

Gasolina adulterada: uma proposta didática com enfoque CTS no ensino de física e química

Cassiana Barreto Hygino¹* (FM), Telma Fagundes Fernandes¹ (FM), Eros Izidoro Amaral¹ (FM)

*cassiana.machado@ifrj.edu.br

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro - IFRJ, Campus Arraial do Cabo, 28930-000, Arraial do Cabo - RJ, Brasil

Palavras-chave: CTS, Ensino de física, Ensino de química.

Resumo: Neste trabalho apresentamos uma proposta didática aplicada em uma turma do ensino médio integrado ao curso técnico de informática em um Instituto Federal situado na Região dos Lagos no estado do Rio de Janeiro. A proposta foi implementada de forma interdisciplinar no ensino de física e química, a partir do enfoque CTS. Utilizamos um estudo de caso que versou sobre o tema gasolina adulterada. A análise textual discursiva realizada nos passos inicial e final do estudo de caso indicou a aprendizagem dos conteúdos de física e química trabalhados relacionados aos aspectos sociais e econômicos e da influência nos impactos ambientais por meio dos combustíveis veiculares.

INTRODUÇÃO

É notório perceber que a ciência e a tecnologia têm interferido no ambiente e suas aplicações têm sido objeto de muitos debates éticos, como por exemplo, discussões em torno de questões sobre a produção de alimentos transgênicos, a construção de usinas nucleares e o tratamento do lixo, o que torna inconcebível a ideia de uma ciência pela ciência, sem a consideração de seus efeitos e aplicações.

Desse modo, o ensino de ciências deve oferecer meios para que os estudantes possam compreender e questionar o desenvolvimento e aplicação da ciência e tecnologia em sua sociedade, assim como afirmam os PCN+ (Brasil, 2002, p.15) o ensino médio deve permitir aos estudantes: “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”.

No entanto, já foi verificado que mais de 70% dos estudantes, ao terminar o ensino médio, não se lembram de quase nada que estudaram nos anos anteriores, demonstrando que há um grande abismo entre o que o professor ensina e o que o aluno aprende (CARVALHO, 2008).

O mundo contemporâneo necessita de cidadãos alfabetizados em ciência e tecnologia, e nos dias atuais se torna impossível não relacionar a ciência e a tecnologia com a sociedade. Para isso, torna-se essencial, que os alunos sejam estimulados a pensar, refletir, agir, tomar decisões conscientes e compreender discursos de especialistas.

Desse modo, é necessário que ocorra nas escolas a articulação com o mundo dos estudantes, que os professores tragam para as salas de aula conteúdos advindos da vida dos alunos, trabalhando com estes de maneira crítica e dialógica.

Refletindo sobre estes objetivos reconhecemos que o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), pode ser um caminho para promover o entendimento de conceitos científicos e sua relação com aspectos tecnológicos e sociais.

Desse modo, nos interrogamos: Como podemos elaborar uma proposta didática com enfoque CTS com temas presentes no cotidiano dos estudantes? A fim de

responder esta questão, elaboramos uma proposta didática, com enfoque CTS, para o ensino de física e química, sobre o tema "gasolina adulterada", onde utilizamos o método de estudo de caso como eixo principal.

O ENFOQUE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

O enfoque CTS teve sua origem nos Estados Unidos e na Europa na década de 70, a partir do momento em que se passou a existir críticas de que o desenvolvimento científico, tecnológico e econômico não estava conduzindo ao bem-estar social.

Echerrevía descreve a crítica à suposta neutralidade da ciência:

[...] Houve críticas do tipo econômico, baseadas nos enormes custos de algumas investigações cuja função social é escassa, quando não negativa; outras do tipo ecológico, dadas as graves consequências que determinadas experiências científicas, bem como a aplicação tecnológica dos seus resultados, acarretaram para o meio ambiente natural; outras do tipo moral, associadas aos problemas éticos suscitados por linhas de investigação como a biotecnologia, a sociologia, a fecundação *in vitro*, os transplantes de órgãos, a clonagem, etc.; bem como críticas do tipo político, que assinalaram a função ideológica e de controle social que determinadas teorias desempenham sem esquecermos a dependência econômica e tecnológica a que o progresso científico submete os países menos desenvolvidos do ponto de vista da investigação. A pretensa neutralidade política e social da ciência, bem como sua função progressiva, tem sido atacada por meio de argumentos vários [...]. Echerrevía (2003, p.221).

Essas críticas tinham origem em fatores anteriores, como o agravamento dos problemas ambientais, a qualidade de vida da sociedade industrializada, as relações entre o desenvolvimento científico e tecnológico e as guerras, as quais resultaram nas bombas de Hiroshima e Nagasaki, que mostraram a necessidade da participação popular nas decisões públicas (Santos, 2007).

Estas discussões sobre os impactos dos avanços científicos e tecnológicos produziram também desdobramentos no âmbito educacional, em currículos do ensino superior e secundário.

A escola passou a ser criticada por não estar contribuindo com uma formação para a ciência e a tecnologia que cultive a atitude crítica e participativa com respeito a esses campos de saberes. Tornou-se então, imprescindível a aquisição de conhecimentos científicos e tecnológicos, de modo que a população possa, além de ter acesso às informações sobre o desenvolvimento científico e tecnológico, ter também condições de avaliar e participar das decisões que venham a atingir o meio onde vive. A esse respeito, Bazzo comenta:

O cidadão merece aprender a ler e entender muito mais do que conceitos estanques – a ciência e a tecnologia, com suas implicações e consequências, para poder ser elemento participante nas decisões de ordem política e social que influenciarão o seu futuro e o dos seus filhos. Bazzo (1998, p. 34).

Na tentativa de suprir o hiato entre a ciência ministrada na escola e as questões que emergem na vida cotidiana oriundas do desenvolvimento científico e tecnológico, surgiram diversas pesquisas e trabalhos com o enfoque CTS no ensino (Santos e Mortimer, 2002).

O objetivo central do enfoque CTS no ensino médio é desenvolver a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, 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 (Aikenhead, 1994).

Pinheiro, Silveira e Bazzo ressaltam que:

O enfoque CTS que venha a ser inserido nos currículos é apenas um despertar inicial no aluno, com o intuito de que ele possa vir a assumir essa postura questionadora e crítica num futuro próximo. Isso implica dizer que a aplicação da postura CTS ocorre não somente dentro da escola, mas, também, extramuros (Pinheiro, Silveira e Bazzo, 2007, p.77).

Desse modo, corroborando Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007), acreditamos que a introdução do enfoque CTS no ensino médio poderá promover um ensino-aprendizagem que propicie ao aluno habilidade de discussão sobre assuntos relacionados com a ciência, a tecnologia e a implicação social das ciências nos aspectos ligados à sua área de atuação que possa levá-lo, enfim, a uma autonomia profissional crítica.

DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA DIDÁTICA

A proposta didática foi aplicada em uma turma de ensino médio do Curso Técnico de Informática Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal do Rio de Janeiro, Campus Arraial do Cabo. Tal curso segue as tendências e disposições que hoje vigoram no cenário regional de acordo com os arranjos produtivos locais e visa atender à necessidade brasileira de profissionais no setor da informática. O curso possui sete semestres letivos de duração, dos quais, do primeiro ao quarto semestre tem quatro tempos de aula de química de 45 minutos cada, por semana. Enquanto a disciplina física é ministrada do primeiro ao quinto semestre, sendo que nos quatro primeiros períodos são quatro aulas de 45 minutos cada por semana e no quinto período são duas aulas semanais de 45 minutos. Cada semestre se divide em dois bimestres. O curso é voltado para quem deseja cursar o Ensino Médio juntamente com a Educação Profissional em uma única matriz curricular. Ao fim do curso, o aluno obtém o certificado de Ensino Médio e o diploma do curso técnico. A implementação da proposta, aqui apresentada, ocorreu no segundo bimestre do quarto semestre do curso.

A proposta teve como eixo principal o método de estudo de caso, o qual apresenta-se como narrativas ou como um relato de situações problemáticas. No desenvolvimento de um estudo de caso, os estudantes são incentivados a buscar soluções para os problemas elencados, partindo de seus conhecimentos prévios. Ao longo do desenvolvimento da proposta estes conhecimentos são articulados a diferentes conhecimentos teóricos e práticos, a fim de propor novas soluções.

Um estudo de caso, em geral, apresenta três passos. No primeiro realiza-se uma leitura do texto e são apresentadas as soluções aos problemas propostos, com base em conhecimentos prévios; no segundo são encaminhadas leituras, experimentos, discussões, dentre outras práticas, com o objetivo de aprofundar as questões propostas inicialmente e, por fim, no terceiro passo deve-se retomar as questões iniciais e respondê-las, embasados nos conhecimentos adquiridos ao longo do processo (REIS e LINHARES, 2008).

Em nossa proposta didática, construímos um estudo de caso sobre o tema gasolina adulterada, conforme apresentado no quadro 1:

Quadro 1: Estudo de caso sobre a gasolina adulterada e seus impactos

Estudo de Caso: Gasolina adulterada e impactos econômicos, sociais e ambientais

O Senhor Alberto é um agricultor que mora no interior do estado de Goiás em um pequeno sítio, no qual ele faz o cultivo de frutas diversas, legumes e hortaliças, além de criar galinhas, bois e porcos.

Ele é um cidadão bastante preocupado com a sua saúde e com o meio ambiente, não faz o uso de nenhum tipo de agrotóxico em seus cultivos, tem uma plantação genuinamente orgânica, e está sempre preocupado em não contaminar o que de mais precioso ele tem em seu pequeno paraíso: a água, o solo e o ar.

Devido à grave crise econômica, pela qual o Brasil passa, o sr. Alberto está vendendo menos seus produtos e por isso está cortando alguns gastos. As primeiras medidas foram tentar economizar energia elétrica e buscar preços mais modestos de gasolina, uma vez que boa parte do custo dele vem do transporte dos produtos que ele planta e cria serem levados para a cidade. Por conta disso sr. Alberto decidiu procurar preços mais baixos de gasolina em diferentes postos de gasolina no interior de Goiás.

Precisando abastecer seu carro, uma antiga Brasília amarela, seu Alberto procurou em três diferentes postos de gasolina de sua cidade. Em um deles encontrou o preço da gasolina bastante inferior aos demais. Desconfiado, seu Alberto perguntou ao frentista:

- Essa gasolina é boa ou está "batizada"?
- Prontamente o frentista respondeu:
- É da boa sim! Pode confiar.

Mas seu Alberto continuou desconfiado e ficou pensando se aquela era realmente uma gasolina boa para utilizar em seu carro? E quais os problemas ambientais causaria uma gasolina boa e uma "batizada".

Caso você fosse um amigo do sr. Alberto e estivesse passando por esse posto de gasolina e o encontra-se nesse dilema, como você o ajudaria a diferenciar a gasolina boa da gasolina adulterada?

Quais os diversos tipos de fraudes que podem ocorrer na gasolina?

Quais impactos nos veículos, na economia e ambientais você acredita que uso de gasolina adulterada causaria?

O tema gasolina adulterada foi escolhido, pois a gasolina é uma substância muito presente no cotidiano de todos e que influencia toda a sociedade contemporânea. A gasolina é obtida através do refinamento e do craqueamento do petróleo, sendo composta por uma mistura de hidrocarbonetos com cinco a dez átomos de carbono na cadeia e, em menor quantidade, por produtos oxigenados, compostos de enxofre e nitrogenados.

A qualidade da gasolina varia de acordo com os hidrocarbonetos que a compõem, e existe uma escala para medir a qualidade da gasolina, que é denominada de índice de octanagem.

A adulteração da gasolina e de outros combustíveis ocorre quando se adiciona a eles algum produto que modifique as suas características originais e que diminua a sua garantia e potencial. Esse tipo de fraude ocorre pelo acréscimo de qualquer substância diferente daquelas que já existam no produto ou que já exista, mas esteja em valores fora das especificações regulamentadas. Além disso, é um ato sem reconhecimento de impostos.

Geralmente esse tipo de fraude é realizado em postos de combustíveis que desejam ter um maior lucro, tendo em vista que os produtos adicionados são mais baratos que a gasolina. Esses produtos adicionados são líquidos, miscíveis e também combustíveis, pois eles precisam queimar para não deixar vestígios que possam ser notados imediatamente pelo consumidor. Por isso, o dano normalmente é visto somente depois de certo tempo, em razão da acumulação por vários abastecimentos.

Além da grande perda econômica para o consumidor, o meio ambiente também sai perdendo muito, pois esses combustíveis adulterados emitem poluentes gasosos altamente tóxicos.

Além disso, a ocorrência de instabilidade no preço do petróleo, com sucessivos aumentos do preço de seus derivados, a gasolina ganha ainda mais evidência na mídia, caso atual do Brasil. Em tempos de crise, questionamentos acerca da qualidade da gasolina comercializada no Brasil têm sido constante; assim, a determinação da sua composição é importante, devido a algumas formas de adulteração, entre as mais frequentes estão a adição do etanol, óleo diesel ou querosene, aguarrás e solventes para borracha (SPB ou benzina industrial) que prejudicam os motores dos automóveis.

Um componente presente exclusivamente na gasolina brasileira que merece destaque especial é o etanol. Seu principal papel é atuar como antidetonante (Feltre, 2000; Peruzzo e Canto, 1999) em substituição ao chumbo tetraetila, que foi banido devido à sua elevada toxicidade.

Segundo a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), a legislação brasileira estabeleceu, por meio da publicação da Portaria nº 143 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que todos os tipos de gasolina devem receber adição de etanol anidro com um percentual de 25%. A margem de erro é de 1% para mais ou para menos. Ademais, nessa porcentagem, a adição de etanol à gasolina ajuda na diminuição de poluentes, como o monóxido de carbono (um dos gases do efeito estufa), e também melhora a limpeza interna do motor.

A falta ou excesso de álcool em relação aos limites estabelecidos pela ANP compromete a qualidade do produto que chega aos consumidores brasileiros. Assim, avaliar a composição da gasolina, verificando se o teor de álcool está adequado, é uma atitude muito importante.

A proposta foi desenvolvida durante o segundo bimestre do quarto semestre do curso, totalizando 6 semanas.

Na primeira semana foi apresentado o estudo de caso aos alunos, os alertando de que se tratava de um trabalho em conjunto das disciplinas química e física e que este constava como avaliação ao longo do bimestre. Os estudantes então responderam ao estudo de caso, sem qualquer consulta, com suas ideias prévias acerca do assunto.

Nas 4 semanas seguintes, foram evidenciados na disciplina físico-química conteúdos que faziam conexão com o estudo das reações exotérmicas, endotérmicas e conteúdo calorífico; o calor envolvido nas reações químicas e a estequiometria aplicada às equações termoquímicas. As trocas de calor relacionadas às mudanças de estado

de agregação. Cálculos envolvendo variações de entalpia, dando um enfoque para a entalpia padrão de combustão, correlacionando os produtos gerados numa reação de combustão onde há a queima completa do combustível, e na reação onde a queima é incompleta, e quais os tipos de produtos formados destas equações.

Durante o desenvolvimento dos conceitos teóricos em sala de aula, foi solicitado que os estudantes se dividissem em três grupos de forma a avaliar a qualidade da gasolina vendida nos três postos de combustíveis existentes no município de Arraial do Cabo. Na visita ao posto de combustível, os alunos deveriam solicitar o teste de proveta, ou teste de combustível, da gasolina vendida por esses postos. Cada grupo deveria filmar a execução do teste, que posteriormente seria apresentado e discutido em sala de aula.

Para saber como pedir o teste e o que avaliar, os estudantes receberam um material de consulta para saber como se pode verificar a qualidade dos combustíveis, qual o limite estabelecido pela legislação para a adição de etanol na gasolina e quais os procedimentos práticos que deveriam ser realizados durante a execução do teste do combustível.

Na disciplina física foram trabalhados os conteúdos relacionados à calorimetria, como capacidade térmica, calor específico e latente; trocas de calor e os três tipos de propagação de calor: condução, convecção e radiação. Durante o trabalho dos conteúdos foram desenvolvidos alguns experimentos com materiais de baixo custo. No primeiro sobre propagação de calor por condução, foram utilizados: um fio elétrico, que conduz bem o calor, para isso pingamos gotas de vela com espaçamento constante no fio. Em seguida aquecemos uma das extremidades do fio. As gotas de vela vão se derretendo conforme o fio vai se aquecendo. Ou seja: conforme o calor vai se propagando no fio, as gotas de vela vão se derretendo. O segundo experimento versou sobre o efeito estufa e sua intensificação com a ação do CO₂ (Guimarães e Dorn, 2015).

Além disso, na disciplina física também foi solicitado aos alunos que se dividissem em dois grupos para apresentarem um seminário seguido de um debate acerca dos prós e contras em se adicionar álcool à gasolina e foi alertado que deveria envolver não apenas conteúdos, mas também aspectos econômicos e políticos em suas defesas.

METODOLOGIA

Essa pesquisa de caráter qualitativo se valerá de uma análise textual, a Análise Textual Discursiva - ATD, (Moraes e Galiuzzi, 2007), a fim de analisarmos os dados coletados através dos questionários. Como afirmam Moraes e Galiuzzi (2007) a pesquisa qualitativa, visa aprofundar a compreensão dos fenômenos que investiga a partir de uma análise rigorosa e criteriosa, esta pode partir de textos existentes ou de textos produzidos especificamente para a pesquisa em questão, esses textos são chamados "corpus". O corpus deste trabalho são as respostas dos 19 alunos participantes da pesquisa aos passos "1" e "3" do estudo de caso. Ainda segundo os mesmos autores, esse tipo de pesquisa não tem a pretensão de testar hipóteses, mas tem como objetivo a compreensão.

A ATD se estrutura a partir de três etapas, que compõem um processo cíclico:

a) Desmontagem dos textos ou unitarização: segundo Moraes e Galiuzzi (2007) esta primeira etapa "implica examinar os textos em seus detalhes, fragmentando-os no sentido de atingir unidades constituintes, enunciados referentes aos fenômenos estudados" (Moraes e Galiuzzi, 2007, p 11), tendo o cuidado de se manter o contexto de onde o fragmento foi retirado. Nesta etapa deve-se dar atenção aos detalhes e nas

partes dos componentes dos textos, uma fase de decomposição necessária a toda análise.

b) Estabelecimento de relações ou categorização: consiste na construção de relações entre as unidades de análise, tanto as empíricas, quanto as teóricas. Fazemos isso num processo recursivo de leitura e comparação entre as mesmas, resultando em conjuntos que apresentam elementos semelhantes, daí surgem às categorias.

c) Comunicação ou produção de metatextos: nessa etapa, percebe-se uma nova compreensão do todo, possibilitada pelo intenso envolvimento nas etapas anteriores. O objetivo agora será elaborar um texto descritivo e interpretativo, o qual denomina-se metatexto, a partir das categorias.

A partir da análise textual discursiva do nosso corpus emergiram duas categorias, as quais serão apresentadas a seguir na forma de metatextos, são elas: relações da física e da química com o meio ambiente e relações da física e da química com aspectos sociais e econômicos.

A fim de preservar as identidades dos alunos os chamaremos por alunos TI, RO, PA, JP, JV, GA, IC, CA, GL, LF, YG, KA, TA, IR, FE, LO, AN, MF, MV

RESULTADOS

RELAÇÕES DA FÍSICA E DA QUÍMICA COM O MEIO AMBIENTE

No que se refere às implicações relacionadas à utilização da gasolina adulterada e o meio ambiente, temos no passo inicial, os alunos TI, JP, TA e GA que trazem a questão da liberação de gases tóxicos, sem, no entanto, sem se referir a quais, apresentando dessa forma ideias ainda embrionárias sobre o assunto: *Pode trazer grandes efeitos de gases para o ar e a camada da terra* (GA). De fato, questões relacionadas à poluição atmosférica têm destaque em todo o mundo, em virtude disso, o estabelecimento de programas de regulamentações destinadas a controlar as emissões de poluentes por veículos automotores foram implementados em vários países. No Brasil existem os Programas de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores – PROCONVE (automóveis) e PROMOT (motocicletas) que fixam limites máximos de emissão de poluentes, com prazos e estabelecendo exigências tecnológicas para os veículos automotores sejam eles nacionais ou importados. Esses programas foram criados pelo CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) com o objetivo de controlar e reduzir a contaminação atmosférica por veículos automotores.

Apenas o aluno JP, trouxe a questão de o efeito estufa ser agravado devido ao uso de combustíveis fósseis. *Podem ocorrer problemas na camada de ozônio acelerando o efeito estufa* (JP). O Efeito Estufa é um mecanismo natural do planeta Terra para possibilitar a manutenção da temperatura numa média de 15°C, ideal para o equilíbrio de grande parte das formas de vida em nosso planeta. Entretanto, um fator que está aumentando o efeito estufa é o lançamento de gases poluentes na atmosfera, principalmente os que resultam da queima de combustíveis fósseis. A queima do óleo diesel e da gasolina nos grandes centros urbanos tem colaborado para tal efeito.

Apenas a aluna IR, no passo inicial demonstrou acreditar que a gasolina adulterada causaria menos impactos ambientais, *a gasolina adulterada causaria menos impacto ambiental do que a gasolina original, porque geralmente é utilizado água nesse processo de adulteração e a água evapora não era mal ao ambiente enquanto a gasolina pura gera gases prejudiciais* (IR).

Já no passo final observamos nas respostas dos alunos, argumentos ligados as discussões e estudos realizados ao longo do estudo de caso. Os alunos RO, KA e JV tratam da intensificação do efeito estufa: *Além da poluição causada pelos poluentes liberados na atmosfera como CO₂, isso contribui para o efeito estufa e outros problemas como chuvas ácidas (JV)*. Nos veículos os gases de escapamento, que são produtos da combustão da mistura ar-combustível, contêm óxidos de nitrogênio, monóxido de carbono, hidrocarbonetos e dióxido de carbono. O CO é um dos gases que absorve radiação infravermelha contribuindo para o aumento do efeito estufa, pois retém essa radiação na atmosfera (CARVALHO & LACAVA, 2003). O efeito estufa é uma consequência da absorção da radiação solar pela atmosfera terrestre. Como o coeficiente de absorção é função do comprimento de onda da radiação, a faixa visível do espectro solar é pouco absorvida, enquanto que a radiação no infravermelho é fortemente absorvida, resultando em uma espécie de armadilha para a radiação solar.

Além do efeito estufa, as implicações ao meio ambiente causados que acarretam a chuva ácida foi alvo das respostas dos alunos (RO, PA, GA , LO, AN, MF, MV, JP, JV): *O teor de álcool ser maior do que o proposto resulta em mais chuvas ácidas (MV)*. O uso do etanol combustível aumenta substancialmente as emissões de aldeídos, que ainda não possuem regulamentação no Brasil. O enxofre contido no diesel e na gasolina é queimado e produz óxidos de enxofre, e em contato com a água formam a chuva ácida. Além disso, WILLARD (1997) diz que o maior problema ao se utilizar álcool combustível é a formação de aldeídos que causam irritações nos olhos e vias respiratórias. É produto da combustão incompleta e a ampliação da porcentagem de etanol em volume na gasolina implicaria em seu aumento.

ASPECTOS SOCIAIS E ECONÔMICOS

No que se refere aos aspectos econômicos envolvidos com o uso da gasolina adulterada, inicialmente os alunos responderam sobre diversos problemas que podem ser identificados, apenas o aluno TI identificou o rápido consumo pelo veículo de uma gasolina que tenha um índice maior de álcool, a perda do desempenho do carro foi alvo da resposta de grande parte dos alunos (RO, CA, YG, TA, MF, JV): *acabaria com o motor do carro, pois ele não foi feito para esse combustível adulterado (YG)*. Geralmente, essa adulteração é feita acrescentando-se etanol à gasolina acima do especificado por lei. Segundo a Portaria 678 de 31/08/2011, do Ministério de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), a quantidade adicionada de álcool deve estar entre 20% a 25% em volume. Se esse limite for ultrapassado, o resultado será que no motor de explosão interna haverá uma mistura “pobre” de ar/combustível, levando a uma dirigibilidade menor, falhas de funcionamento do motor, diminuição do poder calorífico da gasolina e perda de desempenho.

Outros alunos também citaram problemas mecânicos em geral (PA, AN, FE, MV, KA, JP), Combustíveis adulterados (misturados a solventes inapropriados, por exemplo), podem produzir emissões muito mais elevadas do que as normais, além de poderem comprometer seriamente, componentes dos motores e, definitivamente o funcionamento de sistemas delicados de controle de emissões [LOUREIRO, 2005].

No que se refere aos aspectos sociais, um deles seria o direito de identificação da gasolina se é própria ou não para o uso. A fim de identificar se a gasolina estaria batizada ou não os alunos sugeriram diversos mecanismos para a identificação: Teste de ebulição (IR), Analisar a densidade (IR), Análise de pureza e cor (PA, TI, LO, MF), a consistência (CA), Identificar a gasolina pelo cheiro: *Cheirando, o cheiro mais forte da gasolina seria a melhor (LF)*. Outros já sugeriram aquecer a gasolina para que dilate

(PA, CA, TI, AN, MV, RO, JV), Medir a concentração (Y), Comparar com outra gasolina (AN, RO), Pesquisar na internet (JP) e o processo de Separação de mistura (KA)

Já no passo final, identificamos uma unanimidade entre os alunos em identificar uma gasolina adulterada, a partir do teste da proveta, e citando em suas respostas que faça valer seu direito de consumidor e exigir o teste no posto de gasolina. Ainda percebemos nas respostas dos alunos o procedimento detalhado do teste da proveta: Solicitar o teste da proveta (RO, PA, CA, Y, JP, LO, AN, MF, MV, IR, KA, IR, JP, FE, A, JV):

Eu pediria que ele fizesse o teste da proveta, Que é um método utilizado para saber se há algum outro composto químico adicionado à gasolina, que é feito da seguinte forma: Em uma proveta grande adicione 1 litro de gasolina, e com um densímetro verifique se a densidade está de acordo com as normas; depois coloque 50 mL de gasolina em uma proveta menor; adicione 50 mL de água; uma pitada de sal (para acelerar o processo); tampe a proveta e mexa em torno de 10 vezes; espere um pouco em torno de 10 a 15 minutos; se tiver algum outro composto químico adicionado a gasolina ele irá se misturar com a água; observando a quantidade de mililitros da água, verá que aumentou, a quantidade que tiver a mais deve ser multiplicada por 2, não poderá passar de 27% o resultado (CA)

No Brasil a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), tem como uma de suas atribuições a proteção dos interesses dos consumidores quanto à qualidade dos derivados de petróleo comercializados em todo o território brasileiro, conforme o Art. 8º da Lei nº. 9.478/1997 (Lei do Petróleo). Para essa finalidade a ANP mantém um programa para monitorar constantemente a qualidade da gasolina, álcool e óleos diesel comercializados nos postos revendedores brasileiros. Este programa é denominado Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis Líquidos – PMQC [CAVALCANTE, 2014].

O teste da proveta é um direito de todo consumidor cuja realização pelos postos de gasolina é obrigatória e deve ser realizada imediatamente quando solicitada pelo consumidor. (ANP, 2009, p. 20- 22) proposto pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) e disponível em qualquer posto de gasolina.

Além disso, no passo final também identificamos os seguintes aspectos econômicos, como problemas no carro (RO, TA, JP, FE), entretanto, agora no passo final os alunos citam a diferenças entre os carros flex (PA, LO, AN, FE, JV): *veículos antigos que não são flex não estão adaptados ao uso do álcool, então quanto mais álcool, mais danos ao motor (FE)*. Como o teor de etanol é um parâmetro importante para o consumidor, visto que os veículos denominados “FLEX” apresentam consumo e rendimento diferentes para combustíveis diferentes, principalmente entre etanol e gasolina, torna-se pertinente o estudo detalhado do teor de etanol na gasolina comercial e sua comparação com os preços praticados no mercado por diferentes postos de combustíveis. O desenvolvimento de motores Flex, bicombustíveis, que aceitam diferentes misturas de etanol e gasolina, tem avançado cada vez mais e mostram ser uma tendência mundial. O Brasil possui esta tecnologia, e conta com a maior frota de veículos Flex do mundo. Segundo a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea) no Brasil, mais de 80% dos veículos produzidos em 2010 possuem motores com a tecnologia Flexfuel, podendo operar com etanol, gasolina e misturas de ambos os combustíveis em qualquer proporção (ANFAVEA, 2012).

Em suas respostas os alunos também relacionaram questões como o baixo e o alto teor de álcool na gasolina (Y, JV, A): *Se tiver mais álcool irá danificar a água pois o álcool é facilmente diluído na água (eutrofização), se tiver menor, irá ter mais gases*

tóxicos que afetam até seres vivos, dependendo do combustível pode afetar menos (Y). A gasolina na sua composição final também pode apresentar compostos oxigenados, onde os mais comuns são éteres ou álcoois. No caso da gasolina brasileira adiciona-se etanol que atualmente corresponde a 25% em volume. A adição de álcool contribui para a elevação da octanagem do combustível. Se o teor de álcool for inferior, o motor poderá apresentar problemas com detonação, formação de depósitos generalizados de fuligem e carbonização das velas de ignição, o que poderá causar falhas no funcionamento do motor. Isso ocorre porque haverá menos oxigênio disponível para participar da queima de gasolina o que pode gerar ainda aumento significativo do teor de CO. Se o teor for superior, ocorrerá perda de potência pelo motor, acompanhada de um aumento no consumo de combustível, o que pode ser explicado pelo menor energético do álcool. (Portaria ANP 309 de 27/12/01).

Os alunos também argumentaram sobre a questão econômica do país em relação à utilização de etanol. Alguns acreditam que seria melhor a utilização de mais álcool (LO, MF, IR). Além disso, os alunos também se questionaram se a adição de etanol, poderia baratear a gasolina, mas, no entanto não é o que se observa no Brasil: *No Brasil, acontece o contrário de ficar mais barato (KA).*

A questão do alto consumo de Álcool em relação à gasolina pelo carro foi alvo das respostas dos alunos (FE, AN, LF), como observamos, por exemplo, na resposta de LF: *Na economia traria impacto aos consumidores que pagariam por determinada quantidade de gasolina e receberem outra e já que o etanol sofre mais combustão que a gasolina eles teriam que abastecer mais vezes e gastar mais dinheiro (LF)*

É possível concluir que a adição de etanol favorece o aumento da octanagem da gasolina comum apesar do consumo aumentar devido à utilização de uma mistura ar combustível mais rica pela utilização do AEHC. A adição de etanol na gasolina Premium não representou aumento significativo da octanagem e o consumo absoluto também sofreu aumento com a elevação da concentração de etanol.

Na resposta do aluno KA também houve menção a outros tipos de fraude: *Outros tipos de fraude, como a mistura maior que a permitida de álcoole até mesmo de outras substancias (KA).* O etanol anidro é o álcool utilizado na preparação da gasolina C, pois assim evita a separação de fases dada pela presença da água. No Brasil, utiliza-se o etanol derivado da cana-de-açúcar, ao contrário de outros países que produzem o álcool etílico a partir do milho (Estados Unidos da América) ou beterraba e trigo, como em países da Europa [CHAVES, 2013].

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho apresentamos uma proposta didática elaborada e implementada de forma interdisciplinar entre física e química, para uma turma do quarto semestre do ensino médio, composto por sete semestres. A proposta teve como eixo principal o método de estudo de caso, a fim de desenvolver uma abordagem CTS com o tema gasolina adulterada. Todo o segundo bimestre foi desenvolvido em torno deste tema, ao longo dos três passos do estudo de caso, no qual durante o segundo passo foram desenvolvidas atividades investigativas, por meio de experimentos com materiais de baixo custo, pesquisas, seminários e trabalho de campo.

A partir das análises foi possível perceber que os conteúdos de física e química estudados foram relacionados aos aspectos sociais, econômicos e ambientais, demonstrando que a inter-relação dos conteúdos com estes aspectos promove um aprendizado que supera a simples memorização de fórmulas e exercícios, mas contribui significativamente para a formação de cidadãos capazes de compreender a

interferência da ciência em sua vida, e, além disso, capazes de tomar atitudes críticas em relação ao tema de estudo. Além disso, a proposta didática implementada contribuiu para a aquisição de habilidades como a capacidade de pesquisarem, argumentarem, proporem soluções e experimentarem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Nacional de Petróleo, Brasil. **Resolução ANP nº 09, de 07 de março de 2007**. Disponível em: <http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2007/mar%C3%A7o/ranp%209%20-%202007.xml> . Acesso em 18/05/2010.

AIKENHEAD, G. S. What is STS science teaching? In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G.S. **STS education: international perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, 1994. p.47-59

BAZZO, W. A. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: e o contexto da educação tecnológica**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) - Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2002.

CARVALHO, A.M.P. **Enculturação Científica: uma meta no ensino de ciências**. Texto apresentado no XIV ENDIPE , Porto Alegre, abril, 2008, 12 p.

CARVALHO, J. A.; LACAVAL, P.T. **Emissões em Processos de Combustão**, Editora Unesp, 2003.

CAVALCANTE, R. A. **Caracterização Físico-Química do Etanol Hidratado Combustível Comercializado no Município de Mossoró-RN**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2014.

CHAVES, R. T. **Estudo do Uso de Misturas de Etanol Hidratado e Gasolinas Automotivas em um Motor ASTM-CFR**. Projeto de Graduação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

DAZZANI, M.*et al*, **Determinação do teor de álcool na gasolina**, Química Nova na Escola, 17, 2003.

ECHEVERRÍA, J. **Introdução à metodologia da ciência**. Coimbra: Almedina, 2003.

FELTRE, R (Org.). **Química**. 5ª ed. São Paulo: Moderna, 2000. v. 3, p. 109-124.

GUIMARÃES, C.C.; DORN, R.C. **Efeito Estufa Usando Material Alternativo**, Quím. Nova na Escola Vol. 37, Nº 2, 2015, p. 153-157..

LOUREIRO L. N. **Panorâmica Sobre Emissões Atmosféricas, Estudo de Caso: Avaliação do Inventário Emissões Atmosféricas da Região Metropolitana do Rio de Janeiro para Fontes Móveis**. Tese, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva**. Ijuí: Unijuí, 2007.

PERUZZO, F.M.; CANTO, E.L. (Org.) **Química na abordagem do cotidiano**. 2ª ed. São Paulo: Moderna, 1999. v. 3, p. 60-64 e 530-536.

PINHEIRO, N. A.; SILVEIRA, R. M.; BAZZO, W. A. **A relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio**. *Ciência & Educação*, v. 13, n.1, 71-84, 2007.

PROCONVE/PROMOT, 2012, **Programas de Controle de Emissões Veiculares**. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/areas-tematicas-qa/programa-proconve>>, acessado em: 23/11/2012

REIS, E.M.; LINHARES, M.P. **Estudos de caso como estratégia de ensino na formação de professores de Física. Ciência e Educação**, v.14, n.3, 2008, p. 555-74.

SANTOS, W. L. P. dos, **Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios**. Revista Brasileira de Educação, v. 12, n. 36, p. 474 - 492, set./dez.2007.

SANTOS, W. L. P. dos; 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 Ciências, v. 2, n.2, dez 2002.

WILLARD W. PULKRABEK, 1997. **Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine**. First Edition.