

ENEM 2009: articulações entre CTS, interdisciplinaridade e contextualização evidenciadas nas questões das Ciências da Natureza*

ENEM 2009: articulations between STS, interdisciplinary and contextualization evidence in the questions of Science

*Elisangela Matias Miranda¹, Alini Roberta Alves²; Maria Luiza Machado
Menten³; Denise de Freitas^{4†}, Vânia Gomes Zuin⁵, Alice Helena Campos
Pierson⁶*

Universidade Federal de São Carlos

*elismm@gmail.com¹; aliniralves@hotmail.com²; lumenten@gmail.com³; dfreitas@ufscar.br⁴,
vaniaz@ufscar.br⁵, apierson@ufscar.br⁶*

Resumo

O presente trabalho analisa como ocorrem as situações de contextualização e interdisciplinaridade nas questões que envolvem conhecimentos biológicos da Prova azul de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do ENEM aplicado no ano de 2009. A análise revelou que a contextualização das questões ocorreu com temas das áreas de Ecologia, Genética e Fisiologia, com o intuito de ilustrar o conhecimento científico ou como parte do cotidiano físico do aluno. O enfoque educativo CTS foi aplicado como estratégia para ilustrar os conceitos científicos e/ou as competências/habilidades a serem verificados e não como possibilidade de interpretar a ciência. A interdisciplinaridade ocorreu pela união de conceitos de Biologia com os da Geografia, no entanto, ela esteve ausente em 55% das questões. Ainda considerando este aspecto, a maior parte das questões interdisciplinares apresentou a “união entre as disciplinas”, pois não se verificaram separações entre os conhecimentos, mas uma correlação mais profunda entre os conteúdos disciplinares.

Palavras-chave: ENEM, Interdisciplinaridade, Contextualização, CTS.

Abstract

This study analyzes the way in which situations of contextualization and interdisciplinary occur in issues involving biological knowledge in Blue Test of Natural Sciences and their Technologies of ENEM applied in 2009. The analysis revealed that the contextualization of the issues occurred with subjects in the areas of Ecology, Genetics, and Physiology, in order to illustrate the scientific knowledge or as part of everyday life learner. The STS approach was applied as a strategy to illustrate scientific concepts and / or skills / abilities and not to be seen as a possibility to interpret science. Interdisciplinary was given by the union of biology with concepts of geography, however, it was absent in 55% of the issues discussed. Even considering this aspect, most of the interdisciplinary issues presented "union between disciplines", because there were no barriers between knowledge, but a deeper correlation between content of the disciplines.

Keywords: ENEM, Interdisciplinary, Contextualization, STS.

* Uma versão preliminar deste artigo foi apresentada no II Seminário Ibero-Americano Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências. Brasília - DF: Universidade de Brasília, 2010.

† Com auxílio da CAPES

Introdução

O ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) é uma avaliação que ocorre todos os anos desde 1998, com o objetivo de “avaliar o desempenho do aluno ao término da escolaridade básica, para aferir o desenvolvimento de competências fundamentais ao exercício pleno da cidadania” (ENEM: documento básico 2000, 1999, p. 5).

A cada ano o número de estudantes participantes foi mais expressivo (em sua primeira edição houve uma média de 157 mil inscritos). Treze anos depois da criação do ENEM o número de inscritos chega a ser 40 vezes maior, do que em sua primeira edição, ao ponto que no ano de 2011 foram realizadas 6.221.697 inscrições. Contudo, somente 5,4 milhões inscritos estão aptos para realizarem o exame no presente ano. Em relação às regiões, segundo o Ministério da Educação (MEC), a com maior inscritos foi a Sudeste que teve 2.312.312 inscrições, seguida pela região Nordeste com 1.903.135, Sul com 780.802, Norte com 651.995 e a Centro-Oeste 573.453 inscritos[‡].

Estes números revelam que o exame se popularizou possivelmente pela alteração de sua função. No decorrer de treze anos de existência do ENEM, este sofreu algumas alterações a partir de uma iniciativa do MEC de remodelar as formas de acesso ao ensino superior, ou mesmo como uma forma de questionar os modelos atuais dos exames vestibulares. Até o ano de 2004 o número de inscritos no ENEM não passava de 1 milhão, contudo em 2005 o ENEM obteve uma grande expansão no número de inscritos chegando a 2,9 milhões, uma vez que, além servir como base na avaliação do desempenho dos estudantes ao final da Educação Básica, passou a ser um dos instrumentos para o ingresso de estudantes nas universidades privadas através do PROUNI (Programa Universidade para Todos). Além dessas novas funções, outras universidades privadas também passaram a utilizar os resultados do referido exame, parcial ou integralmente, para classificar os estudantes em seus processos seletivos. Dessa forma, até o ano de 2008 o ENEM esteve pautado em uma matriz de cinco competências (dominar linguagens, compreender fenômenos, enfrentar situações-problema, construir argumentação e elaborar propostas) e 21 habilidades.

Em 2009, o processo de mudanças culminou na implementação de uma nova proposta para o ENEM com a finalidade de “democratizar as oportunidades de acesso às vagas federais no ensino superior, possibilitar mobilidade acadêmica e induzir a reestruturação dos currículos do Ensino Médio”[§]. Consequentemente, algumas alterações foram realizadas na matriz de referência deste exame – as competências utilizadas até o ano de 2008 passaram a ser consideradas eixos cognitivos que são comuns a todas as áreas e, cada uma das áreas passou a ter as suas respectivas competências e habilidades.

De acordo com o INEP a prova do ENEM segue um modelo que o difere dos processos avaliativos tradicionais, uma vez que ela se baseia na interdisciplinaridade e contextualização dos fatos, colocando os estudantes frente a situações-problema e valorizando sua autonomia para fazer escolhas e tomar decisões.

E no ano de 2010, uma nova alteração realizada pelo MEC deu ao ENEM mais importância, ao possibilitar que o exame substituísse o vestibular das universidades federais. A partir de 2010 o ENEM passou a ser um vestibular unificado que possibilita o acesso a mais de 50 instituições federais de ensino superior, as quais detêm certa de 47 mil vagas que passaram a ser oferecidas aos estudantes por meio do Sistema de Seleção Unificada (Sisu). No ano de 2010, o ENEM também passou a possibilitar a “certificação de proficiência equivalente à conclusão do ensino médio para os fins da certificação da educação de jovens e adultos”, por

[‡] Disponível em: < <http://portal.inep.gov.br> >. Acesso em: 1 julho. 2011.

[§] Disponível em: < <http://portal.inep.gov.br/web/> >. Acesso em: 1 julho. 2011. <http://portal.inep.gov.br/web/enem>

meio da portaria nº 183, publicada em 22 de fevereiro de 2010^{**}. Para 2011, há outra mudança: a participação no ENEM será obrigatória para quem quiser financiar seus estudos por meio do Fundo de Financiamento ao Estudante do Ensino Superior (Fies). E para 2012, a nova alteração será a realização de duas edições do ENEM, como prevê a portaria de nº 110 publicada em 18 de maio de 2011^{††}.

Referencial teórico

O ENEM, como uma proposta de processo avaliativo, emerge no âmbito das reformas curriculares para o ensino médio em curso nos dias atuais, as quais tiveram início no final do século XX. A partir da LDB (Lei de Diretrizes e Bases, BRASIL, 1999-a), tais reformas foram inicialmente estruturadas sob a forma das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - DCNEM (BRASIL, 1999-c) e dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - PCNEM (BRASIL, 1999-b) e seguidas por uma série de propostas e ações norteadas pelos mesmos princípios desses documentos oficiais, dentre os quais o ENEM constitui um importante referencial. Toda essa produção relativa às reformas curriculares para o ensino médio apresenta a contextualização, em associação com a interdisciplinaridade, como um conceito central cuja incorporação às práticas escolares poderia, de acordo com os documentos oficiais acima referidos, superar a histórica dicotomia entre teoria e prática ou entre o ensino propedêutico e o ensino profissionalizante. Nesse sentido, compreender o significado de “contextualização dos conteúdos”, conceber ações pedagógicas que expressem tal conceito e possibilitem a superação da dualidade de formar para o trabalho e formar para o pleno desenvolvimento humano passaram a serem tarefas centrais dos professores que atuam na escola média.

Embora a Lei de Diretrizes e Bases não faça referência explícita à contextualização, é possível notar, logo em suas primeiras linhas, um indicativo de que tal conceito constitui um dos princípios norteadores deste importante documento: “A educação deverá vincular-se ao mundo do trabalho e à prática social” (BRASIL, 1999-a, artigo 1, parágrafo 2º-), o que sugere a valorização dos contextos do trabalho e da cidadania.

No entanto, nos PCNEM e nas DCNEM a contextualização e a interdisciplinaridade destacam-se como estratégias para dar significado ao conhecimento escolar (BRASIL, 1999-b, p. 12), uma vez que a interdisciplinaridade, ao “utilizar os conhecimentos de várias disciplinas para resolver um problema concreto ou compreender um fenômeno sobre diferentes pontos de vista (...) pode criar as condições necessárias para uma aprendizagem motivadora...”, na medida em que traz conteúdos que se relacionam “aos assuntos ou problemas que dizem respeito à vida da comunidade” (BRASIL, 1999-b, p. 34/36). Ou seja, contextualização e interdisciplinaridade estão estritamente inter-relacionadas, pois para contextualizar um determinado assunto e promover uma aprendizagem motivadora e significativa, há a necessidade de estabelecer vínculos entre o conteúdo a ser ensinado e outras disciplinas e/ou outras áreas do conhecimento. Tanto é que nas DCNEM (1999-c) a contextualização é apontada como o recurso capaz de “ampliar as possibilidades de interação não apenas entre as disciplinas nucleadas em uma área como entre as próprias áreas de nucleação” (p. 91).

Nessa pesquisa, consideramos que a contextualização pode ocorrer pela via das abordagens CTS na medida em que contextos tecnológicos e/ou sociais são empregados para situar e dar

^{**} Disponível em: < http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/legislacao/2010/portaria_183_22_fevereiro_2010.pdf >. Acesso em: 1 julho. 2011.

^{††} Disponível em: < <http://www.in.gov.br/imprensa/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=16&data=20/05/2011> >. Acesso em: 1 julho. 2011.

significado aos conceitos científicos, principalmente ao propiciar a interpretação da ciência em todas suas dimensões, o que amplia sobremaneira a abrangência do conhecimento científico e a responsabilidade social dos cidadãos.

Lopes (2002) destaca que nas DCNEM o contexto comporta três enfoques distintos: “a) trabalho; b) cidadania e c) vida pessoal, cotidiana e convivência” (p.390-391). No entanto, destaca que o contexto do trabalho tem posição privilegiada no documento, uma vez que assume o papel de princípio organizador do currículo, pois “nas sociedades contemporâneas, todos, independentemente de sua origem ou destino socioprofissional, devem ser educados na perspectiva do trabalho enquanto uma das principais atividades humanas (...). A riqueza do contexto do trabalho para dar significado às aprendizagens da escola média é incomensurável” (BRASIL, 1999-c, p.92).

De acordo com Lopes (2002), a proposta de contextualização apresentada pelas DCNEM para a área de Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias, identifica-se com uma recontextualização dos princípios curriculares que valorizam os conhecimentos e experiências dos alunos, já bastante difundidos e reconhecidos entre todos aqueles que atuam na área do ensino de ciências. Nesse sentido, propostas tão variadas de ensino contextualizado, como aquelas defendidas pelas abordagens CTS, emergem “hibridizadas aos princípios do eficientismo social. Os saberes prévios e cotidianos são incluídos em uma noção de contexto mais limitada em relação ao âmbito da cultura mais ampla. Contexto restringe-se ao espaço de resolução de problemas por intermédio da mobilização de competências.” (p.392). Desse modo, Lopes (2002) defende a necessidade de uma posição crítica em relação aos PCN por entender que sua finalidade educacional está voltada especificamente “para a inserção social no mundo produtivo globalizado” (p. 389). Ou seja, a contextualização dos conteúdos mediante a valorização dos saberes dos alunos, proposta tão cara a todos aqueles que atuam na área do ensino de ciências pela via das abordagens CTS, vem sendo recontextualizada de forma a compor um discurso ambivalente que busca harmonizar propostas muitas vezes antagônicas, o que pode engendrar práticas variadas e nem sempre condizentes com os objetivos de uma educação crítica.

Posição semelhante é defendida por Kuenzer (2002) quando faz uma análise das atuais propostas oficiais para o ensino médio. Reconhece a presença de alguns “avanços” no discurso oficial quando se discute o currículo pela via da interdisciplinaridade e contextualização, mas avalia o risco de que os “avanços” permaneçam restritos ao discurso, sem que representem uma ação concreta no sentido da criação de uma nova proposta que possibilite a efetiva superação da histórica dicotomia entre os ensinamentos propedêuticos e profissionalizantes. De acordo com Kuenzer (2002) isso se dá porque:

Uma concepção só ganha concretude quando tomada em relação às condições reais de sua implantação. Uma proposta que pretendesse garantir Ensino Médio tecnológico para todos atendendo a diferentes demandas individuais e sociais, exige vultoso investimento em espaço físico, equipamentos, contratação de professores e sua capacitação. (p.43).

Além de destacar a importância de que sejam garantidas as condições objetivas para a implantação de uma nova proposta pedagógica, Kuenzer (2002) considera que a possibilidade de estabelecer relações entre o conhecimento e o cotidiano mediante a contextualização, não será critério suficiente para a seleção dos conteúdos. Diante do caráter histórico da produção científica, filosófica e cultural, nem tudo o que precisa ser aprendido pode ser contextualizado, uma vez que podemos considerar a contextualização como a possibilidade de articular os conteúdos ou conhecimentos num certo enredo historicamente situado, talvez muito distante do cotidiano dos alunos, mas não da humanidade. Como afirma Kuenzer (2002): “O que e como ensinar de forma contextualizada, portanto, definem-se antes pelas

finalidades a atingir do que pelo imediatismo ou pelas necessidades práticas postas por um contexto supostamente neutro” (p. 75).

Portanto, como ficou evidente a partir da breve discussão acima apresentada, o conceito de contextualização emerge de forma polissêmica como princípio organizador das reformas curriculares para o ensino médio, podendo ser compreendido, incorporado e praticado de formas diversificadas e ambíguas. Em variadas situações, “a contextualização se aproxima da interdisciplinaridade, pois a aplicação em diferentes contextos implica relacionar conhecimentos de diferentes disciplinas”. (LOPES, 2004, p. 66). Vale lembrar que nos PCN a interdisciplinaridade destaca-se na disciplina Biologia por meio de duas vertentes: a primeira “está relacionada ao meio ambiente e assume a perspectiva holística da abordagem ambiental” e a segunda “tem sua base na própria biologia” (LOPES, 2004, p. 67). Desse modo, a primeira vertente abrange diversos campos do conhecimento, como Física, Química, Geografia, História e Filosofia tendo em vista a necessidade de abordar o ecossistema de forma mais ampla e complexa. A segunda vertente relaciona-se a questões mais específicas da Biologia que requerem a aplicação de conceitos, por exemplo, da Paleontologia para o estudo da teoria da evolução, da Química para a compreensão teoria celular e da Matemática para os estudos de genética.

De maneira geral, na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias, o texto híbrido dos PCN faz:

da interdisciplinaridade apenas uma inter-relação de campos disciplinares muito bem estabelecidos e sintonizados com o que tradicionalmente vem sendo ensinado no nível médio. A tensão entre disciplinaridade e interdisciplinaridade torna-se uma marca dos parâmetros, conferindo a seu texto a ambigüidade de um discurso que valoriza a integração ao mesmo tempo em que valoriza as disciplinas. (LOPES, 2004, p. 68).

Segundo Santos (2005, p. 145) “a construção de uma cidadania cultural, crítica e ativa demanda, como estratégia epistemológica, ancorar os conhecimentos sobre ciência em perspectivas CTS eticamente orientadas”. Nesse sentido, a interdisciplinaridade e a contextualização na educação CTS (incluindo a discussão de questões econômicas, políticas, éticas, históricas, filosóficas e sociológicas envolvidos com o desenvolvimento científico e tecnológico) dos conteúdos deveria ocorrer mediante a valorização dos saberes dos alunos. A educação científica numa perspectiva CTS, também, poderia promover por meio da análise dos impactos sociais da ciência e da tecnologia um aumento da participação, consciente e fundamentada, dos cidadãos na resolução e discussão de problemas ambientais causados pelos desenvolvimentos científicos e tecnológicos com o intuito de promover um desenvolvimento social justo e sustentável (ACEVEDO, VÁZQUEZ e MANASSERO, 2003).

Além disso, o ensino de ciências também deve possibilitar o questionamento dos “usos políticos do conhecimento científico, do valor econômico da inovação tecnológica e dilemas éticos de algumas tecnologias” (LÓPEZ CERESO, 2004, p. 6). Ao realizar estes questionamentos o professor poderia iniciar o processo pela busca da educação científica para o desenvolvimento da cidadania diretamente relacionada à democracia, além do desenvolvimento moral, afetivo e comportamental dos alunos, a aquisição de conteúdos científicos disciplinares também é desenvolvida na educação CTS. Segundo Kolsto (2008) o ensino deve objetivar formar alunos que sejam capazes de participar ativamente em processos de decisões, de modo crítico, conciente e responsável, em relação a diferentes aspectos científicos e tecnológicos relacionados, por exemplo, com aos problemas ambientais ou de riscos à saúde, que possam influenciam suas vidas ou toda a sociedade.

O contexto e objetivo da pesquisa

Este trabalho faz parte de uma dissertação de mestrado (ALVEZ, 2011) inserida em um projeto de pesquisa mais amplo intitulado: “Processos avaliativos nacionais como subsídios para a reflexão e o fazer pedagógicos no campo do ensino de ciências da natureza” que, envolveu três universidades (Unicamp, UFSC e UFSCar) sendo financiado pelo Observatório da Educação (Inep/MEC). Neste artigo buscamos analisar como ocorrem as situações de contextualização e interdisciplinaridade, em vistas aos pressupostos do enfoque CTS, nas questões que envolvem conhecimentos biológicos da Prova azul de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do ENEM, aplicada no ano de 2009. Esta prova foi escolhida em virtude de ser um ano marcado por mudanças na estrutura e objetivos do ENEM.

Metodologia

A análise da prova de Ciências da Natureza do ENEM 2009 foi pautada na metodologia da análise de conteúdo, a qual, segundo Bardin (1977, p.42) se baseia em:

um conjunto de técnicas de análise de comunicação visando a 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 destas mensagens.

Mais especificamente, realizou-se uma análise temática no estudo das questões da prova, em três fases: a) pré-análise, b) exploração das questões das provas do ENEM e, c) tratamento e interpretação. A pré-análise teve início com uma leitura conjunta das questões para a composição de uma visão geral da prova, o que propiciou a seleção prévia das questões em que o conteúdo de Biologia está presente. Na sequência, realizamos uma leitura mais criteriosa das questões inicialmente selecionadas, o que resultou em uma reconfiguração do grupo de questões a ser analisado. Na prova de 2009 foram selecionadas 20 questões do caderno de provas da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, o qual contou com 45 questões. Finalmente, realizamos a análise das questões a partir dos seguintes critérios: conteúdo específico de Biologia, interdisciplinaridade e contextualização via abordagem das relações CTS.

Na análise do conteúdo são formadas categorias utilizadas para melhor compreender os dados a serem estudados. Podem também ser constituídas Unidades de Análise, que podem ser de Contexto e Registro, diretamente relacionadas às categorias formuladas. Franco (2007) considera que as Unidades de Registro são a menor parte do conteúdo, enquanto as Unidades de Contexto são a parte mais ampla do contexto. Elas podem ser mais bem visualizadas no Quadro 1.

Unidade de Contexto	Questões de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (ENEM 2009)
Unidades de Registro	Caracterização da contextualização Aspectos referentes à interdisciplinaridade Relações entre a Ciência, Tecnologia e Sociedade evidenciadas

Quadro 1: Categoria “Contextualização e interdisciplinaridade, com ênfase no enfoque CTS, nas questões de Ciências da Natureza da prova do ENEM 2009” .

É válido destacar que na Unidade de Registro ‘Caracterização da contextualização’ foram levantados pontos referentes à finalidade da contextualização, ou seja, se ela foi utilizada para ilustração dos conhecimentos científicos ou se solicitou ao candidato uma tomada de atitudes num enfoque de transformação da realidade. Isto porque, acredita-se neste trabalho, que a

contextualização deveria ser utilizada na perspectiva de se cumprir um dos objetivos do enfoque CTS que é de formação crítica dos cidadãos (SANTOS, 2001), considerando assim, que o aluno nas aulas de ciências deveria construir e/ou desenvolver ferramentas para analisar, discutir e transformar a realidade que o cerca.

No que se refere à interdisciplinaridade foram analisadas as disciplinas envolvidas na questão e, quando presentes mais que uma, se havia integração/diálogo entre elas. As relações CTS foram também estudadas, verificando as possíveis relações presentes nas questões.

Resultados e Discussões

Na prova de 2009, dentre as 20 questões analisadas, identificamos três grandes áreas: Ecologia, Genética e Fisiologia. Em Ecologia, as questões abordaram aspectos de mudanças climáticas (questão 1 e 9), ciclos biogeoquímicos (questão 6), fragmentação de habitats (questão 13), controle e erradicação de doenças (questão 25), características de comunidades-mata ciliar (questão 28), compostagem (questão 34) e poluição-toxicidade de efluentes (questão 42). Em Genética foram identificadas questões referentes à herança genética (questões 16 e 41), seleção natural (questão 33), ciclo da vida (questão 21), modificação genética (questão 7) e genótipo e fenótipo (questão 4).

Aspectos como metabolismo de substâncias (questões 2 e 22), temperatura corpórea (questão 11) e funcionamento do olho humano (questão 37) apareceram na grande área Fisiologia. Identificou-se também o conhecimento específico de vacina (questão 3), referente à Imunologia, e o conhecimento de fotossíntese (questão 10), referente à área de Fisiologia Vegetal.

No Quadro 2 apresenta-se uma síntese que caracteriza como, em cada questão do ENEM – 2009, ocorreu a contextualização. Observou-se que foi explorada de diversas maneiras, como por meio de textos retirados de revistas científicas (por exemplo, *Ciência Hoje*) e de *sites* governamentais como o Ministério do Meio Ambiente.

Ricardo (2005) destaca que muitas vezes a contextualização é percebida como sendo parte do cotidiano físico do aluno (Quadro 2). Questões como a 12 (que trata da função e estrutura dos sabões), a 18 (potência e ar condicionado), a 19 (instalação elétrica de casas), a 23 (lixo urbano), a 31 (celulares e tecnologia de transmissão de sinal) e a questão 36 (protetor solar) podem se enquadrar neste aspecto. No entanto, de maneira geral, pode-se considerar que as questões da prova de 2009 do ENEM contextualizam na perspectiva principal de descobertas/conhecimentos científicos para introduzir seus questionamentos e fazer relações com outros contextos (exemplo, questões 7 – insulina por DNA recombinante – e a questão 22 – técnica de iontoforese para fins farmacológicos (Figura 2)). Muitas vezes, as descobertas de novos conhecimentos científicos entram em consonância com um possível cotidiano do candidato (exemplo, questão 41 que trata o desvendamento de um crime através de tecnologias e descobertas científicas), fazendo-o contrapor experiências de senso comum, seus conhecimentos da área e o conhecimento científico exposto na questão. Neste sentido, algumas questões do ENEM podem ser concordantes com a proposta de Ricardo (2005) de problematizar e comparar o saber científico e o senso comum.

Outra maneira de se visualizar a contextualização é observando se ela foi trazida apenas para ilustração dos conhecimentos científicos ou se requisitou ao candidato uma tomada de atitudes numa perspectiva de transformação da realidade (Quadro 2). Este último aspecto foi percebido apenas em 4 questões das 21 questões analisadas (1, 3, 7 e 13) não demonstrando, assim, uma visão de um contexto em constante modificação tendo em vistas as influências sociais.

Questão	Caracterização da contextualização
1	Contextualização ambiental pela temática (aquecimento global), trazida na perspectiva de transformação de uma realidade. (Disciplinas envolvidas: Biologia e Química).
2	Contextualização feita através dos conteúdos apresentados no gráfico acerca da temática de metabolismo do álcool, trazida para ilustração dos conteúdos científicos. (Disciplinas envolvidas: Biologia e Matemática).
3	Contextualização feita através de um artigo publicado na Ciência Hoje acerca da temática HIV e sua distribuição no mundo, trazida na perspectiva de transformação de uma realidade. (Disciplinas envolvidas: Biologia e Geografia).
4	Contextualização pela descrição de um experimento de clonagem de plantas, trazida para ilustração dos conteúdos científicos. (Disciplina envolvida: Biologia).
6	Contextualização ambiental acerca do ciclo do carbono, trazida para ilustração dos conteúdos científicos. (Disciplinas envolvidas: Biologia e Geografia).
7	Contextualização através de um artigo extraído da Ciência Hoje acerca da temática de produção de insulina através da engenharia genética, trazida na perspectiva de transformação de uma realidade. (Disciplina envolvida: Biologia).
9	Contextualização ambiental acerca dos períodos glaciais. Foi trazida para ilustração dos conteúdos científicos. (Disciplina envolvida: Biologia).
10	Contextualização acerca da explicação básica do processo de fotossíntese, trazida para ilustração dos conteúdos científicos. (Disciplina envolvida: Biologia).
11	Contextualização acerca do equilíbrio corpóreo, trazida para ilustração dos conteúdos científicos.
13	Contextualização por artigo retirado da <i>Scientific American Brazil</i> acerca do crescimento das cidades e impactos ambientais. Foi trazida na perspectiva de transformação de uma realidade. (Disciplinas envolvidas: Biologia e Geografia).
16	Contextualização pela esquematização geral do processo de transcrição e tradução de proteínas. Trazida para ilustração dos conteúdos científicos. (Disciplina envolvida: Biologia).
21	Contextualização pela explicação do fato de que os seres vivos possuem diferentes tipos de ciclo de vida, realizada por meio de ilustrações dos conteúdos científicos. (Disciplina envolvida: Biologia).
22	Contextualização pela explicação, retirada da revista Ciência Hoje, de uma técnica utilizada para aplicações farmacêuticas. Trazida para ilustração dos conteúdos científicos. (Disciplinas envolvidas: Biologia e Física).
25	Contextualização por artigo retirado do Ministério da Agricultura que traz uma tabela com testes e diagnósticos de doenças em animais e da profilaxia destas, trazida para ilustração dos conteúdos científicos. (Disciplinas envolvidas: Biologia e Matemática).
26	Contextualização sobre a formação de chuva ácida e os processos que a influenciam, trazida para ilustração dos conteúdos científicos. (Disciplinas envolvidas: Química e Biologia).
28	Contextualização com uma situação hipotética do trabalho de uma pesquisadora com os passos que fez durante a pesquisa sobre reflorestamento de áreas de matas ciliares, trazida para ilustração dos conteúdos científicos. (Disciplina envolvida: Biologia).
33	Contextualização por artigo retirado da revista <i>Evolution</i> que trata a distribuição de ratos de acordo com sua pelagem. Trazida para ilustração dos conteúdos científicos. (Disciplina envolvida: Biologia).
34	Contextualização por artigo retirado da Ciência Hoje que trata da compostagem do lixo. Trazida para ilustração dos conteúdos científicos. (Disciplina envolvida: Biologia).
37	Contextualização acerca da recepção de luz, diferenciação de cores e, conseqüente transmissão de impulsos nervosos pelos cones e bastonetes dos olhos. Trazida para ilustração dos conteúdos científicos. (Disciplinas envolvidas: Biologia e Física).
41	Contextualização por situação hipotética de um acidente em que havia a necessidade de identificação da vítima por DNA. Trazida para ilustração dos conteúdos científicos. (Disciplina envolvida: Biologia).
42	Contextualização por artigo apresentado no congresso brasileiro de ecotoxicologia acerca do cultivo de camarões e seus impactos ambientais, trazida para ilustração dos conteúdos científicos. (Disciplinas envolvidas: Biologia, Química e Geografia).

Quadro 2: Questões de Ciências da Natureza e suas Tecnologias ENEM 2009.

Ao analisarmos a contextualização nas questões de acordo com as possíveis relações Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), estas apareceram em 30% das questões, seguidas por relações Ciência e Sociedade (15%) e Ciência e Tecnologia (10%). Um aspecto interessante é que em 45% das questões a Ciência não foi tratada em sua relação com outros aspectos, mostrando assim que nesta prova as relações CTS não são contempladas em quase a metade das questões selecionadas (Gráfico 1).

Aspectos da contextualização - ENEM 2009

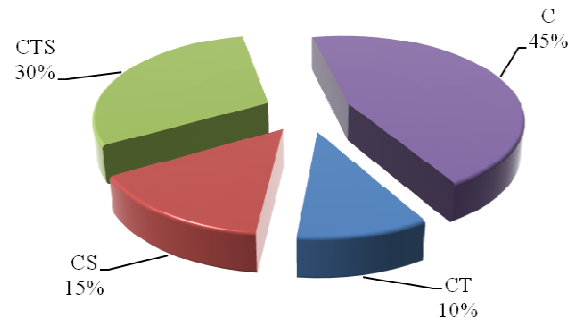


Gráfico 1: Aspectos referentes a contextualização em CTS.

Ferreira e Garbelotti (2010, p. 6-7), em outra investigação acerca das questões do Enem que envolviam problemáticas socioambientais consideraram que as preocupações que se referem aos objetivos CTS:

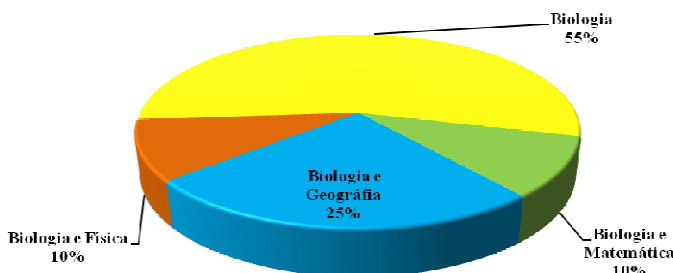
(...) são dissolvidas nas contextualizações presentes nos enunciados das perguntas, perdendo-se a oportunidade de criar situações problemas que realmente coloquem os estudantes do Ensino Médio numa posição de desenvolver questionamentos e argumentações integradoras, aferindo muitas vezes apenas o processo cognitivo e mecânico de pergunta e resposta.

Os autores indicaram que o Enem tem trazido, durante os anos, aplicações às problemáticas socioambientais mais atuais; no entanto, tratam estas problemáticas de maneira desvinculada de contextos econômicos e sociais:

(...) ao que nos parece a elaboração das questões giram em torno da resolução do problema e não de evitá-lo, ou seja, a ciência é apresentada como fonte inesgotável das soluções dos problemas, ao invés de nos possibilitar formas de exploração e/ou interação com a natureza, superando o processo de degradação. (FERREIRA e col., 2010, p. 7)

Em nosso caso, a questão 26 (Figura 1), classificada como tendo a intenção de explorar os aspectos CTS, aponta o processo de industrialização como causador de muitos problemas ambientais e sociais, dentre eles a chuva ácida, sem citar em profundidade quais problemas são esses e as causas que trazem para Sociedade e Ambiente, além de solicitar aos candidatos às atitudes que poderiam ser tomadas na situação descrita.

Aspectos referentes à interdisciplinaridade - ENEM 2009



Gráficos 2: Aspectos referentes à interdisciplinaridade.

Questão 26

O processo de industrialização tem gerado sérios problemas de ordem ambiental, econômica e social, entre os quais se pode citar a chuva ácida. Os ácidos usualmente presentes em maiores proporções na água da chuva são o H_2CO_3 , formado pela reação do CO_2 atmosférico com a água, o HNO_3 , o HNO_2 , o H_2SO_4 e o H_2SO_3 . Esses quatro últimos são formados principalmente a partir da reação da água com os óxidos de nitrogênio e de enxofre gerados pela queima de combustíveis fósseis.

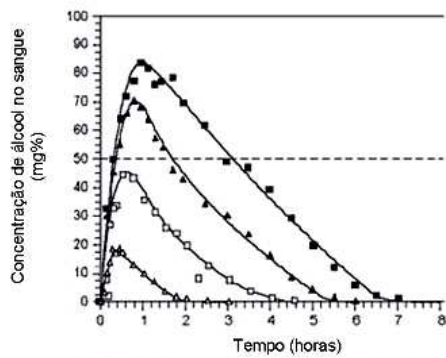
A formação de chuva mais ou menos ácida depende não só da concentração do ácido formado, como também do tipo de ácido. Essa pode ser uma informação útil na elaboração de estratégias para minimizar esse problema ambiental. Se consideradas concentrações idênticas, quais dos ácidos citados no texto conferem maior acidez às águas das chuvas?

- Ⓐ HNO_3 e HNO_2 .
- Ⓑ H_2SO_4 e H_2SO_3 .
- Ⓒ H_2SO_3 e HNO_2 .
- Ⓓ H_2SO_4 e HNO_3 .
- Ⓔ H_2CO_3 e H_2SO_3 .

Figura 1 – Questão 26 da prova azul de Ciências da Natureza e suas Tecnologias que foca a relação entre conceitos científicos (chuva ácida, ácidos) com o processo de industrialização e as consequências ambientais e sociais.

Questão 2

Analisar a figura.



Disponível em: <http://www.alcoologia.net>. Acesso em: 15 jul. 2009 (adaptado).

Supondo que seja necessário dar um título para essa figura, a alternativa que melhor traduziria o processo representado seria:

- A Concentração média de álcool no sangue ao longo do dia.
- B Variação da frequência da ingestão de álcool ao longo das horas.
- C Concentração mínima de álcool no sangue a partir de diferentes dosagens.
- D Estimativa de tempo necessário para metabolizar diferentes quantidades de álcool.
- E Representação gráfica da distribuição de frequência de álcool em determinada hora do dia.

No que se refere à interdisciplinaridade, ela esteve ausente em 55% das questões analisadas (4, 7, 9, 10, 11, 16, 21, 28, 33, 34, 41), as quais apenas trataram conteúdos biológicos sem a relação com outras disciplinas. Nas questões interdisciplinares, a Biologia relacionou-se principalmente com a Geografia, Matemática e Física (Gráfico 2).

Para analisar os aspectos referentes à interdisciplinaridade nos baseamos em Pierson et. al. (2008) e Diogo et. al. (2009) e formulamos dois grupos de categorias que podem caracterizar as questões. No primeiro deles “Junção dos saberes/conhecimentos” classificamos questões no qual ocorria uma simples conexão de disciplinas sem uma correlação mais profunda entre elas e, no segundo grupo, “União das disciplinas” classificamos questões com uma correlação mais profunda e onde não eram encontradas fronteiras entre os conhecimentos das disciplinas.

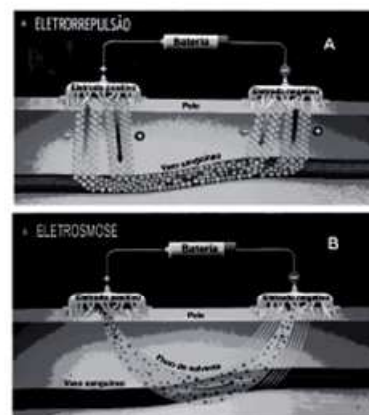
Figura 2: Questão 2 da prova azul de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (ENEM, 2009) exemplificando a “Junção dos saberes/conhecimentos”.

Na prova de 2009 as questões 2 (Figura 2), 3 e 25 foram enquadradas em “Junção dos saberes/conhecimentos” uma vez o conhecimento de uma das disciplinas era utilizado apenas exemplificar o de outra. Na questão 2, por exemplo, o conteúdo de matemática foi utilizado apenas para sistematizar graficamente os conhecimentos da Biologia.

Com relação à “União de disciplinas” foram classificadas nesta categoria as questões 1, 6, 9, 13, 22, 26, 37 e 42. Na questão 22 (Figura 3), por exemplo, ocorre a descrição da ação de fármacos na corrente sanguínea (Biologia) e sua relação com a técnica de iontoforese (Física).

Questão 22

Um medicamento, após ser ingerido, atinge a corrente sanguínea e espalha-se pelo organismo, mas, como suas moléculas “não sabem” onde é que está o problema, podem atuar em locais diferentes do local “alvo” e desencadear efeitos além daqueles desejados. Não seria perfeito se as moléculas dos medicamentos soubessem exatamente onde está o problema e fossem apenas até aquele local exercer sua ação? A técnica conhecida como iontoforese, indolor e não invasiva, promete isso. Como mostram as figuras, essa nova técnica baseia-se na aplicação de uma corrente elétrica de baixa intensidade sobre a pele do paciente, permitindo que fármacos permeiem membranas biológicas e alcancem a corrente sanguínea, sem passar pelo estômago. Muitos pacientes relatam apenas um formigamento no local de aplicação. O objetivo da corrente elétrica é formar poros que permitam a passagem do fármaco de interesse. A corrente elétrica é distribuída por eletrodos, positivo e negativo, por meio de uma solução aplicada sobre a pele. Se a molécula do medicamento tiver carga elétrica positiva ou negativa, ao entrar em contato com o eletrodo de carga de mesmo sinal, ela será repelida e forçada a entrar na pele (eletrorepulsão - A). Se for neutra, a molécula será forçada a entrar na pele juntamente com o fluxo de solvente fisiológico que se forma entre os eletrodos (eletrosmose - B).



GRATIERI, T.; GELFUSO, G. M.; LOPES, R. F. V. Medicação da futuro-iontoforese facilita entrada de fármacos no organismo. *Ciência Hoje*, vol 44, nº 250, maio 2009 (adaptado).

De acordo com as informações contidas no texto e nas figuras, o uso da iontoforese

- A provoca ferimento na pele do paciente ao serem introduzidos os eletrodos, rompendo o epitélio.
- B aumenta o risco de estresse nos pacientes, causado pela aplicação da corrente elétrica.
- C inibe o mecanismo de ação dos medicamentos no tecido-alvo, pois estes passam a entrar por meio da pele.
- D diminui o efeito colateral dos medicamentos, se comparados com aqueles em que a ingestão se faz por via oral.
- E deve ser eficaz para medicamentos constituídos de moléculas polares e ineficaz, se essas forem apolares.

Figura 3: Questão 22 da prova azul de Ciências da Natureza e suas Tecnologias explicitando o uso de uma técnica na Ciência para melhorar o rendimento de medicamentos e diminuir os seus efeitos colaterais. “União de disciplinas”.

Considerações finais

Na análise da prova de 2009 observaram-se os aspectos CTS não foram abordados profundamente, pois durante a análise não foram identificadas nas questões a evidência da preocupação com objetivos do enfoque CTS que poderiam incluir, por exemplo, a tomada de decisão frente a questões controversas do desenvolvimento científico e tecnológico e a formação (no caso da avaliação, aferição) de valores e atitudes frente a questões éticas deste desenvolvimento. Com relação à contextualização, ela foi tratada, na maior parte das questões, numa perspectiva de ilustração dos conteúdos científicos, exceto em seis questões, em que ela foi abordada como possibilidade de transformação da realidade. A interdisciplinaridade esteve ausente em 60% das questões. Destaca-se também o quanto se considera importante que propostas como a do ENEM sejam formuladas de acordo com determinados princípios, neste trabalho apresentados como alguns objetivos do enfoque CTS (formação de valores, tomada de atitudes com foco na resolução de problemas, alfabetização científica e tecnológica, contextualização com foco na transformação da realidade, interdisciplinaridade, etc.), para que os egressos do ensino médio sejam, entre outras coisas, avaliados com mais propriedade ao se formarem. Além disso, se for considerado que um dos objetivos do ENEM está em induzir a reestruturação curricular do ensino médio, que esta reestruturação seja feita com qualidade sem se preocupar apenas políticas quantitativas de avaliação. Para isso é necessário que, de forma integrada ao movimento de reestruturação curricular em curso, sejam asseguradas as condições objetivas fundamentais aos objetivos propostos, o que significa maiores investimentos na infraestrutura das escolas (espaço físico, laboratórios, bibliotecas) bem como na formação do professor (inicial e continuada) e em sua carreira.

Referências

ACEVEDO, J. A. A. D., VÁZQUEZ, A. A., MANASSERO, M. A. M. *Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas*. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, vol. 2, nº 2, 2003.

ALVES, A. R. Propostas teórico-metodológicas do Enem: relações entre o enfoque CTS e o discurso de professores acerca da prática docente. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós Graduação em Educação - UFSCar) - Universidade Federal de São Carlos. 2011.

BARDIN, L. *Análise do Conteúdo*. Lisboa: Ed. 70. 1977.

BRASIL. Ministério da Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais: ensino médio. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília: Ministério da Educação. 1999-c.

BRASIL. Ministério da Educação. Lei de Diretrizes e Bases. In: *Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio*. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília: Ministério da Educação. 1999-a.

BRASIL. Ministério da Educação. *Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio*. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília: Ministério da Educação. 1999-b.

DIOGO, R. C.; MIRANDA, E. M.; FREITAS, D.; PIERSON, A.H. C.; Concepções sobre interdisciplinaridade de Licenciandos em Biologia e Física. In VII Enepc – Encontro Nacional de pesquisa em Educação em Ciências. 2009. Disponível em: <www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/1346.pdf> Acesso em: 1 julho. 2011.

Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM: documento básico 2000. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais. Brasília: INEP. 1999.

Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM: Fundamentação Teórico-Metodológica. Brasília: INEP. 2005.

FERREIRA, S. D.; GARBELOTTI, C. R. Educação CTS na perspectiva socioambiental nas provas do Enem 1998, 2001, 2005, 2007 e 2009. In Anais do II Seminário Ibero-americano Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino de Ciências (VI Seminário Ibérico CTS no Ensino de Ciências. Brasília/DF: UnB, 2010.

FRANCO, M. L. P. B. Análise de conteúdo. 2. ed. Brasília: Livro Livros, 2007.

KOLSTO, S. D. Science education for democratic citizenship through the use of history of science. *Science & Education*, nº 17, vol. 8-9, p. 977-997, 2008.

KUENZER, A. (Org.). *Ensino Médio: construindo uma proposta para os que vivem do trabalho*. 3. Ed. São Paulo: Cortez, 2000.

LOPES, A. C. Os parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio e a submissão ao mundo produtivo: o caso do conceito de contextualização. *Educação e Sociedade*, 23 (80), 386-400. 2002.

LOPES, A. C. Políticas de Currículo: mediação por grupos disciplinares de ensino de ciências e matemática. In: LOPES, A.C.; MACEDO, E. (Orgs.) *Currículo de Ciências em debate*. Campinas, SP: Papirus, 2004. p. 45-75.

LÓPEZ CERESO, J. C. *Aprender participando: Nuevas realidades sociales y nuevos retos de la educación CTS*. III Seminário Ibérico CTS no Ensino das Ciências, Universidade de Aveiro. 2004.

PIERSON, A. H. C.; FREITAS, D. D.; VILLANI, A. ; FRANZONI, M. Uma experiência interdisciplinar na formação inicial de professores. *Interações (Portugal)*, nº 4, p. 113-128, 2008.

RICARDO, E. C. Competências, interdisciplinaridade e contextualização: dos Parâmetros Curriculares Nacionais a uma compreensão para o ensino das Ciências. 2005. Tese (Doutorado em educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

SANTOS, M.E.V.M. *A cidadania na “voz” dos manuais escolares: o que temos? O que queremos?* 1. ed. Lisboa: Livros Horizonte. 2001.

SANTOS, M.E.V.M. *Cidadania, conhecimento, ciência e educação CTS*. Rumo a “novas” dimensões epistemológicas. *Revista CTS*, nº 6, vol. 2, p. 137-157, 2005.