (N_2) e oxigênio (O_2), que somam cerca de 99%, e por gases traços, entre eles o gás carbônico (CO_2), vapor de água (H_2O), metano (CH_4), ozônio (O_3) e o óxido nitroso (N_2O), que compõem o restante 1% do ar que respiramos. Os gases traços, por serem constituídos por pelo menos três átomos, conseguem absorver o calor irradiado pela Terra, aquecendo o planeta. Esse fenômeno, que acontece há bilhões de anos, é chamado de efeito estufa. A partir da Revolução Industrial (século XIX), a concentração de gases traços na atmosfera, em particular o CO_2 , tem aumentado significativamente, o que resultou no aumento da temperatura em escala global. Mais recentemente, outro fator tornou-se diretamente envolvido no aumento da concentração de CO_2 na atmosfera: o desmatamento.

BROWN, I. F.; ALECHANDRE, A. S. Conceitos básicos sobre clima, carbono, florestas e comunidades. A. G. Moreira & S. Schwartzman. *As mudanças climáticas globais e os ecossistemas brasileiros*. Brasília: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, 2000 (adaptado).

Considerando o texto, uma alternativa viável para combater o efeito estufa é

- A) reduzir o calor irradiado pela Terra mediante a substituição da produção primária pela industrialização refrigerada.
- B) promover a queima da biomassa vegetal, responsável pelo aumento do efeito estufa devido à produção de CH_4 .
- C) reduzir o desmatamento, mantendo-se, assim, o potencial da vegetação em absorver o CO_2 da atmosfera.
- D) aumentar a concentração atmosférica de H_2O , molécula capaz de absorver grande quantidade de calor.
- E) remover moléculas orgânicas polares da atmosfera, diminuindo a capacidade delas de reter calor.

Figura 3: Questão 1 da prova azul do ENEM do ano de 2009.

Com base em nossa classificação pode-se inferir também que houve uma diminuição no grau de contextualização de 2009 para 2010.

Em relação à análise referente à cobrança de um *posicionamento crítico do aluno frente a um problema social*, notamos que esse tipo de questão esteve presente nos dois anos analisados, aparecendo cinco questões no ano de 2009 e quatro no ano de 2010. Foi também diagnosticado que em duas das questões de 2009 e em uma questão de 2010 o exame explorou o jogo de interesses entre grupos sociais vinculados aos problemas propostos. Esse tipo de cobrança aparece em questões de forte contextualização e que evidenciam as ligações entre Sociedade e C&T, estando vinculada com os objetivos de uma ênfase CTS. Exemplo disto é a questão 13 do ENEM de 2009 (figura 4).

Questão 13

A abertura e a pavimentação de rodovias em zonas rurais e regiões afastadas dos centros urbanos, por um lado, possibilita melhor acesso e maior integração entre as comunidades, contribuindo com o desenvolvimento social e urbano de populações isoladas. Por outro lado, a construção de rodovias pode trazer impactos indesejáveis ao meio ambiente, visto que a abertura de estradas pode resultar na fragmentação de *habitats*, comprometendo o fluxo gênico e as interações entre espécies silvestres, além de prejudicar o fluxo natural de rios e riachos, possibilitar o ingresso de espécies exóticas em ambientes naturais e aumentar a pressão antrópica sobre os ecossistemas nativos.

BARBOSA, N. P. U.; FERNANDES, G. W. A destruição do jardim. *Scientific American* Brasil. Ano 7, número 50, dez. 2006 (adaptado).

Nesse contexto, para conciliar os interesses aparentemente contraditórios entre o progresso social e urbano e a conservação do meio ambiente, seria razoável

- A) impedir a abertura e a pavimentação de rodovias em áreas rurais e em regiões preservadas, pois a qualidade de vida e as tecnologias encontradas nos centros urbanos são prescindíveis às populações rurais.
- B) impedir a abertura e a pavimentação de rodovias em áreas rurais e em regiões preservadas, promovendo a migração das populações rurais para os centros urbanos, onde a qualidade de vida é melhor.
- C) permitir a abertura e a pavimentação de rodovias apenas em áreas rurais produtivas, haja vista que nas demais áreas o retorno financeiro necessário para produzir uma melhoria na qualidade de vida da região não é garantido.
- D) permitir a abertura e a pavimentação de rodovias, desde que comprovada a sua real necessidade e após a realização de estudos que demonstrem ser possível contornar ou compensar seus impactos ambientais.
- E) permitir a abertura e a pavimentação de rodovias, haja vista que os impactos ao meio ambiente são temporários e podem ser facilmente revertidos com as tecnologias existentes para recuperação de áreas degradadas.

Figura 4: Questão 13 da prova azul do ENEM do ano de 2009.

A questão começa evidenciando os aspectos positivos e negativos do desenvolvimento industrial, ou seja, há uma preocupação em clarificar que existe interferência da C&T sobre a sociedade e que tal fato não produz necessariamente bem estar social, como prega a concepção de modelo linear de desenvolvimento. Ao mesmo tempo há indícios de uma interferência da sociedade sobre a C&T, já que a construção da estrada está condicionada à real necessidade dessas comunidades. Feito isso, cobra-se um posicionamento crítico do aluno frente ao problema proposto, de forma que consiga utilizar os conhecimentos de Biologia e seja capaz de ponderar entre os interesses das comunidades rurais, que não têm acesso fácil aos benefícios dos grandes centros, e os interesses da coletividade, que é prejudicada pela degradação ambiental, ou seja, sua resposta deve levar em consideração aspectos da C&T e Sociais.

Conclusão

Na pesquisa constatou-se que o Exame Nacional do Ensino Médio de 2009 e 2010 apresentam compromissos com pressupostos de um currículo com ênfase CTS. Tais pressupostos aparecem nas questões quando é exigido um posicionamento crítico dos alunos frente a problemas sociais, enfatizando-se as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Percebeu-se também que a Matriz de Referência do Novo ENEM apresenta aspectos de CTS em todas suas competências de área enquanto a prova trabalha estes aspectos apenas em algumas questões. Notou-se ainda que quando focamos as questões de Física identificamos uma menor contextualização e uma menor aproximação ao enfoque CTS, mostrando um caráter ainda conteudista e enciclopédico da mesma. Seria interessante uma pesquisa futura que analisasse os pressupostos CTS nas questões, dividindo-as por disciplinas e analisando seu caráter interdisciplinar.

Ainda que os estudos CTS sejam muito relevantes na área de pesquisa em Ensino de Física e que tal abordagem apareça timidamente nos PCNEM e, de forma mais evidente, nas Orientações Curriculares (BRASIL, 2006) sua introdução no ensino médio permanece praticamente ausente. O ENEM, que se transformou nos últimos anos em instrumento de seleção para o ensino superior, pode fomentar a introdução desse enfoque no ensino médio, já que existe uma tendência, embora não de todo desejável, das escolas organizarem seu conteúdo segundo a perspectiva educacional presente nos exames de admissão no ensino superior.

Referências Bibliográficas

ABREU, T.; FERNANDES, J. P.; MARTINS, I. Uma análise qualitativa e quantitativa da produção científica sobre CTS (Ciência, Tecnologia, Sociedade) e, periódicos da área de ensino de Ciência no Brasil.

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**. v.7, n.1, p.1-13, 2001. **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Florianópolis, 2009.

BAZZO, W. **Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Cadernos de Ibero - América. 2003.

BRASIL. ENEM - Exame Nacional do Ensino Médio. Documento Básico. Brasília, INEP, 2000

_____. ENEM - Matriz de Referência para o ENEM 2009. Disponível em: <<http://www.enem.inep.gov.br/>>. Acesso em 13 jul. 2011, 14:00.

_____. Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Vol. 2: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, 2006.

_____. PCNEM - PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS: ENSINO MÉDIO/ Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. Brasília: Ministério da Educação, 1999.

CARVALHO, R. O discurso pedagógico de professores e a qualidade do ensino das ciências no nível médio. 157 f. Dissertação (Doutorado em Educação em Ciência e Saúde) – Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011.

CEREZO, J. A. L. Ciência, Tecnologia y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. In: revista Iberoamericana de Educación, nº18, p.1-25, 1998.

PEIXOTO, K. C. Q. C.; LINHARES, M. P. Novo ENEM: o que mudou? Uma investigação dos conceitos de física abordados no exame. **XII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física**, Águas de Lindóia, 2010.

PINHEIRO, N. C.; OSTERMANN, F. Uma análise comparativa das questões de Física no novo ENEM e em provas de vestibular no que se refere aos conceitos de interdisciplinaridade e contextualização. **XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2010, Águas de Lindóia. Anais do XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2010.

SANTOS, L. P. S.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciência**. v.02, n2, p1-23, 2002.

SUTIL, N.; BORTOLETTO, A; CARVALHO, W; CARVALHO, L. M. O. CTS e CTSA em periódicos nacionais em ensino de Ciência/Física (2000-2007): Aspectos epistemológicos e sociológicos. **XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Curitiba, 2008.

SANTOS, W. L. P. (2008). Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, v.1 n. especial, 2007.