



## OFICINA DE BODIESEL: RELATO DE UMA EXPERIÊNCIA DE ENSINO DE QUÍMICA COM ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO

Biodiesel workshop: experience report of the chemistry teaching with high school students

Fabiana Pauletti<sup>1</sup>  
Carla Eliana Todero Ritter<sup>2</sup>

(Recebido em 11/10/2015; aceito em 17/02/2016)

**Resumo:** Este artigo relata uma Oficina de Biodiesel realizada com 240 estudantes das segundas e terceiras séries do Ensino Médio de escolas públicas e privadas de uma cidade no interior do Rio Grande do Sul. Os estudantes investigaram fatores implícitos ao processo de obtenção do biocombustível e o reflexo sobre o balanço energético e ambiental mediante análises por via de ensaios de opacidade veicular. A participação ativa e quantitativa dos estudantes na Oficina caracterizou a potencialidade dessa atividade voltada a problemáticas atuais que abrangem aspectos ambientais, econômicos e sociais no contexto escolar. Com isso, o objetivo deste artigo é apresentar a Oficina realizada e demonstrar as renovadas possibilidades de aprendizagem por via da experimentação no ensino de Química, no intuito da promoção de uma formação voltada a cidadania.

**Palavras-chaves:** Oficina de Biodiesel. Ensino de Química. Experimentação. Cidadania.

**Abstract:** This work reports a biodiesel workshop carried out with 240 sophomore and junior students from private and public high schoolw in the state of Rio Grande do Sul. The students researched about implicit factors associated to the process in obtaining biofuel, and the reflection on energy and environmental balance by applying vehicular opacity tests. Furthermore, the active and quantitative engagement during the workshop portrays the potential of this activity focused on current issues covering environmental, economic, and social aspects in the school context. For this reason, this work aims to present this workshop and show the teaching possibilities through experimentation in chemistry teaching, in order to promote citizenship formation.

**Keywords:** Biodiesel Workshop. Chemistry teaching. Experimentation. Citizenship.

<sup>1</sup> Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), Brasil. Mestre em Educação pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Graduada em Química pela UCS. E-mail: [fabiana.pauletti@acad.pucrs.br](mailto:fabiana.pauletti@acad.pucrs.br)

<sup>2</sup> Doutora e Mestre em Biotecnologia pela UCS. Possui Especialização em Novas Tecnologias do Ensino de Matemática, Ciências e suas Tecnologias pela UCS. Graduada em Engenharia Química e em Química pela UCS, Brasil. E-mail: [cetritter@ucs.br](mailto:cetritter@ucs.br)

## Introdução

No alvorecer do século 21, onde a ciência passa por evoluções que encharcam a nossa historicidade de acontecimentos e descobertas que ecoam no transcorrer dos tempos, atenua-se a necessidade da escola sedimentar um ensino magno, que recicle suas metodologias constantemente, diante das demandas que emanam da própria sociedade. Além disso, cabe a escola aproximar a ciência do contexto dos estudantes, para que os mesmos adquiram uma formação cidadã (SANTOS; SCHNETZLER, 2000). Pensar numa formação cidadã implica em vários fatores, visto a amplitude do significado dos termos, mas aqui iremos focar no campo de investigação que nos interessa, a saber, a Química.

É vital para o processo de ensino e de aprendizagem em Química considerar as evoluções e revoluções que a própria ciência viveu para se legitimar como ciência. Diante disso, a ideia tão difundida de verdade, de ciência pronta e acabada, de validação da ciência unicamente diante da lógica e da observação fática, se diluem e dá-se espaço ao diálogo ao fazer ciência; a dúvida orchestra sobretudo, a progressão do conhecimento científico (MOREIRA; MASSONI, 2011).

Desde a década de setenta é que a educação científica têm-se voltado as inter-relações da ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA) no intuito de minimizar os impactos negativos do desenvolvimento científico e tecnológico (SANTOS, 2007). Tendo em vista que esse enfoque é relativamente recente e necessário para a formação de cidadãos comprometidos com o ambiente, é que propostas de ensino pautadas numa abordagem CTSA são relevantes socialmente. Assim relatamos neste artigo uma oficina pedagógica sobre a produção de biodiesel. Acreditamos que compreender o processo de produção do biocombustível, bem como as implicações sociais, ambientais, políticas e também, econômicas, pode ser um meio de fomentar esta formação.

Com isso, descreveremos uma proposta de ensino fundamentada na emancipação de sujeitos autônomos, críticos e comprometidos com o meio em que estão inseridos. A proposta aqui apresentada, compõem-se de uma pesquisa bibliográfica, posteriormente congregada com problematizações em relação a produção e de uso de um biocombustível. Posteriormente, foram efetuados ensaios de opacidade em motores a diesel do biodiesel produzido por estudantes de segundas e terceiras séries do Ensino Médio.

### 1. Formação cidadã por meio do ensino de química

Neste bloco, iremos contextualizar uma formação cidadã pelo viés da Química. Diante de uma breve consulta na literatura da área, iremos apontar a importância do ensino de Química para formar jovens que tenham consciência sobre o fazer e agir numa sociedade em que a Química é também uma das responsáveis pelos avanços tecnológicos.

A escola desempenha uma importante função, pois é uma instituição responsável pela educação formal e reside a ela a responsabilidade de promover a reconstrução do conhecimento, apresentando-o holisticamente, composto com suas peculiaridades, ou seja, como um processo continuado de produção de conhecimento, que pode sofrer alterações a qualquer momento. Um ensino constituído com seus acontecimentos históricos resgata contribuições tais como a de Thomas Kuhn, que talvez tenha sido um dos primeiros epistemólogos a nos alertar para as incertezas

que compõem a ciência, desmistificando os conceitos positivistas, os quais estavam ancorados em verdades insuperáveis e imutáveis (KUHN, 1975). Por outro lado, é também na escola que o conhecimento cotidiano pode ser problematizado, compreendido e reconstruído (RAMOS, 2002). Ainda conforme consoante, é imprescindível o desenvolvimento de nossa capacidade argumentativa para propiciar o nosso papel social, e a escola é responsável pelo desenvolvimento dessa capacidade.

Conforme Chassot (2001), a cidadania só pode ser praticada diante ao acesso do conhecimento. Entender o papel social da Química e suas interações multidisciplinares é conduzir um ensino encharcado de realidade a fim de tornar os estudantes mais críticos; verdadeiros agentes de transformações (para melhor) que impliquem num mundo melhor. Afinal, para tomar decisões os indivíduos precisam ter a informação e exercitar a capacidade crítica de analisá-la e buscar soluções para a tomada de decisão: isso é pura e simples decorrência de uma formação cidadã.

Com isso, evidencia-se a coexistência do conhecimento dito científico, bem como as discussões em torno do fazer ciência e a presença do conhecimento do senso comum, que requer uma reflexão e aproximação dos conceitos ditos científicos, para então superar ou reestruturar tais conhecimentos. Contudo, o papel da escola e dos educadores é de legitimar a existência de ambas problematizações e discussões, a fim de propiciar a construção do conhecimento químico. Frente a essa responsabilidade social da escola no exercício de uma formação de jovens aptos a entender as vicissitudes da própria sociedade é que pensamos que as disciplinas que compõem o currículo do Ensino Médio compartilham desse compromisso; de formar cidadãos. No que tange esse ensejo, Bachelard (1996) ainda no século passado frisou que é exclusivamente por mãos da escola que essa formação se outorga.

Por meio do ensino de Ciências, os estudantes podem acompanhar e conhecer as performances e as conquistas da ciência, sobretudo, pelo viés da Química, que passou por evoluções e revoluções que marcaram sua história, na constituição como ciência científica. Bachelard (1978) destaca que a história da Química foi marcada por um conjunto de experiências resultantes de um empirismo simplista: a Química foi por muito tempo uma ciência substancialista o que paralisou sua evolução por muitos séculos. Para Santos e Schnetzler (2000) é imprescindível que os estudantes entendam a Química como mola propulsora do avanço tecnológico da sociedade. Com isso, a inter-relação da Química com o contexto social é fundamental para a promoção de um ensino que condiz com uma formação cidadã. Ainda na opinião de consoante, existe uma importância impar no ensino de Química na promoção de uma formação cidadã:

Com o avanço tecnológico da sociedade, há tempos existe uma dependência muito grande com a relação química. Essa dependência vai, desde a utilização diária de produtos químicos, até às inúmeras influências e impactos no desenvolvimento dos países, nos problemas gerais referentes à qualidade de vida das pessoas, nos efeitos ambientais das aplicações tecnológicas e nas decisões solicitadas aos indivíduos quanto ao emprego de tais tecnologias (2000, p. 47).

Assim sendo, entender melhor a sociedade em que estamos inseridos pelo viés da Química legitima o papel que esta disciplina exerce no currículo do Ensino Médio. Pozo e Crespo (2009) chamam a atenção em relação a necessidade de perceber a Química nos fenômenos corriqueiros, para então, compreendermos algumas das características do mundo em que nos rodeia. Então, uma formação para a cidadania é ensinar os estudantes a interpretar, compreender e analisar o mundo em que vivem, bem como suas propriedades e transformações. Como bem pontuado por Santos e Schnetzler (2000, p. 47-8) é condição vital o posicionamento crítico em “[...] relação aos efeitos ambientais da utilização da Química e quanto às decisões referentes aos investimentos nessa área, a fim de buscar soluções para os problemas sociais que podem ser resolvidos com a ajuda do seu desenvolvimento”.

O salto quântico dos últimos anos se refere ao movimento CTSA, o qual desmistificou a ciência concebida como propulsora de soluções a todas as instâncias da sociedade. A partir desse movimento, passou-se a desenvolver propostas curriculares que levassem “em conta os aspectos sociais relacionados ao modelo de desenvolvimento científico e tecnológico” devido aos problemas ambientais ocasionados pelo desenvolvimento impensado da ciência (SANTOS, 2007, p. 477). Ou seja, descortinou-se as problemáticas ambientais implícitas no desenvolvimento de novos produtos desencadeados pelo uso insensato dos recursos naturais (LEAL; MARQUES, 2008).

Em vista disso, cabe a escola acompanhar o desenvolvimento da sociedade e promover um ensino que condiz com as demandas que a própria sociedade requer, reconhecendo e acolhendo movimentos de significativa relevância como o CTSA. Além da inclusão dos interesses sociais, cabe a escola aprimorar suas práticas pedagógicas, visto que a literatura da área aponta que as metodologias costumam manter-se rígidas e sistemáticas nos últimos séculos. Gardner (2009, p. 40), por exemplo, apontou que a escola apresenta dificuldade em acompanhar os avanços da sociedade e, em decorrência “[...] estão preparando os jovens para o século 19 e 20”. Com base nessa lacuna, apresentamos uma investigação baseada em duas premissas, a fim de enaltecer uma formação voltada a cidadania na perspectiva do movimento CTSA. Na primeira, a inovação das práticas pedagógicas. Na segunda, a inclusão da experimentação no ensino de Química. O resultado da comunhão dessas duas premissas possivelmente poderá acarretar uma formação cidadã.

### ***1.1 Inovação das práticas pedagógicas***

A escola deveria ser um local que fomente por excelência ambientes de ensino fomentadores da interação entre os participantes do processo de ensino e de aprendizagem. Conforme a perspectiva de Moraes (2002): o fundamental para a escola seria a criação de novos espaços de aprendizagem, fundamentados via novas metodologias. Nesses espaços, o foco seria coetâneas formas de representação da realidade, a ampliação de contextos e o maior incentivo aos processos de construção do conhecimento. O grande desafio deste começo de século esbarra na necessidade de expandir as metodologias disponíveis com o intuito de atender e acompanhar o que Moraes (2002, p. 4) destaca ser imprescindível: “[...] a evolução acelerada da ciência e tecnologia vem exigindo não apenas novos espaços de conhecimento, mas também novas metodologias, novas práticas fundamentadas em novos paradigmas da ciência”. Em vista do exposto, a condição se impõe: não podemos mais continuar prisioneiros do espaço e nem do

tempo escolar, bem como de um pensamento disciplinar e hierárquico que resulta no embotamento das demandas sociais.

Ao que tudo indica, um dos caminhos para forjar um ensino mais soberano conforme Moraes (2002), poderia ser o acolhimento das tecnologias da informação e comunicação, as quais são ferramentas construídas e herdadas da própria tradição cultural. Então, conduzir um ensino apoiado nas tecnologias da informação e comunicação, considerando que elas vêm favorecendo novas formas de acesso à informação, novos estilos de pensar e raciocinar e novas dinâmicas no processo de construção de conhecimento (Moraes, 2002) poderia ser uma forma promover a ascensão do ensino de Química de maneira coetânea.

Além disso, Moraes também discorre sobre possíveis colapsos das instituições de ensino na tentativa de considerar o que ocorre no mundo hodierno e as suas respectivas necessidades educacionais:

Estamos falhando por falta de metodologias mais adequadas e epistemologicamente mais atualizadas, inspiradas em paradigmas que facilitem a operacionalização dos trabalhos na direção construtiva e criativa que almejamos. Estamos falhando porque não estamos formando, adequada e oportunamente, as novas gerações para enfrentarem os desafios atuais, já que estamos educando com metodologias cientificamente defasadas, usando tecnologias que camuflam velhas teorias a partir de propostas que continuam vendo o aluno como um mero espectador, um simples receptor de estímulos, um eterno copião e reproduzidor de informações (2002, p. 03).

Portanto, parafraseando Gardner (2009): as instituições de ensino mudam lentamente e parecem estar preparando os jovens para séculos passados. E é diante desse cenário que julgamos pertinente a promoção de novas metodologias para ultrapassar esse histórico engessado. E, como bem pontuado por Teixeira (2003, p. 178) no ensino de Ciências “as inovações propostas têm obtido penetração modesta, para não dizer incipiente, na realidade escolar brasileira”, sendo assim é imperativo a sofisticação das práticas pedagógicas nesse contexto.

A partir desse limiar afirma-se a necessidade de novas metodologias: existe o anseio da introdução de novas, ou mesmo a sofisticação das metodologias de ensino para que os estudantes representem o entendimento de suas atividades e não simplesmente aceitem o conhecimento pronto e estático (HAND; CHOI, 2010). Salientando que o ensino de Química deve começar a partir de problematizações do próprio conteúdo (RIBEIRO; PEREIRA, 2013), a discussão de problemas reais de engenharia na disciplina de Química possibilita a familiarização do estudante com o conhecimento científico, associando-o com a resolução de problemas numa maneira significativa de ensinar e de aprender (RITTER, 2011).

### **1.2 A importância da experimentação**

Axt (1991) é enfático ao ressaltar que a baixa incidência de aulas práticas no ensino de Química é decorrência da sobrecarga dos professores, dentre outros fatores. Guimarães (2009) destaca que uma atividade experimental demanda tempo e apoio dos atores que compõem a escola; como a direção, os estudantes, a coordenação e professores. Mas seja este ou não o principal obstáculo, vale destacar a natureza altamente experimental da Química, e a ininterrupta evolução do conhecimento

científico diante da comprovação ou refutação de hipóteses corroboradas, via de regra, por meio da experimentação (AXT, 1991).

Contudo, o costume é ainda de prevalecer aulas teóricas em detrimento da experimentação no ensino de Química. Num estudo recente foi destacada a importância da correlação entre aulas teóricas e experimentais como um meio de potencializar o ensino de Química. Pauletti (2012) destaca que:

A aula prática consiste no manuseio e na transformação de substâncias no laboratório da escola, isso em nível macroscópico, isto é, visível. Já a teoria para o ensino da Química compõe-se de nível microscópico, ou seja, é o estudo da matéria e suas transformações em estado não observável. Fica evidente que a ciência é uma troca irreduzível entre a teoria e a prática, e com isso a separação de ambas não é possível nem desejável quando se deseja promover o ensino de Química (2012, p. 99).

Além disso, a realização de aulas práticas no laboratório de Química vem sendo apontada como um meio de envolver os estudantes com suas aprendizagens e despertar maior interesse e motivação. Para Oliveira et al., (2011) as aulas práticas costumam ser mais atraentes e motivadoras (se comparadas a aulas teóricas) conforme relato dos estudantes, sobretudo em função do experimento ser um instrumento motivador. Entretanto, uma ressalva deve ser feita: experimentos cujo único objetivo é comprovar conhecimentos teóricos, aproximam-se de uma perspectiva bancária de ensino, limitando-se a simples reprodução do conhecimento. Ao contrário, Freire (2014, p. 24) garante que “ensinar não é *transferir conhecimento*, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção” (grifo do autor). Para Gonçalves e Marques (2011) uma visão progressista de educação embarcada no aporte freireano de ensino, requer a apreensão dos conhecimentos dos estudantes e a problematização como princípio norteador de atividades experimentais. Esse direcionamento pode ofuscar e acabar com uma perspectiva de educação bancária (GONÇALVES; MARQUES, 2012).

Diversos estudos comprovam a relevância da experimentação no ensino de Química; Romanelli e Justi (1997) concentraram diversas atividades experimentais que visam a articulação de uma proposta voltada a esse ensino, por meio de atividades planejadas experimentalmente, seguindo uma sequência lógica. Segundo as autoras, uma proposta com esse teor pode despertar os estudantes para o descobrimento da Química através de atividades explícitas em constante relação e ligação com os fenômenos corriqueiros, numa ligação contínua, isto é, abordando um tema em relação a outro e assim sucessivamente. Num estudo realizado por Santos e Schnetzler (1996) o qual objetivou-se investigar a relevância da experimentação no ensino, o principal resultado obtido foi a importância da inclusão da experimentação a fim de legitimar o caráter investigativo da ciência, bem como a própria função pedagógica que desempenha auxiliando os estudantes na compreensão dos fenômenos químicos.

Em relação as aulas práticas no ensino de Química, Guimarães salienta que:

[...] a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação. Nessa perspectiva, o conteúdo a ser trabalhado caracteriza-se como resposta aos

questionamentos feitos pelos educandos durante a interação com o contexto criado (2009, p. 198).

Em virtude dessas considerações, julgamos relevante uma abordagem em que coexistam aulas teóricas e práticas como meio de promover a compreensão dos conteúdos químicos, pois, como Giordan (1999) assinalou, essa pode ser uma forma dinâmica para tornar o ensino de Química mais atraente. Esse ensino deve despertar o interesse dos estudantes, deve ser motivador, lúdico e inicialmente ligado aos sentidos. Em outras palavras, deveríamos nos tornar protagonistas de um ensino que privilegie a fusão de aulas teóricas e práticas para a potencialização do processo de ensino e de aprendizagem em Química.

Visto a delimitação e restrição da escola no desenvolvimento de novas metodologias e a sofisticação das práticas pedagógicas, e como bem pontuado por Gardner (2009): as mesmas seguem uma sistematização possivelmente ultrapassada formando jovens com as necessidades das sociedades que antecederam a contemporânea, é que apresentamos uma proposta experimental direcionada a futuros estudantes de Engenharia, com tema gerador voltado a sustentabilidade ambiental. A Universidade de Caxias do Sul (UCS) por meio do projeto PetroFut<sup>3</sup>, juntamente com uma escola profissional promoveram oficinas de Biodiesel para estudantes do Ensino Médio. Os espaços utilizados para desenvolvimento da oficina foram o laboratório de informática e o de química da UCS e o laboratório de aprendizagem com motores a diesel da referida escola profissional.

Fazendo alusão as duas premissas norteadoras deste trabalho (inovação das práticas pedagógicas e a inclusão da experimentação no ensino de Química) fica evidente que uma proposta de ensino com essa finalidade volta-se as demandas sociais, contribuindo com uma formação cidadã. Nesse sentido, no próximo bloco, serão elencadas algumas decorrências e o caminho percorrido para o desenvolvimento dessa oficina.

## 2. A oficina de biodiesel

O projeto PetroFut<sup>4</sup> foi sistematizado em oficinas cujo tema envolveu questões-problema sobre a crise energética mundial, e a conseqüente busca de respostas sobre essa problemática. Foram realizados quatro encontros com cerca de 240 estudantes do Ensino Médio. Os encontros aconteceram nas sextas-feiras à tarde, no segundo semestre de 2011 e durante todo o ano de 2012. Cada oficina (encontro) tinha duração de 4 horas. Os estudantes receberam pré-tarefas destinadas à pesquisa prévia em relação ao tema a ser abordado pelas oficinas.

Os estudantes que participaram das oficinas eram oriundos de escolas públicas e privadas da cidade de Caxias do Sul, do estado do Rio Grande do Sul, e estavam cursando as segundas e terceiras séries do Ensino Médio. A seleção preliminar ocorreu a partir do interesse dos estudantes por cursos direcionados as Engenharias, e sucessiva inscrição no projeto. A Oficina de Biodiesel teve como

---

<sup>3</sup> O projeto UCS-PROMOPETRO: Novos Desafios para o Engenheiro do Futuro (PETROFUT) teve como principal objeto promover a integração entre a UCS e escolas da rede de Ensino Médio, com o intuito de despertar vocações e direcionar de forma específica os estudantes para áreas tecnológicas descendentes dos setores de Biocombustível, Petróleo & Gás e Petroquímica.

<sup>4</sup> Maiores informações sobre o projeto podem ser encontradas no endereço eletrônico a seguir. Disponível em: <<http://www.ucs.br/portais/ccet/pesquisa/projetos/5069/>>. Acesso em: 23 jul. 2013.

objetivo pesquisar os fatores implícitos ao processo de obtenção do biocombustível, refletindo sobre o balanço energético e ambiental final deste processo.

### **Caminhos Metodológicos**

No primeiro encontro os estudantes realizaram uma investigação referente ao plantio, manejo, produção e comercialização da matéria-prima para a produção de biodiesel (RITTER et al., 2012a) por meio de pesquisas na internet e de simulações de situações reais num laboratório de informática da UCS. No segundo encontro, os estudantes produziram biodiesel a partir de óleo de soja utilizado, sendo que cada grupo composto com 4 estudantes, avaliou o efeito sobre o rendimento e qualidade do biodiesel; a massa de catalisador e o volume de álcool utilizado (RITTER et al., 2012b). Já no terceiro encontro, os estudantes avaliaram o rendimento volumétrico do biodiesel e a viscosidade relativa do mesmo, tabelando os valores também em relação ao teor de sabão e acidez. A escolha das concentrações de catalisador e volume de álcool realizou-se através de estudo prévio. Vale destacar que o segundo e o terceiro encontro ocorreu num laboratório de química da UCS.

Após a análise da qualidade do biodiesel produzido, os estudantes avaliaram os parâmetros e, em consenso, definiram qual das formulações de biodiesel representaram o melhor rendimento e maior qualidade para que, posteriormente, em grande escala (5 litros) fossem testados em motores a diesel na unidade de uma escola profissional do município.

O quarto encontro da oficina, ocorreu num laboratório de aprendizagem com motores da escola profissional mencionada, com apoio de seus professores. Foram realizados ensaios de opacidade veicular com o biodiesel, a fim de quantificar o teor de poluentes emitidos pela combustão do biocombustível por meio de um coletor de exaustão. O parâmetro para quantificar o teor de poluentes emitidos foi a Norma NBR 13037<sup>5</sup>. Para este ensaio, observou-se as 10 primeiras amostras sequenciais de dados após aceleração máxima, desconsiderando-se as três primeiras e as três últimas, sendo as demais utilizadas para a média do valor que representa o coeficiente de absorção de luz e apresenta valor máximo definido de  $2,1 \text{ m}^{-1}$ . Este valor é representado como sendo o valor de K, conforme Conama (2011).

As amostras de biodiesel escolhidas pelos grupos de estudantes possuíam 27,6 gramas (equivalentes a 58 % m/m) de óleo de fritura (equivalentes a 50% óleo utilizado e 50% óleo virgem), 0,5 gramas (equivalentes a 1,2 % m/m) de hidróxido de sódio (NaOH) e 21 mL de solução alcoólica (equivalentes a 40,8 % m/m) de álcool etílico ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ) e metanol ( $\text{CH}_4\text{O}$ ).

Como padrão para efeitos de comparação, optou-se em utilizar o diesel sem biodiesel (0%), disponibilizado na rede de postos de combustíveis da cidade. As amostras de biodiesel produzidas pelos estudantes foram identificadas conforme o teor adicionado ao diesel (0%) adquirido em postos de combustíveis. Assim, a amostra denominada B5 possui 5% (v/v) de biodiesel produzido pelos estudantes a partir do óleo de soja e as demais amostras obedeceram a nomenclatura, conforme os percentuais: B12, B15, B20 e B30. A amostra do biodiesel denominada S50 foi

---

<sup>5</sup> Maiores informações podem ser encontradas no endereço eletrônico a seguir: Disponível em: <<http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=003244>>. Acesso em 20 jul. 2013.

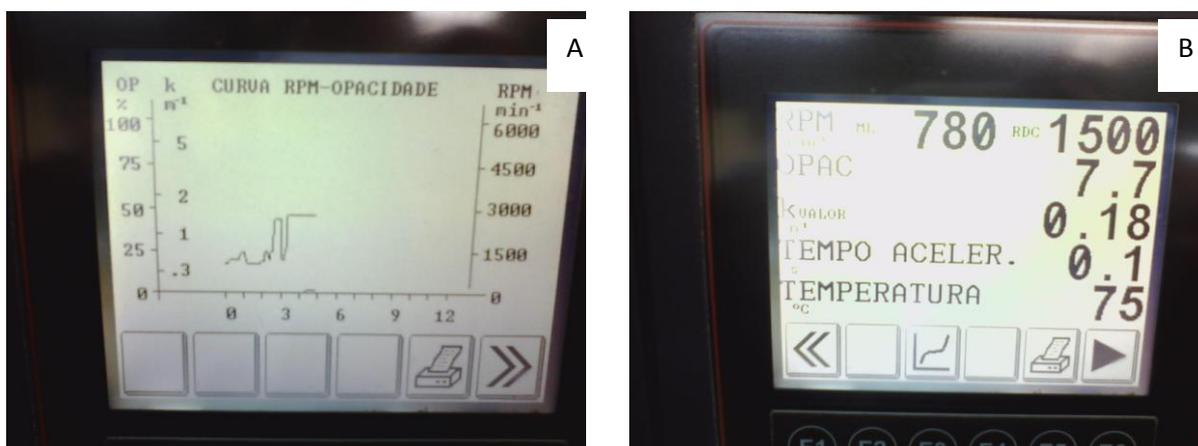
adquirida em postos de combustíveis e apresenta 5% de biodiesel e também foi utilizada como parâmetro comparativo.

Após a realização dos ensaios das amostras de biodiesel, os estudantes construíram um mapa conceitual interligando os conceitos e as discussões trabalhadas durante a oficina. Nos conectores do mapa conceitual descreveram as variáveis do processo de produção do biocombustível. O mapa conceitual foi realizado em duplas e foi utilizado para o levantamento de dados e para comparação entre o conhecimento prévio dos estudantes antes e após a realização da oficina. Essa atividade também visou oportunizar aos estudantes situações de reflexões sobre as questões ambientais, sociais, culturais e econômicas envolvidas.

### Resultados e Discussão

As amostras de biodiesel foram analisadas por professores da escola profissional em uma bancada didática, juntamente com os estudantes que participaram da Oficina de Biodiesel em relação à opacidade em equipamentos específicos (Figura 1) acoplados a motores de combustão movidos a biodiesel. Um risco em relação a análise das amostras é que existe a possibilidade da bancada didática não estar totalmente calibrada, e a confiabilidade dos resultados obtidos deve ser relativizada.

**Figura 1:** Fotografia do gráfico produzido durante o ensaio de opacidade. Curva de opacidade em biodiesel (A). Valor K do biodiesel B5% (B).



Fonte: Oficina de Biodiesel realizada na escola profissional.

Durante os ensaios de opacidade em motores, os estudantes participaram de explicações orais sobre o funcionamento do equipamento e foram instigados e desafiados a argumentar sobre a necessidade de atualização das normas referentes à emissão de poluentes atmosféricos. Também, discutiu-se sobre a ampliação da fiscalização sobre veículos poluidores. Acredita-se dessa forma, que direcionar a discussão do problema gerador exigirá-se dos estudantes a utilização de conhecimentos científicos das mais diversas áreas e da análise de aspectos sociais e ambientais, para buscar a solução de tal situação problema (MACHADO; PINHEIRO, 2010). Além disso, a abrangência dessa Oficina atinge os desafios centrais do movimento C.T.S, os quais visam sobremaneira refletir sobre os impactos da tecnologia e da ciência na sociedade (TEIXEIRA, 2003). Nessa perspectiva é que para Santos (2007, p. 478), multiplicam-se os direcionamentos dessa proposta, destacando que somente “a partir de uma análise crítica sobre as

implicações sociais da ciência e da tecnologia” a educação pode tornar-se uma ação social responsável.

Ao analisar os valores de K (Tabela 1) para o biodiesel produzido pelos estudantes, pode-se constatar que o aumento no percentual de biodiesel reduziu a opacidade do mesmo. Cabe salientar que não realizou-se nenhuma etapa de tratamento prévio das amostras de biodiesel produzido, sendo esse separado da fase alcoólica pela adição de uma solução saturada de cloreto de sódio (NaCl). Assim, os valores de K de opacidade acima do S50 devem-se, também, à presença de subprodutos.

**Tabela 1:** Valor K de teste de opacidade de biodiesel produzido por estudantes a partir de óleo de fritura

Biodiesel	Percentual de biodiesel (v/v)	Valor K
Biodiesel S50	5% de biodiesel comercial	0,06
B0	100% diesel comercial	0,09
B5	5% biodiesel e 95% de diesel	0,18
B12	12% biodiesel e 88% de diesel	0,17
B15	15% biodiesel e 85% de diesel	0,12
B20	20% biodiesel e 80% de diesel	0,075
B30	30% biodiesel e 70% de diesel	0,08

A observação dos dados mostrou-se conflituosa entre os estudantes em relação ao valor K das amostras B5, B12 e B15. O percentual na redução do valor K não foi proporcional ao percentual de aumento volumétrico de biodiesel. Esse conflito fez com que os estudantes propusessem algumas hipóteses: i) erros de procedimento experimental; ii) remoção incompleta dos subprodutos. Em decorrência dos encontros da Oficina, evidenciou-se que a interação entre os estudantes melhorou o aprendizado, pois produziu conflitos cognitivos e pensamentos de alta qualidade, e ainda os motivou a discutir e buscar soluções entre os participantes de cada grupo e ao que tudo indica aguçou a capacidade dos mesmos em buscar soluções para a problemática de maneira individual e coletiva. Esse resultado decorrente da Oficina se reflete nas considerações de Ribeiro e Ramos (2012): as situações problema que expõem os estudantes, promove a interação e encaminha os mesmos a buscar soluções individuais e coletivas para as problematizações tratadas, e dessa forma ampliam-se e aprimora-se o conhecimento, sobretudo, diante de uma perspectiva motivacional e interacional a qual é incessantemente propiciada.

Os possíveis “erros” evidenciados pelos estudantes permitiram a discussão em relação a outras etapas necessárias ao processo e a relação com a sustentabilidade do processo de produção do biocombustível. Os experimentos com esse “tipo de erro” podem contribuir sobremaneira para a aprendizagem, porque, a primeira experiência exigente é a experiência que falha, ou seja, tentar entender o que não se consegue explicar, ou o imprevisto, é um aspecto importante na experimentação (GONÇALVES; MARQUES, 2012), principalmente diante da incidência de situações problema como norteadoras de propostas de ensino.

### Considerações Finais

Um ensino voltado a uma formação cidadã requer que os professores repensem suas práticas e seu papel dentro do contexto escolar. É de importância capital assumir uma postura que implique em discussões de temas e propostas de melhorias no contexto ambiental, social e econômico; na indissociável inter-relação de ambos. Uma proposta de ensino baseada nessa premissa condiz com uma formação de cidadãos mais críticos; que compreendam as consequências multidisciplinares do emprego da Química no contexto a qual estão inseridos.

O envolvimento dos estudantes em atividades práticas além de propiciar uma formação cidadã legitima o papel da escola como uma instituição vinculada as necessidades da sociedade contemporânea. Através da Oficina de Biodiesel pode-se abordar todo o processo de produção de biocombustível e as implicações de seu uso, o que acarretou a construção do conhecimento desse processo com estudantes do Ensino Médio. Os resultados obtidos mediante a Oficina possibilitou aos estudantes aprendizagens que se estenderam aos diversos contextos sociais, visto que desde o primeiro encontro, a pesquisa bibliográfica, os estudantes se comprometeram e desenvolveram as atividades propostas com entusiasmo e engajamento alcançando os resultados almejados. A produção do biocombustível em laboratório constitui-se numa atividade emblemática para os estudantes, visto que muitos nunca haviam sequer entrado num laboratório de química e muito menos tinham afinidade com os equipamentos, bancadas, vidrarias e itens de segurança. Quiçá, o ápice da Oficina deu-se no quarto encontro, quando os estudantes realizaram os ensaios de opacidade veicular com o biodiesel no laboratório de aprendizagem com motores visto que foi nesta etapa que completou-se o processo como um todo. A sequência da Oficina contribuiu para uma aplicação real dos conhecimentos adquiridos na escola, através da Química.

As problemáticas exercitadas na Oficina comprovam que atividades dessa natureza estimulam os estudantes a participarem e comprometer-se com o grupo de estudo visando a resolução dos problemas propostos. Resta-nos com isso, inserir propostas com esse teor nas escolas, para que os estudantes tenham uma formação voltada as demandas sociais que impliquem na resolução de problemas de ordem prática.

Como já relatado, é imperativo a abordagem de temáticas no ensino que contemplem a inter-relação da CTSA visto a importância e abrangência e a pouca aderência desse movimento no contexto escolar. Leal e Marques (2008, p. 32) constataram ainda existe uma tradição escolar “que muito pouco considera e trabalha as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente”, e muitos enfoques ainda estão desconexos da “relação da Química, e suas atividades, como os diversos problemas ambientais”. Assim sendo, justifica-se a Oficina aqui relatada como uma metodologia renovada de ensino, a qual valeu-se de diversificados contextos de aprendizagem, alternando a abordagem teórica e prática na direção de uma formação voltada a cidadania.

Por fim, acreditamos ter atingido o objetivo central deste artigo que foi de apresentar a Oficina realizada e demonstrar as renovadas possibilidades de aprendizagem por via da experimentação no ensino de Química. Pois apesar desse ensino ainda se valer, ou predominar em aulas teóricas, atestamos que o ensino e a aprendizagem de Química tornam-se mais eficazes em propostas que abordem problemáticas corriqueiras, que realmente atinjam a vida dos estudantes e por via da

experimentação e sofisticação das práticas pedagógicas é que esse ensino pode tornar-se magno.

### Agradecimentos

Agradecemos a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) pelo financiamento deste projeto.

### Referências

- AXT, R. O papel da experimentação no ensino de ciências. In: MOREIRA, M. A.; AXT, R. (org.). **Tópicos em ensino de ciências**. Porto Alegre: Sagra, 1991.
- BACHELARD, G. **A filosofia do não**: o novo espírito científico; a poética do espaço. Tradução Joaquim José Moura Ramos et al. São Paulo: Abril Cultural, 1978.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuições para uma psicanálise do conhecimento. Tradução Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – **CONAMA**, Resolução n. 436, de 22 de dezembro de 2011. Estabelece emissão de fumaça e material particulado dos veículos. Brasília, dez., 2011.
- CHASSOT, A. **Alfabetização científica**: questões e desafios para a educação. Ijuí: Editora Unijuí, 2001.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 48. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2014.
- GARDNER, H. É difícil fazer o certo se isso contraria nossos interesses. **Revista Nova Escola**. São Paulo, v.24, n.226, p. 38-42, out., 2009.
- GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**. São Paulo, n.10, p. 43-9, nov., 1999.
- GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. A Problematização das atividades experimentais na educação superior em química: uma pesquisa com produções textuais docentes. **Química Nova**. São Paulo, v.34, n.5, p. 899-904, 2011.
- GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. A Problematização das atividades experimentais na educação superior em química: uma pesquisa com produções textuais docentes - Parte II. **Química Nova**. São Paulo, v.35, n.4, p. 837-843, 2012.
- GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Revista Nova Escola**. São Paulo, v.31, n.3, p. 198-202, ago., 2009.
- HAND, B.; CHOI, A. Examining the Impact of Student Use of Multiple Modal Representations in Constructing Arguments in Organic Chemistry Laboratory Classes. **Science & Education**. v.40, n.1, p.29-44, jan., 2010.
- KUHN, T. **A estrutura das revoluções científicas**. Tradução Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. São Paulo: Editora Perspectiva, 1975.
- LEAL, A. L.; MARQUES, C. A. O conhecimento químico e a questão ambiental na formação docente. **Química Nova na Escola**. São Paulo, n.29, p.30-3, ago., 2008.

MACHADO, V.; PINHEIRO, N. A. M. Investigando a metodologia dos problemas geradores de discussões: aplicação na disciplina de Física no Ensino de Engenharia. **Ciência & Educação**. Bauru, v.16, n.3, p. 525-542, 2010.

MORAES, M. C. Tecendo a rede, mas com que paradigma? In: MORAES, Maria Candida (org.). **Educação a distância: fundamentos e práticas**. Campinas, SP: UNICAMP/NIED, 2002, p. 1-12.

MOREIRA, M. A.; MASSONI, N. T. **Epistemologias do século XX**: Popper, Kuhn, Lakatos, Laudan, Bachelard, Toulmin, Feyerabend, Maturana, Bohm, Bunge, Prigorine, Mayr. São Paulo: E.P.U, 2011.

OLIVEIRA, C. A. F.; FILHO, J. B. M. R.; ANDRADE, L. R. Identificação de ácido salicílico em produtos dermatológicos utilizando-se materiais convencionais. **Química Nova na Escola**. São Paulo, v.33, n.2, p. 125-8, maio., 2011.

PAULETTI, F. Entraves ao ensino de química: apontando meios para potencializar este ensino. **Revista Amazônica de Ensino de Ciências**. Manaus, v.5, n.8, p.98-107, jan./jul., 2012.

POZO, J. I.; CRESPO, M. Á. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. Tradução Naila Freitas. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

RAMOS, M. G. Educar pela pesquisa para a argumentação. In: MORAES, Roque; LIMA, Valdeez Marina do Rosário (organizadores). **Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2002.

RIBEIRO, M. A. P.; PEREIRA, D. C. Constitutive Pluralism of Chemistry: Thought Planning, Curriculum, Epistemological and Didactic Orientations. **Science & Education**. v.22, n.7, p. 1809-1837, jul., 2013.

RIBEIRO, M. E. M.; RAMOS, M. G. Grupos colaborativos como estratégia de aprendizagem em aulas de química. **Acta Scientiae**. Canoas, v.14, n.3, p. 456-471, set./dez., 2012.

RITTER, C. E. T. Problemas reais de Engenharia em Química Básica. In: **XXXIX Congresso Brasileiro do Ensino de Engenharia - COBENGE**. Blumenau, SC, out., 2011.

\_\_\_\_\_; HOMRICH, P. O. B.; AVER, K. R. Estudantes do Ensino Médio em pesquisa durante oficina de biodiesel. In: **Encontro de Debates sobre ensino de Química – 32º EDEQ**. Porto Alegre, RS, out., 2012a.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. Estudantes do Ensino Médio em proposta de aprendizagem ativa. In: **Encontro de Debates sobre ensino de Química – 32º EDEQ**. Porto Alegre, RS, out., 2012b.

ROMANELLI, L. I.; JUSTI, R. S. **Aprendendo química**. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 1997.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. Função social: o que significa ensino de química para formar o cidadão? **Química Nova na Escola**. São Paulo, n.4, p.28-34, nov., 1996.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. 2 ed. Ijuí: Unijuí, 2000.

\_\_\_\_\_. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**. Rio de Janeiro, v.12, n.36, p. 474-550, 36 set./dez. 2007.

TEIXEIRA, P. M. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento C.T.S no ensino de ciências. **Ciência & Educação**. Bauru, v.9, n.2, p. 177-190, 2003.