

## **Combustíveis: contribuições de uma Oficina Temática para a construção do conhecimento científico**

### **Fuels: contributions of a Thematic Workshop for the construction of scientific knowledge**

**Thaís Lopes Romero**

Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade  
de São Paulo  
thais.romero@usp.br

**Maria Eunice Ribeiro Marcondes**

Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade  
de São Paulo  
mermarco@iq.usp.br

#### **Resumo**

Este trabalho, de natureza qualitativa, quantitativa e interpretativa, com observação participativa, objetivou investigar como o ensino por meio de uma oficina temática contribui para uma aprendizagem com significação humana e social, que possibilite a construção de um novo olhar sobre o mundo e a formação de um cidadão consciente e intelectualmente autônomo. Nesse sentido, foi elaborada uma oficina com o tema Combustíveis, aplicada a sete turmas do terceiro ano do Ensino Médio de duas escolas da rede pública de São Paulo. Para desenvolver a oficina utilizou-se a metodologia dos Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1991) e a constituição dos dados da pesquisa foi realizada a partir de nove instrumentos, que incluem questionários em escala Likert, atividades problematizadoras, relatórios dirigidos de laboratório e elaboração de um cartaz. A análise dos dados aponta que os alunos puderam estabelecer relações entre os conceitos desenvolvidos e suas vidas, além de mostrar uma evolução desses alunos em relação à construção dos conhecimentos científicos e à sua visão da Química e das aulas de Química.

**Palavras-chave:** contextualização, educação CTSA, Oficinas Temáticas, combustíveis, ensino e aprendizagem de química.

#### **Abstract**

This work, of a qualitative, quantitative and interpretative nature, with participatory observation, aimed to investigate how teaching through a thematic workshop contributes to learning with human and social significance, which enables the construction of a new view of the world and the formation of a conscious and intellectually autonomous citizen. In this sense, a workshop with the theme Fuels was elaborated, applied to seven third year high school classes

from two public schools in São Paulo. To develop it, Three Pedagogical moments by Delizoicov and Angotti methodology's (1991) was used and the constitution of the research data was carried out from nine instruments, which include questionnaires on a Likert scale, problem-solving activities, directed laboratory reports and the elaboration of a poster. Data analysis indicates that students were able to establish relations between the concepts developed and their lives, also showing an evolution of them related to the construction of scientific knowledge and their vision about Chemistry and Chemistry classes.

**Key words:** contextualization, CTSA education, Thematic Workshops, fuels, teaching and learning chemistry.

## Introdução

Pensar sobre as práticas pedagógicas pode contribuir para que os objetivos de ensino e aprendizagem possam ser alcançados. Em relação ao ensino de Química, um de seus objetivos se refere ao desenvolvimento de habilidades de pensamento que possibilitem ao estudante a compreensão de conhecimentos científicos e o questionamento dos impactos que a ciência e a tecnologia têm causado na sociedade. Freire (1996, p. 21) aponta que “saber ensinar não é transferir conhecimento, mas criar possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção”. Nesse sentido, o processo de ensino e aprendizagem não depende exclusivamente do professor, o aluno também deve ter a oportunidade de participar da construção de seu conhecimento. Portanto, é de responsabilidade do professor pensar nas múltiplas dimensões do ensino e dar condições aos alunos de exporem seus conhecimentos, curiosidades e indagações, pois a abordagem dada pelo professor aos assuntos e às articulações que ele faz no decorrer da aula, poderão contribuir para uma visão crítica e social do tema em estudo.

O Ensino de Química deve dispor aos alunos condições necessárias para que eles compreendam acontecimentos do mundo físico e social que os envolve, dando a eles autonomia intelectual para julgar as informações que recebem diariamente. Assim, visando relacionar esse ensino ao contexto social de forma que a Química deixe de ser apenas mais uma disciplina obrigatória e passe ser reconhecida como uma disciplina necessária e importante, um possível caminho a seguir é optar por uma abordagem que utilize:

1. A contextualização dos conhecimentos científicos buscando dar um novo significado ao conhecimento escolar, possibilitando que os alunos associem esses conhecimentos com as experiências da vida cotidiana, favorecendo e facilitando a aprendizagem, tornando-a mais efetiva. (Marcondes, 2008; Wartha et al., 2013).
2. O enfoque CTSA, pensando em uma educação para cidadania e que desenvolva a capacidade de tomada de decisão e valores nesses alunos. (Santos e Auler, 2011).
3. A experimentação com caráter investigativo, onde o desenvolvimento de um experimento seja importante e significativo para auxiliar na compreensão do tema abordado de forma mais ampla, e que permita a resolução de uma questão problema. (Aikenhead, 1994; Ferreira et al., 2010; Suart; Marcondes & Lamas, 2010).

Tendo em vista essas considerações, é possível valer-se de uma metodologia que envolva assuntos relacionados ao cotidiano, que considere a troca de experiências e saberes entre os aprendizes e que possibilite a formação de um cidadão reflexivo e socialmente responsável, utilizando Oficinas Temáticas, que são baseadas em atividades experimentais sobre um dado

tema.

Nessa perspectiva, este trabalho objetiva contribuir para a compreensão do processo de ensino-aprendizagem por meio da aplicação de Oficina Temática com enfoque CTSA, como proposta pedagógica capaz de promover a formação científica dos alunos. Busca-se ainda responder às seguintes questões problema: Quais são os impactos de atividades de ensino desenvolvidas em Oficinas Temáticas com enfoque CTSA na aprendizagem de conceitos químicos? No estabelecimento de relações entre a Química e a sociedade? Nas atitudes dos alunos frente à Ciência?

### **Oficina Temática**

Independentemente das futuras escolhas profissionais, o ensino de Química deve ser significativo e capaz de contribuir com a formação pessoal dos alunos para que eles se tornem aptos a raciocinar cientificamente e tomar decisões conscientes e responsáveis, que favoreçam a si e à sociedade.

Construir uma Oficina Temática de Química requer a escolha de um tema e sua integração à situações problema, experimentos e conceitos científicos. Esse tema não envolve apenas questões relacionadas à Química, mas questões associadas à diferentes áreas do conhecimento em uma perspectiva interdisciplinar e contextualizada. Marcondes (2008) destaca importantes potenciais pedagógicos das Oficinas Temáticas para o Ensino de Química: utilização da vivência dos alunos e dos fatos do dia-a-dia para organizar o conhecimento e promover aprendizagens; abordagem de conteúdos da Química a partir de temas relevantes que permitam a contextualização do conhecimento; estabelecimento de ligações entre a Química e outros campos de conhecimento necessários para se lidar com buscas de soluções para o tema em estudo; participação ativa do estudante na elaboração de seu conhecimento. Assim, um tema socialmente relevante suscita questões e problemas para os quais os alunos buscam respostas e soluções, a partir de conhecimentos práticos e teóricos, tomam decisões, o que contribui para a formação de um cidadão crítico e participativo (Braibante e Pazinato, 2014)

### **Ensino CTSA**

O ensino de Química pautado nas relações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente pode proporcionar um caminho concreto e com potencial para formar cidadãos críticos e responsáveis. Pensar sobre esse tipo de ensino de Química possibilita entender como integrar Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente ao Ensino de Química pode proporcionar um caminho metodológico concreto e com potencial para formar cidadãos atentos às produções da Ciência, ao desenvolvimento da tecnologia, à sociedade em que vivem e ao meio ambiente e seus impactos ambientais. Isso significa que a abordagem CTSA possibilita ao indivíduo a chance de participar ativamente da sociedade não apenas porque compreende a Ciência, mas porque entende, também, as implicações sociais e ambientais dos conhecimentos científicos e tecnológicos na sociedade da qual ele faz parte e tem, assim, meios de propor ações visando uma transformação social. Esse tipo de abordagem está ligado à compreensão conceitual dos temas envolvidos, isto é, o aluno precisa entender os conceitos científicos relativos ao tema abordado, para que de maneira informada possa tomar decisões perante a sociedade.

Aikenhead (2009) apresenta resultados positivos em relação ao ensino CTS e como esse enfoque favorece o Ensino de Ciências, colaborando com a aprendizagem dos alunos e trazendo significado social ao conhecimento científico. Isso permite que os alunos compreendam as relações entre os avanços científicos, tecnológicos e suas implicações na sociedade e no meio ambiente. Para o autor, o tema abordado parte de questões sociais que devem ser relacionadas

a conceitos tecnológicos e científicos. Assim, esse tipo de abordagem viabiliza a compreensão crítica da Ciência e da tecnologia partindo de temas sociais e ambientais, que desenvolvem atitudes e valores nos alunos.

## **Percurso Metodológico**

Este trabalho apresenta natureza qualitativa e interpretativa, com observação participativa, e com levantamento de dados em sete turmas de 3º ano do Ensino Médio de duas escolas da rede pública estadual de São Paulo. Foram ministradas 10 aulas pela pesquisadora nas próprias escolas com duração de até 50 minutos cada, dependendo da atividade proposta, e com autorização da direção, da coordenação e do professor da escola. Por concessão voluntária dos professores das turmas, todas as aulas foram ministradas pela pesquisadora. Foram desenvolvidos um total de nove instrumentos para coleta de dados e foram realizadas: uma Oficina Temática Piloto (oficina 1), com o tema “Combustíveis”, e uma Oficina Temática Definitiva (oficina 2), com o mesmo tema, sendo que cada uma delas foi aplicada em escolas públicas diferentes. As atividades foram oferecidas aos alunos do 3º ano do Ensino Médio, pois maior parte do processo de escolarização em Química, permitindo-os de apresentar maior conhecimento dos conteúdos químicos. Além disso, esses alunos apresentam maior maturidade cognitiva. As classes de 3º ano que participaram deste trabalho têm em média 30 alunos. A oficina 1 foi aplicada a 86 alunos de 3 turmas do 3º ano do Ensino Médio e a oficina 2 foi aplicada a 138 alunos de 4 turmas do 3º ano do Ensino Médio. A oficina 1 foi realizada a fim de permitir a pré-validação e possíveis reformulações dos instrumentos de coleta de dados. No entanto, em função de seus resultados, não foi necessário alterar os instrumentos propostos para a aplicação da oficina 2.

Para o desenvolvimento da Oficina Temática utilizou-se a metodologia dos Três Momentos Pedagógicos propostos por Delizoicov e Angotti (1991). De acordo com Muenchen e Delizoicov (2012), definem-se:

1. Momento de problematização inicial: apresentam-se questões ou situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos temas. Isso permite ao professor conhecer as ideias dos alunos e fazê-los perceber a necessidade de assimilar outros conhecimentos que ainda não detêm.
2. Momento de organização do conhecimento: sob a orientação do professor, os conhecimentos necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são estudados, ou seja, sistematizam-se os conhecimentos necessários para a compreender o tema proposto e a questão inicial.
3. Momento de aplicação do conhecimento: aborda-se sistematicamente o conhecimento incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo quanto outras que, embora não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento.

O quadro 1 a seguir reúne os instrumentos utilizados, o momento em que foram aplicados e suas respectivas descrições durante as oficinas 1 e 2.

**Quadro 1:** Instrumentos aplicados durante as oficinas 1 e 2.

Momento	Instrumentos	Descrição dos instrumentos
Pré oficina	1 e 2	1. Questionário em escala Likert: experiências e conhecimentos prévios gerais dos alunos. 2. Questionário geral com conteúdos de Química – 7 questões.
Problematização	3	3. Conhecimentos prévios acerca do tema “Combustíveis”.
Organização	4 e 5	4. Relatório dirigido de laboratório, experimento: teor de álcool na gasolina. 5. Relatório dirigido de laboratório, experimento: poder calorífico dos combustíveis – álcool x querosene.
Aplicação	6	6. Elaboração de um cartaz: comparação entre os combustíveis GNV, álcool, gasolina e diesel (dados: matéria prima, renovável ou não, poder calorífico, preço e volume de CO <sub>2</sub> liberado). Questão: Qual dos combustíveis propostos é considerado pelo grupo como a melhor opção? Baseando-se nos dados de cada combustível, justifiquem o motivo da escolha de vocês.
Pós oficina	7, 8 e 9	7. Questionário em escala Likert (fundamentação teórica: Cheung, 2007 e Ajzen, 1991): solicita ao aluno avaliar suas aulas de Química. 8. Questionário em escala Likert (fundamentação teórica: Falk e Storksdieck, 2005): solicita ao aluno avaliar as aulas realizadas durante a Oficina Temática em questão e sua interação com outros alunos e com os professores. 9. Questionário metacognitivo. Questões: 1. O que foi importante para você durante a Oficina Temática? 2. O que você aprendeu sobre os combustíveis? 3. O que você gostaria de saber mais sobre os combustíveis?

Fonte: elaborado pela autora.

É relevante ressaltar, ainda, que seguindo o modelo de abordagem CTSA a partir da proposta de Aikenhead (2009), a Oficina Temática de Química “Combustíveis” parte do tema abordando questões relacionadas à adulteração da gasolina e ao rendimento energético dos combustíveis. Traz o desenvolvimento de fontes alternativas de combustíveis em uma perspectiva tecnológica, e aborda a combustão, o poder calorífico dos combustíveis, a solubilidade e a polaridade como conhecimentos científicos. Ao final, retoma-se a discussão sobre o tema a partir da importância de refletir sobre relação custo x benefício (benefício energético e ambiental) para ampliar entendimentos sobre o tema, e apresenta-se a questão da poluição agravada pela queima de combustíveis em motores irregulares.

## **Análise dos instrumentos das oficinas 1 e 2**

A análise dos dados coletados durante as oficinas 1 e 2 foi, primeiramente, realizada quantitativamente, para depois ser feita qualitativamente. Para ambas as oficinas, selecionaram-se todos os alunos que responderam aos 9 instrumentos aplicados, isto é, 100% de presença, e os alunos que não participaram de apenas uma das atividades, que não contemplavam a aplicação dos instrumentos 3, 4, 5 e 6, pois esses instrumentos são referentes aos três momentos pedagógicos da Oficina Temática. A partir disso, efetuaram-se cálculos amostrais, que levaram em conta um erro amostral de 10%, uma confiança de 90%, dentro das populações em estudo que resultou em uma amostra de 27 alunos de três diferentes turmas do 3º ano do Ensino Médio a terem os dados coletados analisados para a oficina 1 e uma amostra de 25 alunos de três diferentes turmas do 3º ano do Ensino Médio a terem os dados coletados analisados para a oficina 2.

### **Instrumentos referentes aos três momentos pedagógicos das Oficinas Temáticas**

O instrumento 3 (problematização inicial) apresentava 4 questões, e, a partir das respostas dos alunos, foram criadas categorias agrupando-se as manifestações por semelhança. Assim, foram criadas:

1) Quatro categorias de respostas para a primeira questão “em tempos de crise, questionamentos sobre a qualidade da gasolina comercializada no Brasil têm sido constantes. Como você faria para diferenciar uma gasolina de qualidade de uma gasolina adulterada?": a. Cita o uso de aparelhos (recurso técnico); b. Percebe a adulteração de acordo com o funcionamento do motor; c. Analisando a fonte de abastecimento (confiável ou não) e d. Outros.

2) Três categorias para a primeira parte da segunda questão “quais os diversos tipos de fraudes que podem ocorrer na gasolina?": a. Fraude na quantidade de combustível (adulterar a bomba); b. Adicionar solvente mais barato fazendo relação com o preço e c. Adição de diversos sem relacionar com o preço.

Para a segunda parte da questão 2 “quais impactos nos veículos e no meio ambiente você acredita que uso de gasolina adulterada causaria?”, os grupos das duas escolas apresentaram respostas similares, por isso não houve criação de categorias.

3) Três categorias para a terceira questão “entre o álcool (etanol) e a gasolina, qual deles polui mais o meio ambiente? Por quê?": a. Compara a origem dos combustíveis; b. Compara a geração de poluentes em termos de quantidade e c. Outros.

4) Três categorias para a quarta questão “pensando em quantidade de energia gerada na queima dos combustíveis dentro do motor do carro, qual combustível “rende” mais, ou seja, qual é mais eficiente na queima, o álcool (etanol) ou a gasolina? Por quê?": a. Associa a resposta à energia gerada; b. Associa a resposta à estrutura da molécula do combustível e c. Associa a resposta à origem/natureza do combustível.



O instrumento 4 (organização do conhecimento) trazia seis questões a serem resolvidas em relação ao experimento “teor de álcool na gasolina”. As respostas dos alunos para as questões dessa atividade foram analisadas da seguinte forma:

- 1) Verificou-se para a primeira questão “desenhe o sistema após a adição da água (à gasolina) e identifique cada uma das fases”, os grupos que a responderam acertadamente ou não.
- 2) Criaram-se cinco categorias para a justificativa da resposta relativa à segunda questão “a mistura entre gasolina e água é homogênea ou heterogênea? Por quê?”: a. Cita o conceito de miscibilidade das substâncias; b. Justifica a partir da densidade; c. Justifica apenas pela observação do fenômeno (visual); d. Justifica apenas descrevendo o processo e e. Outros.
- 3) Fez-se uma tabela para a terceira questão que deveria ser preenchida com os dados obtidos pelos grupos, com o enunciado “compare o volume inicial e final da água, o volume inicial e final da gasolina e complete a tabela abaixo”. Os dados foram anotados na lousa junto aos alunos.
- 4) Criaram-se duas categorias para as respostas da quarta questão “porque ocorreu essa variação no volume da gasolina e da água, lembrando que se tem gasolina com álcool e água?”: a. Apresenta explicações baseadas na interação água e álcool e b. Reconhece o processo, mas apresenta erros conceituais.
- 5) Criaram-se quatro categorias para a quinta questão “como a partir desses dados podemos calcular a porcentagem de álcool (etanol) presente na gasolina?”: a. Apresenta cálculos corretos; b. Responde corretamente, mas não mostra o raciocínio; c. Deixa em branco, e d. Apresenta cálculos incorretos porque simplesmente não soube calcular o volume de álcool ou porque interpreta a quantidade de álcool, mas não a expressa em porcentagem.
- 6) Criaram-se duas categorias para a sexta questão “a lei diz que a porcentagem de álcool que pode ser adicionado na gasolina é de 25%. Essa gasolina que vocês analisaram, está dentro dos limites permitidos por lei? Explique”: a. Responde corretamente, mas justifica com bases nos dados calculados acertadamente e b. Responde corretamente, mas justifica com base em dados inadequados.

O instrumento 5 (organização do conhecimento) trouxe um experimento demonstrativo que comparava o poder calorífico do álcool x querosene. Por se tratar de um experimento demonstrativo, no que se refere às tabelas que deveriam ser preenchidas pelos grupos dos alunos participantes das duas Oficinas Temáticas, os valores escritos nelas foram os mesmos por todos os grupos pertencentes à mesma turma. Verificou-se para a primeira questão “Qual dos 2 combustíveis utilizou maior massa para aquecer a mesma quantidade de água?”, os grupos que a responderam acertadamente ou não. Para a segunda questão, “Por que o combustível escolhido para a resposta da questão 1 utilizou maior massa para aquecer a mesma quantidade de água? Explique, utilizando a tabela abaixo de poder calorífico dos combustíveis”, foram criadas 3 categorias: a. Justifica utilizando o conceito ou análise da tabela de poder calorífico; b. Justifica descrevendo o processo (observação do fenômeno) e c. Outros

O instrumento 6 (aplicação do conhecimento) apresentou um cartaz que comparava os combustíveis: gasolina, álcool, GNV e diesel quanto ao preço, matéria prima, ser renovável ou

não, poder calorífico e volume de gás carbônico liberado na queima de um mol de cada combustível. Preenchidos os itens, os grupos deveriam, com base nos dados fornecidos e em tudo o que foi discutido durante as aulas, decidir qual desses 4 combustíveis eles considerariam a melhor opção, justificando o motivo de sua escolha. A partir das respostas dos alunos (todas as escolhas giraram em torno do etanol e do GNV), criaram-se categorias para agrupar as justificativas de cada escolha, etanol ou GNV: a. O etanol é renovável e possui menor preço; b. O etanol é renovável e pouco/menos poluente; c. O GNV possui maior poder calorífico e baixo preço e d. O GNV libera menor volume de gás carbônico e possui baixo preço.

## Resultados e discussão

Os resultados, para as seis turmas participantes das duas oficinas, foram analisados levando em conta as questões orientadoras deste trabalho. Os critérios de análise foram pautados na leitura dos dados e explorados quantitativamente e qualitativamente.

Inicialmente, foi aplicado um questionário em escala Likert para nos inteirmos a respeito dos indivíduos participantes desta pesquisa e suas opiniões em relação a Química e as experiências e conhecimentos prévios que possuíam. Investigou-se de que forma os alunos estabeleciam relações entre a Química e o cotidiano, o seu interesse pela disciplina escolar de Química, o que eles gostariam de aprender nessa disciplina e qual as suas visões frente à Ciência. Foi possível observar que: a maior parte dos alunos relaciona Ciência/Química e cotidiano; tem interesse positivo pela Ciência escolar e considera que a disciplina de Química estimula seu raciocínio e curiosidade. Contudo, assim como a tendência verificada em outros países (Tomei, 2008), os alunos que participaram desta pesquisa também não se sentem motivados a seguirem carreiras científicas. No que diz respeito ao que os alunos gostariam de aprender sobre Química, apresentaram-se temas de Química relacionados ao dia a dia, possíveis de serem trabalhados em sala de aula. De maneira geral, os alunos se interessam por assuntos como poluição e preservação do ambiente, chuva ácida, tratamento de água, produção e uso de energia, entre outros, o que pode revelar que eles reconhecem a relevância desses assuntos para eles ou para a sociedade. Pode significar ainda que, talvez, tais temas não fossem tratados devidamente em suas aulas. Observou-se também o desinteresse pelo tema história da Ciência, denotando que o ensino, de maneira geral, não favorece a compreensão da construção do conhecimento científico ao longo da história (Santos e Schnetzler, 1997). Referente à visão da Ciência, os alunos refletiram sobre o papel social e político da Ciência e a função que ela exerce na sociedade, e sobre a crença ou descrença na Ciência e nos cientistas. Muitos alunos têm uma visão otimista em relação à Ciência, o que pode significar a valorização da sua contribuição no tratamento de diferentes demandas, mas, também, uma visão salvacionista da Ciência, como se ela tivesse o poder de resolver todos os problemas da sociedade. Os alunos têm ainda, uma visão positiva em relação aos cientistas, e considerável parcela dos alunos apresentou uma visão da Ciência não neutra. Todavia, a maioria dos alunos apresentou uma visão distorcida sobre a Ciência ser indefectível, aparentemente porque a concepção de Ciência absoluta e infalível é amplamente difundida entre os professores de Ciências, pela mídia e por outras fontes de informação. Por fim, muitos alunos demonstraram compreender que a ciência sofreu mudanças ao longo da história e desenvolvimento da humanidade.

Na sequência, aplicou-se um questionário geral de química com 7 questões que envolviam temas e conteúdos relacionados ao Currículo de Química do Estado de São Paulo. A intenção

foi diagnosticar o nível de conhecimento químico dos alunos, suas habilidades e competências. A análise de seus resultados demonstrou que as maiores dificuldades dos alunos ocorreram em questões que exigiam cálculos matemáticos e balanceamento de equações químicas, dificuldades essas que se reproduziram ao longo das aulas da Oficina Temática, sobretudo quando os alunos precisaram comparar a emissão em volume de gás carbônico para os combustíveis em questão.

Os quatro instrumentos seguintes, instrumentos 3, 4, 5 e 6, descritos no quadro 1, foram estruturados nos três momentos pedagógicos propostos por Delizoicov e Angotti (1991). Essas atividades foram organizadas com o objetivo de possibilitar que os alunos se envolvessem com diferentes estratégias de ensino, tais como, resolver questões problematizadoras, trabalhar em grupo, realizar apresentações orais e experimentos. A seguir temos breve descrição e análise acerca dos quatro instrumentos elaborados, em sua ordem de aplicação:

- I. Problematização inicial - Em grupos de 4 ou 5 participantes, os alunos responderam 4 questões relacionadas à adulteração de gasolina e seu rendimento energético, de acordo com seus conhecimentos, com o texto e a charge de apoio disponíveis para essa atividade. Esse instrumento foi importante para avaliarmos as concepções prévias dos alunos sobre o tema “combustíveis”, uma vez que a aprendizagem ocorre a partir de conhecimentos prévios, sobretudo, a partir da transformação das concepções dos alunos.
- II. Organização do conhecimento - Relatório dirigido de laboratório, experimento – teor de álcool na gasolina: em grupos de 4 ou 5 participantes, os alunos realizaram um experimento para determinar o teor de álcool na gasolina. Esse experimento possuía caráter investigativo, demandando que os alunos recorressem a conceitos de densidade, solubilidade e cálculos matemáticos envolvendo volume. No geral, os alunos realizaram o experimento sem maiores dificuldades e apresentaram respostas coerentes. No entanto, estabelecer o valor da quantidade de álcool foi um desafio, pois exigia comparação do sistema gasolina álcool e gasolina álcool e água. Com a mediação da pesquisadora, os alunos mobilizaram habilidades de pensamento mais complexas, pois além de comparar volumes, fizeram inferências sobre a solubilidade do etanol em água e gasolina e determinaram a porcentagem desse na gasolina a partir do estabelecimento de relações proporcionais. Mesmo após mediação, alguns alunos ainda tiveram dificuldades com o estabelecimento da proporção.
- III. Organização do conhecimento - Relatório dirigido de laboratório, experimento: poder calorífico dos combustíveis – álcool x querosene: realizado em grupos de 4 ou 5 participantes, trouxe um experimento demonstrativo que comparava o poder calorífico do álcool x querosene. Os alunos foram convidados a construir as etapas desse experimento junto ao professor e durante o experimento diversas indagações foram realizadas aos alunos para chegar ao conceito de poder calorífico. Com exceção de um grupo, todos foram capazes de relacionar os dados obtidos à demonstração experimental, respondendo acertadamente que o etanol utilizou maior massa que o querosene para aquecer a mesma quantidade de água. Foi fornecida uma tabela de poder calorífico como ferramenta auxiliar às análises, e, ainda que parte dos grupos não tenha utilizado essa tabela, as discussões inerentes à essa atividade permitiram aos alunos, em sua maioria, entenderem que a quantidade de calor fornecida à água foi a mesma pelos dois combustíveis, mas que foi necessário consumir quantidades diferentes desses combustíveis, pois eles fornecem quantidades de energia diferentes por quilograma, isto é, possuem diferentes poderes caloríficos.



IV. Aplicação do conhecimento - Elaboração de um cartaz: comparação entre os combustíveis GNV, álcool, gasolina e diesel (dados: matéria prima, renovável ou não, poder calorífico, preço e volume de  $\text{CO}_{2(g)}$  liberado). Questão: Qual dos combustíveis propostos é considerado pelo grupo como a melhor opção? Baseando-se nos dados de cada combustível, justifiquem o motivo da escolha de vocês. Com essa atividade, os alunos tomavam suas decisões baseados em critérios definidos por eles, . A maior dificuldade dos alunos, em sala, foi em relação aos cálculos estequiométricos para determinar o volume de  $\text{CO}_{2(g)}$  liberado na queima desses combustíveis, pois tinham de controlar algumas variáveis, considerando não apenas a quantidade, mas também a eficiência para percorrer uma certa distância, que deveria ser tomada como igual. Essa atividade permitiu aos alunos refletirem sobre a problematização inicial que envolve as características de um bom combustível e sua escolha enquanto consumidor consciente. Inicialmente, a maior parte dos alunos não refletia sobre as propriedades dos combustíveis e seus impactos ambientais para realizarem suas escolhas. Eles levavam em consideração apenas custo e rendimento energético. Ao aprimorarem os conceitos científicos, os alunos se apropriaram de conhecimentos necessários para mudarem seus argumentos iniciais sobre a qualidade, o rendimento e os impactos sociais e ambientais causados por esses combustíveis. Percebeu-se o envolvimento dos alunos no decorrer das Oficinas Temáticas e o seu posicionamento perscrutador e crítico durante o debate sobre a escolha do melhor combustível, a partir de fatores que eles julgavam ser os mais relevantes.

Durante a aplicação dessas atividades, ressaltam-se as discussões geradas em torno do tema, pois estas incentivaram a participação dos alunos, contribuindo com a problematização das situações de ensino e com o desenvolvimento do estudo de conceitos químicos. Foi necessário que os alunos explorassem seu poder de argumentação, expondo e discutindo ideias com o grupo, levantassem hipóteses, resolvessem problemas, comparassem ideias de senso comum e científicas, o que contribuiu para que desenvolvessem a capacidade de usar os conhecimentos e habilidades de pensamento relativas à Ciência no contexto do mundo real. Determinadas situações exigiam o uso de modelos explicativos de Química, que parte dos alunos desconheciam. A partir desses instrumentos foi possível perceber que esses alunos não foram capazes de aprofundar suas explicações, demonstrando ou mobilizando o uso desses modelos, isto é, eles acionavam apenas o nível fenomenológico (nível macroscópico). Neste sentido, os modelos explicativos devem ser retomados, sempre que necessário, por meio da mediação do professor.

Os instrumentos aplicados após a realização da Oficina Temática, instrumentos 7, 8 e 9 presentes no quadro 1, possibilitaram avaliar como o interesse dos alunos pela Química se aprimorou quando eles puderam, de fato, perceber que a Ciência fazia parte do seu dia a dia, e que compreender aspectos sociais, econômicos e ambientais a ela relacionados contribuiu com a suas tomadas de decisões perante uma proposta contextualizada, investigativa e de resolução de problemas.

## Considerações finais

Voltando-se às questões iniciais desta pesquisa: Quais são os impactos de atividades de ensino desenvolvidas em oficinas temáticas com enfoque CTSA na aprendizagem de conceitos químicos? No estabelecimento de relações entre a Química e a sociedade? Nas atitudes dos

alunos frente à ciência?, podemos concluir que os resultados obtidos neste trabalho nos permitem concluir que a Oficina Temática de Química, da forma como foi construída, desenvolvida e aplicada, favoreceu a expansão e o aprimoramento dos conhecimentos químicos dos alunos, bem como proporcionou o estabelecimento das relações entre a química, a vida desses alunos e a sociedade que os envolve. O ensino promovido por intermédio das oficinas foi essencial para transformar ou ampliar o interesse do aluno pela Química, resultando em uma aprendizagem mais efetiva. Poder abordar em sala de aula temas socialmente relevantes e relacionados à Química traz uma visão diferenciada da Ciência. Dá-se ao aluno a oportunidade de se posicionar, agir e buscar soluções ante às diferentes problematizações.

Os resultados deste trabalho e as reflexões dos alunos, inclusive sobre a própria oficina, evidenciam o quanto é possível fazer o uso dessa abordagem metodológica em sala de aula, transformando o ambiente escolar, alterando a rotina de maneira agregadora e colaborando para que o aluno enxergue a Química no mundo em que vive. Cabe ressaltar que o professor tem papel mediador essencial nesse processo, orientando o interesse dos alunos em direção à temas que façam sentido ao contexto deles.

A valorização da educação no Brasil passa por momentos muito difíceis. São necessárias boas e eficientes ideias que mobilizem a comunidade escolar. Acredita-se que os resultados obtidos a partir deste trabalho possam contribuir com pesquisadores, professores e coordenadores de ensino, disponibilizando dados que colaborem com as discussões sobre o processo de ensino e aprendizagem de Química e de Ciências, suscitando ainda, novos interesses de estudo.

## **Agradecimentos e apoios**

A todos que participaram deste trabalho e ao Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências – IQ/IF/ICB/FE – da Universidade de São Paulo.

## **Referências**

AIKENHEAD, G. S. (Org.). STS education-international perspectives on reform. **New York: Teachers College Press**, 1 ed., p. 11-20, 1994.

AIKENHEAD, G. S. Research into STS science education. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, p. 1-21, 2009.

AJZEN, I. The Theory of Planned Behavior. **Organizational behavior and human decision processes**, 50, 179-211, 1991.

BRAIBANTE, M. E. F.; PAZINATO, M. S. Oficina Temática Composição Química dos Alimentos: Uma Possibilidade para o Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 36, n. 4, p. 289-296, nov 2014.

CHEUNG, D. Developing an instrument to measure students' attitudes toward chemistry lessons for use in curriculum evaluation. **Paper presented at the 38th annual conference of the Australasian Science Education Research Association**, Fremantle, Australia, 2007.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1991.

FALK, J.; STORKSDIECK, M. Learning science from museums. **História, Ciências e Saúde**, Rio de Janeiro, vol.12 (supl.), p. 117-143, 2005.

FERREIRA, L. H.; HARTWING, D. R. & Oliveira, R. C. Ensino Experimental de Química: Uma abordagem investigativa contextualizada. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 25° ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

MARCONDES, M. E. R. Proposições metodológicas para o ensino de química: oficinas temáticas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania. **Revista Em Extensão**, Uberlândia, v. 7, p. 67-77, 2008.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. A construção de um processo didático pedagógico dialógico: aspectos epistemológicos. **Revista Ensaio**, v.14, n. 03, p.199-215, 2012.

SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (Orgs.) CTS e educação Científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa. **Editora UnB.**, Brasília-DF, p. 373-393, 2011.

SANTOS, W.L.P. e SCHNETZLER, R.P. Educação em Química. Compromisso com a Cidadania. **Ijuí: Editora Unijuí**, 1997.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. & LAMAS, M. F. P. A. Estratégia “Laboratório Aberto” para a Construção do Conceito de Temperatura de Ebulição e a Manifestação de Habilidades Cognitivas. **Química Nova na Escola**, v.32, n. 3, p. 200-207, 2010.

TOMEI, A. Foreword. In: OSBORNE, J.; DILLON, J. (Eds.). Science Education in Europe: Critical Reflections. A Report to the Nuffield Foundation. **London: The Nuffield Foundation**, p. 5–5, 2008.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L. e BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, Vol. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.