UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências
Instituto de Química

**Oficinas Temáticas como prática de construção do
conhecimento científico no Ensino de Química: a busca por
uma aprendizagem significativa e pelo desenvolvimento
intelectual dos alunos.**

THAÍS LOPES ROMERO

Versão corrigida

São Paulo
2020

THAÍS LOPES ROMERO

Oficinas Temáticas como prática de construção do conhecimento científico no Ensino de Química: a busca por uma aprendizagem significativa e pelo desenvolvimento intelectual dos alunos.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação Interunidades em Ensino de Ciências – IQ/IF/ICB/FE – da Universidade de São Paulo, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências. Versão original. Esta versão encontra-se disponível tanto na Biblioteca da Unidade que aloja o Programa quanto na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP (BDTD).

Área de Concentração: Ensino de Química

Orientadora: Prof^{fa}. Dra. Maria Eunice Ribeiro Marcondes

SÃO PAULO

2020

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

FICHA CATALOGRÁFICA

**Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação do Instituto
de Física da Universidade de São Paulo**

Romero, Thaís Lopes

Oficinas Temáticas como prática de construção do conhecimento científico no Ensino de Química: a busca por uma aprendizagem significativa e pelo desenvolvimento intelectual dos alunos.
São Paulo, 2020.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências

Orientador: Profa. Dra. Maria Eunice Ribeiro Marcondes
Área de Concentração: Ensino de Química

Unitermos: 1. Química – Estudo e Ensino; 2. Ensino e Aprendizagem; 3. Oficinas Temáticas; 4. Combustíveis.

USP/IF/SBI-011/2020

Educação não transforma o mundo. Educação muda pessoas. Pessoas transformam o mundo.

(Paulo Freire, 1979)

AGRADECIMENTOS

Se você está lendo esta página é porque eu consegui. Mas, eu não conseguiria se estivesse sozinha. Se “quer ir rápido, vá sozinho. Se quer ir longe, vá em grupo” (provérbio africano). Foi um longo caminho percorrido, que só me levou longe porque foi em grupo. E nada foi fácil, nem tampouco plácido, por isso nada mais justo que prestar os meus sinceros agradecimentos a todos os envolvidos.

À Deus e ao plano espiritual por me mostrarem os caminhos nas horas incertas, por em momento algum me desampararem, por me darem clareza, discernimento e força para seguir.

À minha família, ao meu pai, e sobretudo, à minha mãe que sempre lutou pela nossa educação, verdadeira guerreira, que em todos os instantes nos mostrou seu amor, zelo e apoio incondicional. Às minhas queridas irmãs, símbolos de união eterna.

À professora Dra. Maria Eunice, que me recebeu com carinho e me aceitou em seu grupo. Que me orientou e me compreendeu em todos os momentos. Que me ajudou a descobrir um mundo novo, me aconselhando em todas as etapas desse longo caminho. Professora, a senhora é uma profissional impecável. Tenho orgulho e imensa gratidão de ter tido a oportunidade de trabalhar e aprender muito com a senhora.

À todos os alunos participantes dessa pesquisa e aos professores, coordenadores e diretores das escolas envolvidas, que possibilitaram a concretização desse trabalho.

Aos meus colegas e parceiros do GEPEQ, por todas as reflexões e contribuições durante os nossos encontros.

À todos os meus amigos, que estiveram ao meu lado nos momentos mais difíceis, torcendo por mim.

Este é, sem dúvida, um momento feliz. Por isso, divido com todos vocês a alegria desta experiência.

RESUMO

ROMERO, T. L. **Oficinas Temáticas como prática de construção do conhecimento científico no Ensino de Química: a busca por uma aprendizagem significativa e pelo desenvolvimento intelectual dos alunos.** 2020. 194 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

Sensibilizar os alunos para a necessidade de aprender Ciências, por meio de projetos que busquem fomentar uma reflexão, envolvendo-os e estimulando-os, transformando questões cotidianas em temas a serem tratados em sala de aula, possibilita um aprendizado mais significativo. Muitos alunos não entendem a importância do conhecimento científico, e buscar maneiras que colaborem com sua compreensão, facilitaria um processo de conscientização que está além dos muros da escola. Nesse sentido, a ideia principal desta pesquisa é a de intervir no processo de ensino e aprendizagem, tendo a contextualização e a experimentação investigativa, por meio da aplicação de Oficinas Temáticas com enfoque CTSA, como proposta pedagógica, de forma que as atividades contribuam para motivar os alunos a aprender Ciências, favorecendo sua educação científica, em um processo necessário à formação de um cidadão responsável e intelectualmente autônomo. O tema das Oficinas Temáticas foi “combustíveis”, e participaram de suas 10 aulas um total de 224 alunos pertencentes à 3ª série do Ensino Médio de duas diferentes escolas estaduais paulistas. Desse total, foram analisadas amostras com 25 alunos de uma escola e 27 alunos de outra. Um estudo piloto foi realizado em uma dessas escolas. Para conhecer as atitudes dos alunos, aplicou-se um conjunto de nove instrumentos e todas as aulas da oficina foram gravadas em áudio e vídeo. A análise desses instrumentos permitiu perceber um efeito significativo no processo de aprendizagem desses alunos, revelando um aprimoramento nos conceitos dos alunos, bem como nas reflexões por eles elaboradas. A realização das Oficinas Temáticas permitiu ao aluno argumentar, criar hipóteses, expor e discutir ideias com o grupo, e sobretudo, desenvolveu neles a capacidade de usar os conhecimentos e habilidades científicas no contexto do mundo real. A partir do papel mediador do professor, os alunos puderam vivenciar a Química durante a realização das Oficinas Temáticas e, conseqüentemente, puderam mudar sua visão em relação à Química, à Ciência e ao seu papel enquanto cidadão do mundo. Neste sentido, pode-se compreender a forma como a Química transformou a visão daqueles alunos.

Palavras – chave: Combustíveis. Oficinas Temáticas. Ensino de Química. Aprendizagem de conceitos.

ABSTRACT

ROMERO, T. L. **Thematic workshops on the practice of building scientific knowledge in Chemistry Teaching: the search for meaningful learning and intellectual development of students**. 2020. 194 f. Dissertation (Master) - Institute of Physics, Institute of Chemistry, Institute of Biosciences, Faculty of Education, University of São Paulo, São Paulo, 2020.

Engaging students into school science through projects that seek to foster reflection, involving and stimulating them to learn, can be reached by transforming everyday issues into topics to be teaching in the classroom. As many students do not understand the importance of scientific knowledge, teachers should seek for ways to make them understand the role of science in society, helping them to develop an awareness that is beyond school. In this sense, the main goal of this research is to investigate a formative action designed by context-based and inquiry activities. A Thematic Workshop was applied, with a CTSE focus, aiming to motivate students to learn Science, in order to improve their scientific education, wich is part of a fundamental process of education a responsible and intellectually autonomous citizen. The Thematic Workshop explores “fuels” as the main theme, and a total of 224 students from the third grade of two different public high schools of Sao Paulo state attended the workshop and its 10 classes. From this total, we analyzed the data produced by 25 students from one school and 27 students from the other. A Pilot study was carried on one of these schools. In to know the students 'attitudes it was the applied a set of nine instruments and all the workshop classes were video recorded. The analysis of these instruments allowed us to perceive a significant effect on the learning process of these students, revealing an improvement of the students' concepts, as well as the reflections elaborated by them. Conducting the Thematic Workshops allowed the student to argue, hypothesize, expose and discuss ideas with the classmates, and above all, developed in them the ability to use scientific knowledge and skills in the real world context. From the teacher's mediating role, students were able to experience Chemistry during the Thematic Workshops and, consequently, were able to change their view in relation to Chemistry, Science and their role as citizens of the world. In this sense, one can understand how Chemistry has transformed the vision of those students.

Keywords: Fuels. Thematic Workshops. Chemistry teaching. Concept learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Abordagem Temática (MARCONDES et al., 2007).....	25
Figura 2 - Modelo de abordagem CTS de Aikenhead.....	28
Figura 3 - Estrutura e desenvolvimento de uma Oficina Temática (GAIA, 2008 - Adaptado).....	30
Figura 4 - Modelo de abordagem CTSA da Oficina Temática de Combustíveis.	69
Figura 5 - Notas relativas à seção 1 do instrumento 1, Oficina 1.....	91
Figura 6 - Notas relativas à seção 1 do instrumento 1, Oficina 2.....	92
Figura 7 - Notas relativas à seção 3 do instrumento 1, Oficina 1.....	93
Figura 8 - Notas relativas à seção 3 do instrumento 1, Oficina 2.....	94
Figura 9 - Notas relativas à seção 5 do instrumento 1, Oficina 1.....	95
Figura 10 - Notas relativas à seção 5 do instrumento 1, Oficina 2.....	96
Figura 11 - Respostas dos grupos relativas à questão 1 do instrumento 3, Oficina 1.	101
Figura 12 - Respostas dos grupos relativas à questão 1 do instrumento 3, Oficina 2.	101
Figura 13 - Respostas dos grupos relativas à questão 2 do instrumento 3, Oficina 1.	104
Figura 14 - Respostas dos grupos relativas à questão 2 do instrumento 3, Oficina 2.	104
Figura 15 - Respostas dos grupos relativas à questão 3 do instrumento 3, Oficina 1.	108
Figura 16 - Respostas dos grupos relativas à questão 3 do instrumento 3, Oficina 2.	108
Figura 17 - Respostas dos grupos relativas à questão 4 do instrumento 3, Oficina 1.	111
Figura 18 - Respostas dos grupos relativas à questão 4 do instrumento 3, Oficina 2.	111
Figura 19 - Gasolina e água, ordem correta dentro da proveta.	114
Figura 20 - Gasolina e água com álcool, ordem correta dentro da proveta. ...	114
Figura 21 - Disposição dos materiais na proveta sem identificação.	114
Figura 22 - Água e gasolina, ordem incorreta dentro da proveta.....	115
Figura 23 - Respostas dos grupos relativas à questão 2 do instrumento 4, Oficina 1.	116
Figura 24 - Respostas dos grupos relativas à questão 2 do instrumento 4, Oficina 2.	117
Figura 25 - Tabela de volumes de água e gasolina.	119
Figura 26 - Tabela de volumes de água e gasolina.	119
Figura 27 - Respostas dos grupos relativas à questão 4 do instrumento 4, Oficina 1.	120
Figura 28 - Respostas dos grupos relativas à questão 4 do instrumento 4, Oficina 2.	120
Figura 29 - Respostas dos grupos relativas à questão 5 do instrumento 4, Oficina 1.	122
Figura 30 - Respostas dos grupos relativas à questão 5 do instrumento 4, Oficina 2.	122
Figura 31 - Questão 5, instrumento 4.....	123
Figura 32 - Questão 5, instrumento 4.....	123
Figura 33 - Tabelas disponíveis no instrumento 5, Oficina 1 – Turma 1.....	125
Figura 34 - Tabelas disponíveis no instrumento 5, Oficina 1 – Turma 2.....	125

Figura 35 - Tabelas disponíveis no instrumento 5, Oficina 1 – Turma 3.....	126
Figura 36 - Tabelas disponíveis no instrumento 5, Oficina 2 – Turma 1.....	126
Figura 37 - Tabelas disponíveis no instrumento 5, Oficina 2 – Turma 2.....	127
Figura 38 - Tabelas disponíveis no instrumento 5, Oficina 2 – Turma 3.....	127
Figura 39 - Respostas dos grupos relativas à questão 2 do instrumento 5, Oficina 1.	128
Figura 40 - Respostas dos grupos relativas à questão 2 do instrumento 5, Oficina 2.	129
Figura 41 - Respostas dos grupos relativas ao instrumento 6, Oficina 1.....	134
Figura 42 - Respostas dos grupos relativas ao instrumento 6, Oficina 2.....	134

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Instrumentos aplicados durante as Oficinas Temáticas, Piloto e Definitiva.....	59
Quadro 2 - Descrição dos conteúdos das questões do instrumento 2, e suas justificativas.	62
Quadro 3 - Questões do instrumento 4.	65
Quadro 4 - Questões do instrumento 5.	67
Quadro 5 - Resultados da seção 1 do instrumento 1, Oficina 1.....	73
Quadro 6 - Resultados da seção 1 do instrumento 1, Oficina 2.....	74
Quadro 7 - Resultados da seção 3 do instrumento 1, Oficina 1.....	77
Quadro 8 - Resultados da seção 3 do instrumento 1, Oficina 2.....	80
Quadro 9 - Resultados da seção 4 do instrumento 1, Oficina 1.....	83
Quadro 10 - Resultados da seção 4 do instrumento 1, Oficina 2.....	84
Quadro 11 - Resultados da seção 5 do instrumento 1, Oficina 1.....	87
Quadro 12 - Resultados da seção 5 do instrumento 1, Oficina 2.....	88
Quadro 13 - Notas relativas à seção 1 do instrumento 1.....	91
Quadro 14 - Notas relativas à seção 3 do instrumento 1.....	93
Quadro 15 - Notas relativas à seção 5 do instrumento 1.....	95
Quadro 16 - Resultados do questionário de Química do instrumento 2, Oficina 1.	97
Quadro 17 - Resultados do questionário de Química do instrumento 2, Oficina 2.	97
Quadro 18 - Resultados do instrumento 7, Oficina 1.	138
Quadro 19 - Resultados do instrumento 7, Oficina 2.	139
Quadro 20 - Resultados do instrumento 8, Oficina 1.	146
Quadro 21 - Resultados do instrumento 8, Oficina 2.	147

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE QUADROS	10
1. INTRODUÇÃO	12
2. QUESTÃO PROBLEMATIZADORA	14
3. OBJETIVO GERAL	15
4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
5. JUSTIFICATIVA	16
6. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
6.1. A IMPORTÂNCIA DO ENSINO DE CIÊNCIAS	20
6.2. CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS	21
6.3. ENSINO CTSA	26
6.4. OFICINAS TEMÁTICAS	29
6.5. OFICINAS TEMÁTICAS X SEQUÊNCIA DIDÁTICA	33
7. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	34
8. METODOLOGIA	42
8.1. PÚBLICO ALVO	43
8.2. COLETA DE DADOS	44
8.3. DESENVOLVIMENTO DAS OFICINAS TEMÁTICAS	47
8.4. CARACTERÍSTICAS DAS OFICINAS TEMÁTICAS PILOTO E DEFINITIVA	48
8.5. DETALHAMENTO DAS AULAS MINISTRADAS DURANTE AS OFICINAS TEMÁTICAS	49
8.6. INSTRUMENTOS DA OFICINA TEMÁTICA PILOTO E OFICINA TEMÁTICA DEFINITIVA	58
9. RESULTADOS E ANÁLISES	68
9.1. ANÁLISE DOS INSTRUMENTOS DAS OFICINAS TEMÁTICAS	69
9.2. INSTRUMENTO 1 – EXPERIÊNCIAS E CONHECIMENTOS PRÉVIOS	71
9.3. INSTRUMENTO 2 – QUESTIONÁRIO GERAL DE QUÍMICA	96
9.4. INSTRUMENTO 3 – PROBLEMATIZAÇÃO	99
9.5. INSTRUMENTO 4 – ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO	113
9.6. INSTRUMENTO 5 – ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO	124
9.7. INSTRUMENTO 6 – APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO	130
9.8. INSTRUMENTO 7 – QUESTIONÁRIO – AVALIAÇÃO DAS AULAS DE QUÍMICA	136
9.9. INSTRUMENTO 8 – AVALIAÇÃO DAS OFICINAS TEMÁTICAS	144
9.10. INSTRUMENTO 9 – METACOGNIÇÃO	150
10. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES	158
11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	164
APÊNDICES	173

1. Introdução

Refletir sobre as práticas pedagógicas nos permite avaliar e selecionar aquilo que objetivamos para o processo de ensino e aprendizagem dos alunos. Ensinar Ciências não envolve apenas a transmitir o conhecimento de forma pronta e acabada e a aplicação de contínuas avaliações. Trata-se de um processo que deve desenvolver habilidades e competências, que permitam o desenvolvimento de atitudes científicas nos alunos. Freire (1996, p. 21) aponta que “saber ensinar não é transferir conhecimento, mas criar possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção”

Ensinar está além de apenas transferir conhecimento. O processo de ensino e aprendizagem não depende exclusivamente do professor, o aluno também deve ter a oportunidade de participar desse processo. Por isso, é de responsabilidade do professor pensar nas múltiplas dimensões do ensino, e dar condições aos alunos de exporem seus conhecimentos, curiosidades e indagações. O Ensino de Química, e também o de Ciências, evidenciam sua importância para o desenvolvimento dos alunos e para a sua formação plena. O papel do professor como mediador da construção do conhecimento científico é o alicerce de todo esse processo. Sobre o papel de professor, Freire menciona:

Quando entro em uma sala de aula devo estar sendo um ser aberto a indagações, à curiosidade, às perguntas dos alunos, a suas inibições; um ser crítico e inquiridor, inquieto em face da tarefa que tenho – a de ensinar e não a de transferir conhecimento. (FREIRE, p. 1996, p. 21).

Paulo Freire traz, nesse trecho, a necessidade de buscar novos caminhos para ensinar em detrimento de um ensino puramente expositivo e tradicional. Mesmo nos momentos, que exigem aulas mais expositivas, existem diferentes maneiras de o professor desenvolver a aula, diferentes maneiras de expor um determinado assunto. 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.

Nesse sentido, o Ensino de Química vem buscando novos horizontes, visando relacionar-se com o 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. Esse ensino deve atribuir aos alunos condições necessárias para que os mesmos entendam acontecimentos do

mundo físico e social que ocorrem ao seu redor, dando a eles autonomia intelectual para julgar as informações que recebem diariamente, seja através da mídia, da internet, de pais e amigos e até mesmo de professores. Pensando nisso, 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, permitindo que os alunos associem esses conhecimentos com as experiências da vida cotidiana, favorecendo e facilitando a aprendizagem, tornando-a mais efetiva. Para Marcondes:

... a contextualização no ensino é motivada pelo questionamento do que nossos alunos precisam saber de Química para exercer melhor sua cidadania. Os conteúdos a serem tratados em sala de aula devem ter uma significação humana e social, de maneira a interessar e provocar o aluno e permitir uma leitura mais crítica do mundo físico e social. (MARCONDES, 2008, p.69).

2. O enfoque CTSA, pensando em uma educação para cidadania e que desenvolva a capacidade de tomada de decisão e valores nesses alunos.
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.

A partir disso, para fazermos jus a essas abordagens, 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, baseadas em atividades experimentais sobre um dado tema. Trabalhar com Oficinas Temáticas no Ensino de Ciências oferece aos alunos e ao próprio professor momentos de reflexão, pois, ao se estudar um assunto cujas relações com a sociedade se fazem evidentes, pode-se articular conhecimentos e vivências já adquiridos com outros novos conhecimentos, ampliando-os. Ainda, a utilização de experimentação no Ensino de Ciências pode ter consequências diretas na formação do pensamento científico dos alunos. Por meio dessas oficinas, os alunos poderão construir e reconstruir conceitos e perceber a relação entre Química e sociedade, podem fazer julgamentos baseados em seus conhecimentos e tomar decisões sobre

problemas da sociedade de natureza científica, de tal forma que possam passar por um processo de formação científica. O aprendizado ocorre porque o aluno se interessa pelo mundo, e o professor deve ser capaz de orientar esse interesse em direção a temas que façam sentido ao aluno. Dessa maneira:

... o Ensino de Ciências pode e deve partir de atividades problematizadoras, cujas temáticas sejam capazes de relacionar e conciliar diferentes áreas e esferas da vida de todos nós, ambicionando olhar para as Ciências e seus produtos como elementos presentes em nosso dia-a-dia e que, portanto, apresentam relação com nossa vida. (SASSERON et al., 2011, p.66).

Relacionar o Ensino de Ciências com a tecnologia, a sociedade e o meio ambiente, permite ao aluno realizar uma leitura do mundo mais proficiente e engajada, de forma que ele reconheça e exerça seu papel na sociedade. Tanto o desenvolvimento tecnológico quanto o social são contínuos, por isso há a necessidade de formar cidadãos permanentemente reflexivos e críticos.

Feitas essas considerações, o ponto de partida para iniciar esse estudo foi a curiosidade e a bagagem cultural dos alunos sobre um dado tema relacionado à Química, ou seja, a premissa que permitirá o início desse estudo está centrada no próprio aluno. A partir disso, este trabalho trata do uso de Oficinas Temáticas com enfoque CTSA no contexto escolar da disciplina de Química como metodologia de ensino, especificamente no Ensino Médio, e foi desenvolvido em duas escolas públicas do município de São Paulo.

2. Questão problematizadora

Partindo desses pressupostos, o interesse desta pesquisa é o de investigar:

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?*

Assim, apresentam-se algumas questões básicas: Como o aluno valoriza a Ciência em sua vida? Como seus conhecimentos prévios o auxiliam a dar

sentido aos conhecimentos tratados nas oficinas? Como o ensino por meio das oficinas contribui para modificar ou ampliar o interesse do aluno pela Química?

3. Objetivo geral

Pretende-se com este trabalho contribuir para a compreensão do processo de ensino-aprendizagem, tendo a contextualização e a experimentação investigativa, por meio da aplicação de Oficinas Temáticas com enfoque CTSA, como propostas pedagógicas capazes de promoverem a formação científica dos alunos.

4. Objetivos específicos

Os objetivos específicos dessa pesquisa englobam:

- I. Elaborar uma proposta pedagógica que contribua com a construção do conhecimento científico por parte dos alunos, onde o critério para formação seja o interesse em comum, abordando temas que permitam o estudo da realidade, a interdisciplinaridade e que apresentem significado aos alunos.
- II. Reconhecer os conhecimentos e ideias que os alunos apresentam sobre os temas a serem tratados nas oficinas, a fim de orientar a aplicação em sala de aula.
- III. Aplicar Oficinas Temáticas que se valham das experiências dos alunos e dos fatos do dia-a-dia para organizar e promover a aprendizagem, valorizando-se a participação dos alunos, para que os mesmos, orientados pelo professor, possam refletir sobre seu processo educativo.
- IV. Consolidar um vínculo entre os conteúdos químicos e os assuntos cotidianos, buscando 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.
- V. Avaliar no início do processo: qual o interesse dos alunos pela Ciência? Quais os conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema proposto?
- VI. Avaliar durante a atividade proposta: os alunos participam da atividade? Como eles respondem à atividade, ela os motiva a refletir e buscar soluções para o que está sendo proposto? Eles interagem entre si? A

atividade permite observar uma mudança de atitude dos alunos em relação à Ciência, ou seja, eles possuem atitudes científicas?

- VII. Avaliar ao final do processo: qual o impacto da atividade proposta na aprendizagem dos alunos? Foi uma aprendizagem efetiva? O que motivou a participação e a aprendizagem dos alunos? Qual o conhecimento elaborado pelos alunos? Os alunos relacionam Química e sociedade? Os alunos têm a percepção de que aprenderam? O que os alunos gostariam de saber mais sobre o assunto trabalhado?

5. Justificativa

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio:

O currículo, enquanto instrumentação de cidadania democrática, deve contemplar conteúdos e estratégias de aprendizagem que capacitem o ser humano para a realização de atividades nos três domínios da ação humana: a vida em sociedade, a atividade produtiva e a experiência subjetiva, visando à integração de homens e mulheres no triplice universo das relações políticas, do trabalho e da simbolização subjetiva. (PCNEM, Brasil, 1999, p.15).

Porém, há inúmeros desafios encontrados pelos professores de Química em sala de aula para empregar estratégias que formem cidadãos reflexivos e capacitados. Entre esses desafios, está a dificuldade em aplicar uma metodologia que permita ao aluno associar a Química ao mundo em que vive. Frequentemente, os conteúdos abordados no Ensino de Química durante o Ensino Médio levam os alunos a pensarem na Química como uma Ciência abstrata e distante. Por isso, é essencial que o professor valha-se de ações que permitam incorporar no processo de ensino e aprendizagem uma forma de agregar maior compreensão dos conteúdos ministrados em sala de aula. Isso pode se tornar possível, por exemplo, através da experimentação em Oficinas Temáticas.

Os experimentos, quando propostos numa perspectiva investigativa, podem contribuir para o desenvolvimento de habilidades cognitivas de ordem mais alta, além de ser um meio de provocar o interesse dos alunos de forma mais expressiva do que as abordagens tradicionais. Como afirma Giordan:

Tomar a experimentação como parte de um processo pleno de investigação é uma necessidade, reconhecida entre aqueles que

pensam e fazem o Ensino de Ciências, pois a formação do pensamento e das atitudes do sujeito deve se dar preferencialmente nos entremeios de atividades investigativas. (GIORDAN, 1999, p. 44).

Segundo Hodson, (1988) qualquer método didático que permita ao aprendiz ser mais do que passivo, vai ao encontro a ideia de que os alunos aprendem melhor pela experiência direta. Nesse sentido, a experimentação investigativa, além de permitir maior compreensão dos fenômenos científicos, favorece a ocorrência de discussões dialógicas entre os próprios alunos e entre os alunos e o professor, onde o professor é o responsável pela mediação dos discursos por meio da linguagem científica. Ainda, a experimentação investigativa, é um meio de provocar o interesse do aluno pela Ciência de forma mais efetiva. Investigar um problema nas aulas de Química, a partir da experimentação, pode levar os alunos a refletirem durante os contextos práticos e teóricos, implicando em um processo de construção e reconstrução de conhecimentos. Além disso, para Nardi (org., 1998, p. 20) “é importante também que os professores estejam atentos à enorme distância que tende a se estabelecer entre o mundo da Ciência e o mundo cotidiano”.

Muitos professores não se preocupam em relacionar a Química à realidade. Muitos caminhos pedagógicos podem auxiliar o aluno a enxergar a Química no mundo onde vive, e um deles é atrelar teoria e prática, desde que, isso seja feito de forma problematizadora. Essa é uma relação importante para a construção do conhecimento durante as aulas de Química. Se não houver uma articulação entre as atividades teóricas e práticas, os conteúdos a serem desenvolvidos podem não ser relevantes à formação dos alunos, ou seja, o aluno pode não relacionar esses conteúdos ao seu cotidiano. E ao que parece, o Ensino de Química não tem oferecido condições para que o aluno compreenda a sua aplicação no dia-a-dia. De acordo com políticas educacionais do Brasil (1999, p. 64) sobre o atual ensino de Química “[...], no Brasil, a abordagem da Química escolar continua praticamente a mesma. Embora às vezes ‘maquiada’ com uma aparência de modernidade, a essência permanece a mesma, priorizando-se informações desligadas da realidade vividas pelos alunos e pelos professores”. Ainda, segundo as políticas educacionais do Brasil (1999), a Química pode ser contextualizada através de temas presentes nas vivências dos alunos, nos fatos do dia a dia, na mídia, na tradição cultural etc. para se construir e reconstruir conhecimentos químicos significativos.

O currículo do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2008) “apresenta os princípios orientadores para uma escola capaz de promover as competências indispensáveis ao enfrentamento dos desafios sociais, culturais e profissionais do mundo contemporâneo” (SÃO PAULO, 2008, p. 8). Em relação à Química, o documento propõe um ensino onde o aluno possa compreender os processos químicos e a relação destes com suas aplicações tecnológicas, ambientais e sociais, formando cidadãos que sejam capazes de tomar decisões, de forma autônoma, reflexiva, crítica e responsável. Para tanto, “a aprendizagem de conteúdos deve estar associada às competências relacionadas a saber fazer, saber conhecer, saber ser e saber ser em sociedade” (SÃO PAULO, 2008, P. 41). Neste sentido, “as estratégias de ensino e de aprendizagem devem permitir que os alunos participem ativamente das aulas, por meio de atividades que os desafiem a pensar, a analisar situações usando conhecimentos químicos, a propor explicações, soluções e a criticar decisões construtivamente. Devem, enfim, favorecer a formação de indivíduos que saibam interagir de forma mais consciente e ética com o mundo em que vivem, ou seja, com a natureza e a sociedade” (SÃO PAULO, 2008, P. 44). Uma possível ferramenta a possibilitar uma aprendizagem mais efetiva e que apresente significado aos alunos, são as Oficinas Temáticas.

A última versão (BRASIL, 2017) da organização para o Ensino Médio na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), para a área de Ciências da Natureza, apesar de não evidenciar as particularidades de cada uma das Ciências que a compõe (Biologia, Física e Química), apresenta uma proposta de organização dos conhecimentos estabelecida em torno de três Unidades Temáticas: Matéria e Energia, Vida e Evolução, Terra e Universo. Essas unidades se desenvolvem em objetos de conhecimento, que estão vinculados a diferentes habilidades. Ainda que, a proposta busque articular o cotidiano dos alunos com o conhecimento científico, evidenciando a importância do Ensino de Ciências para o desenvolvimento de uma visão reflexiva, autônoma e crítica sobre o mundo, sua proposta não abrange de forma eficiente as possíveis relações entre a ciência, tecnologia, problemas sociais e ambientais. Mas, há a possibilidade de se adotar metodologias que façam o uso dessas relações em sala de aula, permitindo que o aluno seja capaz de desenvolver seu senso crítico e sua capacidade de refletir para tomada de decisão, o que vai ao encontro da proposta oferecida pelas Oficinas Temáticas.

Analisando todas essas propostas curriculares, e tendo em mente a elaboração de atividades práticas e contextualizadas, esta pesquisa recorre ao uso de Oficinas Temáticas com enfoque CTSA. Para Marcondes:

Em uma Oficina Temática, os conteúdos químicos, foco do ensino, são selecionados em função do tema que se pretende abordar e são tratados na perspectiva da aprendizagem significativa. Marcondes ainda destaca que: os temas escolhidos devem permitir, assim, o estudo da realidade. É importante que o aluno reconheça a importância da temática para si próprio e para o grupo social a que pertence. Dessa forma, irá dar uma significação ao seu aprendizado, já possuindo, certamente, conhecimentos com os quais vai analisar as situações que a temática apresenta. (MARCONDES, 2008, p. 69 e 70).

Nesse sentido, as Oficinas Temáticas trazem, a partir da reflexão, discussão e experimentação, temas com conteúdos notórios no dia a dia dos alunos, e que influenciam em sua vida em sociedade, intensificando a relação Química e sociedade.

Nosso grupo vem trabalhando com Oficinas Temáticas em atividades de divulgação científica, e obteve bons resultados, em termos de interesse dos alunos. Resumindo, optamos por utilizar Oficinas Temáticas, pois com estas:

- Propõem-se experimentos com uma concepção investigativa.
- Aborda-se a relação entre a Ciência e a sociedade.
- Parte-se dos conhecimentos que queremos ensinar (conhecimentos prévios)
- Desenvolvem-se atividades com postura crítica, investigativa, racional e sujeita à mudança.

As Oficinas Temáticas propostas foram organizadas pela pesquisadora em colaboração com o professor responsável pelas aulas nos espaços pesquisados e se basearam em atividades experimentais contextualizadas. Nesse processo, é importante considerar que os alunos possuem uma bagagem cultural, onde trazem as suas concepções prévias que, em muitas situações, são contrárias ao conhecimento científico. Além disso, para a realização das oficinas, foi considerada a curiosidade que os alunos possuem a respeito do tema a ser trabalhado.

A intenção foi propor Oficinas Temáticas que trouxessem conteúdos estudados em Química e em outras disciplinas do Ensino Médio, e que estão presentes no dia-a-dia dos alunos, a fim de desenvolver atitudes científicas nos alunos.

6. Fundamentação Teórica

A fim de atender aos objetivos desta pesquisa serão apresentados nesse tópico os principais referenciais teóricos, que servirão de base à realização deste trabalho.

6.1. A importância do Ensino de Ciências

É relevante, atualmente, a presença da Ciência e da tecnologia em nossa sociedade, e o modo como a Ciência contribui continuamente com os avanços tecnológicos, analisando e explicando diferentes fenômenos, de tal forma que sua influência nos atinge diretamente e nos traz consequências. Porém, os alunos pouco têm se interessado pela Ciência e pelas aulas de Ciências. Para Gouw e Bizzo:

O desencanto dos estudantes pela carreira científica e pelas aulas de Ciências tem promovido a necessidade de identificar as percepções dos jovens em relação à Ciência, suas aulas de Ciências, o papel da Ciência na sociedade, dentre outros. (GOUW; BIZZO, 2016, p.277).

A importância e a necessidade de entender quais são as atitudes e percepções dos alunos frente à Ciência surgem para que dessa forma, possamos proporcionar um Ensino de Ciências que promova atitudes favoráveis dos alunos em relação à Ciência. Chassot (2001) cita que “a Ciência é uma das mais extraordinárias criações do homem, que lhe confere, ao mesmo tempo, poderes e satisfação intelectual, até pela estética que suas explicações lhe proporcionam” (p.37), por isso, é fundamental apresentar ao aluno a importância da Ciência de maneira a contribuir e facilitar a aprendizagem científica, proporcionando aos alunos uma leitura do mundo onde vivem.

Sjoberg (2004, p. 7) aponta em seus estudos que “os alunos se interessam pela Ciência real e consideram a Ciência escolar difícil e chata, pois seu currículo está sobrecarregado de “respostas certas”, não dando espaço à criatividade e à fantasia”. Esse estudo evidencia a incompatibilidade das atitudes dos alunos frente à Ciência real e a Ciência escolar, estabelecendo uma separação entre as duas. Osborne, Simon e Collins (2003) também apontam em seus estudos a contradição entre o interesse dos estudantes pela Ciência e seu gosto por Ciência escolar, uma vez em que os alunos possuem atitudes positivas

em relação à Ciência, por a acharem útil, ao contrário da Ciência escolar, considerada difícil e chata (OSBORNE; SIMON; COLLINS, 2003, p. 1061 e 1062).

Por isso, é significativo encontrar caminhos que possam transformar a visão que os alunos possuem da Ciência escolar, tornando-a expressiva para os jovens, de forma que eles possam relacionar essa Ciência com seu contexto. É crucial na atualidade, para a formação de um cidadão responsável e de uma sociedade democrática, formar indivíduos capazes de terem uma opinião pública sobre Ciência e todas as dimensões que a envolvem.

De acordo com a declaração de ZACATECAS:

é imprescindível a incorporação da Ciência e da tecnologia na cultura geral da população para promover a inovação e para uma formação cidadã que possibilite a tomada de decisões bem informadas, de maneira crítica e criativa, tanto no nível pessoal quanto no coletivo, e que contribua para o desenvolvimento de uma sociedade equitativa, inclusiva e sustentável. (REDPOP, 2013).

Assim, o Ensino de Ciências na escola tem assumido o importante papel de permitir que os alunos possam compreender a Ciência, de forma expressiva, e assim por ela se interessar. A formação de um cidadão crítico e intelectualmente autônomo demanda a integração desse indivíduo em uma sociedade onde o conhecimento científico é cada vez mais recorrente. Em um país onde seus indivíduos não são capazes de compreender a importância da Ciência, como ela é produzida e como pode colaborar com a sociedade, há cidadãos que não terão condições de responder aos problemas que envolvem essa sociedade, sejam eles políticos, econômicos, sociais ou ambientais. Por isso, os alunos precisam entender a importância de aprender Ciências, e desejarem aprender Ciências. Dessa forma, é fundamental decidir como e o que ensinar de acordo com o interesse dos alunos e o contexto ao qual eles se inserem.

A intenção não é formar cientistas, mas permitir que os alunos possam entender o mundo, discutindo e compreendendo os fenômenos científicos e tecnológicos como parte de seu mundo. (CACHAPUZ et al., 2011).

6.2. Contextualização no Ensino de Ciências

O termo contextualização é recente na língua portuguesa, e começou a ser utilizado a partir da publicação dos Parâmetros Curriculares Nacionais. As três versões dos Parâmetros Curriculares Nacionais para Ensino Médio (PCNEM – 2000, 2002 e 2006) constituem um projeto do governo de reforma curricular, que foi aprovado pelo Conselho Nacional de Educação e de acordo com os princípios definidos pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB - Lei 9394/96). A intenção desse documento foi, além de organizar o trabalho escolar do nível médio, oferecer aos professores subsídios e alternativas didático-pedagógicas que contribuíssem para o desenvolvimento de habilidades e competências nos alunos, permitindo a eles compreenderem e intervirem no mundo em que vivem. No que se refere à área de conhecimento de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, as competências, a serem desenvolvidas, sugeridas para o Ensino de Química eram: representação e comunicação; investigação e compreensão; e contextualização sociocultural. Esse último item, contextualização sociocultural, trata da utilização do conhecimento assimilado nas aulas de Química nos diversos setores da sociedade, isto é, trata-se de relacionar esses conhecimentos às diferentes dimensões, tais como tecnologia, ambiente, economia e política.

Neste sentido, os Parâmetros Curriculares Nacionais para Ensino Médio – PCNEM (BRASIL, 2000) sugerem a constituição de habilidades e competências que permitam ao educando:

apropriar-se dos conhecimentos da Química e aplicar esses conhecimentos para explicar o funcionamento do mundo natural, planejar, executar e avaliar ações de intervenção na realidade natural; entender a relação entre o desenvolvimento das Ciências naturais e o desenvolvimento tecnológico e associar as diferentes tecnologias aos problemas que se propuseram e propõem solucionar; entender o impacto das tecnologias associadas às Ciências naturais na sua vida pessoal, nos processos de produção, no desenvolvimento do conhecimento e na vida social; e aplicar as tecnologias associadas às Ciências naturais na escola, no trabalho e em outros contextos relevantes para sua vida. (PCNEM – Brasil, 1999, p. 95 e 96).

Esse documento, assim como outros documentos oficiais, evidencia a necessidade da contextualização, que tem sido as orientações contemporâneas quando se trata do Ensino de Ciências, e que requer dar um novo significado ao conhecimento escolar. No entanto, é necessário ter bastante cautela na compreensão da contextualização, sobretudo, porque nesses documentos a

contextualização é apresentada como um recurso pedagógico por meio do qual se busca ressignificar o conhecimento escolar, almejando uma aprendizagem mais efetiva por parte do aluno. Assim, a contextualização a partir do cotidiano deve ser um recurso que promova novos significados ao conhecimento científico, favorecendo o processo de aprendizagem, permitindo a produção de conhecimento relevante aos alunos, mas sobretudo possibilitando uma real transformação/compreensão social.

Em muitas situações, o uso da contextualização no ensino tem sido realizado de forma arbitrária ou imprópria. Chassot (2001) comenta que o cotidiano virou uma espécie de modismo com simples propósito de ensinar somente os conceitos científicos. Muitos professores, na tentativa de contextualizar o Ensino de Ciências, utilizam fatos do dia a dia de forma simplificada e irrelevante. Assim, é importante não abordar esses fatos cotidianos de forma aleatória, e por isso, as escolhas dos temas a serem abordados devem ser bem fundamentadas em relação aos conteúdos científicos. No geral, a ausência de contextualização do ensino de Ciências não oferece aos alunos um desafio intelectual, o que, para Osborne, Simon e Collins (2003), dificulta a o pensamento do aluno sobre a relação do ensino com o mundo em que ele vive e, conseqüentemente, limita a tomada de decisão que pode interferir não só na vida do aluno, mas de toda sociedade da qual ele se insere.

É indicado, ao refletir sobre os conteúdos curriculares, que o professor selecione e inclua temas que estejam em consonância com a realidade da comunidade escolar, ou seja, é aconselhável que o professor realize abordagens temáticas por meio de assuntos que estejam inseridos naquele contexto. O uso de temas contextualizados no ensino é capaz de ampliar os horizontes dos alunos envolvidos, contribuindo com a sua formação enquanto ser humano e promovendo o exercício de sua cidadania. Desenvolver os conteúdos curriculares a partir de uma abordagem temática é o princípio de nosso trabalho, que além de explorar os aspectos da perspectiva CTSA, encontra embasamento teórico nos trabalhos dos pesquisadores Freire (1987), Marcondes et al. (2007), Marcondes (2008) e Silva e Marcondes (2010).

Freire (1987), em sua obra, relata a necessidade de o professor adaptar suas aulas à realidade dos alunos, abordando temas que tragam assuntos coerentes ao cotidiano da comunidade escolar, pois isso desperta o interesse

por parte dos alunos em aprender. A educação, segundo ele, deve ser “libertadora”, para não reproduzir o autoritarismo historicamente herdado e presente em nossa sociedade. Nesse sentido, a educação tem a missão de transformar o aluno em um indivíduo intelectualmente autônomo, reflexivo e questionador. Para tanto, Freire (1987) propõem que se realize, inicialmente, uma investigação temática, um método de pesquisa e construção de conhecimento que se destaca pelo seu caráter conscientizador e pedagógico, e que consiste em um levantamento preliminar de dados sobre a realidade dos alunos, seguido de uma análise e seleção das situações relevantes à realidade dos alunos. Na sequência, se propõem um círculo de investigação temática, onde os sujeitos envolvidos são desafiados a expor seus pensamentos frente às situações selecionadas anteriormente, obtendo-se assim o Tema Gerador. Na etapa final, a redução temática, ocorre a organização do programa curricular, relacionando-se os conteúdos significativos para aquela realidade escolar. Realizada a delimitação temática, cabe a cada professor de acordo com a sua área, recorrer a interdisciplinaridade e ouvir a outros professores para incluir temas novos no programa curricular.

Para Marcondes (2008) “uma reflexão sobre a disciplina Química no ensino Médio facilmente revela a distância entre as necessidades de formação que hoje se apresentam e os currículos atuais” (p.68). Por isso, é essencial refletir sobre nossas atitudes, enquanto professores, para contribuir com o desenvolvimento pessoal dos alunos. Isso, inclui refletir sobre os temas que abordaremos em sala de aula, isto é, refletir sobre a abordagem temática que faremos e sua contextualização. Nesse sentido, Marcondes (2008) comenta que:

A abordagem temática, nessa proposição metodológica, não é entendida como apenas um pretexto para a apresentação de conteúdos químicos. Tampouco se restringe a fornecer informações sobre processos produtivos, tecnológicos ou usos que a sociedade vem fazendo de materiais. Trata-se, sim, de abordar dados, informações e conceitos para que se possa conhecer a realidade, avaliar situações e soluções e propor formas de intervenção na sociedade. (MARCONDES, 2008, p.69).

Ao contrário de oferecer um tratamento tradicional ao ensino, onde os conteúdos seguem um currículo já estabelecido, a abordagem temática possibilita um estudo da realidade a partir de situações que apresentem

“significação individual, social e histórica” (MARCONDES et al., 2007), conforme esquema presente na figura 1.

Figura 1 - Abordagem Temática (MARCONDES et al., 2007).

Para Silva e Marcondes (2010):

A contextualização no Ensino de Ciências que privilegia o estudo de contextos sociais com aspectos políticos, econômicos e ambientais, fundamentado em conhecimentos das Ciências e tecnologia, é fundamental para desenvolver um ensino que venha a contribuir para a formação de um aluno crítico, atuante e sempre que possível transformador de sua realidade desfavorável. (Silva; Marcondes, 2010, p. 105).

Assim, buscar a contextualização no Ensino de Ciências permite que os alunos façam uma leitura do mundo a partir da interpretação dos fenômenos químicos, físicos, biológicos, geológicos e etc. frequentes em seu cotidiano, assumindo uma postura mais crítica e reflexiva, o que deve colaborar para que assumam o seu papel de cidadão do mundo.

Não se pode, ainda, deixar de citar a possibilidade e a importância de aproximar esse cotidiano a uma abordagem de perspectiva CTSA, integrando ao currículo um contexto com aspectos da Ciência, da Tecnologia, da Sociedade e do Ambiente, que estejam ligados a problemas reais que envolvem os alunos e o meio em que vivem.

Além disso, o Ensino de Ciências permite o desenvolvimento de habilidades e a capacidade de tomar decisões, exigindo um posicionamento reflexo, crítico e responsável por parte dos alunos. Santos e Schnetzler (1996) comentam que:

Os temas químicos sociais desempenham papel fundamental no Ensino de Química para formar o cidadão, pois propiciam a contextualização do conteúdo químico com o cotidiano do aluno,

condição essa enfatizada pelos educadores como sendo essencial para o ensino em estudo. (SANTOS; SCHNETZLER, 1996, p.30).

Trabalhar temas químicos sociais exige relacionar esses temas às suas implicações sociais, integrando os conceitos químicos aos aspectos que envolvem a sociedade como um todo.

6.3. Ensino CTSA

De acordo com Santos e Schnetzler (2003) o movimento CTS começou em torno da década de 1970, a partir das reflexões a respeito dos impactos da Ciência e da tecnologia sobre a sociedade, ou seja, passou-se a refletir sobre a relação entre a informação científica e o contexto social.

No que se refere ao ensino CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) cabe ressaltar que:

Apesar de a educação CTS incorporar implicitamente os objetivos da educação ambiental, pois o movimento CTS surgiu com uma forte crítica ao modelo desenvolvimentista que estava agravando a crise ambiental e ampliando o processo de exclusão social, vários autores têm adotado a denominação CTSA com o propósito de destacar o compromisso da educação CTS com a perspectiva socioambiental. (SANTOS, 2012, p.53).

Independentemente da denominação a ser utilizada, o essencial é definir qual é o objetivo a ser alcançado com este tipo de abordagem no Ensino de Ciências. Auler (2002) afirma que “não há uma compreensão e um discurso consensual quanto aos objetivos, conteúdos, abrangência e modalidades de implementação desse movimento,” premissa também defendida por Strieder (2012) e por Aikenhead (2009). Por isso, para estabelecermos um objetivo, devemos ter em mente respostas para as seguintes questões:

Por que devemos aprender ou ensinar Ciências? Qual Ciência ansiamos para a sociedade? Quais conteúdos devem ser abordados, e como devem ser abordados?

Atrair Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente ao Ensino de Química, é uma possibilidade concreta e com potencial para formar cidadãos atentos às produções da Ciência, ao desenvolvimento da tecnologia, a sociedade em que vivem e a preocupação em reduzir o consumo de recursos naturais e aos impactos ambientais. No Brasil, a preocupação em valer-se de uma abordagem

CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) é uma proposta relativamente recente, mas que vem se desenvolvendo de forma progressiva. Nessa perspectiva, esse tipo de abordagem permite aos alunos “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” (SANTOS; MORTIMER, 2002), ou seja, a abordagem CTSA possibilita ao indivíduo ser participante da sociedade não apenas compreendendo a Ciência, mas entendendo também a sociedade à qual ele está inserido. Entender a sociedade proporciona ações de mudança, que se espera ser para melhor. Além disso, questões que relacionam a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente contribuem para refletir sobre os desafios diários, cada vez mais crescentes, relacionados à necessidade do desenvolvimento e à sustentabilidade.

Acevedo Díaz (1996) aponta três formas da utilidade do enfoque CTS no contexto educacional:

1. Aumentar a compreensão do conhecimento científico e tecnológico, bem como suas relações e diferenças, a fim de atrair mais estudantes para atividades profissionais relacionadas à Ciência e tecnologia.
2. Promover os valores da Ciência e tecnologia para entender melhor como eles podem contribuir para a sociedade, dando também atenção especial aos aspectos éticos necessários para o seu uso mais responsável.
3. Desenvolver as capacidades dos alunos para possibilitar uma melhor compreensão dos impactos sociais da Ciência e, sobretudo, da tecnologia, permitindo assim sua efetiva participação como cidadãos na sociedade civil. Este ponto de vista é indubitavelmente o de maior interesse em uma educação compulsória e democrática para todas as pessoas.

Assim, uma educação orientada a partir da abordagem CTSA tem sido apresentada como uma das mais adequadas por oportunizar um Ensino de Química mais significativo para os alunos. Ensinar por meio de temas com enfoque CTSA contribui para promover a educação científica e tecnológica dos cidadãos, colaborando com a construção de valores e saberes necessários para que os mesmos atuem de forma reflexiva e responsável em relação às questões

científicas e tecnológicas que envolvem nossa sociedade. Por isso, utilizar uma abordagem de temas com perspectivas CTSA, no Ensino de Química, amplia o olhar sobre o papel da Ciência e sua relação com a tecnologia, sociedade e ambiente. Claramente, esse tipo de abordagem deve estar associado à compreensão conceitual dos temas envolvidos, isto é, o aluno precisa entender os conceitos científicos relativos ao tema abordado, para que de fato ele se torne um cidadão crítico, reflexivo e capaz de tomar decisões perante a sociedade.

Pensar em um ensino CTSA nos leva a refletir sobre um ensino para a cidadania, que desenvolva valores e atitudes, e que reconheça a necessidade do desenvolvimento científico e tecnológico, mas que considere também as consequências socioambientais. Dessa forma, o ensino CTSA permite inserir no Ensino de Química temas sociocientíficos e socioambientais, que levem os jovens a pensarem em suas próprias ações, em sua responsabilidade enquanto cidadãos e em possíveis soluções para os problemas que os rodeiam.

Aikenhead (2009), por meio de suas pesquisas, nos apresenta resultados positivos em relação ao ensino CTS e como esse enfoque contribui com o Ensino de Ciências, favorecendo a aprendizagem dos alunos e trazendo significado social ao conhecimento científico. Por isso, a Química não apenas expande a concepção da natureza e de suas transformações, bem como, quando abordada de forma significativa, permite aos alunos compreenderem as relações entre os avanços científicos, tecnológicos e suas implicações na sociedade e no meio ambiente.

Nesse sentido, para relacionar os temas trabalhados em aula com o cotidiano, temos em destaque, na figura 2, o modelo sugerido por Aikenhead (1994).

Figura 2 - Modelo de abordagem CTS de Aikenhead.

Neste modelo, apresentado na figura 2, o tema abordado parte de questões sociais (Society) que devem ser relacionadas a conceitos tecnológicos (Technology, techniques e products) e científicos (Science, concepts and skills). Assim, o conceito científico define-se a partir do tema e da tecnologia. Na sequência, após a compreensão dos conceitos científicos, retorna-se à tecnologia. Ao final, de acordo com o modelo, retorna-se à questão social.

A abordagem de ensino CTSA é um recurso que permite abordar cientificamente fatos e situações cotidianas para ensinar química. Esse tipo de abordagem possibilita a compreensão crítica da Ciência e da tecnologia a partir de temas sociais e ambientais, que desenvolvem atitudes e valores nos alunos.

6.4. Oficinas Temáticas

A proposta de utilizar Oficinas Temáticas no Ensino de Ciências nos proporciona um momento de reflexão. O ato de experimentar tem efeito direto na construção do pensamento científico dos alunos.

Elaborar uma Oficina Temática envolve escolher um tema e associá-lo à experimentos e conceitos científicos. Para as aulas de Química, o tema escolhido deve envolver não só questões relacionadas à Química, mas deve também envolver questões relacionadas à outras áreas de conhecimento, além de permitir a contextualização do conhecimento.

A ideia de utilizar Oficinas Temáticas corrobora o pensamento de Bybee e DeBoer (1994), que defendem que o currículo de Ciências deve ser expressivo à vida dos alunos, ou seja, deve ser significativo, independentemente das carreiras profissionais que serão seguidas por esses alunos. Trata-se de contribuir com a formação pessoal dos alunos, pois um indivíduo que tem a capacidade de raciocinar cientificamente será capaz de tomar decisões conscientes e responsáveis, favorecendo a si e à própria sociedade.

É dessa forma que as Oficinas Temáticas trazem a possibilidade dos conteúdos químicos serem tratados a partir de assuntos ligados à Ciência e à Tecnologia, relacionando-os à sociedade atual e ao ambiente. Neste sentido, as Oficinas Temáticas trazem um problema a resolver. De acordo com Marcondes (2008):

As oficinas são temáticas, na perspectiva de tratar de uma dada situação problema que, mesmo tendo um dado foco, é multifacetada e sujeita a diferentes interpretações. As principais características pedagógicas de uma Oficina Temática podem, assim, serem resumidas:

- 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 o tema em estudo.
- Participação ativa do estudante na elaboração de seu conhecimento. (MARCONDES, 2008, p.68-69).

Nas Oficinas Temáticas os conceitos químicos serão explorados a fim de buscar uma aprendizagem efetiva. De acordo com Marcondes et al. (2007), os conceitos Químicos escolhidos para serem abordados nas Oficinas Temáticas devem ser desenvolvidos, num nível de aprofundamento suficiente, para o entendimento das situações em estudo e proporcionar uma aprendizagem mais eficaz. O esquema da figura 3 resume a estrutura e o desenvolvimento de uma Oficina Temática.

Figura 3 - Estrutura e desenvolvimento de uma Oficina Temática (GAIA, 2008 - Adaptado).

Assim, a Oficina Temática, leva os alunos a buscarem soluções para um problema a partir de conhecimentos práticos e teóricos. É um momento de pensar, interagir, fazer novas descobertas, criar e recriar. Isso, requer reflexão, discussão em grupo, uso de estratégias adequadas e a tomada de decisões. Elas estimulam o saber ao criar situações que se baseiam na relação do indivíduo com o tema de estudo em questão, além de abrir novas possibilidades quanto à troca entre educadores e educandos.

Muitas atividades realizadas em laboratório, geralmente, são propostas aos alunos com roteiros prontos, que trazem apenas instruções do tipo “passo a passo”, ao invés de apresentar, por exemplo, uma situação problema que os façam refletir e tomar decisões. Neste tipo de ensino, os alunos reproduzem mecanicamente as orientações do professor. Para Suart; Marcondes e Lamas (2010):

Atividades experimentais realizadas dessa maneira, de forma a pouco privilegiar aspectos cognitivos, não contribuem para o desenvolvimento de habilidades essenciais para o exercício da cidadania pelos alunos e também para a construção de conceitos químicos, podendo levar à formação de um indivíduo com pouca habilidade em argumentar, que reproduz somente o que lhe foi transmitido. (SUART; MARCONDES; LAMAS, 2010, p.200).

A Oficina Temática, a partir de uma abordagem temática, tem seus pilares na contextualização do conhecimento e na experimentação. Neste trabalho, optamos por desenvolver a experimentação com caráter investigativo, apesar de não ter se explorado um nível alto desse caráter, por se optar priorizar o enfoque CTSA. Essa escolha se tornou necessária, em função da disponibilidade de aulas que tínhamos para desenvolver as Oficinas Temáticas

A experimentação com caráter investigativo permite que o desenvolvimento de um experimento seja importante, significativo e que auxilie na compreensão de determinado tema de forma mais ampla, além de propor a resolução de uma questão problema. Desse modo, além de desenvolver a curiosidade do aluno, permite-se a ele a chance de aprimorar suas ideias participar da construção de seu próprio conhecimento. Gil Perez e Castro (1996) ressaltam que as atividades de investigação devem compreender as seguintes características:

apresentar aos alunos situações problemáticas abertas, em um nível de dificuldade adequado à zona de desenvolvimento potencial dos educandos; favorecer a reflexão dos alunos sobre

a relevância das situações-problema apresentadas; emitir hipótese como atividade indispensável à investigação científica; elaborar um planejamento da atividade experimental; contemplar as implicações CTS do estudo realizado; proporcionar momentos para a comunicação do debate das atividades desenvolvidas; potencializar a dimensão coletiva do trabalho científico. (GIL PEREZ; CASTRO, 1996, p.156).

Além disso, esse tipo de atividade não apenas desenvolve habilidades cognitivas nos alunos como, por exemplo, inquirir, explorar, operar e comunicar-se com os demais diante de uma situação problema, como também, permite maior participação dos alunos em seu processo de aprendizagem e melhor compreensão dos conceitos científicos. De acordo com Ferreira et al (2010), para que a experimentação investigativa ocorra:

... é necessário conduzir as aulas de laboratório de maneira oposta às tradicionais. Isso significa que o professor deve considerar a importância de colocar os alunos frente a situações-problema adequadas, propiciando a construção do próprio conhecimento. No entanto, para que tais situações-problema possam ser criadas, é fundamental que se considere a necessidade de envolvimento dos alunos com um problema (preferencialmente real) e contextualizado. (FERREIRA et al, 2010, p.101).

Como apontam Zanon e Freitas (2007, p. 95), nesse tipo de atividade o professor “suscita o interesse dos alunos a partir de uma situação problematizadora em que a tentativa de resposta dessa questão leva à elaboração de suas hipóteses”. Dessa forma, o aluno desempenha um papel ativo na construção do seu conhecimento, o que lhe permite maior autonomia e responsabilidade.

Em atividades investigativas as etapas realizadas pelo professor e pelos alunos podem apresentar diferentes graus de liberdade concedidos aos alunos (Pella, 1961), ou seja, das etapas envolvidas no processo, dependendo de quem as realiza, professor ou aluno, haverá maior ou menor esforço mental desses alunos na resolução do problema. Assim, considerando as etapas envolvidas na realização de uma experimentação investigativa: exposição de um problema, levantamento de hipóteses, realização de um procedimento experimental, coleta e análise dos dados, apresentação dos resultados e conclusões, cada uma delas pode ser realizada pelo professor ou pelo aluno, isso significa maior ou menor envolvimento cognitivo dos alunos na atividade.

Neste trabalho, propõem-se atividades experimentais investigativas que exijam a participação dos alunos na resolução de um problema, com o auxílio do professor. Visa-se assim, possibilitar que os alunos elaborem hipóteses, colem dados para analisá-los e realizem discussões com outros alunos e com o professor, na tentativa de encontrar soluções para o problema proposto. A ideia é que, ao serem questionados e conduzidos pelo professor, os alunos tornem-se sujeitos ativos na construção do conhecimento científico. O professor não abre mão de seu papel no processo de ensino-aprendizagem, como Carvalho e cols. (1999) citam, o professor é um mediador fundamental neste processo:

É o professor que propõe problemas a serem resolvidos, que irão gerar ideias que, sendo discutidas, permitirão a ampliação dos conhecimentos prévios; promove oportunidades para a reflexão, indo além das atividades puramente práticas; estabelece métodos de trabalho colaborativo e um ambiente na sala de aula em que todas as ideias são respeitadas. (CARVALHO e cols. 1999, p. 48).

Aprendizagem é um processo que exige mudança, e a base dessa aprendizagem é a experiência de cada indivíduo, ou seja, seus conhecimentos prévios. Propor questões problematizadoras, a partir de atividades experimentais investigativas, permite que o professor identifique os conhecimentos prévios de seus alunos, selecione materiais e metodologias de ensino adequadas e relevantes, e viabilize uma aprendizagem efetiva, em que os alunos conectem seus conhecimentos prévios a novos conhecimentos, ou seja, de forma que eles construam novos conceitos.

Portanto, nesse trabalho foram desenvolvidas Oficinas Temáticas com a intenção de colaborar com a aprendizagem de conceitos químicos, por parte dos alunos. A partir do tema “Combustíveis”, e por meio dessa metodologia de ensino, valeu-se da contextualização do conhecimento, do enfoque CTSA do tema e de experimentações de caráter investigativo, desencadeando discussões em grupo, reflexões sobre o tema, desenvolvimento de ideias, novas descobertas, assimilação de conceitos químicos, interdisciplinaridade, e sobretudo, permitindo que os alunos fossem sujeitos ativos da construção de seu conhecimento.

6.5. Oficinas Temáticas x Sequência Didática

Tendo em vista, a proposta desenvolvida e os objetivos a serem alcançados em uma Oficina Temática, cabe esclarecer e distinguir sua diferença em relação a uma Sequência Didática.

A sequência didática é um termo em educação utilizado para definir um procedimento encadeado de passos, ou etapas ligadas entre si para tornar mais eficiente o processo de aprendizado. As sequências didáticas são planejadas e desenvolvidas para a realização de determinados objetivos educacionais, com início e fim conhecidos tanto pelos professores, quanto pelos alunos. (ZABALA, 1998).

Zabala cita a sequência didática como uma estratégia de ensino, disposta de forma ordenada por atividades que são planejadas sistematicamente, diferente do que é proposto pelas Oficinas Temáticas. De acordo com Marcondes:

A oficina, no sentido que se quer atribuir, pode representar um local de trabalho em que se buscam soluções para um problema a partir dos conhecimentos práticos e teóricos. Tem-se um problema a resolver que requer competências, o emprego de ferramentas adequadas e, às vezes, de improvisações, pensadas na base de um conhecimento. Requer trabalho em equipe, ação e reflexão. (Marcondes, 2008, p.68).

Apesar de uma sequência didática ser uma estratégia de ensino que aplica atividades experimentais ou não em sala de aula a partir de uma abordagem temática, seus temas a serem desenvolvidos fazem parte de um currículo já estabelecido, ou seja, são temas inerentes a um planejamento existente que almeja introduzir novos conteúdos. As Oficinas Temáticas trazem temas que não necessariamente fazem parte do currículo, mas que envolvem conteúdos científicos, neste caso, que se quer alcançar. Além disso, as Oficinas Temáticas trabalham conteúdos que os alunos já conhecem e permitem trabalhar conteúdos inerentes à realidade destes alunos.

7. Revisão Bibliográfica

Realizou-se uma breve revisão bibliográfica nas bases de pesquisa: Google Acadêmico, Periódicos Capes, Scielo e Revista Química Nova na Escola (Qnesc). Foi feita a seleção de trabalhos que abordassem o tema combustíveis e trabalhos que envolvessem Oficinas Temáticas. O período de publicação selecionado foi entre 2003 e 2019. Durante a busca, encontraram-se poucos trabalhos abordando o tema combustíveis, e uma quantidade menor ainda de

trabalhos sobre o uso das Oficinas Temáticas no Ensino de Química, no âmbito brasileiro.

No que se refere ao tema combustíveis, a partir do levantamento realizado na revista QNESC, foram selecionados os seguintes trabalhos: “Explorando a química na determinação do teor de álcool na gasolina” (DAZZANI et al., 2003), “Reações de combustão e impacto ambiental” (GOI; SANTOS, 2009) e “Combustíveis: uma abordagem problematizadora para o Ensino de Química” (KIOURANIS; SILVEIRA, 2017).

O trabalho “Explorando a química na determinação do teor de álcool na gasolina” (DAZZANI et al., 2003), propôs utilizar atividades experimentais de identificação e determinação do teor de álcool na gasolina para explorar a Química Analítica durante o Ensino Médio. Os autores valeram-se das propriedades físicas e dos conceitos químicos para que os alunos pudessem explicar os fenômenos envolvidos nas atividades realizadas. Essas atividades permitiam determinar o teor de álcool de duas maneiras diferentes: verificando a variação de volume da fase aquosa e comparando a densidade da fase aquosa com valores da literatura. De acordo com os autores, os resultados obtidos a partir deste trabalho permitiram observar: “como os alunos relacionaram propriedades físicas e químicas com a identificação e quantificação de substâncias. Na aplicação em sala de aula, verificou-se um aprimoramento dos conceitos de densidade, solubilidade e teor, que foram abordados a partir da estrutura das moléculas envolvidas” (p.44). Os autores ressaltaram ainda, a importância de terem utilizado dois diferentes caminhos para avaliar o teor de álcool na gasolina, pois a diferença entre os resultados obtidos para o teor álcool nos dois experimentos lhes permitiu mostrar aos alunos que “a imprecisão é inerente à atividade experimental; porém, deve-se tomar alguns cuidados no planejamento, para que a mesma seja minimizada”. Tanto no trabalho dos autores, como em nosso trabalho, abordar esse tipo de tema traz a importância de realizar análises que nos permitem avaliar e controlar a qualidade dos produtos, assim como, nos permitem relacionar essa qualidade à impactos ambientais e sociais.

O trabalho “Reações de combustão e impacto ambiental” (GOI; SANTOS, 2009) apresentou uma pesquisa qualitativa de acompanhamento e análise de uma experiência que utilizou atividades experimentais a partir da metodologia da resolução de problemas. O estudo foi desenvolvido com alunos da 2º série do

Ensino Médio, e abordou o tema reações de combustão e impacto ambiental. Esse tema, também discutido em nossa pesquisa, aborda questões importantes, que estão presentes sob várias formas na vida cotidiana. Em seu trabalho, as autoras utilizaram uma sequência de ensino, adaptada a partir da sequência elaborada por Zuliani e Ângelo (2001). Na sequência, organizam-se grupos de trabalho para que os estudantes “analisem o problema, levantam hipóteses, planejam possíveis soluções e experimentos que comprovem suas hipóteses, baseadas nos referenciais bibliográficos e nas informações disponibilizadas pela professora” (p.204). Ainda, em sua sequência de ensino, “os estudantes realizam a atividade prática em laboratório para verificar se as alternativas de solução são adequadas e suficientes para a resolução do problema. A seguir, as estratégias são socializadas com a turma, e os grupos fazem uma exposição relatando as estratégias adotadas, os erros ocorridos e os resultados obtidos na resolução do problema” (p.204). Ao final, a professora realiza um debate coletivo sobre as diferentes estratégias e soluções propostas pelos grupos. Para tanto, as autoras elaboraram e propuseram aos alunos 4 problemas, que tinham a intenção de aprofundar de forma conceitual e procedimental o tema por elas trabalhado. Esses problemas abordavam tipos de combustíveis e sua obtenção, adulteração de gasolina, tipos de impactos ambientais causados por esses combustíveis e gases poluentes gerados em sua combustão. De acordo com as autoras, os resultados obtidos a partir de seu estudo evidenciaram que a aprendizagem a partir de problemas mobiliza conhecimentos e habilidades por meio de um trabalho teórico e prático. Para elas, articular teoria e prática, a partir da resolução de problemas, favoreceu a compreensão dos conceitos. Ainda de acordo com as autoras, no decorrer do processo, os alunos “demonstraram maior engajamento nas atividades de resolução de problemas que aquela habitualmente envolvida no laboratório tradicional. Esse engajamento mostrou que eles tinham objetivos mais definidos, portanto estavam mais inseridos nas atividades. A resolução de problemas tornou-se uma estratégia motivadora e permitiu aos alunos desenvolver atitudes e construir a própria metodologia na organização de formas para resolver os problemas”. Outro elemento revelado, neste trabalho, durante a resolução dos problemas, relaciona-se ao comprometimento com o grupo e sua motivação para a resolução desses problemas. Elas observaram ainda, que os debates em sala contribuíram para o aprimoramento da argumentação oral dos alunos, notando inclusive, “que alguns

alunos que, durante as aulas, nunca participaram, demonstram maior autonomia para expor aos colegas o que pensavam sobre as situações” (p.208).

O trabalho “Combustíveis: uma abordagem problematizadora para o Ensino de Química” (KIOURANIS; SILVEIRA, 2017), propôs, a partir de uma perspectiva problematizadora, o desenvolvimento e a aplicação de uma sequência de ensino, que possibilitou a abordagem contextualizada de conceitos da termoquímica e química orgânica relacionados ao tema combustíveis. Tratou-se de um trabalho realizado por estudantes e professores de um curso de Licenciatura em Química e professores do Ensino Médio que participavam do Programa Universidade Sem Fronteiras (USF) da Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Paraná, subprograma “Apoio às Licenciaturas”. A sequência de ensino foi aplicada em turmas de 2º e 3º séries do Ensino Médio e utilizou como estratégia didática os Três Momentos Pedagógicos propostos por Delizoicov e Angotti (1991), metodologia que também foi utilizada em nosso trabalho e está detalhada mais a frente. Os pesquisadores justificam ainda a escolha do tema combustíveis por considerarem que o mesmo “apresenta características de um tema gerador, quando explorado no âmbito das contradições em torno dos aspectos econômicos, sociais, culturais e científicos que o envolvem” (p.70). Nesse trabalho, os autores partiram de uma problematização inicial que objetivava provocar o diálogo com os alunos sobre vários aspectos dos combustíveis, trazendo aos alunos as seguintes questões: Qual é o melhor combustível? Que critérios caracterizam um bom combustível? Ainda durante a problematização os autores trabalharam a música “movido a água” para contribuir com o processo de reflexão dos alunos, o que lhes permitiu inclusive, discutir com os alunos aspectos científicos, sociais, culturais e políticos em torno do uso e da escolha de um combustível. Na sequência, os autores deram início à organização do conhecimento, adaptando atividades do livro Interações e Transformações I (GEPEQ, 2005), e desenvolvendo uma atividade experimental sobre a queima de combustível elaborada pelo Laboratório Aberto do GEPEQ. Para finalizar seu trabalho, e a fim de realizar a aplicação do conhecimento, os autores retomaram questões anteriormente apresentadas. Acerca dos resultados encontrados por esse trabalho, os autores destacam que o envolvimento dos alunos durante o desenvolvimento da proposta de ensino foi fundamental para seu posicionamento crítico ao final das discussões, sobretudo, no que diz respeito

aos fatores que eles consideravam mais relevantes para escolher o melhor combustível. Esse é um forte indicativo de bons resultados que podem ser alcançados a partir da aplicação dos conhecimentos na perspectiva discutida por Delizoicov e Angoti (1991). Os autores destacam ainda que suas considerações: “podem ser estendidas também aos professores do Ensino Médio, quando afirmaram que propostas de ensino centradas na problematização de tema gerador são passíveis de serem incorporadas nas aulas de Química” (p.73).

As pesquisas citadas, publicadas pela revista QNESC, têm muita relação com nossa pesquisa, não só pelo tema abordado, mas pelas estratégias que foram utilizadas para o desenvolvimento de cada uma. Esses estudos avaliaram como os estudantes aprendem, como eles desenvolvem um posicionamento crítico e relacionam a química com fenômenos do cotidiano, trazendo resultados semelhantes aos nossos. No entanto, diferente de todas essas pesquisas, em nosso trabalho nos valem do uso de Oficinas Temáticas para o desenvolvimento do tema escolhido. A Oficina Temática é uma estratégia de ensino que possibilita apresentar temas que não necessariamente fazem parte de um currículo, mas que abordam conteúdos científicos, além de ampliar conteúdos que os alunos já conhecem e permitir associá-los à realidade destes alunos. A importância de nosso estudo é esclarecida a partir da necessidade de se apresentar diferentes estratégias de ensino para serem utilizadas em aula, uma vez em que, os futuros professores de Química, e os professores da área de Ciências, têm a chance de mudar a defasagem científica de nosso atual cenário educacional.

No que se refere ao uso das Oficinas Temáticas, Pazinato (2012) em sua dissertação de mestrado, fazendo o uso destas, trabalhou com o tema alimentos. A aplicação de sua proposta também foi direcionada a alunos do 3º ano do Ensino Médio, mas de uma escola estadual de Santa Maria, RS. Pazinato (2012) utilizou como instrumentos de coleta de dados questionários, exercícios, relatórios para atividades experimentais e produções textuais, além de suas próprias observações. Foram aplicadas, por ele, duas Oficinas Temáticas, que também se estruturaram nos três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1991). Inicialmente, Pazinato (2012) realizou a aplicação de um questionário diagnóstico para conhecer as características e as concepções dos sujeitos de sua pesquisa, tais como carreira a seguir, disciplinas preferidas, utilidade dos conteúdos vistos na escola, aulas experimentais de Química e relação da

Química com o cotidiano. O pesquisador realizou ainda, a apresentação de um vídeo sobre o Ano Internacional da Química. Na sequência, aplicou a Oficina Temática “composição química dos alimentos” que tratava das funções orgânicas e da bioquímica relacionadas aos alimentos e trazia como atividade experimental a identificação dos nutrientes presentes nesses alimentos. A partir dessa Oficina Temática o pesquisador pôde observar que alguns alunos não possuíam informações sobre os alimentos, mas que deveriam se alimentar bem para manter uma vida saudável. Um estudante chegou a fazer uma analogia entre o alimento e a gasolina, tratando-o como combustível do corpo humano. Posteriormente, Pazinato (2012) aplicou a Oficina Temática “alimentos, o combustível da vida”, na qual, foram abordados os conceitos que envolviam a elaboração de uma pirâmide dos alimentos, a quantidade calórica desses alimentos e, como atividade experimental, a construção de um calorímetro de água para quantificar a energia dos alimentos. Esta Oficina Temática possibilitou ao pesquisador perceber que, no geral, os alunos possuíam um conhecimento inicial sobre a composição química dos alimentos. Para finalizar, Pazinato (2012) propôs aos alunos refletirem sobre um estudo de caso que solicitava avaliar as alterações do exame de sangue e os sintomas sentidos por uma estudante, como cansaço, dor de cabeça e visão fraca, permitindo que os mesmos realizassem pesquisas em diferentes fontes para que pudessem propor uma solução para resolver os problemas de saúde dessa estudante. Ao final, os alunos produziram ainda, um texto que deveria envolver as palavras “alimentos”, “Química”, “energia”, “macronutrientes”, “micronutrientes” e “saúde”. Propor a produção desse texto, de acordo com o pesquisador, teve o objetivo de retomar as questões iniciais, detectar os avanços e possíveis confusões presentes nas ideias elaboradas pelos alunos. Os textos elaborados pelos alunos, permitiram ao pesquisador concluir que os alunos tinham uma ideia clara da composição dos alimentos e da energia fornecida por eles, principais tópicos trabalhados em suas intervenções.

Em sua pesquisa, Pazinato (2012) pode concluir que a temática “alimentos” associada ao uso das Oficinas Temáticas foi geradora do conhecimento Químico, possibilitou a relação entre Química e cotidiano, trouxe experimentos de caráter investigativo, permitiu uma participação ativa dos estudantes, além de desenvolver competências e habilidades importantes para o desenvolvimento da cidadania.

Assim como Pazinato (2012), nossa pesquisa também nos permitiu notar como o Ensino de Química foi favorecido a partir da utilização das Oficinas Temáticas e de metodologias que coloquem o aluno na posição de protagonista do seu processo de aprendizagem. Pazinato e Braibante (2014) publicaram, ainda, um trabalho na revista QNESC com o tema “Oficina Temática Composição Química dos alimentos: uma possibilidade para o Ensino de Química”, na qual os autores apresentaram o trabalho desenvolvido por Pazinato em sua dissertação.

Foram encontrados ainda, outras pesquisas que utilizaram a Oficina Temática como estratégia de ensino, das quais selecionamos: “Oficina Temática sobre o pré-sal e sua aplicação no Ensino de Química” (FARIAS; MONTEIRO, 2013), “Oficina temática: simulando a produção de chuva ácida como um tema norteador para o estudo de óxidos” (SOUZA; ANDRADE; LIMA, 2014) e “A Bioquímica do Glúten através de Oficinas Temáticas” (SULZBACH; BRAIBANTE; STORGATTO, 2015).

Farias e Monteiro (2013) em seu trabalho “Oficina Temática sobre o pré-sal e sua aplicação no Ensino de Química”, aplicaram uma oficina temática com tema centrado no Pré-Sal a alunos do segundo e terceiro anos do Ensino Médio de uma escola pública estadual do Município de Niterói, em 2011. Para as autoras “a escolha deste tema se justifica por permitir discussões sobre a importância socioeconômica do petróleo e seus derivados, dos impactos ambientais causados pelo uso e exploração e, particularmente porque na época da elaboração dessa oficina a questão da distribuição federal dos “royalties” advindos do pré-sal estava sendo muito divulgada pela mídia” (p.1296). O desenvolvimento desta oficina também se pautou nos três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1991), onde no primeiro momento se problematizou e compartilhou o conhecimento do grupo sobre o tema; no segundo momento foram apresentados conteúdos específicos do currículo de química; e no terceiro momento foi realizada uma diagnose aplicando-se um questionário não estruturado com perguntas sobre conteúdos químicos relacionados ao tema. Para esclarecer o significado do termo Oficina Temática, as autoras se fundamentaram no trabalho de Marcondes (2008), que cita o fato de que uma oficina temática deve buscar trabalhar os conhecimentos de forma interrelacionada e contextualizada envolvendo os alunos em um processo ativo de construção de seu próprio conhecimento e de reflexões que possam contribuir

para análises críticas e tomadas de decisões. De acordo com as autoras, “os resultados obtidos evidenciam a importância de um ensino contextualizado que leve a uma aprendizagem que permita uma articulação entre os conteúdos apresentados e suas articulações com aplicações tecnológicas e as consequentes implicações políticas, econômicas e sociais” (p.1296).

Souza, Andrade e Lima (2014), em seu trabalho “Oficina temática: simulando a produção de chuva ácida como um tema norteador para o estudo de óxidos” teve o objetivo de contextualizar o estudo dos óxidos utilizando como estratégia de ensino uma Oficina Temática. Essa Oficina foi destinada a alunos do primeiro e terceiro ano do Ensino Médio, de duas escolas públicas da rede estadual de ensino do Estado de Sergipe. Os autores estruturaram a Oficina Temática em 5 etapas, que contemplavam: identificar as concepções dos alunos acerca do tema social; leitura e discussão do texto “Chuva Ácida”, realização de dois experimentos (óxidos: simulando a produção de chuva ácida e a queima da fita de magnésio); aplicação de um software educacional denominado “Chuva Ácida” com a finalidade de sistematizar os conceitos tanto científicos quanto sociais trabalhados ao longo do desenvolvimento das atividades da oficina e aplicação de um jogo didático denominado “Bomba” como instrumento avaliativo para verificar a aprendizagem dos alunos. De acordo com os pesquisadores, a partir

da análise dos resultados e das observações pode-se considerar que a Oficina Temática é uma boa estratégia metodológica de ensino para possibilitar a contextualização no ensino de química e quando realizada utilizando estratégias de ensino diversificadas possibilita identificar potencialidades e promover a integração e negociação de significados (p.7).

Sulzbach, Braibante e Storgatto (2015), em seu trabalho “A Bioquímica do Glúten através de Oficinas Temáticas” também utilizaram como estratégia de ensino a Oficina Temática, pois visavam promover “a contextualização de conteúdos químicos com o cotidiano do aluno, com o intuito de possibilitar significação ao seu aprendizado, fazendo com que este se torne útil à sua vida” (p.767). As Oficinas Temáticas foram aplicadas a uma turma de primeira série do Ensino Médio de um colégio público de Santa Maria, RS. Para tanto, também fundamentaram seu trabalho nos três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1991), desenvolvendo duas Oficinas Temáticas com base na

contextualização e no uso de atividades experimentais. A primeira Oficina, intitulada “Glúten: O que é? Intolerância? Será que há Química?”, inicialmente envolveu o uso de imagens, leitura de rótulos de alimentos e questionários para problematizar o tema, seguido de uma abordagem química da temática, e sendo finalizada por uma atividade experimental de preparação do glúten, com consequente discussão em grupo e preenchimento de um questionário. Na segunda Oficina, intitulada “Cola de farinha: Será que cola mesmo? O que faz a cola funcionar?”, inicialmente foram apresentadas aos alunos algumas questões sobre a cola de farinha para que os alunos refletissem sobre sua possível funcionalidade. Na sequência, foram desenvolvidos os conceitos de monômeros e polímeros, e para a finalização da Oficina foi realizada uma atividade experimental de produção de cola de diferentes farinhas, seguida de discussão em grupo e preenchimento de questionário. De acordo com as autoras, a temática escolhida atrelada ao uso de atividades experimentais e da contextualização do ensino, alicerçadas às Oficinas Temáticas, possibilitou a abordagem de conceitos da Química a partir de uma estratégia que facilitou e proporcionou um avanço na aprendizagem dos alunos, tornando-a muito mais significativa.

Essa revisão bibliográfica nos possibilitou construir e compreender muitos resultados encontrados por nós, além de podermos avaliar algumas diferenças em relação às nossas estratégias de ensino, tal como o uso da Oficina Temática. Foi interessante conhecer como o trabalho de outros pesquisadores foram discutidos por eles, e a forma como seus resultados se aproximam dos nossos. Pudemos compreender ainda, a partir de outros trabalhos que também fazem o uso de Oficinas Temáticas, a forma como sua aplicação contribuiu com a aprendizagem química dos alunos, isto é, como a aprendizagem de conteúdos científicos por parte dos alunos foi possível por meio da percepção da química em seu dia a dia, o que consolida a Oficina Temática como uma alternativa ao ensino tradicional para os professores. Assim, em uma oficina temática, o cotidiano é problematizado com base em conhecimentos científicos relacionados a aspectos sociais, políticos, econômicos, tecnológicos e ambientais, ampliando a situação em estudo. A revisão apresentada não contempla todos os trabalhos encontrados, mas traz uma seleção que contribuiu para as nossas conclusões.

8. Metodologia

Esta pesquisa é de natureza qualitativa e interpretativa, com observação participativa, e com levantamento de dados em duas escolas da rede pública estadual de São Paulo. Esse tipo de pesquisa permite, por meio de métodos de exploração, buscar informações mais subjetivas e com maior profundidade e estudo. O valor e o significado das pessoas, o seu comportamento, as relações interpessoais, o ambiente, etc. são fontes de dados, que analisadas sob um padrão interpretativo, apresentam maior riqueza de detalhes.

Assim, foram seguidas as seguintes etapas:

1. Apresentação de um tema inicial como ferramenta de trabalho;
2. Proposição da Oficina Temática, selecionando conhecimentos específicos e importantes para a compreensão do tema;
3. Construção dos instrumentos de coleta de dados;
4. Aplicação de um teste inicial a fim de investigar a bagagem cultural e científica dos alunos, e o nível de seu interesse pela Ciência.
5. Aplicação da Oficina Temática com aplicação de instrumentos de coleta de dados;
6. Aplicação de instrumentos finais para avaliação da aprendizagem e evolução dos alunos durante o processo.

Além do desenvolvimento de instrumentos para coleta de dados, foram realizadas uma Oficina Temática Piloto, com o tema “Combustíveis”, e uma Oficina Temática Definitiva com o mesmo tema. A Oficina Temática Piloto foi aplicada em uma escola da rede pública estadual diferente da escola, também da rede pública estadual de São Paulo, em que foi aplicada a Oficina Temática Definitiva.

8.1. Público Alvo

Esta pesquisa teve como participantes alunos das terceiras séries do Ensino Médio da rede pública estadual. O interesse em aplicar as atividades aos alunos da terceira série justifica-se pelo fato de os mesmos já terem passado pela maior parte do processo de escolarização em Química, possibilitando-os de apresentarem mais conhecimentos dos conteúdos químicos tratados durante o Ensino Médio. Além disso, esses alunos apresentam maior maturidade cognitiva e maior vivência social. As classes de terceiro ano que participaram desta pesquisa têm em média 30 alunos. A Oficina Temática Piloto foi aplicada a 86

alunos de 3 turmas do terceiro ano do Ensino Médio. A Oficina Temática definitiva foi aplicada a 138 alunos de 4 turmas do terceiro ano do Ensino Médio.

8.2. Coleta de dados

Paulo Freire (1980) citou que os professores devem enxergar seus alunos como “corpos conscientes”, ou seja, como um indivíduo atuante, pensante, ao invés de serem “depósitos de conteúdos” ou “seres vazios”, isto é, seres que apenas são preenchidos mecanicamente ou tecnicamente de conhecimentos. Isso possibilita a problematização da relação dialética que os estudantes estabelecem com o mundo, permitindo a reflexão, ação e transformação da realidade desses jovens e de si mesmos.

Dessa forma, as experiências e conhecimentos prévios dos alunos influenciam na aprendizagem e devem ser considerados. A interação desses alunos com o objeto de conhecimento e os seus interesses pela atividade proposta podem ser diversos entre eles. As oficinas tratam de temas que podem suscitar uma diversidade de interesses e pode haver um componente afetivo relacionado à aprendizagem. Baseamo-nos no trabalho de Falk e Storksdieck (2005), sobre os fatores que facilitam a aprendizagem, para desenvolver parte dos instrumentos de coleta de dados desta pesquisa. Falk e Storksdieck (2005), a partir de muitas pesquisas na área, almejaram compor uma série de fatores que influenciam na aprendizagem em museus, distinguindo-a de outros contextos educacionais. Os autores encontraram 11 conjuntos de fatores, e os relacionaram aos seguintes contextos:

1. Pessoal (Motivação e expectativas, Experiência e conhecimento prévios, Interesses e crenças e Escolha e controle). Esse contexto envolve a livre escolha do visitante;
2. Sociocultural (Mediação social dentro do grupo e Mediação facilitada por outros). Esse contexto envolve a mediação social do grupo e a mediação facilitada pelo professor;
3. Físico (Entendimento da mensagem conceitual da exposição, Orientação do espaço físico, Arquitetura e edifício, Design das exposições e conteúdo das legendas e Eventos posteriores e experiências fora do museu).

O referido trabalho, diz respeito a atividades realizadas em museus, no entanto, consideramos aplicável à situação de ensino proposta nesta pesquisa, dada a natureza da oficina, que se baseia no protagonismo do aluno e não em exposições orais do professor. Além disso, não consideramos fator determinante o contexto físico em nossa pesquisa, utilizamos apenas os contextos pessoal e sociocultural. A partir dessas considerações foi construído um instrumento com afirmações abrangendo essas variáveis para que cada aluno se manifeste, ao final da aplicação de cada oficina.

O trabalho de Cheung (2007) sobre atitudes em relação às aulas de Química apresenta um instrumento que serviu de base para a elaboração de um questionário para este trabalho. Em seus estudos, Cheung desenvolveu a “Attitude Toward Chemistry Lessons Scale” (ATCLS), um instrumento que foi utilizado para pesquisar uma amostra de estudantes do Ensino Médio em Hong Kong. O ATCLS consiste em 12 itens, com base em um quadro conceitual de quatro dimensões, com um formato de escala Likert que promove uma informação relativamente precisa sobre concordância ou discordância de uma dada afirmativa. Os alunos responderam aos itens em uma escala de classificação de 7 pontos, com os rótulos: discordo totalmente, discordo moderadamente, discordo um pouco, não tenho certeza, concorda um pouco, concorda moderadamente e concorda fortemente, de modo que os escores mais altos representaram atitudes mais positivas. Cheung (2007) cita que geralmente, existem três classes de respostas sobre atitudes: afetivas, cognitivas e comportamentais (OSKAMP; SCHULTZ, 2005). Assim, os 12 itens foram distribuídos aleatoriamente no ATCLS e formaram quatro subescalas, onde a primeira subescala se concentra nos sentimentos que um aluno tem em relação às lições da teoria da Química implementadas na escola, enquanto a segunda subescala avalia se um aluno gosta de aulas de laboratório de Química na escola. Logo, essas duas subescalas se relacionam a respostas sobre atitudes afetivas. A terceira subescala é de natureza cognitiva, referindo-se às crenças que um aluno tem sobre a importância e utilidade da Química escolar. A quarta subescala está preocupada com as tendências comportamentais do aluno para responder à Química da escola. A seguir temos as subescalas propostas por Cheung (2007):

1. Subescala 1: o gosto pelas lições de teoria Química.

Itens:

- ✓ Eu gosto de Química mais do que qualquer outra disciplina escolar.
- ✓ As aulas de Química são interessantes.
- ✓ A Química é um dos meus assuntos favoritos.

2. Subescala 2: o gosto pelas atividades de laboratório de Química

Itens:

- ✓ Eu gosto de fazer experimentos de Química.
- ✓ Quando estou trabalhando no laboratório de Química, sinto que estou fazendo alguma coisa importante.
- ✓ Fazer experiências Químicas na escola é divertido.

3. Subescala 3: opiniões avaliativas sobre Química escolar

Itens:

- ✓ A Química é útil para resolver problemas diários.
- ✓ As pessoas devem entender a Química porque afeta suas vidas.
- ✓ A Química é um dos assuntos mais importantes para as pessoas estudarem.

4. Subescala 4: tendências comportamentais para aprender Química

Itens:

- ✓ Estou disposto a passar mais tempo lendo livros de Química.
- ✓ Gosto de tentar resolver novos problemas em Química.
- ✓ Se eu tivesse uma chance, eu faria um projeto em Química.

Para conhecer o contexto pessoal em relação à Ciência, antes do trabalho com as oficinas, adaptamos alguns instrumentos já consolidados, como o instrumento de coleta de dados Barômetro Brasil (PINAFO, 2016), composto por 96 itens distribuídos em 9 seções, das quais foram selecionadas as seções de interesse para esta pesquisa e adaptando as afirmativas.

Além disso, usou-se a Teoria do Comportamento Planejado (TCP) (AJZEN, 1991, 2006), que se baseia no pressuposto que “o fator central é a intenção do indivíduo em realizar a ação” (AJZEN, 1991, p. 181). Tal teoria possibilita inferir atitudes de uma pessoa e relacioná-las a habilidades e conhecimentos manifestados por ela. Na TCP três fatores são considerados: atitudes, isto é, a “avaliação favorável ou desfavorável” que o sujeito faz de um comportamento específico “e serve como um instrumento de previsão das intenções comportamentais que moldam o comportamento das pessoas”; normas subjetivas, que se referem à “pressão social percebida pelo sujeito para manifestar ou não certo comportamento”; e o controle comportamental percebido, entendido como a “facilidade ou dificuldade do

sujeito para manifestar um dado comportamento” (SOUZA; MARCONDES; SANTOS, 2015, p.3).

8.3. Desenvolvimento das Oficinas Temáticas

Para o desenvolvimento da Oficina Temática utilizou-se a metodologia dos Três Momentos Pedagógicos propostos por Delizoicov e Angotti (1991):

1. Momento de problematização inicial;
2. Momento de organização do conhecimento;
3. Momento de aplicação do conhecimento.

De acordo com Muenchen e Delizoicov (2012) durante a *problematização inicial* apresentam-se questões ou situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos temas. Nesse momento pedagógico, os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre as situações, a fim de que o professor possa ir conhecendo suas ideias. Para os autores, a finalidade desse momento é propiciar um distanciamento crítico do aluno ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussão e fazer com que ele sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém. Na *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. Nesse momento, são organizadas as ideias e as concepções dos alunos para que eles possam confrontar o seu conhecimento com o conhecimento científico, interpretando os fenômenos e as situações abordadas. E para a *aplicação do conhecimento* deve-se abordar 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.

No que se refere às oficinas propostas:

1. Foram aplicadas duas Oficinas Temáticas, uma Piloto e outra Definitiva, com o tema “Combustíveis”, para terceira série do Ensino Médio de duas escolas públicas da rede estadual de São Paulo.

2. A Oficina Temática “Combustíveis” abordou os conceitos químicos que envolvem solubilidade, interações intermoleculares, densidade, e cálculo de porcentagem relacionado ao volume. Além disso, permitiu a análise de uma amostra de gasolina e sua relação com as leis vigentes do país impostas pela Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), análise do poder calorífico de dois diferentes combustíveis, análise da poluição em relação aos tipos de combustíveis e análise da octanagem da gasolina e desempenho do motor.

Nesta pesquisa, foram considerados as atitudes e o controle comportamental percebido acerca da Ciência, da Química e das relações com a sociedade. Assim, foi elaborado um instrumento com afirmativas sobre comportamentos específicos relativos a tais assuntos, para que o aluno manifeste seu grau de concordância ou discordância, numa escala Likert.

Os conhecimentos prévios também foram avaliados, foi construído um instrumento (apêndice C) com questões sobre o tema da oficina. Esse instrumento introduzia questões que se relacionavam ao conteúdo abordado, a partir da temática combustíveis. Ele permitia o estabelecimento de uma relação entre esse conteúdo abordado e situações reais que os alunos veem em seu dia a dia, mas que nem sempre possuem conhecimento científico para entendê-las de forma correta.

Ainda, foram registradas durante o desenrolar das oficinas, algumas atitudes específicas dos alunos que interessavam a esta pesquisa, quais sejam: interação com os colegas, formulação ou resposta a perguntas, participação na execução da tarefa. Os alunos, também foram convidados a realizar uma auto-avaliação e uma avaliação da atividade a partir de um instrumento metacognitivo (apêndice I).

A partir dessa proposta, pretendeu-se atingir e responder às questões dos objetivos específicos anteriormente citados.

8.4. Características das Oficinas Temáticas Piloto e Definitiva

Foram aplicadas duas Oficinas Temáticas, sendo uma Piloto e outra Definitiva. A Oficina Temática piloto ocorreu no segundo semestre de 2017 e a

Oficina Temática Definitiva no primeiro semestre de 2018. Ambas abordavam o tema “Combustíveis”. Durante essas oficinas:

- Participaram 7 salas do 3º ano do Ensino Médio de escolas públicas da Rede Estadual, sendo 3 salas da escola onde se aplicou a Oficina Temática Piloto (86 alunos participantes) e 4 da escola onde se aplicou a Oficina Definitiva (138 alunos participantes). Na escola onde foi aplicada a Oficina Definitiva, uma das salas pertencia ao período noturno, mas por conta da assiduidade inconstante dos alunos, esta sala não será fruto de análise. Todos receberam um termo de consentimento (apêndice L) que deveria ser assinado pelo aluno, quando maior de idade, ou por seus responsáveis.
- Foram utilizados 9 instrumentos de coleta de dados, que serão descritos no item 8.6.
- Foram ministradas 10 aulas pela pesquisadora, nas próprias escolas, 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.
- Trataram-se de atividades que não valiam nota.
- Foi totalmente possível integrar e aplicar a atividade ao 3º ano do Ensino Médio, sem qualquer prejuízo ao cumprimento do currículo.
- Por conta de resultados relevantes da Oficina Temática Piloto, esta foi incluída na análise global dos dados.
- As escolas nas quais as Oficinas Temáticas foram aplicadas possuem diferentes realidades, por isso, a análise dos dados foi realizada de forma separada, isto é, de forma individual.

8.5. Detalhamento das aulas ministradas durante as Oficinas Temáticas

O detalhamento a seguir, engloba as quatro principais aulas constituintes das duas Oficinas Temáticas, ou seja, as aulas que envolvem a aplicação dos instrumentos 3, 4, 5 e 6 (apêndices C, D, E e F, respectivamente), pois as demais aulas envolvem apresentação do projeto e aplicação de questionários.

A aula relativa ao instrumento 3 (apêndice C), que trazia uma problematização inicial para investigar os conhecimentos prévios dos alunos, foi iniciada com uma pequena apresentação sobre a atividade proposta. Os alunos foram informados que se tratava de uma atividade em grupo de 4 pessoas, e que deveriam responder a 4 questões de acordo com os seus conhecimentos. Foi dado aos grupos o tempo de 25 minutos para a realização das atividades. Durante a atividade os grupos podiam solicitar a ajuda da pesquisadora e de seu professor, que acompanhava as aulas. Muitos alunos, nas 2 escolas, perguntaram durante a atividade sobre o “aparelho” que havia ao lado da bomba de combustível, aparelho esse que é um densímetro para análise de etanol comum, acreditando que esse aparelho poderia auxiliá-los na identificação da gasolina adulterada. No entanto, conforme resolução da ANP (2017) esse densímetro é obrigatório apenas para avaliar o etanol, havendo outros meios para verificar a qualidade da gasolina. Na sequência as atividades foram recolhidas, dando-se início a uma discussão sobre o tema com a sala.

A discussão foi iniciada com o seguinte questionamento: “quais são os combustíveis mais usados, ou seja, os mais comuns?”. Os alunos, em ambas as escolas, citaram a gasolina, o diesel, o álcool e o GNV, que são os combustíveis vendidos nos postos. Na escola onde se aplicou a Oficina Temática Definitiva, os alunos ainda citaram o querosene, utilizado como combustível para aviões, e questionaram o porquê da utilização do querosene apenas para aviões. Nesse momento, a pesquisadora questionou se havia alguma relação entre temperatura e altitude. Alguns disseram que sim e outros que não, então eles foram questionados sobre o que é necessário para subir o monte Everest, ou seja, como alguém deve se preparar para subir esse monte, e entre várias hipóteses, muitos nesse momento, associaram o fato de haver menor temperatura em maiores altitudes, pois pensaram nas roupas dos alpinistas e como alguns tem partes de seu corpo que se congelam. A partir disso foi possível discutir sobre a importância da estabilidade térmica do querosene para os aviões que se transportam em altas altitudes. Após citarem os combustíveis mais comuns, questionou-se sobre a matéria-prima desses combustíveis, e tranquilamente os alunos associaram a gasolina e o diesel ao petróleo, mas tiveram dificuldades para citar a matéria-prima do álcool, e maior dificuldade ainda sobre o processo de formação do gás natural. Estabelecida as discussões e explicações necessárias sobre a obtenção desses combustíveis e a relação de

sua matéria-prima com o fato de serem renováveis ou não, os alunos foram questionados sobre: “é importante saber escolher o combustível mais adequado? E o que nós devemos considerar na escolha de um combustível?”. Todos concordam que é importante saber fazer essa escolha, e as respostas mais comuns nas 2 escolas sobre o que se deve considerar ao escolher um combustível, independente de qualquer ordem de importância, foram:

- questão ambiental;
- preço;
- eficiência (energia produzida);
- qualidade;
- facilidade de obtenção.

Todos esses fatores foram discutidos com os alunos ao longo das oficinas, mas as atividades em laboratório focaram na qualidade da gasolina e no rendimento energético de diferentes combustíveis. Por isso, na sequência indagou-se: “por que adulterar a gasolina, e como adulterar a gasolina?”. Para o primeiro questionamento as respostas dos alunos imediatamente foi que adulterar a gasolina permitia “lucrar mais”, o que se deve ao fato dos altos impostos que envolvem a gasolina. Para o segundo questionamento, alguns disseram que para adulterar a gasolina, muitos postos adulteravam a própria bomba, “modificavam a bomba”, então enfatizou-se que o questionamento se tratava de uma adulteração direta no combustível. Uma situação interessante, que ocorreu nas duas escolas, é que alguns disseram que se poderia adicionar água, de forma que eles foram convidados a pensar se era possível adulterar gasolina adicionando água. Para tanto, primeiramente perguntou-se: “é possível adicionar algum material à gasolina que seja perceptível a olho nu?”. Todos concordaram que não. Depois, sabendo que a gasolina deriva do petróleo, questionou-se o que acontecia quando havia um derramamento de petróleo no mar? Como esse petróleo ficava nas águas dos oceanos? Os alunos responderam que o petróleo não se misturava à água, que ficava uma “enorme mancha preta sobre as águas”. Essa associação os permitiu concluir que não seria possível utilizar água e nos permitiu discutir um pouco sobre polaridade, conceito que foi rediscutido durante a aula onde foi aplicado o instrumento 4, e sobre a utilização de outros solventes que fossem miscíveis à gasolina, como por exemplo, o etanol em excesso, cuja explicação sobre os limites de adição desse composto estava no texto que acompanhava a atividade. Falou-se

também sobre a possível adição de outros solventes mais baratos, como os refinados de petróleo (resíduos petroquímicos), e como a adição de diferentes solventes comprometem as propriedades da gasolina. Na sequência, indagou-se sobre as consequências dessa adulteração para os veículos e para o meio ambiente. No geral os alunos responderam que para o veículo há o comprometimento das funcionalidades do motor, e que para o meio ambiente o combustível tornava-se “mais poluente”, mas nenhum deles citou qual combustível poderia poluir mais, questão que foi retomada na atividade 6.

A aula em que foi aplicado o instrumento 4 (apêndice D), que iniciava a organização dos conhecimentos sob a orientação do professor, contou com uma pequena apresentação da pesquisadora (no caso professora) sobre a atividade proposta. Os alunos foram informados que se tratava de uma atividade em laboratório e em grupos de 4 pessoas, e que, na medida do possível, mantivessem o mesmo grupo da atividade anterior. O experimento permitia verificar se a gasolina em estudo estava ou não adulterada por excesso ou falta de etanol. Então, inicialmente foram retomados pontos importantes da aula e da atividade anterior, a partir da seguinte discussão:

- Pesquisadora: Qual é a porcentagem permitida por Lei de álcool na gasolina comum?

- Alguns alunos responderam o que leram no texto: 25%. E foi retomado com eles, que são 25% com margem de erro de 1% para mais ou para menos, e que a falta ou o excesso de álcool em relação ao valor padrão, compromete a qualidade da gasolina.

- Pesquisadora: o que vocês irão verificar é se a amostra de gasolina comum do posto X está dentro do valor estabelecido por Lei.

Os materiais foram lidos e conferidos junto à sala, e foram apresentadas as normas de segurança a serem respeitadas em laboratório. Eles foram orientados ainda a seguir os procedimentos estabelecidos pelo roteiro, e fizeram isso sozinhos, etapa por etapa, o que foi feito com tranquilidade por todos os grupos das 2 escolas. Foram orientados também, a anotarem suas observações nos espaços disponíveis desse roteiro. Para qualquer dúvida os alunos puderam consultar a pesquisadora ou o professor de sala.

Os grupos tiveram 30 minutos para realizar a atividade, que ao término foi recolhida. Na sequência, deu-se início as discussões:

- Pesquisadora: grupo, ocorreu variação no volume da gasolina e da água?

- Grupo: sim, o volume da gasolina diminuiu e o da água aumentou.
- Pesquisadora: muito bem, e por que isso ocorreu?
- Grupo (principais respostas): “passou parte da gasolina para a água”; “o álcool da gasolina passou para a água”.
- Pesquisadora: atenção, dizer que passou parte da gasolina para água não é específico, além de ser ambíguo. O cientificamente correto é dizer que o álcool que estava presente na gasolina foi transferido para a água. Agora, por que o álcool é transferido para a água?

O grupo não soube responder a essa questão, nas 2 escolas. Claramente, havia um déficit nos conteúdos que envolviam as relações interatômicas e intermoleculares das substâncias. A pesquisadora deu a eles a explicação para o ocorrido nesta situação, classificando a polaridade das moléculas envolvidas e suas interações intermoleculares de forma simplificada e, de modo geral, a ideia que prevaleceu entre os alunos foi a de que a interação entre as moléculas de água e as de etanol é maior do que a interação entre as moléculas de etanol e gasolina, ou seja, que a solubilidade do álcool na água é maior do que na gasolina devido às características desses compostos. Para enfatizar que os fenômenos observados dependiam das propriedades dos materiais, foi retomada junto à classe uma questão feita por um dos grupos: “se inverter a ordem de adição da água e da gasolina na proveta, o resultado é o mesmo?”, e eles entenderam que o resultado seria o mesmo, porque não dependia da ordem e sim dessas características de cada composto. Mas, claramente, os termos polar, apolar e ligação de hidrogênio causaram certo desconforto aos alunos.

Discutiram-se também os resultados numéricos obtidos, com o cálculo da porcentagem do etanol na gasolina. Em ambas as escolas foram utilizadas amostras de gasolina do mesmo posto, que apresentava em sua composição em torno de 30% de etanol (conforme 3 testes realizados pela pesquisadora), ou seja, estava adulterada. A maioria dos grupos chegou a esse resultado com tranquilidade.

A aula em que foi aplicado o instrumento 5 (apêndice E), que continuava a organização dos conhecimentos sob a orientação da pesquisadora, também foi iniciada com uma pequena apresentação sobre a atividade proposta. Os alunos foram informados que se tratava de uma segunda atividade em laboratório, demonstrativa, e que, na medida do possível, sempre mantivessem o mesmo grupo da atividade anterior para responderem aos seus relatórios. O

experimento visou comparar a energia liberada por dois diferentes combustíveis, etanol e querosene, nas mesmas condições. Todas as orientações referentes ao comportamento em laboratório e ao roteiro a ser seguido foram realizadas da mesma forma como foi feito para a aula anterior. Antes da atividade foi feita uma breve discussão:

- Pesquisadora: nós vimos na última aula que se pode adicionar álcool na gasolina, mas que dependendo da quantidade adicionada, isso pode ser bom ou ruim. Vimos anteriormente também, que uma importante característica de qualquer combustível é gerar energia. Pensando nisso, faz diferença se eu abastecer o carro com álcool ou com gasolina?

- Grupo: “sim, com certeza, a gasolina rende mais”.

- Pesquisadora: isso mesmo, se você abastecer um carro com gasolina ou etanol o rendimento do motor será diferente. O mesmo acontece na cozinha, o tempo de preparo dos alimentos é diferente quando se cozinha com carvão, lenha ou gás de cozinha, por exemplo, uma churrasqueira a gás pode ser até 45 minutos mais rápida do que uma churrasqueira a carvão; da mesma forma que uma churrasqueira a carvão é mais rápida do que uma churrasqueira a lenha. Mas por que vocês acham que os rendimentos desses combustíveis são diferentes?

- Grupo: “porque a gasolina dura mais que o álcool.”

- Pesquisadora: vocês sabem que no motor dos carros os combustíveis sofrem uma queima denominada combustão. O que nesse processo é importante que seja liberado pelos combustíveis?

- Grupo: “energia?”; “eles liberam diferentes quantidades de energia.”

- Pesquisadora: exatamente, os combustíveis apresentam diferentes rendimentos, porque liberam diferentes quantidades de energia. E que tipo de energia é gerada pelo combustível?

- Grupo: “calor.”

- Pesquisadora: então, eu posso dizer que os combustíveis liberam diferentes quantidades de calor. O processo de combustão é um processo exotérmico porque libera energia, e a libera sob a forma de calor. Neste momento, foram colocadas na lousa as equações químicas que representavam as reações de combustão do etanol e do querosene, e foi dito a eles que a quantidade de energia produzida na queima de 1 kg de combustível é chamada de poder calorífico, ou seja, se pegarmos 1 kg de um combustível e o queimarmos, ele irá

liberar uma determinada quantidade de energia que dependerá do combustível que está sendo queimado.

Pesquisadora: e como vocês acham que nós podemos medir essa energia liberada? Como eu poderia fazer um experimento para medir essa energia?

- Grupo: “queimando o combustível”; “queimando 1 kg de combustível.”

- Pesquisadora: então, vamos queimar combustíveis. Não será necessário queimar exatamente 1 kg, porque nosso objetivo aqui é verificar qual combustível apresenta maior rendimento, o etanol ou o querosene. Depois, eu entregarei a vocês uma tabela (apêndice J) com os valores determinados para a queima de 1 kg de cada um desses combustíveis, de forma que nós poderemos verificar se o resultado de nosso experimento está de acordo com o maior ou menor rendimento de cada um deles. Para tanto, nós vamos aquecer a água com cada um desses combustíveis, mas antes de iniciar há algumas dúvidas: se eu quero comparar o poder calorífico de dois diferentes combustíveis, é importante aquecer a mesma quantidade de água para os 2 combustíveis?

- Grupo: sim.

- Pesquisadora: sim, se eu preciso fazer uma comparação, é importante que eu adote os mesmos critérios para cada um deles. Então, colocou-se 100 mL de água em cada lata de alumínio (recipiente utilizado para aquecer a água). Eu vou aquecer a mesma quantidade de água com cada combustível, mas eu vou aquecer até quando?

- Grupo: “até 100°C”; “até qualquer temperatura, desde que seja a mesma.”

- Pesquisadora: posso escolher a temperatura, desde que seja a mesma, lembrem-se de que devemos seguir os mesmos critérios. Então, vamos aquecer as duas amostras de água até 90°C, o que é suficiente para compará-las. Para isso, utilizaram-se dois termômetros que foram imersos na água de cada lata, com o cuidado de não os encostar em seus fundos. Antes de começar a aquecer vamos medir e anotar a temperatura inicial da água, e também vamos pesar as massas iniciais de cada lamparina que contém os combustíveis para que ao final possamos saber quanto combustível foi queimado. Depois, vamos colocá-las na mesma altura em relação às latas. Anotem os dados medidos em seus relatórios (esses dados também foram anotados em uma tabela construída na lousa). Durante o experimento os alunos notaram diferença nas chamas dos dois combustíveis, sobretudo na chama do querosene, que era mais intensa e com grande liberação de fuligem.

Após o experimento, retomou-se a discussão:

- Pesquisadora: todos anotaram os dados de temperatura e massa iniciais e finais, e realizaram o cálculo de suas variações?

- Grupo: sim.

- Pesquisadora: então me digam de quanto foi a variação de temperatura e a variação de massa para cada caso. Anotadas essas variações na lousa, questionou-se: a variação de temperatura da água foi a mesma tanto para o aquecimento com etanol quanto com querosene, mas, a variação de massa de cada combustível foi a mesma? E por quê?

- Grupo: “não foi a mesma, gastou mais álcool porque ele rende menos”; “não foi a mesma, só pela chama pudemos perceber que o querosene é mais potente.”

- Pesquisadora: vocês estão no caminho, vamos nos atentar a algo que nós podemos perceber. Nós temos 2 combustíveis, e um deles queimou menor quantidade para atingir a mesma temperatura de 90°C, será que foi por acaso?

- Grupo: não.

- Pesquisadora: não foi, então o que nós podemos falar sobre a capacidade do querosene de produzir energia quando é queimado? É maior ou menor que a capacidade do etanol? Reflitam. Vocês receberam uma tabela (apêndice J) com o poder calorífico de diferentes combustíveis, entre eles também constam o etanol e o querosene. Relacionem essa tabela aos nossos resultados, e respondam às questões propostas em seu relatório. Feitos os relatórios, os mesmos foram recolhidos e a discussão foi finalizada para concluir as observações realizadas.

- Pesquisadora: grupo, se nós queimamos só um “pouco” de querosene e produzimos a mesma quantidade de energia que a queima de um “monte” de álcool, então a capacidade do querosene de produzir energia é maior que a do álcool, ou seja, o poder calorífico do querosene é maior que o do álcool. A tabela (apêndice J) que vocês receberam está de acordo com o que vimos no experimento. Localizem nessa tabela a quantidade de energia, em kcal, liberada na queima de 1 kg de etanol e a quantidade de energia liberada em 1 kg de querosene. Claramente, o querosene libera mais energia, e nós pudemos verificar isso no experimento, o querosene tem maior poder calorífico, por isso nós precisamos queimar menos querosene do que álcool para aquecer a mesma

quantidade de água com a mesma variação de temperatura. Agora olhem outros combustíveis dessa tabela, quem tem poder calorífico maior?

- Grupo: o gás hidrogênio.

- Pesquisadora: o gás hidrogênio tem o poder calorífico em média 3 vezes maior que os outros combustíveis. Além disso, ele queima sem poluir o ar ou contribuir significativamente para o efeito estufa, pois a água é o único produto de sua combustão. Então, por que não temos carros movidos à hidrogênio?

- Grupo: “porque é caro”; “porque é difícil de fazer hidrogênio.”

- Pesquisadora: sim, o carro teria de ter uma tecnologia muito específica para armazenar esse hidrogênio, pois ele requer grandes recipientes, é altamente explosivo, e isso não é barato. Produzir o hidrogênio também não é trivial. Você pode obter gás hidrogênio da água, por exemplo, mas precisaria gastar muita energia elétrica para que isso ocorra, o que é caro. Também não se pode pensar em um processo que use combustível fóssil, porque isso não resolve os diversos problemas do uso de combustíveis fósseis. E agora comparem também a gasolina com o etanol, 2 combustíveis que nós usamos muito no Brasil, agora vocês podem responder com mais argumentos àquele questionamento de nossa primeira atividade, onde perguntava-se qual desses 2 combustíveis rendia mais. Pelo poder calorífico de ambos, vemos claramente que a gasolina libera maior quantidade de energia.

A aula em que foi aplicado o instrumento 6 (apêndice F), que buscava a aplicação dos conhecimentos, também foi iniciada com uma pequena apresentação sobre a atividade proposta. Os alunos foram informados que se tratava de uma atividade em grupos de 4 ou 5 pessoas, e que, na medida do possível, mantivessem o mesmo grupo da atividade anterior. Os grupos receberam um cartaz (apêndice F) para que comparassem dados de 4 combustíveis: GNV, etanol, gasolina e diesel, e receberam também tabelas com informações a respeito do poder calorífico de cada um (apêndice J) e de seus preços (apêndice K). Foram apresentadas aos alunos também, as reações de combustão completa de cada um dos combustíveis, sendo necessário que eles fizessem uma conversão de unidades para determinar a quantidade de gás carbônico liberada na queima de cada um dos combustíveis, uma vez que os dados foram apresentados em mol e eles teriam de calcular em litros. Ao final, com base nos dados fornecidos e em tudo o que foi discutido, os alunos teriam de decidir qual desses combustíveis eles considerariam a melhor opção,

justificando o motivo de sua escolha. Quando foram apresentadas as reações de combustão completa, aproveitou-se para discutir com os alunos a necessidade do efeito estufa para o planeta e seu agravamento por conta das atividades humanas, sobretudo pela excessiva liberação de um dos gases do efeito estufa, o gás carbônico. Apresentou-se aos alunos, também, um vídeo, já citado anteriormente, sobre a combustão dentro de um motor de 4 tempos, comentando-se sobre os problemas ambientais causados quando esse motor não funciona corretamente, levando o combustível a sofrer combustão incompleta, podendo gerar monóxido de carbono ou carbono elementar (fuligem).

8.6. Instrumentos da Oficina Temática Piloto e Oficina Temática Definitiva

A Oficina Temática Piloto 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 Temática Definitiva. O quadro 1 apresenta os instrumentos utilizados durante essas Oficinas.

Inicialmente foram aplicados dois instrumentos, instrumento 1 e 2, com diferentes objetivos de investigação.

O Instrumento 1, piloto (apêndice A), constou de um questionário em escala Likert, que abordou afirmações que relacionam a Química e as experiências e conhecimentos prévios gerais dos alunos. Este instrumento teve o objetivo de investigar como os alunos reconhecem as relações entre a Química e o cotidiano, como os alunos enxergam a Química enquanto área de pesquisa científica, o seu interesse pela disciplina escolar de Química, o que eles gostariam de aprender nessa disciplina e qual as visões dos alunos frente à Ciência. Para a seleção dos assuntos relacionados às afirmações, consultou-se o Currículo de Química do Estado de São Paulo e baseou-se no instrumento, já consolidado, de coleta de dados Barômetro Brasil (PINAFO, 2016). O instrumento foi estruturado de forma que os alunos pudessem respondê-lo em até 50 minutos, ou seja, o tempo de uma aula.

Quadro 1 - Instrumentos aplicados durante as Oficinas Temáticas, Piloto e Definitiva.

	Instrumentos	Descrição dos instrumentos
Pré oficina	1 e 2	1. Questionário em escala Likert: experiências e conhecimentos prévios gerais dos alunos. 2. Questionário geral 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 combustíveis (matéria prima, renovável ou não, poder calorífico, preço e volume de CO ₂ liberado) – GNV, álcool, gasolina, e diesel.
Pós oficina	7, 8 e 9	7. Questionário em escala Likert (Cheung, 2007 e Ajzen, 1991): solicita ao aluno avaliar suas aulas de Química. 8. Questionário em escala Likert (Falk e Storksdiack 2005): solicita ao aluno avaliar as aulas realizadas na Oficina Temática em questão, e sua interação com outros alunos e com os professores. 9. Questionário Metacognitivo.

Fonte: elaborado pela autora.

O instrumento 2, piloto (apêndice B), constou de um questionário geral de química com 7 questões que envolviam temas e conteúdos também relacionados ao Currículo de Química do Estado de São Paulo, ou seja, embasada em temas que permitam a compreensão do mundo físico, social, político e econômico. Assim, as questões envolveram os três temas propostos pelo Currículo: transformação química na natureza e no sistema produtivo, materiais e suas propriedades, e atmosfera, hidrosfera e biosfera como fontes de materiais para uso humano. O objetivo foi averiguar o nível de conhecimento químico dos alunos, suas habilidades e competências. Assim, os conteúdos das 7 questões propostas abordavam:

1. Interpretação e conhecimento sobre os tipos de energia.
2. a) Balanceamento envolvendo reação de combustão da gasolina.
b) Estequiometria envolvendo reação de combustão da gasolina.
3. Interpretação de tabela e cálculo relacionado ao consumo de bebidas alcoólicas.

4. Proporção em massa e conversão de unidades de medida envolvendo tratamento de água e concentração de fluoretos.
5. Proporção em volume no preparo de soluções.
6. Relação entre materiais e matéria-prima.
7. Interpretação de gráfico relacionando o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e o consumo anual de energia per capita (TEP).

O número de questões foi proposto de acordo com o tempo que os alunos teriam para respondê-las, 50 minutos, ou seja, uma aula. Havia questões de múltipla escolha, onde somente uma alternativa era correta, questões para completar uma sentença, e uma questão dissertativa (aberta). Esse questionário apresentou diferentes tipos de questões para ampliar as chances de avaliar os pensamentos, habilidades e competências dos alunos. A seguir, temos o quadro 2 que resume a abordagem dos conteúdos apresentados no questionário e sua justificativa.

O instrumento 3, piloto (apêndice C), englobou o primeiro dos Três Momentos Pedagógicos propostos por Delizoicov e Angotti (1991), ou seja, o momento de problematização inicial, que permite investigar os conhecimentos prévios dos alunos acerca do tema combustíveis, desafiando os alunos a expor o que pensam sobre as situações apresentadas. O instrumento é composto por duas charges e um texto, que abordam o problema de adulteração da gasolina por excesso de álcool, isto é, uma quantidade de álcool que excede os limites estabelecidos por lei, e a questão de capacidade energética que envolve os combustíveis álcool e gasolina. Com base nas charges e no texto, os alunos, em grupos de 4 a 5 alunos, responderam a quatro questões discursivas (abertas). 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?”* exige que os alunos reflitam como fariam para identificar uma gasolina adulterada, e para isso é necessário que eles relacionem suas experiências de vida com o que aprenderam até o momento na disciplina de química e com as charges e texto fornecidos. A ideia era verificar se eles associam a propriedades dos materiais que compõe a gasolina comercial a uma possível forma de identificação dessa adulteração. A segunda questão: *“quais os diversos tipos de fraudes que podem ocorrer na gasolina? Quais impactos nos veículos e no meio ambiente você acredita que uso de gasolina adulterada causaria?”* teve a intenção de verificar se os alunos reconhecem outras formas de adulterar um combustível, além da

forma trazida pelo texto, que aborda a adulteração a partir do excesso de álcool na gasolina, tais como, o uso de outros solventes imperceptíveis (solúveis), mais baratos e de fácil aquisição. Exemplos desses solventes podem ser: solventes aromáticos, outros hidrocarbonetos, diesel, querosene e refinados petroquímicos (resíduos petroquímicos).

Além disso, objetivou-se verificar se os alunos entendem o que é a gasolina adulterada e com quais materiais é possível adulterá-la, e se conhecem os possíveis impactos causados pela gasolina adulterada ao veículo e ao meio ambiente. Para tanto, era necessário que os alunos reflitam sobre as propriedades da gasolina e sobre a mudança nessas propriedades, que a adulteração desse combustível traz consigo, e que essas mudanças têm influência direta no aquecimento, na aceleração do motor e no consumo de combustível, além poder torná-lo mais poluente (gases de combustão). A terceira questão: *“entre o álcool (etanol) e a gasolina, qual deles polui mais o meio ambiente? Por quê?”* procurava averiguar se os alunos, a partir do que já estudaram e já ouviram falar, relacionavam o tipo de combustível e suas fontes de matéria-prima à poluição do meio ambiente, quando se pensa na emissão dos gases de combustão e na sua forma de produção. E 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?”* trazia a questão energética dos combustíveis, visando identificar se o aluno, de alguma forma, relacionava o combustível ao seu poder calorífico, seja pelos seus aprendizados escolares, seja por suas experiências de vida. Esse instrumento foi estruturado de forma que os alunos pudessem respondê-lo e que pudéssemos discuti-lo em 50 minutos, ou seja, uma aula.

Quadro 2 - Descrição dos conteúdos das questões do instrumento 2, e suas justificativas.

Número	Questão	Justificativa														
1	<p>(ENEM - 2012) Suponha que você seja um consultor e foi contratado para assessorar a implantação de uma matriz energética em um pequeno país com as seguintes características: região plana, chuvosa e com ventos constantes, dispondo de poucos recursos hídricos e sem reservatórios de combustíveis fósseis.</p> <p>De acordo com as características desse país, a matriz energética de menor impacto e riscos ambientais é a baseada na energia</p> <p>a) dos biocombustíveis, pois tem menor impacto ambiental e maior disponibilidade.</p> <p>b) solar, pelo seu baixo custo e pelas características do país favoráveis à sua implantação.</p> <p>c) nuclear, por ter menor risco ambiental e ser adequada a locais com menor extensão territorial.</p> <p>d) hidráulica, devido ao relevo, à extensão territorial do país e aos recursos naturais disponíveis.</p> <p>e) eólica, pelas características do país e por não gerar gases do efeito estufa nem resíduos de operação.</p>	<p>- Verificar se o aluno reconhece as diferentes matrizes energéticas.</p> <p>- Assunto recorrente na sociedade.</p>														
2	<p>(ENEM – 2010 – Adaptada)</p> <p>Um dos principais constituintes da gasolina é o octano (C₈H₁₈). Por meio da combustão do octano é possível a liberação de energia, permitindo que o carro entre em movimento. A equação abaixo, não balanceada, representa a reação química desse processo:</p> <p style="text-align: center;">C₈H₁₈ + O₂ → CO₂ + H₂O</p> <p>a) Apresente o balanceamento da equação de combustão do octano.</p> <p>b) Qual o volume de dióxido de carbono (CO₂) liberado na queima de 228 g de octano (C₈H₁₈). Dados: Volume de 1 mol do gás = 24 L</p> <p>Massa molar do octano (C₈H₁₈) = 114 g/mol</p> <p>Massa molar do dióxido de carbono (CO₂) = 44 g/mol</p>	<p>- Verificar se o aluno é capaz de balancear uma equação química, e realizar os cálculos estequiométricos que envolvem a liberação de dióxido de carbono nessa reação.</p>														
3	<p>(ENEM - 2003) Os acidentes de trânsito, no Brasil, em sua maior parte são causados por erro do motorista. Em boa parte deles, o motivo é o fato de dirigir após o consumo de bebida alcoólica. A ingestão de uma lata de cerveja provoca uma concentração de aproximadamente 0,3 g/L de álcool no sangue. A tabela abaixo mostra os efeitos sobre o corpo humano, provocados por bebidas alcoólicas em função de níveis de concentração de álcool no sangue:</p> <table><tr><th>Concentração de álcool no sangue (g/L)</th><th>Efeitos</th></tr><tr><td>0,1 - 0,5</td><td>Sem influência aparente, ainda que com alterações clínicas</td></tr><tr><td>0,3 - 1,2</td><td>Euforia suave, sociabilidade acentuada e queda da atenção</td></tr><tr><td>0,9 - 2,5</td><td>Excitação, perda de julgamento crítico, queda da sensibilidade e das reações motoras</td></tr><tr><td>1,8 - 3,0</td><td>Confusão mental e perda da coordenação motora</td></tr><tr><td>2,7 - 4,0</td><td>Estupor, apatia, vômitos e desequilíbrio ao andar</td></tr><tr><td>3,5 - 5,0</td><td>Coma e morte possível</td></tr></table> <p style="text-align: right;">(Revista Pesquisa FAPESP no 57, setembro 2000)</p> <p>Uma pessoa que tenha tomado três latas de cerveja provavelmente apresenta</p> <p>a) queda de atenção, de sensibilidade e das reações motoras.</p> <p>b) aparente normalidade, mas com alterações clínicas.</p> <p>c) confusão mental e falta de coordenação motora.</p> <p>d) disfunção digestiva e desequilíbrio ao andar.</p> <p>e) estupor e risco de parada respiratória.</p>	Concentração de álcool no sangue (g/L)	Efeitos	0,1 - 0,5	Sem influência aparente, ainda que com alterações clínicas	0,3 - 1,2	Euforia suave, sociabilidade acentuada e queda da atenção	0,9 - 2,5	Excitação, perda de julgamento crítico, queda da sensibilidade e das reações motoras	1,8 - 3,0	Confusão mental e perda da coordenação motora	2,7 - 4,0	Estupor, apatia, vômitos e desequilíbrio ao andar	3,5 - 5,0	Coma e morte possível	<p>- Verificar se o aluno é capaz de interpretar uma tabela e, a partir dela, extrair dados relacionados ao consumo de bebidas alcoólicas.</p> <p>- Aborda uma situação cotidiana.</p>
Concentração de álcool no sangue (g/L)	Efeitos															
0,1 - 0,5	Sem influência aparente, ainda que com alterações clínicas															
0,3 - 1,2	Euforia suave, sociabilidade acentuada e queda da atenção															
0,9 - 2,5	Excitação, perda de julgamento crítico, queda da sensibilidade e das reações motoras															
1,8 - 3,0	Confusão mental e perda da coordenação motora															
2,7 - 4,0	Estupor, apatia, vômitos e desequilíbrio ao andar															
3,5 - 5,0	Coma e morte possível															

Número	Questão	Justificativa
4	<p>(ENEM – 2000 – Adaptada)</p> <p>Determinada Estação de tratamento de água trata cerca de 108×10^6 litros de água por hora. Para evitar riscos de fluorose (manchas, em geral esbranquiçadas, que aparecem nos dentes por excesso de flúor), a concentração máxima de fluoretos nessa água não deve exceder cerca de 1,5 mg por litro de água. A quantidade máxima dessa espécie química que pode ser utilizada com segurança, no volume de água tratada em uma hora, nessa Estação, é:</p> <p>a) 1,5 kg b) 4,5 kg c) 96 kg d) 124 kg e) 162 kg</p>	<p>- Verificar se o aluno reconhece a relação de concentração e se atenta à conversão de unidades de medida envolvendo tratamento de água e concentração de fluoretos.</p>
5	<p>(Nascimento, I.C.) No rótulo de um suco de uva “concentrado”, encontra-se a seguinte informação:</p> <div data-bbox="607 606 1471 671" style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Modo de preparo: colocar 1 parte de suco concentrado e 4 partes de água </div> <p>Assim, para se preparar 1 litro (1000 mL) do suco, devem ser misturados os seguintes volumes:</p> <p>_____ mL do suco concentrado e _____ mL de água.</p>	<p>- Aplicação de um conhecimento químico (diluição) a uma situação do dia a dia.</p>
6	<p>(Nascimento, I.C.) Muitos materiais que utilizamos em nosso dia a dia são extraídos da natureza ou formam obtidos pela ação humana. Pensando nisso complete as frases a seguir indicando a matéria-prima dos seguintes materiais:</p> <p>a) A gasolina é obtida de _____</p> <p>b) O álcool combustível é obtido de _____</p> <p>c) O aço é obtido de _____</p> <p>d) O sal de cozinha é obtido de _____</p> <p>e) O biodiesel é obtido de _____</p>	<p>- Situação do cotidiano e explicações com bases em termos científicos.</p>

Número	Questão	Justificativa
7	<p>(FUVEST - Adaptada) O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é um indicador do nível de desenvolvimento socioeconômico de um dado país que leva em conta, simultaneamente, diversos aspectos, tais como expectativa de vida, índice de mortalidade infantil, grau de escolaridade e poder de compra da população. Assim, quanto maior o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), maior o desenvolvimento do país, e consequentemente maior o consumo anual de energia per capita (TEP). A relação entre o consumo anual de energia per capita (TEP) e o IDH, em vários países, está indicada no gráfico abaixo, no qual cada ponto representa um país.</p> <div data-bbox="638 464 1438 946"></div> <p>Fontes: Agência Internacional de Energia - consumo de energia de 2003; Organização das Nações Unidas - IDH de 2005.</p> <p>Com base nesse conjunto de dados, pode-se afirmar que:</p> <ul style="list-style-type: none">a) o IDH cresce de forma linear com o consumo anual de energia per capita.b) o IDH aumenta, quando se reduz o consumo anual de energia per capita.c) países com alto desenvolvimento apresentam o mesmo consumo anual de energia per capita.d) a obtenção de IDH superior a 0,8 requer consumo anual de energia per capita superior a 4 TEP.e) países com baixo desenvolvimento apresentam baixo consumo anual de energia per capita.	<p>- Verificar se o aluno é capaz de ler e interpretar um gráfico que relaciona o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e o consumo anual de energia per capita (TEP).</p> <p>- Assunto socioeconômico presente na sociedade.</p>

Fonte: elaborado pela autora.

Os instrumentos 4 e 5, pilotos (apêndices D e E), englobaram o segundo dos Três Momentos Pedagógicos propostos por Delizoicov e Angotti (1991), ou seja, o momento de organização do conhecimento, onde, sob a orientação do professor, os conhecimentos necessários para a compreensão do tema “Combustíveis” e da problematização inicial são estudados. O instrumento 4 é uma atividade investigativa dirigida, que foi elaborada como um relatório dirigido de laboratório, em função do tempo disponível para a sua aplicação. Não foi explorado um nível alto de caráter investigativo, por optar priorizar o enfoque CTSA. O experimento desta atividade contempla analisar o “teor de álcool na gasolina”. Este instrumento, que foi realizado em grupos de 4 a 5 alunos, permitiu explorar o experimento de maneira que pudesse ser significativa para o aluno, e que relacionasse a Ciência e a sociedade a fim de auxiliar na compreensão de parte do conteúdo inerente ao tema “Combustíveis” de forma mais ampla, além de propor a resolução de uma questão problema referente à adulteração de gasolina por excesso de álcool em sua composição. O quadro 3 apresenta as questões propostas aos alunos nesse instrumento.

Quadro 3 - Questões do instrumento 4.

1) Desenhe o sistema após a adição da água e identifique cada uma das fases.

2) A mistura entre gasolina e água é homogênea ou heterogênea? Por quê?

3) Compare o volume inicial e final da água, o volume inicial e final da gasolina e complete a tabela abaixo:

	V _{inicial} (mL)	V _{final} (mL)
Gasolina		
Água		

4) Por que ocorreu essa variação no volume da gasolina e da água, lembrando que se tem gasolina com álcool e água?

5) Como a partir desses dados podemos calcular a porcentagem de álcool (etanol) presente na gasolina?

6) 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.

Fonte: elaborado pela autora.

O instrumento 5 (apêndice E) constou de um relatório de laboratório que, contemplava o experimento, de caráter investigativo, “poder calorífico dos combustíveis”. Esse instrumento, que foi realizado em grupos de 4 a 5 alunos, da mesma forma que o instrumento 4, permitiu explorar um experimento que fosse significativo e que auxiliasse na compreensão de parte do conteúdo inerente ao tema “Combustíveis” de forma mais ampla, além de propor a resolução de uma questão problema referente ao rendimento energético dos

combustíveis gasolina e querosene. O quadro 4 apresenta as questões propostas aos alunos nesse instrumento.

A ideia das atividades, com caráter investigativo, realizadas em laboratório, foi a de provocar o interesse dos alunos a partir de um problema: “saber se a gasolina em estudo foi adulterada”, no instrumento 4, e “determinar qual combustível rende mais em termos de energia”, no instrumento 5. Para responder a essas questões iniciais, os alunos deveriam elaborar hipóteses. Não se tratava de apenas realizar mecanicamente um experimento para coletar dados, uma vez em que, os instrumentos foram planejados para levar os alunos à reflexão. Essas atividades permitem que o aluno seja ativo na construção do seu conhecimento. Tanto o instrumento 4 como o 5 foram estruturados de forma que os alunos pudessem respondê-lo e que pudéssemos discuti-lo em 50 minutos, ou seja, uma aula.

O instrumento 6, piloto (apêndice F), englobou o terceiro dos Três Momentos Pedagógicos propostos por Delizoicov e Angotti (1991), ou seja, o momento de aplicação do conhecimento, que permite abordar 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. Este instrumento, que foi realizado em grupos de 4 a 5 alunos, compreende um cartaz que teve a finalidade de fazer os alunos realizarem uma comparação entre os combustíveis gasolina, álcool, diesel e GNV, nos seguintes quesitos:

- matéria-prima do combustível;
- combustível renovável ou não;
- poder calorífico do combustível;
- volume de CO₂ liberado na queima do combustível, e
- preço do combustível.

Foram ainda, fornecidas aos alunos, para a realização desta atividade, duas tabelas (apêndice J e K), uma com os preços dos combustíveis e outra com o poder calorífico dos mesmos. Foi ainda, realizada uma discussão inicial sobre a combustão dos combustíveis em estudo, e a apresentação de um vídeo (“conhecendo o funcionamento de um motor 4 tempos (1-3)”) - disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=IH_sxZ8Ks7Q) sobre a queima de um combustível em um motor de quatro tempos. Esse instrumento foi estruturado de

forma que os alunos pudessem respondê-lo e que pudéssemos discuti-lo em 50 minutos, ou seja, uma aula.

Quadro 4 - Questões do instrumento 5.

Anote os valores encontrados no experimento nas tabelas abaixo, e realize os cálculos necessários.

TABELA DE TEMPERATURA (T)			
Combustível	T_{inicial} da água (°C)	T_{final} da água (°C)	Variação de Temperatura da água T_{final} – T_{inicial}
Etanol (álcool)			
Querosene			

TABELA DE MASSA (M)			
Combustível	M_{inicial} da lamparina (g)	M_{final} da lamparina (g)	Variação de Massa da lamparina (quantidade de combustível queimado) M_{final} – M_{inicial}
Etanol (álcool)			
Querosene			

Agora, com os resultados obtidos responda:

- 1) Qual dos 2 combustíveis utilizou maior massa para aquecer a mesma quantidade de água?
- 2) 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.

Combustível	Poder calorífico (kcal/kg)
Hidrogênio	28900
GLP (Gás liquefeito de petróleo)	11730
Gasolina sem álcool	11220
Querosene	10800
Óleo diesel	10730
Gasolina com 20% de álcool	9700
Etanol	7090
Carvão	6800
Lenha	2524

Fonte: http://www.eciencia.usp.br/arquivoEC/exp_antigas/igepeq.html

Fonte: elaborado pela autora.

Finalizada a Oficina Temática, foram aplicados três instrumentos, 7, 8 e 9, com diferentes objetivos de investigação.

O instrumento 7, piloto (apêndice G), apresentou um questionário que solicitava ao aluno avaliar suas aulas de Química, com um formato de escala Likert baseado em Cheung (2007) e Ajzen (1991, 2006) (vide páginas 44 e 45 desta pesquisa).

O instrumento 8, piloto (apêndice H), apresentou um questionário que solicita ao aluno avaliar:

- as aulas realizadas na Oficina Temática em questão, e
- sua interação com outros alunos e com os professores.

Este instrumento conta com um formato de escala Likert baseado em Falk e Storksdieck (2005), que estudaram fatores que facilitam a aprendizagem em contextos não formais.

O instrumento 9, piloto (apêndice I), apresentou um questionário composto por três questões discursivas (abertas) de caráter metacognitivo, e referente à Oficina Temática com o tema “Combustíveis”, que permite avaliar a conscientização dos alunos sobre seus próprios conhecimentos e sua capacidade de compreender, controlar e manipular suas habilidades para aprender. As questões propostas foram:

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?

Os três instrumentos foram estruturados de forma que os alunos pudessem respondê-lo em 50 minutos, ou seja, uma aula.

Todos esses instrumentos foram os mesmos aplicados na Oficina Temática Definitiva, em função dos bons resultados obtidos na Oficina Temática Piloto.

9. Resultados e Análises

Elaborou-se, para esta pesquisa, uma proposta de abordagem CTSA a partir do modelo apresentado por Aikenhead (1994), esquematizado na figura 2, pois tal modelo possibilita uma visão global dos conhecimentos tratados nas Oficinas Temáticas. Assim temos, para a Oficina Temática de tema “Combustíveis” sua representação na figura 4.

Figura 4 - Modelo de abordagem CTSA da Oficina Temática de Combustíveis.

Fonte: elaborado pela autora

O modelo de abordagem CTSA proposto para a Oficina Temática de tema “Combustíveis”, representado pela figura 4, 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 e a solubilidade e polaridade como conhecimento científico. 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.

Vale salientar, que no modelo proposto, a tecnologia não foi muito privilegiada devido ao número de aulas disponíveis, e o acordo realizado com o professor em relação aos seus interesses para a disciplina. Assim, fez-se uma opção pelas interações Ciência e sociedade.

9.1. Análise dos instrumentos das Oficinas Temáticas

A análise dos dados coletados durante a Oficina Temática Piloto e a Oficina Temática Definitiva foi, primeiramente, realizada quantitativamente, para depois ser feita qualitativamente. Para facilitar a compreensão do texto, a partir deste ponto, utilizaremos para essa análise o termo **Oficina 1** para nos

referirmos à **Oficina Temática Piloto**, e **Oficina 2** para nos referirmos à **Oficina Temática Definitiva**. A análise estatística contemplada por métodos quantitativos permite o aprofundamento de questões centrais desta pesquisa. Dessa forma, inicialmente, dentro dos 86 alunos participantes Oficina 1, selecionaram-se todos os alunos que responderam os 9 instrumentos aplicados, isto é, 100% de presença, e os alunos que faltaram em apenas uma das atividades, ou seja, 88% de presença, sendo que essa falta não poderia ser em atividades que contemplavam os instrumentos 3, 4, 5 e 6 (apêndices C, D, E e F), pois esses instrumentos são referentes aos três momentos pedagógicos da Oficina Temática. Isso reduziu a população em estudo para 43 alunos participantes. A partir disso, efetuou-se um cálculo amostral dentro dessa população em estudo, a qual contempla 43 alunos de três turmas do 3º ano do Ensino Médio, para selecionar o material a ser analisado. Uma amostra não representa perfeitamente uma população, ou seja, a utilização dessa amostra implica na aceitação de uma margem de erro denominada erro amostral, que não pode ser evitado, porém seu valor pode ser limitado através da escolha de uma amostra de tamanho adequado, afinal quanto maior o tamanho da amostra, menor o erro cometido e vice-versa. Por isso para esse cálculo, considerou-se um erro amostral de 10%, uma confiança de 90% e a população de 43 indivíduos. Assim, o resultado desse cálculo apresentou uma amostra de 27 alunos de três diferentes turmas do 3º ano do Ensino Médio a terem os dados coletados analisados. Desses 27 alunos, 12 alunos pertenciam a turma 1, sendo que 9 alunos realizaram 100% das atividades e 3 realizaram 88% das atividades; 9 alunos pertenciam a turma 2, sendo que 7 alunos realizaram 100% das atividades e 2 realizaram 88% das atividades; e 6 alunos pertenciam a turma 3, sendo que 3 alunos realizaram 100% das atividades e 3 realizaram 88% das atividades.

Dos 138 alunos participantes Oficina 2, utilizou-se como ponto de partida 107 alunos, pois como dito anteriormente, a turma noturna não será fruto de análise. Para esses alunos, também selecionaram-se todos aqueles que responderam os 9 instrumentos aplicados, isto é, 100% de presença, e os alunos que faltaram em apenas uma das atividades, ou seja, 88% de presença, e da mesma forma essa falta não poderia ser em atividades que contemplavam os instrumentos 3, 4, 5 e 6 (apêndices C, D, E e F), por serem instrumentos referentes aos três momentos pedagógicos da Oficina Temática. Isso reduziu a

população em estudo para 39 alunos participantes. A partir disso, efetuou-se um cálculo amostral dentro dessa população em estudo, a qual contempla 39 alunos de três turmas do 3º ano do Ensino Médio, para selecionar o material a ser analisado. Para esse cálculo, também se considerou um erro amostral de 10%, uma confiança de 90% e a população de 39 indivíduos. Assim, o resultado desse cálculo apresentou uma amostra de 25 alunos de três diferentes turmas do 3º ano do Ensino Médio a terem os dados coletados analisados. Desses 25 alunos, 12 alunos pertenciam a turma 1, sendo que 11 alunos realizaram 100% das atividades e 1 realizou 88% das atividades; 6 alunos pertenciam a turma 2, sendo que 5 alunos realizaram 100% das atividades e 1 realizou 88% das atividades; e 7 alunos pertenciam a turma 3, sendo que todos realizaram 100% das atividades.

9.2. Instrumento 1 – Experiências e conhecimentos prévios

O instrumento 1, (apêndice A), que visa verificar a apreciação dos alunos pela Ciência, pela Química e suas relações com a sociedade, tecnologia e ambiente, foi construído em escala Likert. Na primeira página do questionário, além de constar uma apresentação dos objetivos daquele instrumento dentro da pesquisa, havia uma orientação de seu preenchimento e um espaço para preenchimento de alguns dados pessoais, como nome, idade, nome da escola e número de chamada. Esse instrumento é dividido em cinco seções que possuem diferentes afirmações, nas quais os alunos deviam responder escolhendo entre os itens concordo totalmente (CT), concordo (C), não entendi (NE), discordo (D) e discordo totalmente (DT). A seguir temos as cinco seções:

1. A Química e o cotidiano;
2. A Química como uma área de Pesquisa Científica;
3. A disciplina de Química;
4. O que você gostaria de aprender sobre Química, e
5. Visão da Ciência.

Para fins de análise, a seção 2 foi desconsiderada, pois não apresentou uma relação relevante ou suficientemente efetiva com os objetivos desta pesquisa. Os demais itens foram analisados conforme os quadros que serão apresentados.

Os quadros 5 e 6 trazem os resultados da seção 1, “a Química e o cotidiano”, do instrumento 1, das Oficinas 1 e 2, respectivamente. Não podemos ignorar que é importante abordar temas que apresentem significado aos alunos para que eles possam refletir sobre sua responsabilidade enquanto cidadãos. Relacionar a Química, o cotidiano e as experiências dos alunos contribuem com a tomada de decisão dos jovens, refletindo diretamente na sociedade e na conquista da melhora da qualidade de vida, permitindo ainda, a valorização da Ciência, e esses são pontos cada vez mais importantes e necessários a serem alcançados. Por isso, nos preocupamos, nesta primeira seção, em inserir afirmações divididas em três segmentos: Ciências, ambiente e atitudes. Analisando-se os quadros 5 e 6, pode-se observar, de maneira geral, que a maior parte dos alunos relaciona Ciência/Química e cotidiano, percebendo-a no mundo em que vivem, ou seja, percebendo sua relação ou influência nas diferentes afirmações propostas. Podemos perceber, por exemplo, que em relação ao “amadurecimento das frutas” 63% dos alunos participantes da Oficina 1 e 64% dos alunos participantes da Oficina 2 reconhecem esse processo como uma transformação química e não apenas como uma transformação natural ou biológica. Em relação à afirmação “explica parte do funcionamento do corpo humano” 85% dos alunos participantes da Oficina 1 e 84% dos alunos participantes da Oficina 2 associam a Química ao metabolismo do corpo humano. Silva, Souza e Marcondes (2008) apontam a importância do entendimento do tema transformações químicas para o saber científico:

O entendimento da transformação química requer que o aluno desenvolva competências adequadas para reconhecer e empregar a representação simbólica das transformações químicas, podendo esta possibilitar a transição esperada do plano observável para os modelos explicativos microscópicos, colaborando assim para uma aprendizagem mais significativa. (SILVA; SOUZA; MARCONDES, 2008, p.114).

Podemos observar ainda, que em relação à afirmativa em que menciona que a Química “é responsável pela poluição do meio ambiente”, 63% dos alunos da Oficina 1 e 52% dos alunos da Oficina 2 concordam com a mesma, e em relação à afirmativa “é responsável pelo aquecimento global e pelo efeito estufa” há a concordância por parte de 67% dos alunos participantes da Oficina 1 e 48% dos alunos participantes da Oficina 2, mostrando um possível entendimento de que a Química tem influência sobre a poluição, o aquecimento global e o efeito

Quadro 5 - Resultados da seção 1 do instrumento 1, Oficina 1.

Seção 1 - Analisando o mundo em que você vive, a química:								
Afirmações	Número de alunos					Percentual		
Segmento: Ciências	CT	C	D	DT	NE	C ou CT	D ou DT	NE
1. Explica parte do funcionamento do corpo humano.	4	19	3	1	0	85%	15%	0%
2. Não está relacionada a processos naturais, como o amadurecimento de frutas.	3	5	11	6	2	30%	63%	7%
3. Está presente na área da saúde.	19	6	2	0	0	93%	7%	0%
4. Contribui para o desenvolvimento de novas fontes de energia, como por exemplo, a energia nuclear.	15	9	2	0	1	89%	7%	4%
5. Contribui para ataques terroristas.	7	11	2	3	4	67%	18%	15%
Segmento: ambiente	CT	C	D	DT	NE	C ou CT	D ou DT	NE
6. É responsável pela poluição do meio ambiente.	4	13	6	3	1	63%	33%	4%
7. É responsável pelo aquecimento global e pelo efeito estufa.	2	16	6	1	2	67%	25%	8%
8. Conscientiza as pessoas a usarem os recursos naturais (água e solo, por exemplo) com responsabilidade, e a poluírem menos.	6	14	7	0	0	74%	26%	0%
Segmento: atitudes	CT	C	D	DT	NE	C ou CT	D ou DT	NE
9. Me ajuda a escolher o combustível mais econômico.	11	13	1	0	2	89%	3%	8%
10. Ajuda as pessoas a tomarem atitudes responsáveis e cidadãos.	4	11	7	3	2	56%	36%	8%
11. É importante para conscientizar as pessoas sobre coleta seletiva de lixo.	5	12	4	0	6	63%	15%	22%

Fonte: elaborado pela autora.

Quadro 6 - Resultados da seção 1 do instrumento 1, Oficina 2.

Seção 1 - Analisando o mundo em que você vive, a química:								
Afirmações	Número de alunos					Percentual		
Segmento: Ciências	CT	C	D	DT	NE	C ou CT	D ou DT	NE
1. Explica parte do funcionamento do corpo humano.	9	12	2	2	0	84%	16%	0%
2. Não está relacionada a processos naturais, como o amadurecimento de frutas.	2	5	10	6	2	28%	64%	8%
3. Está presente na área da saúde.	15	9	1	0	0	96%	4%	0%
4. Contribui para o desenvolvimento de novas fontes de energia, como por exemplo, a energia nuclear.	12	10	3	0	0	88%	12%	0%
5. Contribui para ataques terroristas.	3	8	4	5	5	44%	36%	20%
Segmento: ambiente	CT	C	D	DT	NE	C ou CT	D ou DT	NE
6. É responsável pela poluição do meio ambiente.	3	10	9	2	1	52%	44%	4%
7. É responsável pelo aquecimento global e pelo efeito estufa.	6	6	9	2	2	48%	44%	8%
8. Conscientiza as pessoas a usarem os recursos naturais (água e solo, por exemplo) com responsabilidade, e a poluírem menos.	6	13	3	0	3	76%	12%	12%
Segmento: atitudes	CT	C	D	DT	NE	C ou CT	D ou DT	NE
9. Me ajuda a escolher o combustível mais econômico.	7	11	2	1	4	72%	12%	16%
10. Ajuda as pessoas a tomarem atitudes responsáveis e cidadãos.	1	10	8	3	3	44%	44%	12%
11. É importante para conscientizar as pessoas sobre coleta seletiva de lixo.	3	13	8	1	0	64%	36%	0%

Fonte: elaborado pela autora.

estufa. Possivelmente, isso pode significar que esses alunos têm conhecimento ou percepção de que há processos químicos que contribuem com o impacto ambiental, apresentando uma visão realista, embora essa visão esteja associada ao lado negativo dos processos que envolvem a Química. Geralmente difunde-se uma imagem negativa da Química, conforme estudos realizados por Teruya e Marson (2013) que citam:

Apesar das inúmeras contribuições do conhecimento químico para o desenvolvimento humano, é comum a concepção de que a química esteja relacionada a adversidades de conotação negativa, como problemas ambientais e de saúde. (TERUYA; MARSON, 2013, p.1).

Por outro lado, 74% dos alunos participantes da Oficina 1 e 76% dos alunos da Oficina 2 concordam que a Química “conscientiza as pessoas a usarem os recursos naturais (água e solo, por exemplo) com responsabilidade, e a poluírem menos”, compreendendo a relevância do saber científico em suas vidas. Apesar que, de forma contraditória, apenas 56% dos alunos da Oficina 1 e 44% dos alunos da Oficina 2 concordam que a Química “ajuda as pessoas a tomarem atitudes responsáveis e cidadãos.”

Estas afirmações nos permitem inferir sobre as relações feitas pelos alunos entre a Química e sua vida, não sendo possível avaliar a profundidade dessa relação. Porém, é evidente que não basta somente os alunos relacionarem a Química e o mundo em que eles vivem. Ao abordar temas, de forma a associá-los com o cotidiano, devemos nos atentar às possíveis visões deformadas que esses alunos podem apresentar sobre a Ciência, evitando descontextualizá-la social, tecnológica e ambientalmente. Devemos, também, nos atentar às possíveis imagens que serão formadas pelos alunos em relação à Ciência, a compreensão que terão de seus possíveis benefícios e/ou malefícios, e à possibilidade de neutralidade da Ciência ou não, ou seja, seus objetivos, sua face política e suas implicações na humanidade.

Os dados nos mostram também que algumas afirmações não foram compreendidas pelos alunos da Oficina 1, como por exemplo, a afirmação de que é importante conscientizar as pessoas sobre coleta seletiva de lixo, onde 22% não entenderam essa que é uma questão relativamente simples e que deve ser tratada na escola. Por isso, é importante realizar discussões com os alunos, que os levem a refletir sobre o papel da Ciência/Química em nossas vidas e no

papel de cada aluno enquanto cidadão do mundo. Para esse mesmo item, na escola onde foi aplicada a Oficina 2, 64% dos alunos concordaram com essa afirmação. É importante salientar que nessa escola havia projetos de reciclagem do lixo.

O quadro 7, traz os resultados da seção 3 “a matéria de Química”, do instrumento 1, da Oficina 1.

As afirmações nos permitem averiguar a opinião dos alunos em relação à disciplina de Química, ou seja, em relação às experiências vivenciadas em suas aulas de Química. Analisando os dados apresentados no quadro 7, para o segmento “interesse”, podemos verificar que os alunos possuem interesse pela Ciência escolar, cerca de dois terços dos alunos consideram a disciplina útil não apenas para o vestibular, além de considerarem que a Química pode contribuir para aumentar seu interesse pela natureza e pela tecnologia, ou seja, eles se motivam com as aulas de Química e reconhecem sua importância e utilidade. Em contrapartida, assim como a tendência obtida em pesquisas realizadas em outros países, os alunos que participaram desta pesquisa, também, não estão motivados a seguirem carreiras científicas. Tomei (2008), fez uma reflexão sobre este assunto:

[...] a compreensão de algumas práticas e processos da Ciência é essencial para se envolver em certas questões que a sociedade contemporânea enfrenta. No entanto, nos últimos tempos, cada vez menos jovens parecem estar interessados em disciplinas científicas e técnicas. Por quê? Será que o problema reside em amplas mudanças socioculturais, nas formas em que os jovens nos países desenvolvidos agora vivem e desejam moldar suas vidas? Ou será que é devido a deficiências no Ensino de Ciências em si? (TOMEI, 2008, p. 5).

Tomei (2008) traz dados que mostram a diminuição do número de estudantes que escolhem seguir o estudo das Ciências físicas, engenharia e matemática na universidade em muitos países da Europa. Embora as aulas de Química não sejam o único caminho para construir a aprendizagem científica, a sala de aula ainda é um significativo local de ensino e aprendizagem. Isso significa que, as estratégias de ensino e os conteúdos adotados pelo professor são essenciais para promover mudanças nas atitudes dos alunos em relação à Ciência.

Quadro 7 - Resultados da seção 3 do instrumento 1, Oficina 1.

Seção 3 - A matéria de química:								
Afirmações	Número de alunos					Percentual		
Segmento: interesse	CT	C	D	DT	NE	C ou CT	D ou DT	NE
1. Não é interessante para mim.	0	4	15	8	0	15%	85%	0%
2. É útil apenas para prestar o vestibular.	3	6	11	7	0	33%	67%	0%
3. Aumenta meu interesse pela natureza.	6	14	3	2	2	74%	18%	8%
4. Aumenta meu interesse pela tecnologia.	9	9	6	3	0	67%	33%	0%
Segmento: atitudes	CT	C	D	DT	NE	C ou CT	D ou DT	NE
5. Me tornará um cidadão mais consciente e responsável.	7	17	3	0	0	88%	12%	0%
6. Me ajuda a entender e a pensar em soluções para problemas ambientais.	8	11	5	1	2	70%	22%	8%
Segmento: cotidiano	CT	C	D	DT	NE	C ou CT	D ou DT	NE
7. Aborda conhecimentos que utilizo em meu dia a dia.	7	18	2	0	0	92%	8%	0%
8. Aborda conteúdos que não se relacionam com a minha vida.	5	8	9	4	1	48%	48%	4%
Segmento: conhecimento/raciocínio	CT	C	D	DT	NE	C ou CT	D ou DT	NE
9. Deveria ser obrigatória apenas para quem quer seguir nessa área.	1	3	13	9	1	15%	81%	4%
10. Estimula meu raciocínio e minha curiosidade.	10	12	5	0	0	81%	19%	0%
11. Me faz pensar em ser cientista.	4	5	13	4	1	33%	63%	4%
12. Me ajuda a entender conteúdos de outras matérias escolares.	6	8	10	1	2	52%	40%	8%

Fonte: elaborado pela autora.

Outro dado que podemos extrair do quadro 7 é a contradição existente no segmento “cotidiano” para as afirmações “aborda conhecimentos que utilizo em meu dia a dia” e “aborda conteúdos que não se relacionam com a minha vida”. A maior parte dos alunos, 92%, concorda que a Química aborda conhecimentos utilizados no dia a dia, porém 48% deles discorda que a Química aborda conteúdos relacionados à suas vidas. Pode ser que tenha havido erro de interpretação por parte dos alunos, pois tratam-se de questões muito semelhantes. Talvez, isso se deva ao fato de frequentemente serem construídas relações superficiais entre cotidiano e conhecimentos científicos. De acordo com Wartha, Silva e Bejarano (2013):

Uma prática pedagógica baseada na utilização de fatos do dia a dia para ensinar conteúdos científicos pode caracterizar o cotidiano em um papel secundário, ou seja, este servindo como mera exemplificação ou ilustração para ensinar conhecimentos químicos. (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013, p.85).

Nesse mesmo artigo, Wartha, Silva e Bejarano (2013) discutem o significado do termo contextualização, analisando inclusive o resultado de três diferentes pesquisas realizadas por outros autores sobre a apropriação do termo contextualização por parte dos professores, que em sua maioria acreditam que a contextualização se restringe apenas a uma descrição científica de fatos e processos do cotidiano do aluno. Outros a veem apenas como um recurso pedagógico ou como uma estratégia de ensino. Essa ideia de recurso pedagógico consta, inclusive, em documentos oficiais, mascarando a complexidade do ato de se contextualizar o ensino. Wartha, Silva e Bejarano (2013) entendem que:

a diversidade de concepções de contextualização do ensino, identificada nesses artigos, pode dificultar ou, por outro lado, apresentar inúmeras possibilidades de mediações didáticas que o professor poderá encontrar a partir das diferentes concepções de contextualização que podem ser muitas, sendo estas apenas algumas delas. O importante é o professor estar atento a elas, para que ele possa assumir, de fato, o seu papel de mediador dos processos de ensino e aprendizagem. (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013, p.88).

Neste sentido, contextualizar o Ensino de Química deve possibilitar um novo significado ao conhecimento escolar, trazendo ao aluno uma aprendizagem mais expressiva e, sobretudo, deve permitir uma transformação social por meio de práticas pedagógicas verdadeiramente atreladas à problematização de

situações relacionadas à contextos locais. Por isso, a importância do professor enquanto mediador do processo de ensino e aprendizagem, para que, em situações de contextualização, o cotidiano não seja tratado apenas como coisas corriqueiras, práticas ou tradicionalmente aceitas.

A manifestação de 48% dos alunos não concordando que a Química aborda conteúdos relacionados à suas vidas, também entra em contradição com as afirmações do segmento “atitudes”, pois neste 88% dos alunos concordam que a disciplina de Química pode contribuir para torná-lo um cidadão mais consciente e responsável, e 70% deles afirma que a mesma pode ajudá-lo a pensar em soluções para problemas ambientais, situações diretamente ligadas às suas vidas. No segmento “conhecimento/raciocínio”, destacam-se os fatos de que 81% dos alunos consideram que a disciplina de Química estimula seu raciocínio e curiosidade, apesar, de ainda assim, a disciplina não ser suficientemente atraente para que eles cogitem seguir uma carreira científica; e 52% dos alunos considerarem que Química é uma Ciência que se relaciona com outras disciplinas, isto é, ela os ajuda a entender conteúdos de outras matérias escolares, possivelmente porque esses alunos conseguem enxergar de forma global muitos assuntos abordados em sala de aula nas diferentes disciplinas, ou talvez, porque os conhecimentos químicos os ajude a resolver algum exercício com saber pareado.

Assim como os resultados obtidos com a aplicação da Oficina 1, conforme os dados apresentados no quadro 8, os alunos que participaram da Oficina 2 também demonstraram interesse pela Ciência escolar, 72% desses alunos consideram a disciplina útil não apenas para o vestibular, e 84% deles julgam ser uma disciplina interessante. No entanto, diferentemente dos alunos participantes da Oficina 1, uma porcentagem considerável de alunos da Oficina 2 discorda que a Química pode contribuir para aumentar seu interesse pela natureza (40%) e pela tecnologia (40%), ou seja, eles reconhecem a importância e a utilidade das aulas de Química, mas aparentemente ela não estimula seu interesse. Esses alunos, também seguem a tendência obtida em pesquisas realizadas em outros países, isto é, 68% dos alunos que participaram de nossa pesquisa também não estão motivados a seguirem carreiras científicas. Da mesma forma que na Oficina 1, para a Oficina 2, também houve contradição no segmento “cotidiano”, 80% dos alunos concordam com a afirmação “aborda conhecimentos que utilizo em meu dia a dia”, mas um pouco mais da metade

Quadro 8 - Resultados da seção 3 do instrumento 1, Oficina 2.

Seção 3 - A matéria de química:								
Afirmações	Número de alunos					Percentual		
Segmento: interesse	CT	C	D	DT	NE	C ou CT	D ou DT	NE
1. Não é interessante para mim.	3	1	16	5	0	16%	84%	0%
2. É útil apenas para prestar o vestibular.	4	3	14	4	0	28%	72%	0%
3. Aumenta meu interesse pela natureza.	4	8	8	2	3	48%	40%	12%
4. Aumenta meu interesse pela tecnologia.	3	10	7	3	2	52%	40%	8%
Segmento: atitudes	CT	C	D	DT	NE	C ou CT	D ou DT	NE
5. Me tornará um cidadão mais consciente e responsável.	7	13	5	0	0	80%	20%	0%
6. Me ajuda a entender e a pensar em soluções para problemas ambientais.	5	14	3	1	2	76%	16%	8%
Segmento: cotidiano	CT	C	D	DT	NE	C ou CT	D ou DT	NE
7. Aborda conhecimentos que utilizo em meu dia a dia.	4	16	3	0	2	80%	12%	8%
8. Aborda conteúdos que não se relacionam com a minha vida.	5	5	7	2	6	40%	36%	24%
Segmento: conhecimento/raciocínio	CT	C	D	DT	NE	C ou CT	D ou DT	NE
9. Deveria ser obrigatória apenas para quem quer seguir nessa área.	4	8	11	2	0	48%	52%	0%
10. Estimula meu raciocínio e minha curiosidade.	6	15	1	0	3	84%	4%	12%
11. Me faz pensar em ser cientista.	3	5	7	10	0	32%	68%	0%
12. Me ajuda a entender conteúdos de outras matérias escolares.	2	12	6	4	1	56%	40%	4%

Fonte: elaborado pela autora.

dos alunos que compreenderam o significado da afirmação “aborda conteúdos que não se relacionam com a minha vida” (40%) concordam com a mesma. Na Oficina 2, mais da metade dos alunos não concordaram que a Química aborda conteúdos relacionados à suas vidas, também entrou em contradição com as afirmações do segmento “atitudes”, pois neste 80% dos alunos concordam que a disciplina de Química pode contribuir para torná-lo um cidadão mais consciente e responsável, e 76% deles afirma que a mesma pode ajudá-lo a pensar em soluções para problemas ambientais. Para o segmento “conhecimento/raciocínio”, os resultados entre os alunos das duas Oficinas foram bem semelhantes, na Oficina 2, 84% dos alunos consideram que a disciplina de Química estimula seu raciocínio e curiosidade, e 56% desses alunos consideraram que Química é uma Ciência que se relaciona com outras disciplinas.

Os quadros 9 e 10, trazem os resultados da seção 4 “o que você gostaria de aprender sobre Química”, do instrumento 1, da Oficina 1 e da Oficina 2, respectivamente. Esta seção aborda temas de Química relacionados ao cotidiano que podem ser tratados em sala de aula. O objetivo é tentar compreender os tipos de assuntos que potencialmente podem envolver e entusiasmar os alunos nas aulas de Química. Em sua tese, Santos-Gouw (2013) destaca a importância de se conhecer as opiniões e interesses dos estudantes sobre temas científicos, como um importante instrumento para melhorar o Ensino de Ciências. Chang, Yeung e Cheng (2009) mostram que as atitudes dos alunos em relação à Ciência e à aprendizagem de Ciências são importantes para a área de Ensino de Ciências, devendo ser considerado um indicador de qualidade. Relacionar o que é essencial ensinar com o que o aluno gostaria de aprender possibilita construir um planejamento de ensino com temas diversificados e não desarticulados entre si e até mesmo com outras disciplinas. Isso pode gerar interesse nos alunos pela disciplina e melhorar o aprendizado.

Além disso, estando esses temas relacionados ao cotidiano dos alunos, pode contribuir para que eles percebam a responsabilidade que têm perante a sociedade, e, com isso, refletir para tomarem decisões que podem afetar diretamente essa sociedade. Um aluno adequadamente formado deve ser capaz de relacionar a Ciência com a sociedade e os problemas contemporâneos, com a tecnologia e com o ambiente em que vive.

Como se pode observar no quadro 9, o tema de maior interesse dos alunos foi “processos industriais e tecnológicos”, e o de menor interesse “o princípio de funcionamento dos Bafômetros”. Possivelmente, a escolha pelo tema “processos industriais e tecnológicos” apresentou-se importante e significativo para os alunos por estar relacionado aos seus interesses futuros (carreira e profissão), e pelo fato desses alunos vivenciarem os benefícios dos avanços tecnológicos da atualidade. Anderson (2006) cita que as atitudes dos alunos durante as aulas de Ciências influenciam na utilização de seus conhecimentos, competências e habilidades tanto para escolher sua profissão, quanto para se posicionar em relação às questões científicas. Além disso, o interesse dos alunos pelos temas pode variar de acordo com as abordagens pedagógicas ao qual eles foram submetidos durante suas aulas de Química. Por isso, o processo de ensino tem papel fundamental no interesse dos alunos.

O quadro 10 apresenta como tema de maior interesse dos alunos “o efeito das drogas (álcool, tabaco e ilícitas) no organismo”, e o de menor interesse “o princípio de funcionamento dos Bafômetros”. Provavelmente, a escolha pelo tema “o efeito das drogas (álcool, tabaco e ilícitas) no organismo” mostrou-se interessante aos alunos, pois é um tema recorrente e presente em seu cotidiano. Os jovens, indivíduos ainda em formação e que passam por muitas mudanças, estão vulneráveis às diversas situações diárias, tais como o poder atrativo das drogas, sejam elas lícitas ou ilícitas. A Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar (PeNSE), realizada em 2015 pelo IBGE em escolas públicas e privadas de diversas cidades do país, aponta que 18,4% dos alunos do 9º ano do fundamental já experimentaram cigarro, e que 55,5% deles já haviam consumido ao menos uma dose de bebida alcoólica, sendo que 21,4% já sofreram algum episódio de embriaguez na vida. De acordo ainda com o IBGE, o uso de drogas ilícitas, como maconha, cocaína, crack e ecstasy, foi indicado por 9 % dos alunos entrevistados.

Os alunos participantes das duas Oficinas Temáticas, de maneira geral, demonstram interesse por muitos assuntos, tais como poluição e preservação do ambiente, chuva ácida, tratamento de água, produção e uso de energia, entre outros, o que pode significar que esses alunos reconhecem a importância desses assuntos para eles ou para a sociedade, mas, talvez, tais temas não estejam sendo tratados devidamente em suas aulas. No entanto, de forma similar pode-se excluir os seguintes temas para as duas escolas: fluorescência e estrutura

Quadro 9 - Resultados da seção 4 do instrumento 1, Oficina 1.

Seção 4 - Você gostaria de aprender sobre:					
Afirmações	CT	C	NE	D	DT
Os alimentos e sua energia.	9	14	0	4	0
Poluição e preservação do ambiente.	13	10	1	1	2
Quantidade de vitamina C nos alimentos.	8	13	0	6	0
Combustíveis e biocombustíveis.	12	12	0	3	0
Chuva ácida.	11	13	0	3	0
Tratamento de água.	15	10	1	1	0
Fluorescência e estrutura atômica.	13	7	1	6	0
O princípio de funcionamento dos Bafômetros.	8	9	2	8	0
História da Ciência.	8	12	0	7	0
Produção de alimentos e a fome no mundo.	12	11	0	4	0
Produção e uso de energia.	13	12	1	1	0
Processos industriais e tecnológicos.	12	15	0	0	0
Uso de recursos naturais (água, solo e minérios).	12	11	1	3	0
O efeito das drogas (álcool, tabaco e ilícitas) no organismo.	14	11	0	2	0

Fonte: elaborado pela autora.

Quadro 10 - Resultados da seção 4 do instrumento 1, Oficina 2.

Seção 4 - Você gostaria de aprender sobre:					
Afirmações	CT	C	NE	D	DT
Os alimentos e sua energia.	4	12	1	5	3
Poluição e preservação do ambiente.	2	19	0	2	2
Quantidade de vitamina C nos alimentos.	4	11	0	7	3
Combustíveis e biocombustíveis.	4	12	0	7	2
Chuva ácida.	8	13	1	3	0
Tratamento de água.	5	14	0	3	3
Fluorescência e estrutura atômica.	6	10	1	7	1
O princípio de funcionamento dos Bafômetros.	5	9	0	9	2
História da Ciência.	5	13	0	7	0
Produção de alimentos e a fome no mundo.	3	13	1	5	3
Produção e uso de energia.	5	17	0	2	1
Processos industriais e tecnológicos.	2	18	1	2	2
Uso de recursos naturais (água, solo e minérios).	3	16	1	4	1
O efeito das drogas (álcool, tabaco e ilícitas) no organismo.	10	13	0	1	1

Fonte: elaborado pela autora.

atômica, o princípio de funcionamento dos Bafômetros, história da Ciência e quantidade de vitamina C nos alimentos, por apresentarem uma rejeição maior entre os alunos. Nos chama a atenção o desinteresse pelo tema história da Ciência, pois podemos prenunciar que nosso ensino, de maneira geral, não contribui para que o jovem compreenda como os conhecimentos foram sendo construídos ao longo da nossa história, nem aprecie a beleza do empreendimento humano de geração de conhecimentos. Para Duarte et al. (2010):

...parece natural que, cada vez mais, a Ciência esteja condicionada a decisões políticas e sociais, ultrapassando os limites das associações científicas. Entretanto, acredita-se que, para compreender o atual estado da Ciência e, portanto, ser possível algum juízo de valor, seja imprescindível conhecer, pelo menos, um pouco de sua História. Nesse sentido, a introdução da História da Ciência no ensino de química pode contribuir para que os alunos conheçam a química sob outra perspectiva, fazendo com que ela fique mais atraente, despertando o interesse pelo conhecimento científico e pelas discussões em torno da Ciência. (DUARTE et al., 2010, p.1).

Höttecke e Silva (2011) em seu artigo de revisão sobre os desafios enfrentados por professores que desejam inserir a história e a filosofia da Ciência no ensino escolar apontam diversos obstáculos que devem ser levados em conta, e que foram estruturados em quatro grupos: cultura do ensino de física; habilidades dos professores, atitudes e crenças epistemológicas e didáticas; estrutura institucional do Ensino de Ciências e livros didáticos como suporte didático fundamental. No que se refere aos livros didáticos, importante fonte de informação, a história da Ciência não é um assunto amplamente tratado, ou quando é tratado aparece como quadros a parte do texto, ou como curiosidades. Além disso, muitos relatos históricos contidos nesses livros são relacionados a cientistas de maneira individual, o que não contribui para o desenvolvimento da ideia de que a Ciência é uma construção coletiva.

Os quadros 11 e 12, trazem os resultados da seção 5 “visão da Ciência”, do instrumento 1, Oficina 1 e Oficina 2, respectivamente. Nesse item, os alunos responderam 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.

A percepção pública da Ciência e a compreensão de seus processos que tanto interferem na sociedade, tecnologia e no ambiente permite que os indivíduos possam participar de forma mais consciente e responsável, posicionando-se em relação a Ciência e interpretando o que nela é benéfico ou não. Neste sentido, Hodson (2003) faz uma interessante reflexão:

O que está claro é que os cidadãos comuns serão cada vez mais solicitados a fazerem julgamentos sobre questões relacionadas ao conhecimento científico ou tecnológico (...). Aqueles sem uma compreensão básica das maneiras em que a Ciência e a tecnologia atuam sobre o meio ambiente físico e sociopolítico estarão suscetíveis a julgamentos equivocados (...). (HODSON, 2003, p.650).

Podemos observar no quadro 11 que 37% dos alunos e no quadro 12 que 48% dos alunos, que entenderam a afirmação “a Ciência resolve problemas sociais, como a fome e a alimentação”, concordam com ela mostrando uma visão otimista em relação à Ciência, valorizando a contribuição da Ciência na resolução dessas questões, ou apresentando uma visão salvacionista da Ciência, como se ela tivesse o poder de resolver todos os problemas da sociedade. Delizoicov e Auler (2006) citam que:

...o desenvolvimento científico-tecnológico (CT) não pode ser considerado um processo neutro que deixa intactas as estruturas sociais sobre as quais atua. Nem a Ciência e nem a Tecnologia são alavancas para a mudança que afetam sempre, no melhor sentido, aquilo que transformam. O progresso científico e tecnológico não coincide necessariamente com o progresso social e moral (Sachs, 1996). A ideia de que os problemas hoje existentes, e os que vierem a surgir, serão automaticamente resolvidos com o desenvolvimento cada vez maior da CT, estando a solução em mais e mais CT, está secundarizando as relações sociais em que essa CT são concebidas e utilizadas. Por exemplo, para reduzir/acabar com a carência alimentar, com a fome, efetivamente, é necessário produzir alimentos em quantidade suficiente. Nesse aspecto, a CT podem contribuir significativamente, aproveitando-se, inclusive, os avanços da biologia molecular. Contudo, a CT não possuem nenhum mecanismo intrínseco que garanta a distribuição dos alimentos produzidos. CT são fundamentais no campo da produção. Porém, em termos de distribuição, há outras dimensões a serem consideradas. (DELIZOICOV; AULER, 2006, p.343).

Estamos de acordo que a Ciência não possui esse papel salvacionista, no entanto, ela pode contribuir com a resolução de muitas questões sociais que

Quadro 11 - Resultados da seção 5 do instrumento 1, Oficina 1.

Seção 5 - Como você enxerga a Ciência:								
Afirmações	Número de alunos					Percentual		
Segmento: natureza da Ciência	CT	C	D	DT	NE	C ou CT	D ou DT	NE
1. Os conhecimentos científicos que se têm hoje podem ser contestados por meio de novas pesquisas.	2	17	3	0	5	70%	11%	19%
2. A Ciência é influenciada pelo governo do país e pela sociedade.	4	9	9	2	3	48%	40%	12%
3. A Ciência produz conhecimentos que são verdades absolutas.	6	7	7	2	5	48%	33%	19%
Segmento: cientista	CT	C	D	DT	NE	C ou CT	D ou DT	NE
4. Os cientistas são sempre objetivos, isto é, não sofrem influência da sociedade em seus trabalhos.	2	6	14	2	3	29%	59%	12%
5. Os cientistas sempre se preocupam com os efeitos/consequências nocivos (ruins) provenientes de sua pesquisa.	6	15	4	0	2	77%	15%	8%
Segmento: social e político	CT	C	D	DT	NE	C ou CT	D ou DT	NE
6. Apenas pesquisas científicas que interessam ao país devem ser desenvolvidas.	1	3	15	7	1	15%	81%	4%
7. A Ciência resolve problemas sociais, como a fome e a alimentação.	2	8	10	3	4	37%	48%	15%

Fonte: elaborado pela autora.

Quadro 12 - Resultados da seção 5 do instrumento 1, Oficina 2.

Seção 5 - Como você enxerga a Ciência:								
Afirmações	Número de alunos					Percentual		
Segmento: natureza da Ciência	CT	C	D	DT	NE	C ou CT	D ou DT	NE
1. Os conhecimentos científicos que se têm hoje podem ser contestados por meio de novas pesquisas.	8	11	3	0	3	76%	12%	12%
2. A Ciência é influenciada pelo governo do país e pela sociedade.	3	11	6	0	5	56%	24%	20%
3. A Ciência produz conhecimentos que são verdades absolutas.	5	10	8	2	0	60%	40%	0%
Segmento: cientista	CT	C	D	DT	NE	C ou CT	D ou DT	NE
4. Os cientistas são sempre objetivos, isto é, não sofrem influência da sociedade em seus trabalhos.	4	4	10	3	4	32%	52%	16%
5. Os cientistas sempre se preocupam com os efeitos/consequências nocivos (ruins) provenientes de sua pesquisa.	3	14	3	3	2	68%	24%	8%
Segmento: social e político	CT	C	D	DT	NE	C ou CT	D ou DT	NE
6. Apenas pesquisas científicas que interessam ao país devem ser desenvolvidas.	2	2	13	6	2	16%	76%	8%
7. A Ciência resolve problemas sociais, como a fome e a alimentação.	1	11	6	2	5	48%	32%	20%

Fonte: elaborado pela autora.

assolam a humanidade. De acordo com Shah (2011), na revista científica Science, a Ciência pode colaborar mais. Em sua publicação argumenta que havendo maiores investimentos em pesquisas, antigos e recentes problemas que abatem a humanidade, tais como epidemias e mudanças climáticas, podem ser solucionados. No entanto, não é possível inferir se para o aluno está claro que são as pessoas que têm a capacidade de resolver questões sociais por meio da Ciência. Em contrapartida, no quadro 11, 48% dos alunos, e no quadro 12, 32% dos alunos, discordam dessa afirmação, ou porque apresentam uma visão pessimista da Ciência, ou talvez, porque eles percebiam que a resolução dessas questões não depende apenas da Ciência. Esses dados reforçam os resultados encontrados pela FAPESP (2011, p. 11), onde, para o Estado de São Paulo, o “interesse que as pessoas declaram ter por assuntos de caráter científico e tecnológico é bastante elevado”, demonstrando, ainda, que esses cidadãos são bastante otimistas. Notamos também, nas duas Oficinas Temáticas, que mais de dois terços dos alunos concordam que “os cientistas sempre se preocupam com os efeitos/consequências nocivos (ruins) provenientes de sua pesquisa”, demonstrando uma visão positiva em relação aos cientistas. O Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (2015, p.11) realizou uma pesquisa de percepção pública da Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil, e com base nos dados coletados, perceberam que “os cientistas ligados a instituições públicas têm o nível mais alto de confiança entre os atores sociais pesquisados desde 2006, acima de jornalistas e médicos”.

Cachapuz et al. (2011) elencaram algumas concepções não adequadas sobre a Ciência, entre elas, a visão descontextualizada que considera a Ciência como neutra, sem qualquer influência social, política ou de qualquer outra dimensão; e a visão rígida, algorítmica e infalível da Ciência, na qual o método científico é constituído por etapas rígidas e infalíveis, conferindo uma visão simplista à ela e que concede ao método científico uma forma infalível de fazer Ciência, produzindo resultados exatos e objetivos.

A Ciência não é neutra, isto é, ela sofre influências políticas e sociais, ela é uma construção humana e coletiva, e inerente ao contexto social ao qual se insere. Além disso, a Ciência possui relações com outras dimensões, como por exemplo com a tecnologia. Parte dos alunos participantes das duas Oficinas Temáticas têm essa visão da Ciência não neutra, cerca de metade dos alunos da Oficina 1 e mais da metade dos alunos da Oficina 2 concordam que “a Ciência

é influenciada pelo governo do país e pela sociedade”. Mais da metade dos alunos participantes das duas Oficinas ainda, discordam que “os cientistas são sempre objetivos, isto é, não sofrem influência da sociedade em seus trabalhos”.

Em relação à afirmação “a Ciência produz conhecimentos que são verdades absolutas”, trazendo a Ciência como infalível e absoluta, notou-se uma visão distorcida por grande parte dos alunos participantes das duas Oficinas Temáticas, sendo 48% de alunos da Oficina 1 e 60% de alunos da Oficina 2. De acordo com Cachapuz et al. (2011), a concepção de Ciência absoluta e infalível é amplamente difundida entre os professores de Ciências, ou seja, grande parte dos professores têm uma visão reduzida que pode ser transmitida em suas aulas, levando os alunos a também terem visões distorcidas sobre as Ciências. Essa visão, muitas vezes, é também transmitida pela mídia e por outras fontes de informação. Apesar de os alunos possuírem essa visão distorcida sobre a Ciência infalível, 70% dos alunos da Oficina 1 e 76% dos alunos da Oficina 2 concordam com a afirmação “os conhecimentos científicos que se têm hoje podem ser contestados por meio de novas pesquisas”, isto é, eles entendem que ela não é imutável, sofrendo mudanças ao longo da história e desenvolvimento da humanidade.

A fim de contribuir com nossa análise para o instrumento 1, foram atribuídas notas de 1 (nota mínima) a 5 (nota máxima) em relação ao que se esperava que fosse respondido pelos alunos nas seções 1 (a Química e o cotidiano), 3 (a disciplina de Química) e 5 (visão da Ciência), conforme quadros 13, 14 e 15, respectivamente. Não foram atribuídas notas para a seção 4, pois suas respostas eram pessoais. Com essas notas foi possível construir gráficos a partir do cálculo de uma nota média por segmento, de cada seção, para cada aluno, ou seja, inicialmente atribuiu-se uma nota para cada afirmação e na sequência, calculou-se a média dessas notas obtidas para as afirmações por segmento. Em todos os gráficos, o eixo vertical representa a nota e o eixo horizontal os alunos, sendo 27 alunos participantes da Oficina 1 e 25 alunos participantes da Oficina 2. Os gráficos serão analisados a seguir.

A. Seção 1, instrumento 1:

Analisando as figuras 5 e 6, podemos referendar a análise feita anteriormente para a seção 1 do instrumento 1, onde, de maneira geral, a maior parte dos alunos relaciona Ciência/Química e cotidiano, notando sua relação ou influência nas diferentes afirmações propostas. Isso fica evidenciado pelas

médias próximas a 4 e pela proximidade das três curvas existentes nos gráficos, para a maioria desses alunos, sobretudo aos alunos da Oficina 2.

Quadro 13 - Notas relativas à seção 1 do instrumento 1.

Instrumento 1 - Seção 1 - Segmento Ciências - Nota para cada resposta					
	CT	C	NE	D	DT
1. Explica parte do funcionamento do corpo humano.	5	4	3	2	1
2. Não está relacionada a processos naturais, como o amadurecimento de frutas.	1	2	3	4	5
3. Está presente na área da saúde.	5	4	3	2	1
4. Contribui para o desenvolvimento de novas fontes de energia, como por exemplo, a energia nuclear.	5	4	3	2	1
5. Contribui para ataques terroristas.	1	2	3	4	5
Instrumento 1 - Seção 1 - Segmento Ambiente - Nota para cada resposta					
6. É responsável pela poluição do meio ambiente.	1	2	3	4	5
7. É responsável pelo aquecimento global e pelo efeito estufa.	1	2	3	4	5
8. Conscientiza as pessoas a usarem os recursos naturais (água e solo, por exemplo) com responsabilidade, e a poluírem menos.	5	4	3	2	1
Instrumento 1 - Seção 1 - Segmento Atitudes - Nota para cada resposta					
9. Me ajuda a escolher o combustível mais econômico.	5	4	3	2	1
10. Ajuda as pessoas a tomarem atitudes responsáveis e cidadãos.	5	4	3	2	1
11. É importante para conscientizar as pessoas sobre coleta seletiva de lixo.	5	4	3	2	1

Fonte: elaborado pela autora.

Figura 5 - Notas relativas à seção 1 do instrumento 1, Oficina 1.

Fonte: elaborado pela autora.

Figura 6 - Notas relativas à seção 1 do instrumento 1, Oficina 2.

Fonte: elaborado pela autora.

B. Seção 3, instrumento 1:

Assim como a análise feita anteriormente para a própria seção 3 do instrumento 1, analisando a figura 7, que apresenta um gráfico com as notas médias dos alunos participantes da Oficina 1, notamos que, de maneira geral, a maior parte dos alunos se interessam pela Ciência escolar, ou seja, eles se motivam com as aulas de Química e reconhecem sua importância e utilidade. Na figura 8, confirmamos a porcentagem considerável de alunos da Oficina 2 que discordavam que a Química poderia contribuir para aumentar seu interesse, mas que reconheciam a importância e a utilidade das aulas de Química. Outro dado que podemos confirmar a partir do gráfico presente na figura 7 é a contradição existente entre o segmento “cotidiano” e os demais, fato que foi analisado anteriormente, dado o distanciamento dessa curva em relação às outras, em função das baixas notas atribuídas. Na figura 8, também houve contradição entre o segmento “cotidiano” e os demais, principalmente em relação ao segmento “atitudes”. Para o segmento “conhecimento/raciocínio”, confirmam-se os resultados obtidos pelos alunos das duas Oficinas, que, em sua maioria, consideraram que a disciplina de Química estimula seu raciocínio e curiosidade, e que Química é uma Ciência que se relaciona com outras disciplinas.

Quadro 14 - Notas relativas à seção 3 do instrumento 1.

Instrumento 1 - Seção 3 - Segmento: interesse - Nota para cada resposta					
	CT	C	NE	D	DT
1.Não é interessante para mim.	1	2	3	4	5
2.É útil apenas para prestar o vestibular.	1	2	3	4	5
3.Aumenta meu interesse pela natureza.	5	4	3	2	1
4.Aumenta meu interesse pela tecnologia.	5	4	3	2	1
Instrumento 1 - Seção 3 - Segmento: atitudes - Nota para cada resposta					
5.Me tornará um cidadão mais consciente e responsável.	5	4	3	2	1
6.Me ajuda a entender e a pensar em soluções para problemas ambientais.	5	4	3	2	1
Instrumento 1 - Seção 3 - Segmento: cotidiano - Nota para cada resposta					
7.Aborda conhecimentos que utilizo em meu dia a dia.	5	4	3	2	1
8.Aborda conteúdos que não se relacionam com a minha vida.	1	2	3	4	5
Instrumento 1 - Seção 3 - Segmento: conhecimento/raciocínio - Nota para cada resposta					
9.Deveria ser obrigatória apenas para quem quer seguir nessa área.	1	2	3	4	5
10.Estimula meu raciocínio e minha curiosidade.	5	4	3	2	1
11.Me faz pensar em ser cientista.	Resposta pessoal, não contabilizada.				
12.Me ajuda a entender conteúdos de outras matérias escolares.	5	4	3	2	1

Fonte: elaborado pela autora.

Figura 7 - Notas relativas à seção 3 do instrumento 1, Oficina 1.

Fonte: elaborado pela autora.

Figura 8 - Notas relativas à seção 3 do instrumento 1, Oficina 2.

Fonte: elaborado pela autora.

C. Seção 5, instrumento 1:

Da mesma forma que, a análise feita anteriormente para a própria seção 5 do instrumento 1, analisando as figuras 9 e 10, percebemos que eles confirmam, de maneira geral, que parte dos alunos mostram uma visão otimista em relação à Ciência, valorizando-a, e parte, apresenta uma visão pessimista da Ciência, dada a distribuição das curvas do gráfico. Além disso, boa parcela dos alunos foram capazes de identificar uma relação entre a Ciência e as esferas social e política. É possível notar ainda que, nas duas figuras, os alunos demonstram uma visão positiva em relação aos cientistas.

Quadro 15 - Notas relativas à seção 5 do instrumento 1.

Instrumento 1 - Seção 5 - Segmento: natureza da Ciência - Nota para cada resposta					
	CT	C	NE	D	DT
1.Os conhecimentos científicos que se têm hoje podem ser contestados por meio de novas pesquisas.	5	4	3	2	1
2.A Ciência é influenciada pelo governo do país e pela sociedade.	5	4	3	3	1
3.A Ciência produz conhecimentos que são verdades absolutas.	1	2	3	4	5
Instrumento 1 - Seção 5 - Segmento: cientista - Nota para cada resposta					
4.Os cientistas são sempre objetivos, isto é, não sofrem influência da sociedade em seus trabalhos.	1	2	3	4	5
5.Os cientistas sempre se preocupam com os efeitos/consequências nocivos (ruins) provenientes de sua pesquisa.	1	2	3	4	5
Instrumento 1 - Seção 5 - Segmento: social e político - Nota para cada resposta					
6.Apenas pesquisas científicas que interessam ao país devem ser desenvolvidas.	1	2	3	4	5
7.A Ciência resolve problemas sociais, como a fome e a alimentação.	5	4	3	2	1

Fonte: elaborado pela autora.

Figura 9 - Notas relativas à seção 5 do instrumento 1, Oficina 1.

Fonte: elaborado pela autora.

Figura 10 - Notas relativas à seção 5 do instrumento 1, Oficina 2.

Fonte: elaborado pela autora.

9.3. Instrumento 2 – Questionário geral de Química

O instrumento 2 (apêndice B), a partir de um questionário geral de química com 7 questões que envolviam temas e conteúdos relacionados ao Currículo de Química do Estado de São Paulo, visou averiguar o nível de conhecimento químico dos alunos, suas habilidades e competências. O quadro 16 apresenta o resultado de 25 alunos dos 27 pertencentes à amostra selecionada inicialmente para a Oficina 1, já que dois desses alunos não compareceram a essa atividade. E o quadro 17, apresenta o resultado de 23 alunos dos 25 pertencentes à amostra selecionada inicialmente para a Oficina 2, já que dois desses alunos também não compareceram a essa atividade.

A questão 1, na forma de teste, contemplava a interpretação e conhecimento sobre os tipos de energia, sobretudo energia eólica. Pelos resultados, nas duas Oficinas Temáticas, podemos perceber que a maioria não apresentou dificuldades nessa questão, demonstrando que os alunos, no geral, reconhecem as diferentes fontes de energia.

A questão 2, aberta, trazia no item a o balanceamento da equação que representava a reação de combustão da gasolina, e no item b, a estequiometria envolvendo a mesma reação, que são princípios básicos da Química.

Quadro 16 - Resultados do questionário de Química do instrumento 2, Oficina 1.

Questionário geral de Química			
Questão	Acertos	Erros	Branco
1	19	6	0
2a	1	4	20
2b	0	0	25
3	22	3	0
4	3 sem realizar o cálculo. 1 com cálculo.	20	1
5	8	16	1
6a	23	2	0
6b	21	4	0
6c	17	7	1
6d	17	4	4
6e	3	10	12
7	11	14	0

Fonte: elaborado pela autora.

Quadro 17 - Resultados do questionário de Química do instrumento 2, Oficina 2.

Questionário geral de Química			
Questão	Acertos	Erros	Branco
1	14	9	0
2a	2	1	20
2b	0	1	22
3	15	8	0
4	4 sem realizar o cálculo. 1 com cálculo.	15	3
5	6	12	5
6a	15	1	7
6b	7	4	12
6c	1	10	12
6d	10	5	8
6e	0	10	13
7	6	16	1

Fonte: elaborado pela autora.

De acordo com os resultados, podemos inferir que se trata de um assunto difícil para os alunos, já que para o item a apenas 5 dos 25 alunos participantes da Oficina 1 tentaram resolvê-lo, e desses 5, 4 erraram a resposta. E para a Oficina 2, apenas 3 de seus 23 alunos participantes tentaram resolvê-lo, sendo que desses 3, 1 errou a resposta. Fica clara a dificuldade que os alunos possuem em relação ao rearranjo dos átomos em uma transformação química. Para o item b nenhum dos alunos participantes da Oficina 1 tentou resolver a questão, e apenas 1 aluno participante da Oficina 2 tentou resolver a questão, mas não conseguiu acertá-la, o que nos indica que apresentam deficiência com cálculos estequiométricos. Isso refletiu também ao longo das aulas da Oficina Temática, sobretudo no momento em que os alunos precisaram comparar a emissão em volume de gás carbônico para os diferentes combustíveis. A questão 3, em forma de teste, abordava a interpretação de uma tabela e o cálculo relacionado ao consumo de bebidas alcoólicas feito a partir de uma regra de três simples. A maioria dos alunos, nas duas Oficinas Temáticas, obteve sucesso para essa questão, demonstrando facilidade para ler a tabela e correlacionar seus dados. A questão 4, em forma de teste, exigia cálculos que envolviam a proporção em massa e a conversão de unidades de medida envolvendo tratamento de água e concentração de fluoretos. A maior parte dos alunos, participantes das duas Oficinas Temáticas, errou a questão. Dos 4 alunos da Oficina 1, que acertaram a quarta questão, apenas um demonstrou os cálculos que o fez chegar à resposta correta, ou seja, possivelmente os outros 3 acertos foram aleatórios. Para a Oficina 2, dos 5 alunos que acertaram a quarta questão, apenas um demonstrou os cálculos que o fez chegar na resposta correta, ou seja, possivelmente os outros 4 acertos também foram aleatórios. A questão 5, com lacunas para preenchimento das respostas, envolvia a proporção em volume no preparo de soluções a partir de um suco concentrado, que apesar de ser uma situação comum do cotidiano, foi incorretamente respondida pela maioria dos alunos das duas Oficinas Temáticas. As questões 4 e 5 confirmam as dificuldades que esses alunos possuem com questões que envolvem cálculos. A questão 6, com lacunas para preenchimento, apresentava a relação entre materiais e suas matérias primas. Os materiais abordados eram: gasolina, álcool, aço, sal de cozinha e biodiesel. Nas duas Oficinas Temáticas, os alunos apresentaram maior dificuldade em responder a matéria-prima do aço e a do biodiesel. Para responder a essa questão, os alunos precisavam utilizar seus

conhecimentos para reconhecer de onde vêm os materiais utilizados em seu dia a dia. Daí a importância de tratar o cotidiano em sala de aula. A questão 7, em forma de teste, solicitava a interpretação de um gráfico que relaciona o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e o consumo anual de energia per capita (TEP). De acordo com os dados das duas Oficinas, a minoria respondeu corretamente à questão. É importante que o aluno saiba ler um gráfico, pois esta é uma poderosa ferramenta que traz a informação de forma direta.

Com a aplicação desse instrumento foi possível investigar as principais dificuldades dos alunos em relação a alguns conteúdos químicos e como eles relacionam esses conteúdos ao seu cotidiano. Destaca-se a dificuldade que os alunos possuem em relação a questões que envolvem balanceamento de equação, pois isso foi refletido durante as aulas ministradas para a Oficina Temática. A dificuldade com cálculos estequiométricos é recorrente entre alunos do Ensino Médio. Um estudo foi realizado por Celeghini, Ferreira e Vilegas (1999), em que foi feito um levantamento do perfil do aluno que utiliza o plantão de dúvidas do setor de Química do Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC), órgão vinculado ao Instituto de Química de São Carlos e ao Instituto de Física de São Carlos-USP. Nesse estudo, a maioria dos alunos considerou a Química complicada (51,73%) e estequiometria foi um dos assuntos de maior dificuldade (15,27%). Os alunos, além de apresentarem deficiências em conceitos básicos da Química, apresentam também deficiências na Matemática, e esta é pré-requisito para a compreensão de muitos assuntos estudados em Química.

9.4. Instrumento 3 – Problematização

O instrumento 3 (apêndice C) inicia os trabalhos relacionados ao tema combustíveis, problematizando-o. Em grupos de 4 ou 5 pessoas, os alunos tiveram de pensar em respostas para 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. O detalhamento da aula onde se aplicou esse instrumento se encontra no item 8.5, por isso apenas serão comentados alguns aspectos considerados principais na análise dos itens que se seguem.

A partir das respostas dos alunos para as questões dessa atividade foram criadas categorias agrupando-se as manifestações por semelhança. Para a

escola onde se aplicou a Oficina 1, foram selecionadas atividades de 18 grupos pertencente a 3 turmas participantes. Para a escola onde se aplicou a Oficina 2, foram selecionadas atividades de 15 grupos pertencente a 3 turmas participantes. É essencial ressaltar que após a aplicação da atividade, os instrumentos foram recolhidos, dando-se início às discussões em grupo sobre as respostas de cada grupo.

As distribuições das categorias relativas às respostas foram disponibilizadas em gráficos. Desse modo, 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.

As figuras 11 e 12, apresentam as respostas dos grupos para a questão 1 do instrumento 3 relativos às Oficinas 1 e 2, respectivamente. Nessas figuras, um mesmo grupo pode ter dado mais de uma resposta, sendo, então, incluso em mais de uma categoria.

Para a categoria “cita o uso de aparelhos (recurso técnico)”, 38,9% dos grupos participantes da Oficina 1 e 40% dos grupos participantes da Oficina 2, deram como principais respostas: “há um aparelho no posto que permite a diferenciação da gasolina”; “há um aparelho na bomba que indica o teor alcoólico da gasolina”; “existe um visor de gasolina na parte lateral da bomba” e “no posto há um densímetro que mede a qualidade da gasolina”.

Figura 11 - Respostas dos grupos relativas à questão 1 do instrumento 3, Oficina 1.

Fonte: elaborado pela autora.

Figura 12 - Respostas dos grupos relativas à questão 1 do instrumento 3, Oficina 2.

Fonte: elaborado pela autora.

Apesar de alguns grupos não citarem o termo densímetro, pelas discussões em sala após a atividade, ficou claro que o aparelho ao qual os alunos se referiam era o densímetro para análise de etanol comum. Esses instrumentos são muito usados em postos de gasolina para verificar por meio da densidade o grau de pureza do álcool usado como combustível. Apesar de existir densímetro para gasolina, a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), órgão federal responsável pela regulamentação de combustíveis no Brasil, cita na cartilha do posto revendedor de combustíveis que é obrigatório o apenas o uso de “termodensímetro de leitura direta, aprovado pelo Inmetro, instalado nas bombas medidoras de etanol hidratado, indicando no seu corpo as instruções de funcionamento”(p.9), havendo a necessidade de se ter outros instrumentos para análise de gasolina e diesel. Diante disso, durante a discussão

foi explicado pela pesquisadora o que era e para que servia o densímetro para análise de etanol comum. Foi esclarecido que: o densímetro servia para medir a grandeza densidade, que é a razão entre a massa e o volume de um corpo, ou seja, a qualidade do etanol é avaliada pela densidade. Portanto, os alunos que já foram a um posto e observaram uma bomba fornecendo etanol, viram um densímetro para análise de etanol em pleno funcionamento. A presença desse aparelho na bomba é obrigatória, pois é por meio dele que é possível verificar se o produto foi adulterado, com o acréscimo de água, por exemplo, ou não, avaliando-se a densidade do etanol a partir de uma indicação (marco vermelho) no próprio aparelho.

Para a categoria “percebe a adulteração de acordo com o funcionamento do motor”, 33,3% tanto dos grupos participantes da Oficina 1, quanto dos grupos participantes da Oficina 2, deram como principais respostas: “a gasolina adulterada faz o carro falhar, apresentando problemas, diminuindo o rendimento e prejudicando o motor”; “a diferença de eficiência, rendimento e a qualidade serão percebidas pelo motor” e “menor duração do combustível levando à menor rendimento do motor”. As discussões a respeito do impacto da gasolina adulterada sobre o motor tiveram a intenção de levar os alunos a refletir sobre as propriedades da gasolina, sobre a mudança dessas propriedades que a adulteração desse combustível traz consigo, e sobre o fato de que essas mudanças têm influência direta no aquecimento, na aceleração do motor e no consumo de combustível, além de poder torná-lo mais poluente (gases de combustão). No entanto, foi necessário deixar claro que o desempenho insatisfatório do motor não necessariamente está associado ao uso de um combustível adulterado. Há outros danos, mecânicos por exemplo, que podem resultar em um mau funcionamento do motor. Portanto, avaliar o motor não é o suficiente para dizer se a gasolina está adulterada ou não.

Para a categoria “analisando a fonte de abastecimento (confiável ou não)”, 44,4% dos grupos participantes da Oficina 1 e 33,3% dos grupos participantes da Oficina 2, deram como principais respostas: “um modo visível é o preço, em que postos que tendem a ter menor preço da gasolina, fazem mistura para lucrar mais”; “pelo cheiro e pela cor da gasolina de cada posto”; “o preço de uma gasolina adulterada é muito mais barata que a original e facilmente adquirida em postos sem bandeira”. Durante as discussões, chamou a atenção da pesquisadora o fato de alguns alunos associarem a adulteração da gasolina ao

preço da mesma. Realmente, a adulteração de gasolina realizada por alguns postos e distribuidoras são feitas a fim de tornar o produto mais barato. No entanto, não necessariamente eles a vendem com preços menores. Pode acontecer e é de se desconfiar, mas isso não é garantia de que um posto que vende seu combustível a um preço padrão, não venda combustíveis adulterados.

Para a categoria “outros”, 11,1% dos grupos participantes da Oficina 1 e 26,6% dos grupos participantes da Oficina 2, deram como principais respostas: “testar a gasolina no próprio posto”; “observar se a gasolina apresenta mais de 25% de água, etanol ou outros solventes mais baratos”; “a gasolina adulterada tem menos energia que a gasolina de qualidade”; “fazer a relação entre o quanto de gasolina por km o carro faz”; “medir a porcentagem de álcool na gasolina” e “ao ligar o carro já percebemos a diferença”. Em relação à adição de água na gasolina, foram discutidas as propriedades dessas substâncias, conforme detalhamento da aula relativa ao instrumento 3 no item 8.5. Em relação à medição da quilometragem do veículo, foi discutido com os alunos que isso poderia variar de acordo com o tipo de adulteração efetuada e a porcentagem de solvente adicionado, não havendo parâmetros confiáveis para essa avaliação, mas que de fato isso alterava o rendimento energético do combustível. A partir desse item foi possível encontrar um caminho para discutir com a sala a fala de alguns alunos sobre “testar a gasolina no próprio posto” ou “medir a porcentagem de álcool na gasolina”. Foi esclarecido aos alunos que é possível solicitar ao posto de combustível que se realize o chamado teste da proveta, que verifica o teor de etanol na gasolina. Foi informado ainda, que esse teste, quando solicitado pelo consumidor, é obrigatório para o posto de combustíveis, conforme resolução da ANP. E que em nosso próximo encontro discutiríamos e realizaríamos tal teste em laboratório.

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.

As figuras 13 e 14, apresentam as respostas dos grupos para a questão 2 do instrumento 3 relativos às Oficinas 1 e 2, respectivamente. Nessas figuras, um mesmo grupo pode ter dado mais de uma resposta, sendo, então, incluso em mais de uma categoria.

Figura 13 - Respostas dos grupos relativas à questão 2 do instrumento 3, Oficina 1.

Fonte: elaborado pela autora.

Figura 14 - Respostas dos grupos relativas à questão 2 do instrumento 3, Oficina 2.

Fonte: elaborado pela autora.

Para a categoria “fraude na quantidade de combustível (adulterar a bomba)”, apenas os grupos participantes da Oficina 1, 11,1%, deram respostas que se enquadram nessa categoria, sendo a principal resposta: “burlar a medição de quantidade de gasolina na bomba”. De fato, existe esse tipo de adulteração na bomba, mas a questão se referia à fraude na gasolina, ou seja, adulteração no próprio combustível, o que foi compreendido pela maioria dos grupos participantes das duas escolas. No entanto, isso foi discutido e esclarecido junto à classe.

Para a categoria “adicionar solvente mais barato fazendo relação com o preço”, 38,9% dos grupos participantes da Oficina 1 e 20% dos grupos

participantes da Oficina 2, deram como principal resposta: “misturar gasolina com solventes mais baratos” ou “adicionar produtos mais baratos na gasolina”. A relação que foi feita por esses alunos remete ao motivo principal pelo qual a adulteração da gasolina é realizada, e conforme suas próprias palavras, “para lucrar mais”. Eles se referem à adição de solventes ou outros produtos, mas não especificam quais seriam esses materiais. Esses dados, foram retirados, pelos alunos, do texto de apoio da atividade, mas mesmo com o apoio desse texto eles não citam a possibilidade de se adicionar maior quantidade que o permitido por Lei de álcool à gasolina.

Para a categoria “adição de diversos sem relacionar com o preço”, 83,3% dos grupos participantes da Oficina 1 e 80% dos grupos participantes da Oficina 2, deram como principais respostas: “misturar a gasolina com outros combustíveis”; “adicionar água ou álcool na gasolina”; “colocar mais etanol que o permitido na gasolina”; “misturar a gasolina com óleo de cozinha”, “misturar outros químicos à gasolina”, “misturar aguarrás na gasolina” e “adicionar querosene à gasolina”. Em relação à adição de água à gasolina, como mencionado anteriormente, a discussão encontra-se no item 8.5. É interessante notar que apenas alguns grupos ao lerem no texto que existe um limite permitido para adição de etanol anidro à gasolina, citaram o fato de se poder adulterar a gasolina com uma quantidade de álcool que extrapole esse limite. Outros grupos ao lerem no texto que se poderia adulterar a gasolina com outros solventes mais baratos, tentaram citar alguns materiais que poderiam ser esses solventes, tais como, querosene, aguarrás e óleo de cozinha. Talvez, os alunos tenham feito associações ao querosene, pois existe um mito de que misturar querosene ao combustível ajuda a limpar os bicos injetores do motor, e muitos motoristas o praticam. Apesar de o querosene ser um subproduto do petróleo, não existem registros de experimentos controlados que comprovem a limpeza dos bicos injetores ou qualquer outro benefício por meio da adição de querosene à gasolina. Em todo caso, o querosene pode ser adicionado à gasolina por ser um solvente de menor custo. A aguarrás, uma mistura de hidrocarbonetos alifáticos, também pode ser adicionada à gasolina por ser um solvente mais barato. Não é comum se adicionar óleo de cozinha à gasolina, no entanto, possivelmente alguns alunos pensaram nessa possibilidade ou porque viram reportagens sobre o reaproveitamento de óleo de cozinha na produção de biodiesel, ou porque viram reportagens de pessoas dizendo que poderiam utilizar óleo de cozinha em

substituição ao diesel, pois a Oficina 2 foi realizada bem na época da greve dos caminhoneiros.

De acordo com Teixeira et al (2001), os solventes mais usados na adulteração da gasolina são: o óleo diesel, querosene, e refinados petroquímicos (TEIXEIRA et al., 2001). Entre outros, Takeshita (2006, p.15) ainda cita a aguarrás, também derivada do processamento do petróleo, como um dos solventes mais utilizados. Assim, a adulteração da gasolina envolve a tanto a adição de etanol anidro em porcentagens superiores ao estabelecido pela ANP, quanto a adição de diferentes solventes.

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. As principais respostas, das duas escolas, para impactos no veículo foram: “o motor pode falhar”; “desgaste das peças do carro”; “mau funcionamento do carro”; “entupir os bicos”; “a gasolina dura menos ou queima mais rápido” e “perda de eficiência do veículo”. As principais respostas, das duas escolas, para impactos no ambiente foram: “aumenta a poluição”; “prejudica o meio ambiente”; “causa estragos na natureza”; “liberação de gases mais poluentes”; “o combustível adulterado queima mais rápido aumentando a quantidade de fumaça” e “maior emissão de CO₂, gerando maior poluição”. Houve 7 grupos participantes da Oficina 1 e 4 grupos participantes da Oficina 2 que deixaram de responder sobre quais os possíveis impactos para o meio ambiente. Nota-se que a maioria dos alunos participantes das duas escolas reconhecem que há impactos no meio ambiente, mas não sabem comentar sobre o assunto com alguma propriedade. Não sabem quais são os gases envolvidos e também não reconhecem as reações de combustão, o que foi detectado durante as Oficinas Temáticas.

O crucial foi possibilitar que os alunos compreendessem que as substâncias adicionadas deveriam ser miscíveis à gasolina, ou seja, deveriam apresentar propriedades semelhantes a ela para que o consumidor não perceba essa adulteração à olho nu, além de serem substâncias mais baratas. Devem entender ainda, que a adição dessas substâncias não apenas aumenta o consumo de combustível ou provoca danos ao veículo, como, por exemplo, corrosão das partes metálicas que entram em contato com o combustível e produção excessiva de resíduos, mas, sobretudo, o uso desses combustíveis

adulterados afeta drasticamente o meio ambiente, uma vez que a combustão se torna irregular/incompleta aumentando a emissão de CO que é altamente asffixiante, e de compostos como NOx e SOx, causadores de chuva ácida.

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.

As figuras 15 e 16, apresentam as respostas dos grupos para a questão 3 do instrumento 3 relativos às Oficinas 1 e 2, respectivamente. Essas figuras correspondem aos grupos que responderam como opção “gasolina” e sua justificativa.

Para essa questão esperava-se, ainda que intuitivamente ou por experiência, o aluno respondesse gasolina, que foi a resposta majoritária entre os grupos. Apenas 2 grupos da Oficina 1, ou seja, 11,1% e 3 grupos da Oficina 2, ou seja, 20% responderam como opção “álcool”, justificando, de forma semelhante nas duas escolas, que por queimar mais rápido, o álcool teria que ser consumido em maior quantidade, poluindo mais. Como mencionado anteriormente, os alunos têm dificuldades com equações químicas e não reconheciam as reações de combustão e os possíveis gases emitidos na queima desses combustíveis, assuntos que posteriormente foram apresentados e discutidos com eles durante a aula de aplicação do instrumento 6 (apêndice F). Claramente, os alunos percebem que o álcool é consumido de forma mais rápida, mas não entendem que ao comparar a mesma quantidade desses combustíveis, eles liberam quantidades diferentes de gases poluentes. Os alunos, nesse momento, também não associavam essa queima “mais rápida” ao poder calorífico de cada combustível, o que depois foi discutido durante a aplicação do instrumento 5 (apêndice E).

Figura 15 - Respostas dos grupos relativas à questão 3 do instrumento 3, Oficina 1.

Fonte: elaborado pela autora.

Figura 16 - Respostas dos grupos relativas à questão 3 do instrumento 3, Oficina 2.

Fonte: elaborado pela autora.

Para a categoria “compara a origem dos combustíveis”, 55,6% dos grupos participantes da Oficina 1 e 53,3% dos grupos participantes da Oficina 2, deram como principais respostas: “gasolina porque é derivada do petróleo”; “gasolina porque o petróleo é mais prejudicial e o etanol usa cana-de-açúcar como matéria-prima”; “gasolina por vir do petróleo, diferente do álcool que vem das plantas”; “gasolina, pois o etanol é um biocombustível e a gasolina não”; “gasolina porque o etanol tem componentes mais naturais que a gasolina”; “gasolina porque o álcool vem da natureza” e “o etanol é derivado da cana, por isso é mais natural do que a gasolina que vem do petróleo e polui mais”. Alguns grupos associam que a gasolina, um combustível de origem fóssil (petróleo), polui mais que o etanol em função de sua origem, mas não sabem explicar o motivo pelo qual isso ocorre. Outros grupos consideram que o álcool é mais

natural por ter como matéria-prima a cana-de-açúcar, no entanto, a matéria-prima da gasolina também é gerada pela natureza.

Para a categoria “compara a geração de poluentes em termos de quantidades”, 16,7% dos grupos participantes da Oficina 1 e 13,3% dos grupos participantes da Oficina 2, deram como principais respostas: “por ter mais carbono para queimar, a gasolina polui mais e solta mais fumaça”; “a gasolina possui maior emissão de CO₂” e “a queima da gasolina libera mais substâncias”. Neste item alguns alunos associam a poluição à estrutura da molécula de gasolina, mas não a relacionam com a maior emissão de CO₂. Outros alunos comentam a maior emissão de CO₂, mas não justificam o motivo.

Para a categoria “outros”, 16,7% dos grupos participantes da Oficina 1 e 13,3% dos grupos participantes da Oficina 2, deram como principais respostas: “a gasolina, pois ela é um óleo”; “a gasolina, pois ela tem vários solventes”; “a gasolina, pois ela tem mais química” e “a gasolina porque ela queima mais rápido”. Alguns alunos podem ter considerado que a gasolina é um óleo, pois ela não se mistura à água, logo, podem ter feito associações à mistura água/óleo. Outros alunos comentam de forma muito abrangente que a gasolina possui vários solventes ou muita “química”. A impressão, nesse caso, é que esses alunos consideram o álcool como sendo algo “mais natural”. E de forma incoerente, alguns alunos consideram que a gasolina queima mais rapidamente.

Nessa questão, a intenção era verificar se os alunos seriam capazes de relacionar a questão da poluição com as estruturas moleculares da gasolina e do etanol e sua origem. Afinal, a gasolina apresenta mais átomos de carbono que, quando rompidas as ligações de sua estrutura formam mais moléculas de CO₂, como principal produto de sua combustão completa. Nota-se também, que nenhum dos grupos refletiu sobre a forma de produção desses combustíveis. Nenhum dos grupos comentou sobre o fato das emissões de CO₂ do etanol serem compensadas pela plantação da cana-de-açúcar, que absorve o dióxido de carbono da atmosfera, e que em parte é emitido pelo escapamento do automóvel, para a realização da fotossíntese. Esses dados foram compartilhados com os alunos durante a discussão, e aprofundados nas atividades dos instrumentos 4, 5 e 6 subsequentes (apêndices D, E e F).

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.

As figuras 17 e 18, apresentam as respostas dos grupos para a questão 4 do instrumento 3 relativos às Oficinas 1 e 2, respectivamente. Essas figuras correspondem aos grupos que responderam como opção “gasolina” e sua justificativa. Neles, um mesmo grupo pode ter dado mais de uma resposta, sendo, então, incluso em mais de uma categoria

Da mesma forma que na questão anterior, nessa questão esperava-se, ainda que intuitivamente ou por experiência, o aluno também respondesse gasolina, que foi a resposta majoritária entre os grupos. Apenas 3 grupos da Oficina 1, ou seja, 16,7% e 2 grupos da Oficina 2, ou seja, 13,3% responderam como opção “álcool”. É interessante citar que os 3 grupos participantes da Oficina 1, que responderam como opção “álcool” na quarta questão, não o escolheram como opção na terceira questão. No entanto, os 2 grupos participantes da Oficina 2 responderam como opção “álcool” tanto na terceira quanto na quarta questão. As justificativas para essa escolha, de forma semelhante nas duas escolas, comentam que por queimar mais rápido, o álcool libera mais energia, o que está de acordo, apesar de incorreto, com o raciocínio dos grupos que deram a mesma resposta para a questão 3 desse instrumento, ou comentam que o álcool rende mais porque é menos consumido. Novamente, os alunos percebem que o álcool é consumido de forma mais rápida, mas não entendem que ao comparar a queima da mesma quantidade desses combustíveis, eles liberam quantidades diferentes de energia.

Figura 17 - Respostas dos grupos relativas à questão 4 do instrumento 3, Oficina 1.

Fonte: elaborado pela autora.

Figura 18 - Respostas dos grupos relativas à questão 4 do instrumento 3, Oficina 2.

Fonte: elaborado pela autora.

Para a categoria “associa a resposta à energia gerada”, 66,7% dos grupos participantes da Oficina 1 e 53,3% dos grupos participantes da Oficina 2, deram como principais respostas: “a gasolina gera mais energia, pois o álcool queima mais rápido”; “a gasolina rende mais, pois gera mais energia”; “a gasolina é energeticamente mais forte”; “a gasolina é mais eficiente por ser mais forte na queima, gerando mais energia”; “a gasolina possui maior concentração de energia. Já o etanol queima mais rápido, por isso sua eficiência é menor” e “a gasolina é mais eficiente, pois gera mais energia usando menor quantidade que o etanol”. Os alunos, em sua maioria, compreendem que a gasolina “rende” mais, e até associam esse rendimento à energia liberada em sua queima. Alguns grupos expressam a maior eficiência energética da gasolina manifestando, ainda, de maneira bem simplória, que ela é “energeticamente mais forte” ou que

“a gasolina é mais forte na queima”. Outros entendem que o álcool “queima” mais rápido e por isso sua eficiência é menor, alguns alunos até citam essa eficiência energética comparando quantidades dos dois combustíveis. No entanto, como verificado em outras questões, nenhum grupo possui conhecimento mais específico para relacionar essa queima “mais rápida” ao poder calorífico de cada combustível.

Para a categoria “associa a resposta à estrutura da molécula do combustível”, 5,6% dos grupos participantes da Oficina 1 e 6,7% dos grupos participantes da Oficina 2, ou seja, apenas 1 grupo de alunos de cada escola, deu como respostas: “a gasolina tem mais carbono que o álcool, por isso sua queima gera mais energia para o carro” e “gasolina, pois ela tem mais carbono que o álcool”. A diferença entre o poder calorífico desses dois combustíveis está muito mais relacionada às rupturas e às formações das ligações, isto é, está relacionada ao balanço energético entre a energia necessária para romper as ligações e a energia liberada na formação de outras, de forma que, o poder calorífico se associe ao tamanho das cadeias e ao tipo de átomo presente na ligação química.

Para a categoria “associa a resposta à origem/natureza do combustível”, 26,7% dos grupos participantes da Oficina 1 e 16,7% dos grupos participantes da Oficina 2, deram como principais respostas: “gasolina, pois ela vem do petróleo”; “gasolina, porque o álcool é mais natural e não possui tantas substâncias químicas” e “a qualidade da gasolina é maior e ela queima menos”. Esses grupos usaram justificativas semelhantes às atribuídas por eles à questão 3 desse mesmo instrumento.

Não houve por parte de nenhum grupo respostas mais específicas e que demonstrassem algum conhecimento científico sobre o poder calorífico dos combustíveis.

O instrumento 3 foi importante para que percebêssemos 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. Silva e Pitombo (2006) investigaram a forma como os alunos entendem queima e combustão por meio de suas representações sociais, ou seja, a partir do seu saber prático. Para os autores “é importante conhecer como o aprendiz chega ao ambiente escolar com suas ideias, opiniões

e imagens estruturadas em um saber prático em contínua elaboração nas trocas de informação, experiências e relações do cotidiano” (p.24).

9.5. Instrumento 4 – Organização do conhecimento

O instrumento 4 (apêndice D) trazia seis questões a serem resolvidas em relação ao experimento “teor de álcool na gasolina”. Iniciou-se a aula retomando os principais conceitos discutidos na aula anterior, e a partir disso, em grupos de 4 ou 5 alunos, se deu início à realização do experimento. Os alunos foram orientados quanto às questões de segurança do laboratório. Eles, no geral, realizaram o experimento sem maiores dificuldades e apresentaram respostas coerentes, manifestando apenas algumas dúvidas em relação aos cálculos que deveriam ser realizados. Ao final, recolheram-se os relatórios, para que os alunos não modificassem as respostas que haviam dado, e todas as questões foram discutidas e resolvidas em lousa.

Para esse instrumento, em relação à Oficina 1, foram selecionadas atividades de 20 grupos, e em relação à Oficina 2 foram selecionadas atividades de 14 grupos. Apesar de ter sido solicitado aos grupos que mantivessem os mesmos integrantes desde o início do projeto, houve variação no número de atividades selecionadas para análise, pois muitos grupos mudavam em função da assiduidade dos próprios alunos. No entanto, foram analisadas todas as atividades que incluíssem os alunos pertencentes à amostragem eleita.

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 e identifique cada uma das fases”, os grupos que a responderam acertadamente ou não.

Foram apresentados 4 diferentes tipos de desenhos, representados pelas figuras 19, 20, 21 e 22.

Figura 19 - Gasolina e água, ordem correta dentro da proveta.

- 1) Desenhe o sistema após a adição da água e identifique cada uma das fases.

Fonte: elaborado pelos alunos participantes da pesquisa.

Figura 20 - Gasolina e água com álcool, ordem correta dentro da proveta.

- 1) Desenhe o sistema após a adição da água e identifique cada uma das fases.

Fonte: elaborado pelos alunos participantes da pesquisa.

Figura 21 - Disposição dos materiais na proveta sem identificação.

- 1) Desenhe o sistema após a adição da água e identifique cada uma das fases.

Fonte: elaborado pelos alunos participantes da pesquisa.

Figura 22 - Água e gasolina, ordem incorreta dentro da proveta.

Fonte: elaborado pelos alunos participantes da pesquisa.

Referente ao desenho representado pela figura 19, 55% dos grupos participantes da Oficina 1 e 50% dos grupos participantes da Oficina 2 fizeram desenhos semelhantes ao mesmo, identificando, conforme suas observações, acertadamente a disposição dos materiais gasolina e água na proveta. Referente ao desenho representado pela figura 20, 25% dos grupos participantes da Oficina 1 e 35,7% dos grupos participantes da Oficina 2 fizeram desenhos semelhantes ao mesmo, identificando, conforme suas observações, acertadamente, a disposição dos materiais gasolina e água com álcool na proveta. O diferencial desses grupos é já identificarem em seus desenhos a presença de álcool na fase que incluía a água. Além disso, todos desenharam a fase “água com álcool” em maior proporção, provavelmente porque deixaram para fazer o desenho ao final do experimento. No que se refere ao desenho representado pela figura 21, 10% dos grupos participantes da Oficina 1 e 7,1% dos grupos participantes da Oficina 2 fizeram desenhos semelhantes ao mesmo, não apresentando qualquer identificação das fases desenhadas por eles dentro da proveta. Em relação ao desenho representado pela figura 22, apenas 10% dos grupos participantes da Oficina 1, ou seja, 2 grupos o fizeram. Possivelmente, esses 2 grupos inverteram as fases por falta de atenção, pois nitidamente pela cor da própria gasolina, era visível que a mesma se encontrava na parte superior da proveta. Para realização desse desenho, os grupos não precisavam dizer que o álcool estaria na fase aquosa após algum tempo, mesmo porque o desenho era para ser feito logo após a adição da água e não após o tempo de agitação dos materiais da proveta.

2. Criaram-se cinco categorias para a justificativa de sua resposta para a 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.

As figuras 23 e 24, apresentam as respostas dos grupos para a questão 2 do instrumento 4 relativos às Oficinas 1 e 2, respectivamente. Essas figuras correspondem aos grupos que responderam como opção “heterogênea” e sua justificativa. Apenas um grupo da Oficina 1 respondeu como opção, para a mistura entre água e gasolina, “homogênea”, justificando que a mistura era homogênea por não conseguirem identificar as substâncias. Ao discutir essa escolha com o grupo, os mesmos relataram que fizeram essa confusão, pois o álcool presente na gasolina “passava” para água, porém isso não era perceptível por serem incolores.

Figura 23 - Respostas dos grupos relativas à questão 2 do instrumento 4, Oficina 1.

Fonte: elaborado pela autora.

Figura 24 - Respostas dos grupos relativas à questão 2 do instrumento 4, Oficina 2.

Fonte: elaborado pela autora.

Para a categoria “cita o conceito de miscibilidade das substâncias”, 30% dos grupos participantes da Oficina 1 e 50% dos grupos participantes da Oficina 2, deram como principais respostas: “elas não se misturam, pois são diferentes” ou apenas “porque elas não se misturam”. Nenhum grupo aprofundou sua explicação com base nas propriedades dessas substâncias. Até mesmo porque, conforme dito anteriormente, nas duas escolas os alunos possuíam lacunas em relação aos conceitos de polaridade e forças intermoleculares.

Para a categoria “justifica a partir da densidade”, 10% dos grupos participantes da Oficina 1 e 7,1% dos grupos participantes da Oficina 2, deram como principais respostas: “não se misturam, pois a água é mais densa que a gasolina” ou “não se misturam, pois a densidade das duas são diferentes”. Durante a discussão com a sala sobre suas respostas, foram analisados alguns casos com a turma para que eles percebessem que embora a densidade definisse a posição de cada substância em uma mistura de líquidos imiscíveis, ela não definia a capacidade dessas substâncias se misturarem ou não. Para tanto, foram apresentados alguns valores de densidades aos alunos: álcool ($0,80 \text{ g/cm}^3$), água (1 g/cm^3) e óleo de cozinha ($0,89 \text{ g/cm}^3$), e lhes foi questionado se água e óleo eram miscíveis, os alunos concordaram que não. Na sequência, questionou-se qual das substâncias estava na fase superior e por quê? Alguns alunos, imediatamente, associaram a posição do óleo (fase superior) com sua menor densidade em relação à densidade da água. Então, questionou-se o que aconteceria ao se misturar água e álcool. Os alunos, em sua maioria, disseram que formaria uma mistura homogênea. Portanto, foi possível concluir com os

alunos, que a densidade estava relacionada com a posição que cada substância ocupava quando misturamos líquidos imiscíveis como água e óleo, e não com sua capacidade de se misturarem.

Para a categoria “justifica apenas pela observação do fenômeno (visual)”, 40% dos grupos participantes da Oficina 1 e 28,6% dos grupos participantes da Oficina 2, deram como principais respostas: “as duas substâncias estão separadas no mesmo recipiente”; “as duas substâncias se dividem dentro da proveta”; “porque tem duas fases/partes”; “consequimos ver as duas substâncias” e “existe mais de uma fase presente”. Claramente, esses também alunos entendem os conceitos homogêneo e heterogêneo, mas não são capazes de explicar o motivo da miscibilidade ou imiscibilidade entre as substâncias.

Para a categoria “justifica apenas descrevendo o processo”, 10% dos grupos participantes da Oficina 1 e 7,1% dos grupos participantes da Oficina 2, deram como principais respostas: “não está igual, pois a água se misturou com o álcool deixando uma parte menor de gasolina”; “está dividido em água com álcool e gasolina” e “água e gasolina não se misturam, mas a água tirou o álcool da gasolina”. Esse grupo de alunos diferencia os conceitos homogêneo e heterogêneo, compreendem que o álcool foi extraído da gasolina pela água, mas também não são capazes de explicar o motivo da miscibilidade ou imiscibilidade entre as substâncias.

Para a categoria “outros”, 10% dos grupos participantes da Oficina 1 e 7,1% dos grupos participantes da Oficina 2, deram como principais respostas: “a gasolina é feita por óleo e óleo e água não se misturam” ou apenas responderam heterogêneo sem justificar sua escolha. A gasolina é um óleo combustível derivado do petróleo, mas ao discutir a resposta do grupo perante a sala tomou-se o cuidado de averiguar se esses alunos estavam confundindo a gasolina com óleo de cozinha ou se o termo que pensaram referia-se realmente à óleo combustível. Os alunos pertencentes ao grupo que apresentou essa resposta comentaram que inicialmente fizeram essa comparação com o óleo de cozinha, mas após breves discussões sobre composição do petróleo e seus derivados, polaridade e forças intermoleculares compreenderam que não se tratava da gasolina ser composta de óleo de cozinha, mesmo porque ambas substâncias são compostas por diferentes tipos de moléculas. Os alunos entenderam que o comportamento da gasolina em relação à água era similar ao do óleo de cozinha em relação à mesma, em função das polaridades dessas moléculas.

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”, conforme exemplos das figuras 25 e 26.

Figura 25 - Tabela de volumes de água e gasolina.

3) Compare o volume inicial e final da água, o volume inicial e final da gasolina e complete a tabela abaixo:

	V _{inicial} (ml)	V _{final} (ml)
Gasolina	50	36
Água	50	64

Fonte: elaborado pelos alunos participantes da pesquisa.

Figura 26 - Tabela de volumes de água e gasolina.

3) Compare o volume inicial e final da água, o volume inicial e final da gasolina e complete a tabela abaixo:

	V _{inicial} (ml)	V _{final} (ml)
Gasolina	50 ml	35 ml
Água	50 ml	65 ml

Fonte: elaborado pelos alunos participantes da pesquisa.

Antes da aplicação dessa atividade, as gasolinas utilizadas pela pesquisadora nas duas Oficina Temáticas, compradas no mesmo posto, foram previamente testadas. A gasolina utilizada na Oficina 1, após 2 testes realizados pela pesquisadora, apresentava um teor de álcool em torno de 30%. E a gasolina utilizada na Oficina 2, também após 2 testes realizados pela pesquisadora, apresentava um teor de álcool em torno de 29%. Portanto, se tratavam de gasolinas adulteradas.

Os resultados obtidos pela maioria dos grupos participantes estavam de acordo ou próximos aos valores encontrados pela pesquisadora no pré-teste, isto é, a maioria chegou à valores entre 28% e 30%, encontrando um valor final para água que variou entre 64 mL e 65 mL. Apenas 3 grupos da Oficina 1 e 2 grupos da Oficina 2 encontraram valores distantes dos valores encontrado pela pesquisadora, sendo eles: 22%, 24% e 26% para a Oficina 1, e 24% para os dois grupos da Oficina 2. Os alunos desses grupos podem ter feito leituras incorretas da proveta, apesar de ter sido demonstrado aos alunos como se deveriam ler os dados na proveta (altura dos olhos), ou podem ter realizado adições de quantidades incorretas de gasolina e água à proveta, pois os cálculos efetuados

por eles na questão 5 desse mesmo instrumento, que será discutida adiante, estavam matematicamente corretos.

4. Criaram-se duas categorias para as respostas da quarta questão “por que 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.

As figuras 27 e 28, apresentam as respostas dos grupos para a questão 4 do instrumento 4 relativos às Oficinas 1 e 2, respectivamente.

Figura 27 - Respostas dos grupos relativas à questão 4 do instrumento 4, Oficina 1.

Fonte: elaborado pela autora.

Figura 28 - Respostas dos grupos relativas à questão 4 do instrumento 4, Oficina 2.

Fonte: elaborado pela autora.

Para a categoria “apresenta explicações baseadas na interação água e álcool”, 90% dos grupos participantes da Oficina 1 e 85,7% dos grupos

participantes da Oficina 2, deram como principais respostas: “o álcool se misturou com a água”; “o álcool tem mais afinidade com a água”; “a gasolina se separa do álcool, que passa a se misturar com a água” e “a água extraiu o álcool da gasolina”. Novamente, os alunos citam as interações entre as substâncias envolvidas, mas sem oferecer qualquer explicação científica ao fato observado.

Para a categoria “reconhece o processo, mas apresenta erros conceituais”, 10% dos grupos participantes da Oficina 1 e 14,3% dos grupos participantes da Oficina 2, deram como principais respostas: “o álcool se misturou na água porque ela é mais densa que a gasolina”; “a água se misturou ao álcool e deixou gasolina pura por cima” e “a água absorve o álcool como se estivesse limpando a gasolina”. A relação entre a miscibilidade e a densidade já havia sido discutida com os alunos na questão 2. No entanto, foi necessário esclarecer que o petróleo é uma mistura complexa de várias substâncias, e que após o seu fracionamento seus derivados, tal como a gasolina, são misturas mais simples. Foi discutido ainda, que não se tratava de uma limpeza realizada pela água na gasolina comercial, até mesmo porque o etanol não era “sujeira”, mas que, no entanto, se tratava uma extração do álcool contido nessa gasolina em função da polaridade das substâncias envolvidas.

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.

As figuras 29 e 30, apresentam as respostas dos grupos para a questão 5 do instrumento 4 relativos às Oficinas 1 e 2, respectivamente.

No geral, os alunos participantes das duas Oficinas Temáticas demonstraram dificuldades com os cálculos, sobretudo tiveram dificuldades em expressar o valor de álcool em porcentagem. De todas as categorias, chamou atenção a categoria “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”, a maior parte dos alunos, em torno de 70%, soube apresentar a quantidade de álcool em mL, mas não sabia expressá-la em porcentagem, como podemos verificar nos exemplos apresentados nas figuras 31 e 32.

Figura 29 - Respostas dos grupos relativas à questão 5 do instrumento 4, Oficina 1.

Fonte: elaborado pela autora.

Figura 30 - Respostas dos grupos relativas à questão 5 do instrumento 4, Oficina 2.

Fonte: elaborado pela autora.

Figura 31 - Questão 5, instrumento 4.

Fonte: elaborado pelos alunos participantes da pesquisa.

Figura 32 - Questão 5, instrumento 4.

Fonte: elaborado pelos alunos participantes da pesquisa.

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”.

- Responde corretamente, mas justifica com bases nos dados calculados acertadamente, e
- Responde corretamente, mas justifica com base em dados inadequados.

A gasolina utilizada, como dito anteriormente, era um combustível adulterado pelo excesso de etanol. Portanto, a gasolina não estava dentro dos limites permitidos por lei. No entanto, não era o suficiente responder não, pois a questão solicitava uma justificativa que era justamente o raciocínio proposto pela questão 5 desse mesmo instrumento. Assim, para responder essa questão com bases em dados calculados acertadamente, era necessário saber apresentar o valor de álcool encontrado em porcentagem, afinal o limite de etanol anidro adicionado na gasolina é expresso em porcentagem, com margem de erro de 1%. Apenas os grupos que acertaram o cálculo da questão 5 foram capazes de se enquadrarem na categoria “responde corretamente, mas justifica com bases

nos dados calculados acertadamente”, ou seja, 40% dos alunos participantes da Oficina 1, e nesse valor estão inclusos os alunos dos grupos que não mostraram o raciocínio para calcular essa porcentagem de álcool, e 50% dos alunos participantes da Oficina 2.

Os alunos pertencentes aos grupos que se encaixam na categoria “responde corretamente, mas justifica com base em dados inadequados”, assim o fizeram, pois justificaram suas respostas mantendo o valor de álcool encontrado em mL, o que dificulta a análise. Não foi possível inferir se esses grupos apenas chutaram a questão ou se de alguma outra forma eles chegaram ao raciocínio correto para a questão 6, pois para essa questão foi apresentada à sala um caminho para que se chegasse à resposta correta, não havendo tempo suficiente para analisar o cálculo feito por cada grupo.

O instrumento 4, que abordava o teor de etanol na gasolina, além de relacionar propriedades químicas e físicas, traz a oportunidade de estudar a interação entre as moléculas de água, etanol e gasolina, sendo possível relacionar essa interação aos conceitos de solubilidade, geometria molecular, polaridade das moléculas e forças intermoleculares, permitindo explicar os fenômenos macroscópicos observados pelos alunos de forma mais significativa. Conforme trabalho apresentado por Dazzani et al. (2003), e já apresentado na revisão bibliográfica dessa dissertação, foi possível até mesmo, com essa atividade, estudar a densidade através do método de análise comparativa, a partir da comparação da densidade da fase aquosa (água/etanol) medida experimentalmente com valores encontrados na literatura.

9.6. Instrumento 5 – Organização do conhecimento

O instrumento 5 (apêndice E), realizado em grupos de 4 ou 5 alunos, trouxe um experimento demonstrativo que comparava o poder calorífico do álcool x querosene. No relatório havia duas tabelas para preenchimento dos dados coletados durante o experimento e duas questões para serem respondidas a partir desses dados. Como descrito no item 8.5 desta pesquisa, durante o experimento foram feitas diversas indagações aos alunos de forma que pudéssemos chegar juntos ao conceito de poder calorífico. Para esse instrumento, em relação à Oficina 1, foram selecionadas atividades de 18 grupos, e em relação à Oficina 2 foram selecionadas atividades de 14 grupos.

Retomando, foram analisadas todas as atividades que incluíssem os alunos pertencentes à amostragem eleita.

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 (foram 3 diferentes turmas em cada escola), afinal fizemos essas medições juntos. As figuras 33, 34, 35, 36, 37 e 38 apresentam exemplos dessas tabelas preenchidas por alunos, de cada turma, participantes das Oficinas 1 e 2, respectivamente.

Figura 33 - Tabelas disponíveis no instrumento 5, Oficina 1 – Turma 1.

Anote os valores encontrados no experimento nas tabelas abaixo, e realize os cálculos necessários.

TABELA DE TEMPERATURA (T)			
Combustível	T _{inicial} da água (°C)	T _{final} da água (°C)	Varição de Temperatura da água T _{final} - T _{inicial}
Etanol (álcool)	21°C	90°C	69°C
Querosene	21°C	90°C	69°C

TABELA DE MASSA (M)			
Combustível	M _{inicial} da lamparina (g)	M _{final} da lamparina (g)	Varição de Massa da lamparina (quantidade de combustível queimado) M _{final} - M _{inicial}
Etanol (álcool)	105,23 g	102,78 g	2,45 g
Querosene	108,41 g	106,55 g	1,86 g

Fonte: elaborado pelos alunos participantes da pesquisa.

Figura 34 - Tabelas disponíveis no instrumento 5, Oficina 1 – Turma 2.

Anote os valores encontrados no experimento nas tabelas abaixo, e realize os cálculos necessários.

TABELA DE TEMPERATURA (T)			
Combustível	T _{inicial} da água (°C)	T _{final} da água (°C)	Varição de Temperatura da água T _{final} - T _{inicial}
Etanol (álcool)	21°C	90°C	69°C
Querosene	21°C	90°C	69°C

TABELA DE MASSA (M)			
Combustível	M _{inicial} da lamparina (g)	M _{final} da lamparina (g)	Varição de Massa da lamparina (quantidade de combustível queimado) M _{final} - M _{inicial}
Etanol (álcool)	102,75 g	100,05 g	2,7 g
Querosene	106,52 g	104,53 g	1,99 g

Fonte: elaborado pelos alunos participantes da pesquisa.

Figura 35 - Tabelas disponíveis no instrumento 5, Oficina 1 – Turma 3.

Anote os valores encontrados no experimento nas tabelas abaixo, e realize os cálculos necessários.

TABELA DE TEMPERATURA (T)			
Combustível	T _{inicial} da água (°C)	T _{final} da água (°C)	Variação de Temperatura da água T _{final} - T _{inicial}
Etanol (álcool)	21°C	90°C	69°C
Querosene	21°C	90°C	69°C

TABELA DE MASSA (M)			
Combustível	M _{inicial} da lamparina (g)	M _{final} da lamparina (g)	Variação de Massa da lamparina (quantidade de combustível queimado) M _{final} - M _{inicial}
Etanol (álcool)	107,42g	104,27g	-3,15g
Querosene	103,93g	101,05g	-2,88g

Fonte: elaborado pelos alunos participantes da pesquisa.

Figura 36 - Tabelas disponíveis no instrumento 5, Oficina 2 – Turma 1.

Anote os valores encontrados no experimento nas tabelas abaixo, e realize os cálculos necessários.

TABELA DE TEMPERATURA (T)			
Combustível	T _{inicial} da água (°C)	T _{final} da água (°C)	Variação de Temperatura da água T _{final} - T _{inicial}
Etanol (álcool)	17°C	90°C	73°C
Querosene	17°C	90°C	73°C

TABELA DE MASSA (M)			
Combustível	M _{inicial} da lamparina (g)	M _{final} da lamparina (g)	Variação de Massa da lamparina (quantidade de combustível queimado) M _{final} - M _{inicial}
Etanol (álcool)	105,8g	103,3g	-2,5g
Querosene	109,1g	107,8g	-1,3g

Fonte: elaborado pelos alunos participantes da pesquisa.

Figura 37 - Tabelas disponíveis no instrumento 5, Oficina 2 – Turma 2.

Anote os valores encontrados no experimento nas tabelas abaixo, e realize os cálculos necessários.

TABELA DE TEMPERATURA (T)			
Combustível	T _{inicial} da água (°C)	T _{final} da água (°C)	Variação de Temperatura da água T _{final} - T _{inicial}
Etanol (álcool)	17°C	90°C	73°C
Querosene	17°C	90°C	73°C

TABELA DE MASSA (M)			
Combustível	M _{inicial} da lamparina (g)	M _{final} da lamparina (g)	Variação de Massa da lamparina (quantidade de combustível queimado) M _{final} - M _{inicial}
Etanol (álcool)	103,2 g	105,1 g	3,1 g
Querosene	111 g	109,1 g	1,9 g

Fonte: elaborado pelos alunos participantes da pesquisa.

Figura 38 - Tabelas disponíveis no instrumento 5, Oficina 2 – Turma 3.

Anote os valores encontrados no experimento nas tabelas abaixo, e realize os cálculos necessários.

TABELA DE TEMPERATURA (T)			
Combustível	T _{inicial} da água (°C)	T _{final} da água (°C)	Variação de Temperatura da água T _{final} - T _{inicial}
Etanol (álcool)	19°C	90°C	71°C
Querosene	19°C	90°C	71°C

TABELA DE MASSA (M)			
Combustível	M _{inicial} da lamparina (g)	M _{final} da lamparina (g)	Variação de Massa da lamparina (quantidade de combustível queimado) M _{final} - M _{inicial}
Etanol (álcool)	804,9 g	802,3 g	2,6 g
Querosene	98,7 g	96,8 g	1,9 g

Fonte: elaborado pelos alunos participantes da pesquisa.

Após as discussões realizadas durante a demonstração do experimento (vide item 8.5 desta dissertação) e o preenchimento da tabela, os alunos deveriam responder a duas questões. 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. Apenas 1 grupo dos alunos participantes da Oficina 1 respondeu a essa questão de forma incorreta, apontando o querosene como opção, ou por falta de atenção, pois o

grupo calculou corretamente a variação de massa dos combustíveis, ou porque não compreenderam o experimento e suas discussões, afinal eles deixaram em branco a segunda questão desse mesmo instrumento. Nenhum grupo participante da Oficina 2 errou a questão, ou seja, todos responderam etanol. Tratava-se de uma questão simples, que exigia apenas atenção à demonstração experimental e análise dos dados obtidos.

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” (vide apêndice E), foram criadas 3 categorias:

1. Justifica utilizando o conceito ou análise da tabela de poder calorífico;
2. Justifica descrevendo o processo (observação do fenômeno) e
3. Outros

As figuras 39 e 40, apresentam as respostas dos grupos para a questão 2 do instrumento 5 relativos às Oficinas 1 e 2, respectivamente.

Figura 39 - Respostas dos grupos relativas à questão 2 do instrumento 5, Oficina 1.

Fonte: elaborado pela autora.

Figura 40 - Respostas dos grupos relativas à questão 2 do instrumento 5, Oficina 2.

Fonte: elaborado pela autora.

Para a categoria “justifica utilizando o conceito ou análise da tabela de poder calorífico”, 50% dos grupos participantes da Oficina 1 e 57,1% dos grupos participantes da Oficina 2, deram como principais respostas: “o poder calorífico do álcool é menor que o do querosene”; “o poder calorífico do querosene é maior que o do etanol”; “pela tabela, o etanol possui menos kcal/kg” e “a velocidade do aquecimento da água depende do poder calorífico do combustível e o etanol tem 7090 kcal/kg, que é menor que o do querosene”. Para a categoria “justifica descrevendo o processo (observação do fenômeno)”, 33,3% dos grupos participantes da Oficina 1 e 28,6% dos grupos participantes da Oficina 2, deram como principais respostas: “é preciso gastar uma quantidade muito maior do etanol para render como o querosene”; “o querosene utiliza menos massa que o etanol para fornecer energia para a água” e “o etanol libera menos energia do que o querosene, e para se igualar a mesma temperatura de água aquecida pelo querosene, teve-se de utilizar uma massa maior de etanol”. Para a categoria “outros”, 11,1% dos grupos participantes da Oficina 1 e 14,3% dos grupos participantes da Oficina 2, deram como principais respostas: “porque ele tem mais hidrogênio”; “a queima do etanol é mais significativa para a variação da água” e “porque o álcool queima mais rápido”. Possivelmente, esses alunos não compreenderam a relação entre a quantidade de energia liberada e o consumo de cada combustível para o aquecimento de uma mesma massa de água.

A questão solicitava que os alunos utilizassem a tabela disponibilizada no exercício para explicar o fato de um dos combustíveis, o etanol, ter utilizado maior massa para aquecer a mesma quantidade de água que o outro. Essa tabela não faria sentido algum ao aluno, se ele não tivesse participado ativamente do experimento demonstrado, pois os debates realizados durante

esse experimento, além de abordar os conceitos químicos, permitiam o desenvolvimento de habilidades cognitivas essenciais para o desenvolvimento de atitudes científicas necessárias ao entendimento e resolução da questão, como por exemplo, criar critérios de comparação, organizar e analisar dados e diferentes variáveis e elaborar hipóteses. Os alunos, participantes das Oficinas Temáticas, que se encaixam nas duas primeiras categorias criadas para essa questão, demonstram ter compreendido o experimento e o conceito de poder calorífico, ainda que parte dos grupos não tenha utilizado a tabela para responder à questão, ou seja, 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.

9.7. Instrumento 6 – Aplicação do conhecimento

O instrumento 6 (apêndice F), realizado em grupos de 4 ou 5 alunos, 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. Em função do tempo e do número de aulas disponibilizadas pelos professores das duas escolas, optou-se por não incluir o processo de produção de cada combustível nessas Oficinas Temáticas. Mas, cabe ressaltar que incluir esses processos de produção dos combustíveis pode trazer diferentes desdobramentos à atividade, ampliando a reflexão em outras dimensões, tais como política e social. A maior dificuldade dos alunos, em sala, foi em relação aos cálculos estequiométricos para averiguar o volume de $\text{CO}_{2(g)}$ liberado, por isso foi necessário exemplificar essa conversão na lousa, utilizando a equação de combustão do GNV, facilitando a eles os cálculos para os combustíveis seguintes. Os alunos participantes das duas Oficinas Temáticas não compreendem corretamente uma equação química e não sabem realizar seu balanceamento. Assim, a única etapa que eles fizeram sozinhos foi essa conversão de mol para litros, pois as equações foram balanceadas na lousa pela pesquisadora. Durante a discussão dessa atividade foi realizada uma explicação sobre o processo de combustão, o fato de ser exotérmico por liberar calor ao

meio, e uma explicação sobre a queima dos combustíveis em um motor de 4 tempos, a partir da utilização de um vídeo que simulava esse processo de combustão, conforme citado anteriormente. Foram discutidos também os problemas ambientais causados pela poluição gerada, sobretudo, o efeito estufa. Foi solicitado aos alunos ainda, que dessem sugestões para reduzirmos essa poluição com base em tudo que foi tratado durante as aulas, e muitos citaram o uso de transportes alternativos como bicicletas e patinetes, alguns comentaram que seria melhor que a maioria fizesse uso de transportes coletivos, outros disseram que as pessoas poderiam pensar melhor na hora de escolher o combustível que iriam utilizar, outros disseram que era necessário investir em pesquisa para encontrar fontes alternativas de energia e alguns ainda citaram o fato da necessidade de manter os motores dos veículos devidamente regulados.

Para esse instrumento, em relação à Oficina 1, foram selecionadas atividades de 15 grupos, e em relação à Oficina 2 foram selecionadas atividades de 12 grupos. Ressaltando, foram analisadas todas as atividades que incluíssem os alunos pertencentes à amostragem eleita.

Em relação ao item “matéria-prima”, para o combustível GNV, dos 15 grupos participantes da Oficina 1, 8 grupos responderam “fósseis”, 2 grupos responderam “matéria orgânica”, 4 grupos responderam “gás natural” e 1 grupo respondeu “decomposição”. Em relação ao mesmo item e ao mesmo combustível, dos 12 grupos participantes da Oficina 2, 5 grupos responderam “fósseis”, 4 grupos responderam “gás natural” e 3 grupos responderam “petróleo”. Para esse item, foi discutido com os alunos participantes das duas Oficinas Temáticas, que o gás natural veicular (GNV) é uma mistura combustível gasosa, que tem como matérias primas o gás natural ou o biometano (obtido do processamento do biogás, que é originário da digestão anaeróbica de material orgânico), destinada ao uso veicular e cujo componente principal é o metano. No entanto, a partir das respostas dos grupos durante as discussões e para que os alunos percebessem as relações que estavam fazendo, destacou-se novamente a formação do gás natural (sua formação havia sido discutida após a aplicação do instrumento 3), matéria-prima do GNV, comentando-se que a formação do gás natural poderia estar associada ou não ao petróleo no reservatório geológico, ou seja, que esse gás quando não associado à formação do petróleo estava livre de óleo e de água nesse reservatório, tendo a sua concentração predominante na camada rochosa. Mas, que da mesma forma que o petróleo,

esse gás natural formou-se a centenas de milhões de anos atrás, conforme plantas e animais morriam, e seus restos constituíam diversas camadas, que sob pressão e temperaturas adequadas, foram gradualmente transformando esses restos orgânicos em gás natural e petróleo.

Em relação ao item “matéria-prima”, para o combustível etanol, os 15 grupos participantes da Oficina 1 e os 12 grupos participantes da Oficina 2, responderam “cana-de-açúcar” ou apenas “cana”. O mesmo ocorreu para o combustível gasolina, em que todos os alunos participantes das duas Oficinas Temáticas responderam “petróleo”. Para o combustível diesel, de todos os grupos participantes das duas Oficinas Temáticas, apenas 1 grupo da Oficina 1 respondeu “fóssil”, todos os outros responderam “petróleo”. Provavelmente, os alunos possuam maior facilidade em relacionar esses combustíveis à sua matéria-prima, pois além de terem sido realizadas discussões anteriores durante as Oficinas Temáticas, onde foram citadas as matérias primas desses combustíveis, esses são os combustíveis mais comuns, muitas vezes noticiados pelos meios de comunicação em função da variação de seu valor econômico.

Para o item “é renovável?”, em relação ao combustível GNV, dos 15 grupos participantes da Oficina 1, apenas 1 grupo respondeu “sim”, todos os outros indicaram que “não”. Esse grupo que respondeu “sim” colocou “decomposição” como matéria-prima para o GNV, o que possivelmente causou-lhes confusão. Em relação ao mesmo item e ao mesmo combustível, dos 12 grupos participantes da Oficina 2, 2 grupos responderam “sim”. Um desses 2 grupos respondeu “fóssil” como matéria-prima para o GNV, classificando-o como renovável, e “petróleo” para a gasolina e o diesel, classificando-os como não renováveis, o que deixa claro a falta de compreensão por parte desses alunos sobre a origem fóssil do petróleo e sobre o fato de combustíveis de origem fósseis não serem renováveis. O outro grupo que classificou o GNV como renovável, apresentou sua matéria-prima como “gás natural”, e “petróleo” para a gasolina e o diesel, classificando-os como não renováveis, ou seja, provavelmente esses alunos desconheciam a origem fóssil dessas duas matérias primas. Para o combustível etanol, todos os grupos participantes das duas Oficinas Temáticas responderam “sim”, ou seja, tem o conhecimento de que se trata de uma fonte de energia renovável. Para os combustíveis gasolina e diesel, apenas 1 grupo da Oficina 1 respondeu que os mesmos eram renováveis, sendo que esse grupo colocou para esses combustíveis “petróleo”

como matéria-prima, isto é, possivelmente esse grupo não compreendeu se tratar de combustíveis advindos de matéria-prima de origem fóssil. Todos os outros grupos da Oficina 1 e da Oficina 2 reconhecem a gasolina e o diesel como fontes de energia não renováveis. Essa questão de ser ou não fonte de energia renovável também foi comentada nas discussões anteriores, durante a aula onde se aplicou o instrumento 3.

Os itens “poder calorífico” e “preço” bastavam ser preenchidos com os dados disponíveis nas tabelas (apêndices J e K) a eles distribuídas, no entanto esse preenchimento foi conferido, e conforme o previsto, os grupos realizaram essa tarefa sem dificuldades.

Para o item “volume de $\text{CO}_{2(g)}$ liberado em litros”, como dito anteriormente, explicou-se como deveria ser feita a conversão dos dados que estavam em mol, provenientes das equações disponibilizadas em lousa e balanceadas junto aos grupos, para unidade de volume em litros. Após as explicações, os grupos não tiveram maiores dificuldades, pois se tratava de uma regra de três simples. Apenas 1 grupo da Oficina 1 deixou esse item em branco para os quatro combustíveis, e 1 grupo dessa mesma oficina respondeu um valor incorreto para os combustíveis GNV, etanol e gasolina, apresentando seus valores dobrados. Como esse grupo não apresentou os cálculos efetuados, não foi possível identificar o motivo pelo qual chegaram aos valores incorretos. Todos os grupos selecionados para a Oficina 2 preencheram corretamente os valores em litros.

Preenchidos os itens, os grupos deveriam, com base nos dados fornecidos e em tudo o que foi discutido, decidir qual desses 4 combustíveis eles considerariam a melhor opção, justificando o motivo de sua escolha. Para as duas Oficina Temáticas, nenhum dos grupos optou por gasolina ou diesel. Todas as escolhas giraram em torno do etanol e do GNV, com justificativas variáveis. 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.

As figuras 41 e 42, apresentam as respostas dos grupos para o instrumento 6 relativos às Oficinas 1 e 2, respectivamente.

Figura 41 - Respostas dos grupos relativas ao instrumento 6, Oficina 1.

Fonte: elaborado pela autora.

Figura 42 - Respostas dos grupos relativas ao instrumento 6, Oficina 2.

Fonte: elaborado pela autora.

Cabe esclarecer que à época da aplicação das Oficinas Temáticas o etanol apresentava o menor preço, sendo catorze centavos mais barato que o GNV. No entanto, em relação à gasolina e ao diesel, os dois combustíveis se apresentavam bem mais baratos.

Para a categoria “o etanol é renovável e pouco/menos poluente”, a maior parte dos grupos citou que o etanol era menos poluente que a gasolina e o diesel, pois liberava menor quantidade de gás carbônico em sua combustão. Em relação à emissão desse gás, o combustível que o emite em menor volume é o GNV. No entanto, alguns grupos apenas responderam que o etanol “polui menos” ou “agride menos o meio ambiente”, mesmo tendo respondido corretamente aos itens que solicitavam o volume em litros de liberação de $\text{CO}_{2(g)}$, sem apresentarem qualquer justificativa. Outros grupos responderam que o etanol

polui menos, pois “parte do gás carbônico emitido em sua combustão era consumido na fotossíntese realizada pela plantação de cana-de-açúcar”, fato também discutido em atividades anteriores.

Nota-se que, independentemente de outros motivos, como o poder calorífico, o fato de ser renovável ou não ou a quantidade de gás carbônico emitida em sua combustão, para a maior parte dos alunos participantes das Oficinas Temáticas o preço dos combustíveis foi um fator considerável, e isso ficou evidente também durante as discussões realizadas ao término da atividade. O etanol foi ainda, o combustível de maior escolha por parte dos alunos participantes das Oficinas Temáticas pelo fato de ser um combustível renovável. Claramente, a partir da análise dos dados disponibilizados, dos resultados experimentais e das discussões realizadas em sala, a maior parte dos alunos concluiu que o etanol seria o melhor combustível dentre os 4 combustíveis avaliados, já que ele demonstrou poluir menos em relação à gasolina e ao diesel, além de ser renovável e consumir parte do gás carbônico produzido em sua combustão durante a fotossíntese realizada pela plantação da cana-de-açúcar, o que não ocorre no caso do combustível GNV. Como dito anteriormente, para esse trabalho estabeleceu-se critérios aplicáveis ao tempo e número de aulas disponibilizadas pelas duas escolas. No entanto, novas reflexões, outras repercussões e até outras escolhas podem ser alcançadas por meio da inclusão de questões sobre o processo de produção de cada combustível, envolvendo as esferas política e social, como por exemplo, a monocultura da cana-de-açúcar e a poluição causada por suas queimadas ao final da colheita, ou até mesmo exploração do trabalho escravo envolvidos em sua produção.

Essa atividade permitiu aos alunos refletirem sobre a problematização inicial que envolve as características de um bom combustível e sua escolha enquanto consumidor consciente. Para tanto, fica evidente que os alunos puderam aprimorar os conceitos científicos e se apropriar de conhecimentos necessários para mudarem seus argumentos iniciais, expostos durante a problematização, sobre a qualidade, o rendimento e os impactos sociais e ambientais causados pelos combustíveis. Por isso, as perspectivas econômicas, sociais e ambientais inseriram-se na compreensão dos alunos acerca do tema abordado. Não se tratou, apenas, da aplicação de conceitos científicos. Esses conceitos foram aprofundados em muitos momentos, mas procurou-se também, possibilitar que os alunos fossem capazes de relacionar esses conhecimentos

científicos a situações cotidianas. Foi possível perceber o envolvimento dos alunos durante as Oficinas Temáticas e o seu posicionamento perscrutador e crítico durante o debate sobre a escolha do melhor combustível, a partir de fatores que para eles eram os mais relevantes. Isso evidencia o quão é possível a “aplicação dos conhecimentos”, na concepção tratada por Delizoicov e Angotti (1991), ao se priorizar a problematização de situações do cotidiano e de se enfatizar a construção dos conceitos por meio das discussões e atividades realizadas. Evidencia ainda, a possibilidade da realização das Oficinas Temáticas para o Ensino de Química, na perspectiva discutida por Marcondes (2008), que sugere uma proposta de ensino centrada em uma temática geradora de conhecimento.

9.8. Instrumento 7 – Questionário – Avaliação das aulas de Química

O instrumento 7 (apêndice G) apresentou um questionário que solicitava ao aluno avaliar suas aulas de Química, com um formato de escala Likert. Cabe ressaltar que foi esclarecido aos alunos participantes das Oficinas Temáticas, que esse questionário solicitava a eles uma avaliação das aulas de Químicas que eles tinham em sua escola, e não das aulas que foram realizadas durante as Oficinas, pois posteriormente haveria um questionário (instrumento 8) apenas para avaliá-las. Foram analisados 27 instrumentos relativos à Oficina 1 e 25 instrumentos relativos à Oficina 2.

Para a sequência de diferentes afirmações do questionário apresentado pelo instrumento 7, os alunos deviam responder escolhendo entre os itens concordo totalmente (CT), concordo (C), não entendi (NE), discordo (D) e discordo totalmente (DT). As 17 primeiras questões foram criadas com base no instrumento desenvolvido por Cheung (2007) para avaliar as atitudes dos alunos em relação às aulas de Química. E as 11 últimas questões foram criadas com base na Teoria do Comportamento Planejado (TCP) desenvolvida por Ajzen (1991, 2006).

Os quadros 18 e 19 trazem os resultados do instrumento 7 referentes às Oficinas 1 e 2, respectivamente.

De acordo com Oskamp e Schultz (2005), uma atitude pode ser definida como uma predisposição para responder de maneira favorável ou desfavorável em relação a um determinado objeto. Cheung (2007) pondera que a atitude é

um fator latente que só pode ser inferido a partir da observação de respostas comportamentais. Tais respostas são evidenciadas por meio da expressão de sentimentos, convicções e comportamentos em relação a um dado objeto. Nesse sentido, refletir sobre as atitudes dos alunos em relação às aulas de Química, o que, no caso, é o nosso objeto, pode ser uma importante variável para a avaliação do currículo. Portanto, o primeiro objetivo do instrumento 7 foi examinar as atitudes dos alunos em relação às suas aulas de Química. Assim como a pesquisa realizada por Cheung (2007), as afirmações levaram em conta três classes de respostas sobre atitudes: afetivas, cognitivas e comportamentais. Dessa forma, algumas das afirmações se concentram em avaliar os sentimentos que um aluno tem em relação às aulas teóricas de Química implementadas na escola, e se o aluno gosta das aulas de laboratório de Química na escola, ou seja, avaliam-se as atitudes afetivas desses alunos. Outras afirmações se concentram em avaliar as crenças que os alunos têm sobre a importância e utilidade da Química na escola, isto é, avaliam-se as atitudes de natureza cognitiva. Por último, é realizada uma avaliação das tendências comportamentais do aluno para responder sobre a Química tratada na escola.

Uma das mais importantes responsabilidades dos professores da área de Ciências é desenvolver atitudes positivas nos alunos em relação à Ciência. No entanto, muito do que ocorre em sala de aula não é particularmente atraente para os alunos. Analisando os quadros 18 e 19, verificamos que os resultados obtidos nos mostram que, no geral, a atitude dos alunos em relação à Química é positiva e que o gosto pelas aulas de Química é significativo, mas essas aulas não são suficientemente atraentes para estimulá-los a seguir carreiras científicas, conforme mencionado anteriormente nesta pesquisa, e nem para fazê-los considerar a Química sua disciplina favorita.

Afirmações	Número de alunos					Percentual		
Afirmações baseadas no instrumento desenvolvido por Cheung (2007)	CT	C	NE	D	DT	C ou CT	NE	D ou DT
1. Gostaria de ir mais vezes ao laboratório.	22	5	0	0	0	100%	0%	0%
2. Se eu pudesse escolher, não estudaria Química.	0	2	1	17	7	7,4%	3,7%	88,9%
3. As aulas de Química abordam assuntos interessantes.	14	12	0	0	1	96,3%	0,0%	3,7%
4. Gostaria de ter mais aulas de Química.	7	16	1	2	1	85,2%	3,7%	11,1%
5. As atividades experimentais aumentam meu interesse pela Química.	16	10	1	0	0	96,3%	3,7%	0,0%
6. Química é minha matéria favorita.	2	6	1	15	3	29,6%	3,7%	66,7%
7. As aulas mais agradáveis ocorrem no laboratório.	14	8	1	3	1	81,5%	3,7%	14,8%
8. Preciso me esforçar muito para entender a Química.	2	10	1	13	1	44,5%	3,7%	51,8%
9. Os conhecimentos de Química me ajudam a entender outras matérias escolares.	1	14	5	6	1	55,6%	18,5%	25,9%
10. Gosto de relacionar a Química com o dia a dia.	2	10	3	12	0	44,5%	11,1%	44,5%
11. Os conhecimentos de Química serão úteis para o meu futuro.	6	18	1	1	1	88,9%	3,7%	7,4%
12. A Química é muito difícil para ser ensinada na escola.	1	2	2	16	6	11,1%	7,4%	81,5%
13. Todos os cidadãos devem aprender Química.	4	18	1	4	0	81,5%	3,7%	14,8%
14. É importante prestar atenção durante as aulas.	15	11	0	0	1	96,3%	0%	3,7%
15. É importante participar e tirar dúvidas durante as aulas.	14	12	0	1	0	96,3%	0%	3,7%
16. Eu consulto livros de Química para aprofundar o que aprendi em aula.	0	8	0	16	3	29,6%	0%	70,3%
17. Gostaria de realizar projetos e pesquisas em Químicas.	3	13	0	11	0	59,2%	0%	40,7%
Afirmações baseadas na Teoria do Comportamento Planejado de Ajzen (1991, 2006)	CT	C	NE	D	DT	C ou CT	NE	D ou DT
18. Os conhecimentos de Química não são necessários para a carreira que desejo seguir.	1	9	0	12	5	37%	0%	63%
19. Estudo a matéria de Química apenas para prestar o ENEM e o vestibular.	1	6	0	14	6	26%	0%	74%
20. Estudo a matéria de Química apenas porque preciso concluir o Ensino Médio para conseguir um emprego.	2	5	0	14	6	26%	0%	74%
21. Tenho facilidade em resolver os exercícios de Química.	2	17	0	7	1	70%	0%	29,6%
22. Os símbolos utilizados na Química, para mim, parecem grego.	2	7	2	13	3	33,3%	7,4%	59,2%
23. Sou incapaz de associar a Química ao mundo em que vivo.	0	4	3	11	9	14,8%	11,1%	74%
24. Consigo relacionar os experimentos realizados aos conceitos de Química.	5	13	5	3	1	66,7%	18,5%	14,8%
25. Não consigo seguir o roteiro de um experimento no laboratório.	0	3	1	12	11	11,1%	3,7%	85,2%
26. A matéria de Química desperta meu interesse pela Ciência e pela Tecnologia.	5	17	0	3	2	81,5%	0%	18,5%
27. Sempre busco notícias e matérias científicas na internet, nos jornais, nas revistas, etc.	0	16	1	9	1	59,2%	3,7%	37,0%
28. Percebo durante as aulas, o quanto a Química contribui para a sociedade e para a economia.	7	18	0	2	0	92,6%	0%	7,4%

Fonte: elaborado pela autora.

Quadro 19 - Resultados do instrumento 7, Oficina 2.

Afirmações	Número de alunos					Percentual		
	CT	C	NE	D	DT	C ou CT	NE	D ou DT
Afirmações baseadas no instrumento desenvolvido por Cheung (2007)								
1. Gostaria de ir mais vezes ao laboratório.	22	3	0	0	0	100%	0%	0%
2. Se eu pudesse escolher, não estudaria Química.	2	2	4	9	8	16%	16%	68%
3. As aulas de Química abordam assuntos interessantes.	7	18	0	0	0	100%	0%	0%
4. Gostaria de ter mais aulas de Química.	8	10	2	4	1	72%	8%	20%
5. As atividades experimentais aumentam meu interesse pela Química.	14	8	0	3	0	88%	0%	12%
6. Química é minha matéria favorita.	1	2	1	10	11	12%	4%	84%
7. As aulas mais agradáveis ocorrem no laboratório.	15	7	0	3	0	88%	0%	12%
8. Preciso me esforçar muito para entender a Química.	10	10	0	4	1	80%	0%	20%
9. Os conhecimentos de Química me ajudam a entender outras matérias escolares.	2	8	2	12	1	40%	8%	52%
10. Gosto de relacionar a Química com o dia a dia.	0	6	4	13	2	24%	16%	60%
11. Os conhecimentos de Química serão úteis para o meu futuro.	5	14	2	3	1	76%	8%	16%
12. A Química é muito difícil para ser ensinada na escola.	1	5	2	8	9	24%	8%	68%
13. Todos os cidadãos devem aprender Química.	8	10	2	4	1	72%	8%	20%
14. É importante prestar atenção durante as aulas.	16	9	0	0	0	100%	0%	0%
15. É importante participar e tirar dúvidas durante as aulas.	16	8	0	1	0	96%	0%	4%
16. Eu consulto livros de Química para aprofundar o que aprendi em aula.	3	5	1	14	2	32%	4%	64%
17. Gostaria de realizar projetos e pesquisas em químicas.	7	7	3	6	2	56%	12%	32%
Afirmações baseadas na Teoria do Comportamento Planejado de Ajzen (1991, 2006)								
18. Os conhecimentos de Química não são necessários para a carreira que desejo seguir.	3	6	5	7	4	36%	20%	44%
19. Estudo a matéria de Química apenas para prestar o ENEM e o vestibular.	3	5	4	10	3	32%	16%	52%
20. Estudo a matéria de Química apenas porque preciso concluir o Ensino Médio para conseguir um emprego.	5	9	0	5	6	56%	0%	44%
21. Tenho facilidade em resolver os exercícios de Química.	1	7	1	10	6	32%	4%	64%
22. Os símbolos utilizados na Química, para mim, parecem grego.	6	6	1	9	3	48%	4%	48%
23. Sou incapaz de associar a Química ao mundo em que vivo.	1	4	4	9	7	20%	16%	64%
24. Consigo relacionar os experimentos realizados aos conceitos de Química.	3	11	4	6	1	56%	16%	28%
25. Não consigo seguir o roteiro de um experimento no laboratório.	1	4	4	11	5	20%	16%	64%
26. A matéria de Química desperta meu interesse pela Ciência e pela Tecnologia.	9	5	1	8	2	56%	4%	40%
27. Sempre busco notícias e matérias científicas na internet, nos jornais, nas revistas, etc.	4	4	3	10	4	32%	12%	56%
28. Percebo durante as aulas, o quanto a Química contribui para a sociedade e para a economia.	11	8	2	3	1	76%	8%	16%

Fonte: elaborado pela autora.

Para a afirmação “se eu pudesse escolher, não estudaria Química”, 88,9% dos alunos participantes da Oficina 1 e 68% dos alunos participantes da Oficina 2 discordam da mesma. Apesar de a Química não ser a matéria favorita da maioria dos alunos participantes das Oficinas Temáticas nas duas escolas, 96,3% dos alunos participantes da Oficina 1 e 100% dos alunos participantes da Oficina 2 concordam com a afirmação “as aulas de Química abordam assuntos interessantes”, e 85,2% dos alunos participantes da Oficina 1 e 72% dos alunos participantes da Oficina 2 gostariam de ter mais aulas de Química. Podemos inferir que os professores de Química conseguem dar aulas que interessam aos alunos, a ponto de eles quererem ter mais aulas. Isto, parece contrariar a crença de que os alunos não gostam de Química, embora prefiram outras disciplinas escolares. Tais resultados, referentes à investigação do interesse dos jovens com relação à ciência escolar, seguem a tendência encontrada em outras pesquisas com jovens brasileiros, como a coleta por meio dos instrumentos ROSE Brasil, realizada por Santos-Gouw (2013), Barômetro Brasil, realizada por Pinafo (2016) e o PISA (2015). Os dados desses instrumentos demonstram que, no geral, os jovens brasileiros possuem interesse pela ciência escolar. Em nossa pesquisa, pudemos verificar que os alunos estão motivados com as aulas de Química, além de reconhecerem sua importância, embora não tenham preferência por esta em relação às outras disciplinas e não estarem motivados a seguirem carreiras científicas.

Nota-se também, que os alunos participantes das duas Oficinas Temáticas possuem atitude positiva em relação ao trabalho de laboratório, isto é, em relação às atividades experimentais, pois 96,3% dos alunos participantes da Oficina 1 e 88% dos alunos participantes da Oficina 2 concordam com a afirmação “as atividades experimentais aumentam meu interesse pela Química” e 81,5% dos alunos participantes da Oficina 1 e 88% dos alunos participantes da Oficina 2 concordam que as aulas mais agradáveis ocorrem no laboratório. Apesar de as aulas práticas não serem as responsáveis por resolverem os problemas relacionados ao interesse e ao aprendizado do Ensino de Ciências, elas são facilitadoras do ensino e da aprendizagem em Ciências. As aulas práticas não necessitam de um ambiente especial e nem de equipamentos e instrumentos caros para serem realizadas, basta apenas que o professor se planeje e tenha em mente a clareza dos objetivos das atividades que irá propor, além de se atentar a promover uma aliança entre os conceitos que aborda e as

atividades experimentais, possibilitando que o aluno integre os dois tipos de conhecimento, teórico e prático. Wong e Fraser (1996), em um estudo realizado em Cingapura com uma amostra de 1592 alunos do Ensino Médio do último ano, encontraram associações significativas entre o ambiente da sala de aula do laboratório de Química e os resultados atitudinais dos alunos. Eles descobriram que o aproveitamento das aulas de Química pelos alunos estava positivamente relacionado com as atividades do laboratório de Química que estavam ligadas às aulas teóricas. Descobriram ainda, que o trabalho de laboratório quando baseados em investigação, isto é, a partir de um trabalho pautado em perguntas, poderia resultar em atitudes mais favoráveis dos alunos em relação à investigação científica em Química. Os alunos percebem o diferencial e o estímulo que as atividades experimentais oferecem ao seu aprendizado. Por isso, a qualidade do Ensino de Ciências que a escola e o professor oferecem e o planejamento curricular parecem ser determinantes sobre as atitudes dos alunos em relação às Ciências escolares.

Em relação à importância e à utilidade da Química a partir da visão dos alunos, 88,9% dos alunos participantes da Oficina 1 e 76% dos alunos participantes da Oficina 2 afirmam que os conhecimentos de Química serão úteis para seu futuro, e a maioria dos alunos participantes das duas Oficinas Temáticas afirmam ainda, que “todos os cidadãos devem aprender Química”. A maior parte dos alunos participantes da Oficina 1 e 40% dos alunos participantes da Oficina 2 concordam também, que a Química os ajuda a entender outras matérias escolares, como mencionado anteriormente, ou porque os alunos possuem uma visão integrada sobre os assuntos trabalhados em aula, ou porque os conhecimentos químicos os ajudam a resolver algum exercício com saber pareado. Nos chama a atenção a afirmação “gosto de relacionar a Química com o dia a dia”, pois 44,5% dos alunos participantes da Oficina 1 e apenas 24% dos alunos participantes da Oficina 2 concordam com a mesma. Os dados relativos ao instrumento 1 (quadros 5 e 6) nos mostram que, de maneira geral, a maior parte dos alunos relaciona Ciência/Química e cotidiano, ou seja, percebem-na no mundo em que vivem, portanto, “não gostar” de relacionar a Química com o dia a dia não significa “não saber” fazer essa relação. Entendemos, a partir desse resultado, que devemos refletir, enquanto educadores, sobre o quanto nossas práticas em sala de aula interferem sobre as atitudes dos alunos, sobre seu gosto pelas Ciências.

Em relação às tendências comportamentais dos alunos para responder à Química na escola, 44,5% dos alunos participantes da Oficina 1 e 80% dos alunos participantes da Oficina 2 afirmam que precisam se esforçar muito para entender Química, no entanto não consideram impossível aprender Química, 81,5% dos alunos participantes da Oficina 1 e 68% dos alunos participantes da Oficina 2 discordam que a Química seja uma disciplina muito difícil para ser ensinada na escola, e sobretudo, como mencionado anteriormente, os alunos reconhecem a importância de se adquirir conhecimentos científicos. A maior parte dos alunos das duas escolas entendem que é importante prestar atenção durante as aulas e que, sobretudo, é essencial participar e tirar dúvidas durante as aulas. Essa maioria de alunos afirma ainda, que gostaria de realizar projetos e pesquisas em Química, no entanto, apenas 29,6% dos alunos participantes da Oficina 1 e 32% dos alunos participantes da Oficina 2 consulta livros de Química para aprofundar o que aprendeu em aula. Parece contraditório ter interesse em realizar projetos e pesquisas em Química, mas não se interessar por ela fora da escola. Independente do tipo de consulta que se realize, seja a partir de um livro, de um artigo ou de qualquer outra fonte, não dedica-se a um projeto ou pesquisa sem um aprofundamento. Aprofundar em dado conhecimento requer se interessar em buscar novas informações por diferentes meios.

No que se refere à Teoria do Comportamento Planejado (TCP) (AJZEN, 1991, 2006), onde “o fator central é a intenção do indivíduo em realizar a ação” (AJZEN, 1991, p. 181), também é possível inferir sobre atitudes de uma pessoa e relacioná-las a habilidades e conhecimentos manifestados por ela. Para tanto, três fatores são considerados: atitudes (avaliação favorável ou desfavorável frente ao ensino, gosto pela Química/Ciência), normas subjetivas (pressão social percebida pelo sujeito) e o controle comportamental percebido (facilidade ou dificuldade do sujeito para manifestar um dado comportamento).

Analisando os quadros 18 e 19, quanto ao fator atitudes, verificamos que 63% dos alunos participantes da Oficina 1 e 44% dos alunos participantes da Oficina 2 discordam da afirmação “os conhecimentos de Química não são necessários para a carreira que desejo seguir”. Provavelmente, e de acordo com os resultados do instrumento 1 (quadros 7 e 8), isso não significa que esses alunos seguirão carreiras científicas, mas pode significar que estão pensando em seguir carreiras ligadas à área da saúde, por exemplo, ou pensando apenas na prova do vestibular, apesar de 74% dos alunos participantes da Oficina 1 e

52% dos alunos participantes da Oficina 2 discordarem da afirmação “estudo a matéria de Química apenas para prestar o ENEM e o vestibular” (afirmação inerente à norma subjetiva), assim como no instrumento 1 (quadros 7 e 8) a maioria também discordou da afirmação que a Química “é útil apenas para prestar o vestibular”. Da mesma forma que resultados anteriores dessa pesquisa, os dados relacionados ao fator atitude confirmam ainda, que os alunos se interessam pela Química e enxergam o quanto ela contribui para a sociedade, pois 81,5% dos alunos participantes da Oficina 1 e 56% dos alunos participantes da Oficina 2 concordam que a matéria de Química desperta o seu interesse pela Ciência e pela Tecnologia, assim como 92,6% dos alunos participantes da Oficina 1 e 76% dos alunos participantes da Oficina 2 percebem o quanto a Química contribui para a sociedade e para economia.

Em relação às afirmações inerentes ao controle comportamental percebido, 70% dos alunos participantes da Oficina 1 e 64% dos alunos participantes da Oficina 2 concordam que possuem facilidade em resolver os exercícios de Química, assim como 74% dos alunos participantes da Oficina 1 e 64% dos alunos participantes da Oficina 2 discordam que sejam incapazes de associar a Química ao mundo em que vivem, o que pode ser verificado nos resultados obtidos pelo instrumento 1 (quadros 5 e 6) e pela própria participação desses alunos durante as Oficinas Temáticas. No entanto, como mencionado anteriormente, menos da metade dos alunos participantes das duas Oficinas Temáticas não se interessam ou não gostam de relacionar a química ao seu cotidiano, porém isso não significa ser incapaz de fazer essa relação. Podemos perceber ainda, que a maioria dos alunos participantes das duas Oficinas Temáticas se consideram capazes de seguir o roteiro de um experimento, e capazes de relacionar os experimentos realizados aos conceitos de Química, o que foi verificado durante a aplicação e a análise dos instrumentos 4 e 5 (apêndices D e E).

É essencial ter em mente, que o aprendizado de química deve se conectar ao mundo fora dos muros da escola, não somente para tornar o aprendizado mais estimulante aos alunos, mas também para desenvolver neles a capacidade de usar os conhecimentos e habilidades científicas no contexto do mundo real. A pesquisa realizada por Cheung (2007), assim como a Teoria do Comportamento Planejado (TCP) proposta por Ajzen (1991, 2006), enquanto referencial teórico e metodológico, nos deu embasamento para construir um

instrumento a fim de avaliar o comportamento específico do aluno. Isso nos possibilita refletir sobre a influência de nossas escolhas metodológicas, enquanto educadores, sobre as atitudes e o comportamento desses alunos. Neste sentido, o instrumento 7 mostrou-se satisfatório e complementar aos outros instrumentos propostos, tornando suas informações significativas para nossa análise.

9.9. Instrumento 8 – Avaliação das Oficinas Temáticas

O instrumento 8 (apêndice H) apresenta um questionário com formato de escala Likert baseado em Falk e Storksdieck (2005), que estudaram fatores (contextos físico, pessoal e sociocultural) que facilitam a aprendizagem em contextos não formais. Como mencionado anteriormente, consideramos aplicável à nossa pesquisa a situação de ensino proposta por esses autores, pois a natureza da Oficina Temática se baseia no protagonismo do aluno e não em exposições orais do professor. Além disso, não consideramos fator determinante o contexto físico em nossa pesquisa, utilizamos apenas os contextos pessoal e sociocultural. Neste sentido, a partir dessas considerações, foi construído um instrumento com afirmações abrangendo essas variáveis para que cada aluno pudesse se manifestar, ao final da aplicação de cada Oficina Temática, isto é, por meio desse instrumento, o aluno pode avaliar as aulas realizadas durante as Oficinas Temáticas, e sua interação com outros alunos e com o professor. Foram analisados 27 conjuntos de respostas dos instrumentos relativos à Oficina 1 e 25 conjuntos de respostas dos instrumentos relativos à Oficina 2.

Para a sequência de diferentes afirmações do questionário apresentado pelo instrumento 8, os alunos deviam responder escolhendo entre os itens concordo totalmente (CT), concordo (C), não entendi (NE), discordo (D) e discordo totalmente (DT). Os quadros 20 e 21 trazem os resultados do instrumento 8 referentes às Oficinas 1 e 2, respectivamente.

Individualmente e coletivamente, muitos fatores contribuem significativamente para a qualidade da experiência de se participar de uma Oficina Temática. No questionário apresentado pelo instrumento 8, consideramos alguns fatores nos contextos pessoal e sociocultural, também estudados por Falk e Storksdieck (2005), tais como motivação, expectativas,

interesses, conhecimento e experiência anteriores, mediação social dentro do grupo e mediação facilitada por outros.

Analisando os quadros 20 e 21, verificamos que a maior parte dos alunos consideraram as Oficinas Temáticas estimulantes e facilitadoras de sua aprendizagem. Para a afirmação “facilitou minha aprendizagem”, 96,3% dos alunos participantes da Oficina 1 e 100% dos alunos participantes da Oficina 2 concordam com a mesma. A Oficina Temática se baseou em atividades experimentais relacionadas a um tema de interesse social, tratando os conhecimentos de forma contextualizada, e possibilitando que os alunos participem ativamente do processo de construção de seu próprio conhecimento.

Em nosso grupo de pesquisa, GEPEQ (IQ-USP), os resultados têm nos mostrado que os alunos se envolvem em todas as etapas oferecidas pelas Oficinas Temáticas, facilitando sua aprendizagem, construindo conceitos e percebendo a relação entre a química e o mundo em que vivem. Fatos que também foram observados na realização desta pesquisa, por nós pesquisadores e em alguns momentos pelos próprios alunos. Em relação à afirmação “não contribuiu com minha aprendizagem”, 100% dos alunos participantes da Oficina 1 e 92% dos alunos participantes da Oficina 2 discordam da mesma. Em relação à afirmação “não me trouxe nenhum conhecimento novo”, 100% dos alunos participantes das duas Oficinas Temáticas discordam da mesma. Além disso, a maior parte dos alunos participantes dessas Oficinas Temáticas afirmou que as mesmas permitiram a eles reconstruir suas ideias iniciais sobre o tema estudado, o que pôde ser verificado durante a aplicação do instrumento 6 e as discussões em sala decorrentes dessa atividade, discutidas anteriormente nessa dissertação. É interessante notar ainda, que a maioria dos alunos participantes das duas Oficinas Temáticas afirmou que as atividades realizadas durante as aulas despertaram sua curiosidade por assuntos relacionados à Química. Essa curiosidade ficou evidente durante as discussões em sala (vide item 8.5) e na análise do instrumento 9 (apêndice I), a ser discutido no próximo item.

Afirmações	Número de alunos					Percentual		
1) Analisando as aulas da Oficina Temática, responda:	CT	C	NE	D	DT	C ou CT	NE	D ou DT
1. Facilitou minha aprendizagem.	11	15	0	1	0	96,3%	0%	3,7%
2. Não me interesse por aulas experimentais.	0	0	0	18	9	0%	0%	100%
3. Despertou minha curiosidade por assuntos relacionados à Química.	5	20	0	2	0	92,6%	0%	7,4%
4. Não contribuiu com minha aprendizagem.	0	0	0	15	12	0%	0%	100%
5. Superou minhas expectativas.	2	21	1	3	0	85,2%	3,7%	11,1%
6. Durante a Oficina, encontrei dificuldades para responder às questões.	0	8	1	15	3	29,6%	3,7%	66,7%
7. Não me trouxe nenhum conhecimento novo.	0	0	0	12	15	0%	0%	100%
8. Me fez reconstruir minhas ideias iniciais sobre o tema estudado.	2	17	5	2	1	70,4%	18,5%	11,1%
9. Eu gostaria de realizar outras Oficinas de Química.	13	13	0	1	0	96,3%	0,0%	3,7%
2) Quanto à sua interação com outros alunos e com os professores:	CT	C	NE	D	DT	C ou CT	NE	D ou DT
1. As discussões durante as aulas me ajudaram a refletir melhor sobre o tema.	6	15	3	3	0	77,8%	11,1%	11,1%
2. Realizar o experimento em grupo facilitou nosso trabalho.	14	12	0	0	1	96,3%	0%	3,7%
3. As ideias compartilhadas pelos meus colegas me ajudaram a ter novas visões sobre o assunto estudado.	4	19	0	4	0	85,2%	0%	14,8%
4. Tive a oportunidade de fazer perguntas.	8	19	0	0	0	100%	0%	0%
5. Me senti inibido ao trabalhar em grupo.	0	1	4	16	6	3,7%	14,8%	81,5%
6. Me senti inibido pelos professores para expor minhas ideias perante a sala.	0	1	4	14	8	3,7%	14,8%	82%

Fonte: elaborado pela autora.

Quadro 21 - Resultados do instrumento 8, Oficina 2.

Afirmações	Número de alunos					Percentual		
1) Analisando as aulas da Oficina Temática, responda:	CT	C	NE	D	DT	C ou CT	NE	D ou DT
1. Facilitou minha aprendizagem.	5	20	0	0	0	100,0%	0%	0%
2. Não me interesse por aulas experimentais.	0	1	1	9	14	4%	4%	92%
3. Despertou minha curiosidade por assuntos relacionados à Química.	7	15	2	1	0	88%	8%	4%
4. Não contribuiu com minha aprendizagem.	0	0	2	13	10	0%	8%	92%
5. Superou minhas expectativas.	7	14	2	2	0	84%	8%	8%
6. Durante a Oficina, encontrei dificuldades para responder às questões.	0	9	2	10	4	36%	8%	56%
7. Não me trouxe nenhum conhecimento novo.	0	0	0	16	9	0%	0%	100%
8. Me fez reconstruir minhas ideias iniciais sobre o tema estudado.	4	17	2	2	0	84%	8%	8%
9. Eu gostaria de realizar outras Oficinas de Química.	9	13	2	1	0	88%	8%	4%
2) Quanto à sua interação com outros alunos e com os professores:	CT	C	NE	D	DT	C ou CT	NE	D ou DT
1. As discussões durante as aulas me ajudaram a refletir melhor sobre o tema.	5	18	0	2	0	92%	0%	8%
2. Realizar o experimento em grupo facilitou nosso trabalho.	15	9	0	1	0	96%	0%	4%
3. As ideias compartilhadas pelos meus colegas me ajudaram a ter novas visões sobre o assunto estudado.	6	14	0	5	0	80%	0%	20%
4. Tive a oportunidade de fazer perguntas.	7	14	0	4	0	84%	0%	16%
5. Me senti inibido ao trabalhar em grupo.	2	2	3	15	3	16%	12%	72%
6. Me senti inibido pelos professores para expor minhas ideias perante a sala.	1	1	3	14	6	8%	12%	80%

Fonte: elaborado pela autora.

Para o item “não me interesse por aulas experimentais”, 100% dos alunos participantes da Oficina 1 e 92% dos alunos participantes da Oficina 2 discordam da mesma. Neste sentido, a experimentação no ensino de Química é capaz de ampliar o tema em estudo, levando o aluno a compreender que os conceitos químicos são construídos a partir da observação e da experimentação, isto é, a experimentação pode trazer oportunidades de familiarização com o processo científico. No entanto, não basta apenas realizar um experimento. O professor deve planejar e estruturar a aula experimental para que tenha um caráter investigativo, a fim de despertar a curiosidade dos alunos, e envolvê-los na realização das atividades, de maneira que compreendam os conceitos químicos. Neste sentido, Suart e Marcondes (2009) afirmam que:

As atividades experimentais, tanto no Ensino Médio como em muitas universidades, ainda são muitas vezes tratadas de forma acrítica e aproblemática. Pouca oportunidade é dada aos alunos no processo de coleta de dados, análise e elaboração de hipóteses. O professor é o detentor do conhecimento e a ciência é tratada de forma empírica e algorítmica. O aluno é o agente passivo da aula e a ele cabe seguir um protocolo proposto pelo professor para a atividade experimental, elaborar um relatório e tentar ao máximo se aproximar dos resultados já esperados (SUART; MARCONDES, 2009, p. 51).

Portanto, a partir da experimentação, devemos despertar o interesse dos alunos e envolvê-los nas investigações científicas, para que os mesmos desenvolvam, entre outras habilidades, a capacidade de observar, criar hipóteses e resolver problemas, compreendendo ainda, os conceitos científicos. Por isso, independentemente de o experimento ser demonstrativo ou realizado pelos alunos, havendo um planejamento adequado por parte do professor, ou seja, o professor elaborando atividades que possibilitem ao aluno questionar, refletir e participar ativamente de todo o processo, esses experimentos irão proporcionar ao aluno interpretar os fenômenos químicos, bem como a troca de saberes entre os sujeitos participantes.

É interessante notar também, que a maior parte dos alunos participantes das duas Oficinas Temáticas afirmaram que essas oficinas superaram as suas expectativas, além de a maioria concordar com a afirmação “eu gostaria de realizar outras Oficinas de Química”. Isso corrobora o papel das Oficinas Temáticas, que oferecem atividades que visam a discussão e problematização de diferentes temas, aliados aos conteúdos químicos, sendo pedagogicamente

orientadas pelo professor. As Oficinas Temáticas favorecem a aprendizagem, permitindo ao aluno refletir e dar significado ao que ele aprende.

Analisando a interação entre aluno-aluno e aluno-pesquisadora/professor, no geral, para as duas Oficinas Temáticas, os alunos foram capazes de reconhecer que as discussões mediadas pela pesquisadora e as atividades realizadas em grupo facilitaram o seu trabalho e o seu entendimento sobre o assunto tratado. Quanto a afirmação “as discussões durante as aulas me ajudaram a refletir melhor sobre o tema”, 77,8% dos alunos participantes da Oficina 1 e 92% dos alunos participantes da Oficina 2 concordam da mesma, além de a maior parte dos alunos das duas Oficinas Temáticas concordar que o experimento em grupo facilitou o seu trabalho, que as ideias compartilhadas pelos colegas os ajudaram a ter novas visões sobre o assunto estudado, e que tiveram a oportunidade de fazer perguntas, isto é, não se sentiram inibidos pelos professores e nem pelo grupo, participando ativamente das atividades propostas. Cada indivíduo possui a sua história, as suas crenças e as suas experiências. Trabalhar em grupo e realizar discussões possibilitam que uns ajudem os outros a compreender e construir/reconstruir conhecimentos, isto é, cada aluno se torna um mediador para o avanço na aprendizagem do outro. Para Barron (2000), a colaboração com colegas fornece prática na arte do diálogo construtivo. Ao pedir aos alunos que entendam um problema juntos, eles enfrentam desafios de estabelecer quadros de referência comuns, resolver discrepâncias no entendimento, negociar questões de ação individual e coletiva e chegar a um entendimento conjunto. Por isso, é fundamental que a comunicação entre professor e alunos se estabeleça durante o processo de ensino-aprendizagem por meio de uma relação dialógica. A formação do conceito se dá por mediação, então o aluno já traz uma bagagem sociocultural, ou seja, ele já construiu conceitos através de outras interações, afinal ele não está isolado no mundo. Todas as informações que os alunos recebem são processadas de diferentes formas, que dependem do meio ao qual ele está inserido. O professor precisa considerar esses pensamentos e bagagens dos alunos para promover e mediar um processo de construção coletivo do conhecimento. O ideal nesse processo é que haja uma troca de saberes entre professor-aluno e aluno-aluno. Neste sentido, o professor e os alunos formam um conjunto de mediadores do conhecimento que permitirão avanços no aprendizado, o que pode ser favorecido pela realização de trabalhos em grupo.

A respeito das contribuições do trabalho em grupo e do processo de construção coletiva, Leal (2009) assinala que:

Trabalhos em grupo favorecem a interação entre os alunos, propiciando a circulação e o contraste de diferentes posições e a possibilidade da relação ensino aprendizagem entre os colegas; implicam também grande potencial de aprendizagem atitudinal, relacionada à convivência e cooperação interpessoal e à possibilidade para o debate de ideias e posições (LEAL, 2009, p.76).

Sem a participação dos alunos as atividades propostas pelas Oficinas Temáticas perderiam o sentido, e talvez os conhecimentos adquiridos fossem apenas superficiais. Confrontar o conhecimento dos alunos e suas experiências com o conhecimento científico trouxe significado à aprendizagem daqueles alunos. Eles participaram ativamente de uma construção coletiva do conhecimento, e puderam ainda, aliar o conhecimento cotidiano que possuíam com uma nova visão científica. Isso foi resultado da diversidade das atividades comuns e das discussões realizadas em sala. Quanto mais diversificadas forem essas atividades, mais estímulos e maior chance de aproveitamento da sala através de um processo de construção social e coletivo do conhecimento. As Oficinas Temáticas corroboraram para o envolvimento entre os pares e com a aceitação dos alunos pelas atividades propostas.

Neste sentido, fica claro o papel fundamental do professor como mediador das situações de ensino e transformador de sentidos, a importância de sua prática docente, do seu planejamento e das metodologias adotadas para o processo de ensino-aprendizagem.

9.10. Instrumento 9 – Metacognição

A metacognição está relacionada às ações de compreensão e reflexão sobre nossa forma de pensar, isto é, sermos conscientes sobre nossos próprios processos mentais. Neste sentido, a metacognição pode contribuir para fortalecer as relações que estabelecemos com a sociedade e conosco mesmo. Essa é uma estratégia que valoriza a participação dos alunos em prol de aprender progressivamente e de forma significativa. A metacognição “ajuda efetivamente no aprendizado dos alunos, pois eles próprios podem se avaliar e melhorar seu desempenho, levados por um intenso processo reflexivo e de autorregulação” (LOCATELLI, 2014, p. 11).

Ter a oportunidade de refletir sobre a forma como se aprende assegura aos alunos uma participação ativa em seu processo de aprendizagem, uma vez que eles podem refletir sobre seus avanços durante a aprendizagem. A metacognição permite, também, ao professor analisar as habilidades cognitivas de seus alunos, durante o desenvolvimento das atividades propostas. Por isso, o professor deve incentivar os alunos a refletirem sobre seu próprio raciocínio durante as aulas, por meio de situações que favoreçam a metacognição, ou seja, o professor mobiliza o aluno a querer aprender e a dar significado a essa aprendizagem.

Essa tomada de consciência sobre seu próprio raciocínio não é espontânea, de forma que esse é um processo que deve ser desenvolvido continuamente, diariamente, solicitando aos alunos que sempre apresentem explicações coerentes para suas colocações, fazendo-os refletir sobre o que aprendem e como aprendem. Dessa forma, os alunos vão conquistando sua própria forma de justificar seus pensamentos.

Neste sentido, o instrumento 9 (apêndice I) consta de um questionário aberto de metacognição, composto por três questões, para avaliar a participação social e cognitiva dos grupos. As questões propostas eram:

1. O que foi importante para você durante as Oficinas Temáticas?
2. O que você aprendeu sobre os combustíveis?
3. O que você gostaria de saber mais sobre os combustíveis?

No geral, os alunos gostaram das atividades propostas, sobretudo, porque tiveram a oportunidade de ir ao laboratório e porque consideraram que desta forma puderam aproveitar melhor e aprender mais.

A partir das respostas dos alunos foram criadas categorias para a questão “O que foi importante para você durante as Oficinas Temáticas?”, agrupando-se as manifestações por semelhança:

1. Importância em aprimorar o aprendizado

Para essa categoria, algumas respostas produzidas pelos alunos participantes das Oficinas Temáticas foram:

Aluno 1 (Oficina 1): “meu aprendizado, entendi quase a totalidade das aulas e absorvi tudo”.

Aluno 2 (Oficina 1): “foi muito importante para melhorar meu conhecimento sobre os combustíveis”.

Aluno 3 (Oficina 1): “foi importante ter mais conhecimento sobre a matéria”.

Aluno 4 (Oficina 2): “o importante para mim foi aprofundar meus conhecimentos”.

Aluno 5 (Oficina 2): “os novos conhecimentos que adquiri sobre o tema”.

Aluno 6 (Oficina 2): “aprofundar o meu conhecimento sobre a Química, principalmente na área de combustíveis”.

Aluno 7 (Oficina 2): “saber mais o que acontece com cada produto, com as Oficinas Temáticas consegui aprender mais e entender melhor cada experimento”.

Aluno 8 (Oficina 2): “aprofundar meu conhecimento da matéria e ter algumas aulas diferentes, como a aula prática”.

Aluno 9 (Oficina 2): “a oficina me trouxe mais conhecimentos sobre a Química, consegui refletir mais sobre o assunto”.

Por intermédio das respostas produzidas por esses alunos, podemos observar que eles reconhecem, com suas próprias palavras, que conteúdos Químicos foram aprendidos, possivelmente porque puderam aplicar os conhecimentos científicos desenvolvidos durante as aulas das Oficinas Temáticas, sendo capazes de realizar e refletir sobre as atividades propostas a partir do tema combustíveis. Nesse sentido, contextualizar o ensino, problematizando-o, promover atividades investigativas e discussões, lançando desafios aos alunos, mediar a construção do conhecimento do aluno, propiciando a evolução de suas ideias, são ferramentas capazes de promoverem a evolução conceitual dos alunos, considerando ainda, suas concepções prévias acerca dos conceitos químicos.

2. Importância em realizar experimentos científicos ou ir ao laboratório

Para essa categoria, algumas respostas produzidas pelos alunos participantes das Oficinas Temáticas foram:

Aluno 1 (Oficina 1): “foi importante conhecer coisas novas sobre os combustíveis, principalmente saber fazer os testes no laboratório em relação a eles”.

Aluno 2 (Oficina 1): “foi importante para mim sair um pouco da sala e descer para o laboratório”.

Aluno 3 (Oficina 1): “Para mim achei importante de tudo um pouco, mas o que eu achei muito importante foi o experimento da gasolina”.

Aluno 4 (Oficina 1): “realizar a aula no laboratório é sempre mais interessante e aprendemos com mais facilidade o andamento do conteúdo”.

Aluno 5 (Oficina 1): “as aulas em grupo ajudaram com um maior entendimento das aulas, o fato de sair da sala e ir ao laboratório me fez ficar animada com a matéria”.

Aluno 6 (Oficina 1): “essas aulas práticas dão uma boa descontraída e faz mais pessoas se interessarem pela matéria”.

Aluno 7 (Oficina 2): “toda a experiência de trabalhar em conjunto e ver toda experiência com meus próprios olhos”.

Aluno 8 (Oficina 2): “comprovar o que era teorizado e testemunhar os efeitos da Química para realizar experimentos, além de ajudar a estudar a situação para realizar provas”.

Aluno 9 (Oficina 2): “que podemos ter um aprendizado diferente em um local que é pouco utilizado. Uma aula diferente do cotidiano”.

Aluno 10 (Oficina 2): “os experimentos, as discussões e perguntas”.

Como discutido anteriormente, a experimentação no Ensino de Química é uma ferramenta que pode auxiliar a construção de conceitos. É importante ressaltar que a experimentação não deve ser planejada para verificar conceitos estudados ou validar uma teoria, mas deve permitir a interação do estudante com os modelos e explicações científicas, problematizando os conhecimentos de forma crítica, dinâmica e dialógica (GONÇALVES; GALIAZZI, 2004). Na oficina, os alunos tiveram oportunidade de procurar respostas aos problemas lançados nos experimentos, interagir com os colegas e discutir suas ideias, com a orientação da pesquisadora, o que pode ter interessado os alunos, levando-os a reconhecer suas aprendizagens.

3. Importância em aprender novos conceitos

Para essa categoria, algumas respostas produzidas pelos alunos participantes das Oficinas Temáticas foram:

Aluno 1 (Oficina 1): “aprender que para lucrar as pessoas adicionam produtos nos combustíveis e saber a diferença na queima desses combustíveis”.

Aluno 2 (Oficina 1): “o aprendizado de diversas fórmulas químicas, e sobre a gasolina e sua adulteração”.

Aluno 3 (Oficina 1): “foi importante conhecer todos os tipos de combustíveis, para saber qual devemos usar”.

Aluno 4 (Oficina 2): “aprender sobre os combustíveis e o impacto que causa no meio ambiente”.

Aluno 5 (Oficina 2): “aprender sobre combustível, aprender qual é o que menos prejudica o meio ambiente, o combustível que queima mais e que queima menos, se era renovável ou não, a origem do combustível...”.

Aluno 6 (Oficina 2): “criar uma nova base do que é Química”.

Aluno 7 (Oficina 2): “os cálculos”.

Aluno 8 (Oficina 2): “aprender a medir o álcool na gasolina, ver o termômetro e ver a diferença do álcool e do querosene”.

As Oficinas Temáticas propõem atividades experimentais relacionadas a um tema de propósito social, atrelando-o a conhecimentos científicos. A oficina oferecida envolveu os alunos e os levou a construir novos conceitos, fazendo-os

perceber a relação entre a Química e o contexto social, tecnológico e ambiental. Os alunos participantes das Oficinas Temáticas de tema “combustíveis” relataram a possibilidade de aprender diversos novos conceitos Químicos ligados ao tema, além da importância social e econômica e o impacto ambiental dos combustíveis. Cabe lembrar que no processo de construção do conhecimento, o aluno possui papel ativo e o professor deve mediá-lo neste percurso, ajudando-o com os conhecimentos necessários.

4. Importância em estudar assuntos relacionados ao cotidiano

Para essa categoria, algumas respostas produzidas pelos alunos participantes das Oficinas Temáticas foram:

Aluno 1 (Oficina 1): *“bom, para mim foi importante saber com mais detalhes sobre combustíveis, pois é algo que influencia tanto em nossas vidas e que pode ser uma certa prevenção para negligências futuras”.*

Aluno 2 (Oficina 1): *“o conhecimento adquirido por meio das aulas é algo que desfrutarei no meu dia a dia futuro, como os combustíveis”.*

Aluno 3 (Oficina 1): *“uma coisa que foi importante para mim foi aprender coisas novas como ver a diferença entre combustíveis, poluição o que causa e os preços, que há uma grande diferença também com etanol, gasolina, etc. Enfim aprendi coisas que vou usar no dia-a-dia”.*

Aluno 4 (Oficina 1): *“o que eu achei importante foi estudar um pouco das coisas que acontecem diariamente conosco e ver a realidade, o que acontece de verdade”.*

Aluno 5 (Oficina 2): *“aprender coisa importantes para o cotidiano de muitas pessoas”.*

Em uma Oficina Temática, os experimentos são desenvolvidos a partir da problematização do tema. Isso nos permite relacionar o cotidiano do aluno à Química a partir de atividades de caráter investigativo. Analisando as respostas dos alunos, podemos verificar o quanto eles consideram importante poder aplicar o que aprenderam a situações do seu dia a dia. Dá-se, assim, um novo significado ao conhecimento escolar, proporcionando aos alunos que associem esses conhecimentos com as experiências da vida cotidiana, favorecendo e facilitando a aprendizagem, tornando-a mais significativa. Fica claro como as atividades desenvolvidas durante as Oficinas Temáticas puderam favorecer a capacidade dos alunos de influenciar positivamente o seu entorno, quer escolar, quer na comunidade em que vivem.

Para a segunda questão do instrumento 9, “O que você aprendeu sobre os combustíveis”, os participantes das duas Oficinas Temáticas deram respostas que giraram em torno dos conceitos químicos desenvolvidos durante todo o

processo e sua relação com outras dimensões, tais como social, ambiental e econômica. Algumas respostas produzidas pelos alunos participantes das Oficinas Temáticas foram:

Aluno 1 (Oficina 1): “sobre biocombustíveis e a conservação do meio ambiente, e a diferença de combustíveis para biocombustíveis”.

Aluno 2 (Oficina 1): “aprendi que combustível usado de maneira errada pode acometer ao planeta uma série de catástrofes. Aprendi que dependendo do que você por no carro, pode prejudicar tanto o meio ambiente quanto o próprio carro. Aprendi que diesel, gasolina e gás natural são combustíveis fósseis, menos o álcool, que é derivado da cana-de-açúcar”.

Aluno 3 (Oficina 1): “aprendi questões relacionadas ao meio ambiente, aprendi também a analisar quais dos combustíveis rende mais e qual polui mais o nosso ambiente”.

Aluno 4 (Oficina 1): “aprendi que eles geram energia, representado pelo poder calorífico”.

Aluno 5 (Oficina 1): “aprendi sobre o mol de cada combustível”.

Aluno 6 (Oficina 1): “aprendi a verificar quais são mais baratos, mais econômicos e menos poluentes”.

Aluno 7 (Oficina 1): “aprendi quais deles queimam com mais facilidade, qual é mais vantajoso para o motor dos nossos carros, qual polui menos o meio ambiente, a matéria prima utilizada para a produção de tal combustível, aprendi a descobrir quando o combustível está adulterado ou não”.

Aluno 8 (Oficina 1): “queima de diferentes combustíveis e suas respectivas eficiências. E a combustão que ocorre em um motor de 4 tempos”.

Aluno 9 (Oficina 1): “aprendi sobre misturas químicas e as propriedades das substâncias”.

Aluno 10 (Oficina 1): “a composição deles, seu valor e qualidade”.

Aluno 11 (Oficina 1): “a trabalhar melhor com meu grupo, entender a origem detalhada dos combustíveis e a fazer novos experimentos”.

Aluno 12 (Oficina 2): “sobre o poder calorífico e aquele que prejudica mais a natureza”.

Aluno 13 (Oficina 2): “aprendi que alguns combustíveis precisam consumir mais massa para produzir certa quantidade de energia”.

Aluno 14 (Oficina 2): “aprendi sobre os diversos combustíveis consumidos pelas pessoas, sobre seu nível de poluição, sobre preços e também como descobrir se um combustível está adulterado, fora suas matérias primas que foi algo muito importante de se aprender”.

Aluno 15 (Oficina 2): “sobre poder calorífico, qual é o melhor combustível, qual libera menos CO₂ e também como verificar quando a gasolina está adulterada”.

Aluno 16 (Oficina 2): “sobre matérias primas, adulteração, efeitos ao meio ambiente e suas energias”.

Aluno 17 (Oficina 2): “aprendi como funciona, quais são os seus tipos e seus efeitos na sociedade”.

Aluno 18 (Oficina 2): “sobre adulteração na gasolina, com álcool, e descobrir como estava adulterado usando água, pois o álcool tinha mais afinidade com a água e se desprendia da gasolina, vendo o volume da gasolina. Sobre a origem dos combustíveis e a energia que ele produz”.

Aluno 19 (Oficina 2): “de onde vem os combustíveis e suas fórmulas moleculares”.

Aluno 20 (Oficina 2): “que existem vários combustíveis e eu não fazia ideia de como funcionava. Que existe uns que poluem mais que os outros e uns que rendem mais que os outros”.

Analisando as respostas dos alunos, podemos inferir que muitos conceitos Químicos foram construídos ou reconstruídos, mas, sobretudo, verificamos o engajamento deles em relação às questões ambientais, sociais e econômicas inerentes ao tema, e que permeiam a sociedade. Diante dos resultados obtidos, podemos afirmar que as Oficinas Temáticas trouxeram oxigenação à escola, quebrando a rotina de forma agregadora e contribuindo com o processo de aprendizagem dos alunos. Desta forma, sabendo que é possível oferecer um ensino que permita ao aluno mudar o seu mundo interior e exterior, é preciso que o professor reflita sobre as práticas que tem sido utilizadas por ele na escola, a fim de propor estratégias criativas que estimulem o aluno a querer aprender. Para Nascimento et al (2016), é importante o professor de Química utilizar mecanismos favoráveis que contribuam para que os alunos gostem, se sintam motivados e atribuam importância a esta ciência para a sua vida e que estas aulas contribuam para a sua formação crítica e reflexiva.

De acordo com Marcondes (2008):

As inter-relações de conteúdos e de conhecimentos científicos, sociais, políticos que se procuram estabelecer, bem como as reflexões provocadas, contribuem para o desenvolvimento de competências nos estudantes, tais como a argumentação, o enfrentamento de situações, o controle de variáveis, de trabalho em grupo e outras competências importantes para a vida adulta, tanto no mundo do trabalho quanto na sociedade. (Marcondes, 2008, p.73).

Nesse sentido, as Oficinas Temáticas contribuíram para o desenvolvimento de muitas competências nos alunos, conforme já discutido neste trabalho. No entanto, nos chama a atenção o comentário escrito pelo aluno 11, ao citar que uma das coisas que ele pode aprender foi trabalhar melhor com o seu grupo, quer dizer, o aluno tem a sensibilidade de perceber uma importante contribuição desta ferramenta de ensino.

Para a terceira questão do instrumento 9 “O que você gostaria de saber mais sobre os combustíveis”, alguns utilizaram esse espaço para agradecer e dizer que suas expectativas foram atendidas ou superadas, outros trouxeram questões interessantes a respeito do tema. Algumas respostas produzidas pelos alunos participantes das Oficinas Temáticas foram:

Aluno 1 (Oficina 1): “como os combustíveis são feitos”.

Aluno 2 (Oficina 1): “quais são as reações e consequências que podem acontecer ao inalar o cheiro dos combustíveis”.

Aluno 3 (Oficina 1): “creio que todas essas aulas atenderam as minhas expectativas de aprendizagem em relação aos combustíveis. Obrigada professora”.

Aluno 4 (Oficina 1): “gostaria de saber se há algo que não chega em nossos conhecimentos referente a eficiência, extração, tipos de combustíveis, se são agressivos a natureza.... essas coisas”.

Aluno 5 (Oficina 1): “acho que todo o assunto deveria ser estudado por uma parte interessante da matéria e por estarmos presenciando isso. Gostaria mais disso”.

Aluno 6 (Oficina 1): “as produções dos combustíveis”.

Aluno 7 (Oficina 1): “só gostaria que assuntos como este sejam sempre mencionados nas aulas, seja com uma citação, ou aulas dedicadas na semana”.

Aluno 8 (Oficina 2): “gostaria de saber como ele é feito e se existem mais danos ao todo”.

Aluno 9 (Oficina 2): “gostaria de saber como são produzidos os combustíveis”.

Aluno 10 (Oficina 2): “gostaria de saber se existem mais tipos de combustíveis além dos estudados”.

Aluno 11 (Oficina 2): “saber sobre outros combustíveis, outras opções e mais detalhes sobre novas tecnologias para substituí-los”.

Aluno 12 (Oficina 2): “o meio de produção desses combustíveis, exemplo: o etanol vem da cana, mas como?”.

Aluno 12 (Oficina 2): “quais o combustível do foguete?”.

Entre os principais interesses, estão questões biológicas, tecnológicas e de produção dos combustíveis. Como mencionado anteriormente, em função do tempo e número de aulas disponibilizadas, a produção dos combustíveis não foi discutida. Pautou-se em outros tópicos, tais como a qualidade da gasolina, o rendimento energético dos combustíveis, o impacto ambiental e a responsabilidade social de cada um ao escolher um combustível. No entanto, salientamos o interesse e a contribuição desses alunos em relação a outras questões sobre o tema, pertinentes e certamente possíveis de inclusão no planejamento de futuras Oficinas Temáticas.

De acordo com Cardoso e Colinvaux (2000):

o estudo da química deve-se principalmente ao fato de possibilitar ao homem o desenvolvimento de uma visão crítica do mundo que o cerca, podendo analisar, compreender e utilizar este conhecimento no cotidiano, tendo condições de perceber e interferir em situações que contribuem para a deterioração de sua qualidade de vida, como por exemplo, o impacto ambiental provocado pelos rejeitos industriais e domésticos que poluem o ar, a água e o solo. (Cardoso e Colinvaux, 2000, p.401).

Neste trabalho defendemos as ideias de Cardoso e Colinviaux, pois as Oficinas Temáticas oferecem ao aluno a capacidade de ele perceber e relacionar, de forma significativa, os conhecimentos químicos e sua vida social. Mais do que aprender ou memorizar os conceitos científicos, o aluno passa por uma verdadeira transformação social, tornando-se capaz de atuar no mundo real.

O instrumento 9 levou o aluno a refletir sobre os temas e as experiências que viveu durante as Oficinas Temáticas. Usar um instrumento metacognitivo pode permitir que o aluno saiba determinar a compreensão do que estudou ou está estudando, além de conhecer sua própria capacidade e dificuldades. Nosso instrumento permitiu ao aluno refletir sobre a importância das Oficinas Temáticas para ele, isto é, para o seu processo de aprendizagem; sobre o que ele acha que aprendeu durante essas oficinas; e sobre assuntos relacionados ao tema que ele ainda gostaria de explorar ou aprender. Isso nos dá ferramentas para aprimorar ou enriquecer a Oficina Temática desenvolvida. Nesse contexto, o professor e o aluno assumem um papel ativo, tendo um compromisso com o processo de autorregulação da aprendizagem, pois havendo fracasso pode-se identificar tanto dificuldades quanto progressos, avaliando-se o envolvimento do aluno e a metodologia usada pelo professor. Com isso, o professor tem a oportunidade de chance de reorganizar seu planejamento e suas estratégias de ação.

10. Considerações finais e conclusões

Esta pesquisa trouxe elementos para que se pudesse ampliar a compreensão sobre o uso de Oficinas Temáticas no Ensino de Química, e aprofundar as discussões acerca do ensino contextualizado. A ideia foi contribuir para a compreensão do processo de ensino-aprendizagem, tendo a contextualização e a experimentação investigativa, por meio da aplicação de Oficinas Temáticas com enfoque CTSA, como propostas pedagógicas capazes de promoverem a formação científica dos alunos.

Pôde-se verificar o envolvimento dos alunos nas atividades propostas, ainda que a estas não tivessem sido atribuídas notas. A questão da atribuição de nota não interferiu no processo, pois a Oficina Temática, por si só, foi capaz de estimular o interesse e incentivar a participação dos alunos em todas as suas etapas. As atividades propostas contribuíram para o raciocínio dos alunos por

meio da relação entre os conhecimentos prévios desses alunos, os conceitos científicos abordados e o cotidiano. O próprio material utilizados durante as Oficinas Temáticas permitiu a participação do aluno e a mediação do professor, que não fazia o uso de respostas prontas. A maior parte dos alunos participantes dessas Oficinas Temáticas demonstrou entusiasmo pelas atividades desenvolvidas e por poder compreender que os conceitos desenvolvidos se relacionavam às suas vidas. Pôde-se verificar ainda, uma evolução por parte dos alunos em relação aos conhecimentos adquiridos e em relação à sua visão da Química e às suas aulas de Química.

Foram realizadas duas Oficinas Temáticas com tema “combustíveis”. A Oficina 1 foi realizada a fim de verificar alguns aspectos, entre eles, o tempo necessário à sua realização, adequação dos instrumentos, nível de dificuldade conceitual e a interação proporcionada pelas atividades, de forma que pudessem ser realizados os ajustes necessários para a aplicação da Oficina 2. No entanto, em função das respostas satisfatórias da Oficina 1, a mesma foi incluída na análise desta dissertação e foram mantidos todos os instrumentos utilizados em sua aplicação para a realização da Oficina 2.

Em relação à Oficina 1, o professor responsável pela turma não esteve presente na maior parte das aulas desta Oficina, sobretudo nas aulas que envolviam as atividades da Oficina em si. Na Oficina 2, a professora responsável pela turma acompanhou todo o processo. Apesar do professor da turma participante da Oficina 1 não ter estado presente durante as aulas, os resultados foram satisfatórios e houve comprometimento por parte dos alunos que dela participaram. A participação do professor da turma nesse processo é de extrema importância, pois ele tem a oportunidade de refletir sobre sua prática pedagógica, podendo replicar a Oficina Temática, além de aumentar a confiança dos alunos.

As atividades das Oficinas Temáticas foram desenvolvidas por meio da abordagem dos três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1991). Os resultados obtidos com os alunos do Ensino Médio mostraram que essa abordagem possibilitou maior envolvimento e interesse por parte dos alunos em relação às questões sociais, econômicas e ambientais, pois essas atividades priorizaram a problematização de situações do dia a dia e destacaram a construção de conceitos por meio do diálogo.

Inicialmente, aplicou-se um instrumento (apêndice A) por meio de um questionário em escala Likert para conhecermos melhor os indivíduos desta

pesquisa e suas opiniões em relação a Química e as experiências e conhecimentos prévios que possuíam. O objetivo foi investigar como os alunos reconheciam as 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. A partir desse instrumento pudemos observar que, de maneira geral, a maior parte dos alunos relaciona Ciência/Química e cotidiano, percebendo-a no mundo em que vivem, e que eles possuem interesse pela Ciência escolar, considerando que a disciplina de Química estimula seu raciocínio e curiosidade. Em contrapartida, assim como a tendência obtida em pesquisas realizadas em outros países, os alunos que participaram desta pesquisa, também, não estavam motivados a seguirem carreiras científicas. Em relação ao que os alunos gostariam de aprender sobre Química, abordaram-se temas de Química relacionados ao cotidiano que poderiam ser tratados em sala de aula. Os alunos, de maneira geral, demonstram interesse por muitos assuntos, tais como poluição e preservação do ambiente, chuva ácida, tratamento de água, produção e uso de energia, entre outros, o que poderia significar que esses alunos reconheciam a importância desses assuntos para eles ou para a sociedade, mas, talvez, tais temas não estavam sendo tratados devidamente em suas aulas. Evidenciou-se também o desinteresse pelo tema história da Ciência, prenunciando-se que o ensino, de maneira geral, não contribui para que o jovem compreenda como os conhecimentos foram sendo construídos ao longo da nossa história, nem aprecie a beleza do empreendimento humano de geração de conhecimentos. Quanto à visão da Ciência, os alunos responderam 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 mostraram uma visão otimista em relação à Ciência, valorizando a contribuição da Ciência na resolução de diferentes questões, ou apresentando uma visão salvacionista da Ciência, como se ela tivesse o poder de resolver todos os problemas da sociedade. Os alunos demonstraram ainda, uma visão positiva em relação aos cientistas, e considerável parcela dos alunos apresentaram uma visão da Ciência não neutra. No entanto, a maioria dos alunos possuía uma visão distorcida sobre a Ciência ser infalível, possivelmente porque a concepção de Ciência absoluta e infalível é amplamente difundida entre os professores de Ciências, pela mídia e por outras fontes de informação. Porém, muitos alunos demonstraram entender que

ela não é imutável, sofrendo mudanças ao longo da história e desenvolvimento da humanidade.

Na sequência, foi aplicado um instrumento (apêndice B) que apresentava um questionário geral de química com 7 questões que envolviam temas e conteúdos também 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. Pôde-se verificar que as maiores dificuldades dos alunos foram em questões que exigiam cálculos matemáticos e balanceamento de equações químicas, o que refletiu ao longo das aulas da Oficina Temática, sobretudo no momento em que os alunos precisaram comparar a emissão em volume de gás carbônico para os diferentes combustíveis.

Os quatro instrumentos seguintes (apêndices C, D, E e F) foram estruturados nos três momentos pedagógicos. As atividades propostas nesses instrumentos foram organizadas a fim de permitir que os alunos pudessem participar de diferentes estratégias de ensino, tais como, resolver questões problematizadoras, trabalhar em grupo, realizar apresentações orais e experimentos. Isso possibilitou contemplar a abordagem temática por meio de sua problematização, estabelecendo uma atuação docente dinâmica e dialógica em sala de aula. Durante a aplicação dessas atividades, destacaram-se as discussões geradas em torno do tema, pois estas estimularam a participação dos alunos, contribuindo com a problematização das situações de ensino, e com o desenvolvimento do estudo de conceitos químicos. Para tanto, 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. A partir das Oficinas Temáticas foi possível verificar uma postura participativa dos alunos e o seu interesse em relação às questões sociais, econômicas e ambientais envolvidas na temática “combustíveis”, pois suas atividades deram prioridade a contextualização e problematização de situações presentes no dia a dia, o que culminou na construção de conceitos científicos a partir de uma relação dialógica entre professor-aluno e aluno-aluno. Em alguns momentos, quando se fazia necessário o uso de modelos explicativos de Química, esses instrumentos

evidenciaram que parte dos 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 alunos participantes desde o início desta pesquisa afirmaram ter interesse pela Ciência escolar, considerando que a disciplina de Química estimula seu raciocínio e curiosidade. No entanto, os instrumentos (apêndices G, H e I) aplicados após a realização das atividades da Oficina Temática nos permitiram verificar como o interesse dos alunos pela Química se aprimorou quando eles puderam, de fato, perceber que a Ciência fazia parte do seu cotidiano, e que compreender aspectos sociais, econômicos e ambientais a ela relacionados contribuiu com as suas tomadas de decisões diante da proposta contextualizada, investigativa e de resolução de problemas. Os dados discutidos nesta dissertação, obtidos a partir das respostas de alunos que participaram das Oficinas Temáticas, delinearam essa mudança de atitude por parte dos alunos.

Voltando-se aos objetivos 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?

Os resultados obtidos nesta pesquisa nos levam a inferir que a Oficina Temática, da maneira como foi concebida e aplicada, contribuiu para ampliar os conhecimentos químicos dos estudantes, bem como para que estabelecessem relações da química com sua vida e a sociedade. O ensino por meio das oficinas contribuiu para modificar ou ampliar o interesse do aluno pela Química, tornando-a mais envolvente e permitindo, conforme a citação de Cachapuz et al. (2000), que “as aprendizagens se tornem úteis no dia a dia, não numa perspectiva meramente instrumental, mas sim numa perspectiva de ação”.

Os resultados obtidos por meio dessa pesquisa e as reflexões dos alunos sobre as Oficinas Temáticas nos mostram o quanto é possível aplicar esta abordagem metodológica em aula, modificando o ambiente escolar, quebrando a rotina de forma agregadora e contribuindo para que o aluno enxergue a Ciência no mundo em que vive, e nele se encontre, sendo capaz de tomar decisões sobre

problemas da sociedade de natureza científica. Neste sentido, o aprendizado ocorre porque o aluno se interessa pelo mundo, e o professor tem papel fundamental nesse processo, sendo capaz de orientar esse interesse em direção a temas que façam sentido ao aluno. No entanto, para que isso seja possível, é necessário que os conhecimentos desenvolvidos permitam ao aluno interpretar o mundo, tornando-os competentes para intervir em sua realidade.

Espera-se que os resultados obtidos, a partir desta pesquisa, possam contribuir com pesquisadores, professores e coordenadores de ensino, fornecendo dados que colaborem com as discussões sobre o processo de ensino e aprendizagem de Ciências, de maneira a torná-lo mais atrativo e interessante aos alunos, fomentando ainda novos interesses de estudo.

11. Referências bibliográficas

- ACEVEDO DÍAZ, J. A. **Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS**. Revista Borrador, v. 13, 1996.
- AIKENHEAD, G. S. (Org.). **STS education-international perspectives on reform**. 1ed. New York: Teachers College Press, p. 11-20, 1994.
- AIKENHEAD, Glen 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.
- AJZEN, I. **Behavioral interventions based on the Theory Planned Behavior**. 2006. Disponível em:
<<http://people.umass.edu/aizen/pdf/tpb.intervention.pdf>>. Acesso em: junho de 2017.
- ANDERSON, I. K. **The Relevance of Science Education: As seen by Pupils in Ghanaian Junior Secondary Schools**. 376 p. Tese (Doctor of Philosophy) – Department of Mathematics and Science Education, University of the Western Cape, 2006.
- ANP. **Cartilha do posto revendedor de combustíveis / Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**. - 6 ed. Rio de Janeiro: ANP, 2017, 22 p. Disponível também em formato eletrônico através do sítio: www.anp.gov.br.
- AULER, D. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de Ciências**. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- BARRON, B. **Achieving coordination in collaborative problem-solving groups**. The Journal of the Learning Sciences, 9 (4), 403-436, 2000.
- BYBEE, R. W. E.; DEBOER, G. E. **Research on Goals for the Science Curriculum**. In: Gabel, D.L. (Ed.). Handbook of Research in Science Teaching and Learning. New York: McMillan, 1994.
- BRASIL (país). Ministério da Educação – Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.
- BRASIL (país). Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (Terceira Versão)**. Brasília, DF: MEC, 2017. Disponível em:

http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_publicacao.pdf.
Acesso em: 16 jun. 2020.

- BRASIL (país) Secretaria de Educação Média e Tecnológica - Ministério da Educação e Cultura. **Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Médio: Bases Legais**. Brasília: MEC/SEMTEC, v. 1, 2000.
- CACHAPUZ, A. F.; PRAIA, J. F.; JORGE, M. P. **Perspectivas de Ensino das Ciências**. In: A. Cachapuz (Org.). Formação de Professores/Ciências. Porto: CEEC, 2000.
- CACHAPUZ, et al. (Org.). **A necessária renovação do ensino das Ciências**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 264p, 2011.
- CARDOSO, S. P.; COLINVAUX, D. **Explorando a motivação para estudar Química**. Revista Química Nova, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 401-404, 2000.
- CARVALHO, A M. P.; SANTOS, E. I.; AZEVEDO, M. C. P. S.; DATE, M. P. S.; FUJII, S. R. S.; NASCIMENTO, V. B. **Termodinâmica: um ensino por investigação**. São Paulo: USP, 1999.
- CELEGHINI, R. M. S.; FERREIRA, L. H.; VILEGAS, J. H. Y. **Levantamento do perfil do usuário do plantão de dúvidas do setor de química do CDCC**. 1999. Disponível em:
<<http://www.moderna.com.br/artigos/quimica/0017>>. Acesso em: 05 ago. 2018.
- CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS **Formação de recursos humanos em áreas estratégicas de Ciências, tecnologia e inovação**. Brasília: CGEE, 2015. 288 p. Disponível em:
<<http://www.cgee.org.br/atividades/redirect.php?idProduto=6396>>. Acesso em: 03 ago. 2018.
- CHANG, S. N., YEUNG, Y. Y., CHENG, M. H. **Ninth Graders' Learning Interests, Life Experiences and Attitudes Towards Science & Technology**. Journal of Science Education and Technology, v. 18, n. 5, p. 447-457, abr. 2009.
- CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 2. ed. Ijuí: Unijuí, 2001, 438 p. (Coleção Educação em Química).
- 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.

- DAZZANI, M.; CORREIA, P. R. M.; OLIVEIRA, P.; MARCONDES, M. E. R. **Explorando a Química na Determinação do Teor de Álcool na Gasolina**. Química Nova na Escola, 17, 42-45, 2003.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1991.
- DELIZOICOV, D.; AULER, D. **Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de Ciências**. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 5, n. 2, p. 337-355, 2006.
- DUARTE et al. **A importância da História da Ciência na perspectiva de alunos do Ensino Médio: a investigação em uma escola no Pontal do Triângulo Mineiro**. XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ) – Brasília, DF, Brasil, p. 1-9, 2010.
- FALK, J.; STORKSDIECK, M. **Learning science from museums**. História, Ciências e Saúde, Rio de Janeiro, vol.12(supl.), p. 117-143, 2005.
- FAPESP. **Percepção pública da Ciência e da tecnologia no Estado de São Paulo**. In: indicadores de Ciência, tecnologia e inovação em São Paulo – 2010. São Paulo: FAPESP, v. 2, p. 12-51, 2011. Disponível em: <<http://www.fapesp.br/indicadores/2010/volume2/cap12.pdf>>. Acesso em: 03 ago. 2018.
- FARIAS, F. C.; MONTEIRO, L. G. **Oficina Temática sobre o pré-sal e sua aplicação no Ensino de Química**. IX Congresso Internacional sobre Investigación em Didáctica de las Ciencias, Girona, p. 1296-1300, 2013.
- FERREIRA, L. H.; HARTWING, D. R.; OLIVEIRA, R. C. **Ensino Experimental de Química: Uma abordagem investigativa contextualizada**. Química Nova na Escola, 32(2), 101-106, 2010.
- FREIRE, P. **Educação e mudança**. Rio de Janeiro, RJ: Paz e Terra, 1979.
- FREIRE, P. **Extensão ou comunicação**. Rio de Janeiro, RJ: Paz e Terra, 1980.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17º ed. Rio de Janeiro, RJ: Paz e Terra, 1987.

- FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. 25° ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- GAIA, A. M.; ZAMBOM, D. M.; AKAHOSHI, L. H.; MARTORANO, S. A. A.; MARCONDES, M. E. R. **Aprendizagem de conceitos químicos e desenvolvimento de atitudes cidadãs: O uso de Oficinas Temáticas para alunos do Ensino Médio**. Anais do XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ), UFPR, Curitiba, PR, 2008.
- GEPEQ/IQ-USP. **Interações e transformações I: elaborando conceitos sobre transformações químicas**. 9a ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005.
- GONÇALVES, P.F.; GALIAZZI, C.M. **A natureza das atividades experimentais no ensino de ciências**. In: MORAES, R.; MANCUSO, R. Educação em ciências: produção de currículos e formação de professores. Ijuí: Unijuí, p. 237-252, 2004.
- GIL PEREZ, D. VALDES CASTRO, P. **La orientación de las practicas de laboratorio como invetigagación: un ejemplo ilustrativo**. *Enseñanza de las ciencias*, 14 (2), 1996.
- GIORDAN, M. **O papel da experimentação no Ensino de Ciências**. *Química Nova na Escola*, n. 10, p. 43-49, nov 1999.
- GOI, M. E. J.; SANTOS, F. M. T. **Reações de combustão e impacto ambiental por meio da resolução de problemas e atividades experimentais**. *Química Nova na Escola*, 31(3), 203-209, 2009.
- KIOURANIS, N. M. M.; SILVEIRA, M. P. **Combustíveis: uma abordagem problematizadora para o Ensino de Química**. *Química Nova na Escola*, 39(1), 68-74, 2017.
- GOUW, A. M. S.; BIZZO, N. M. V. **A percepção dos jovens brasileiros sobre suas aulas de Ciências**. *Educ. rev.* [online]. n.60, pp.277-292, 2016.
- HODSON, D. **Experiments in science and science teaching**. *Educational Philosophy and Theory*, v. 20, n. 2, p. 53-66, 1988.
- HODSON, D. **Time for action: Science education for an alternative future**. *International Journal of Science Education*, v. 25, n. 6, p. 645-670, 2003.
- HÖTTECKE, D.; SILVA, C. C. **Why implementing history and philosophy in school science education is a challenge: an analysis**

- of obstacles.** Science & Education, Dordrecht, v. 20, n. 3-4, p. 293-316, 2011.
- LEAL, M. C. **Didática da Química: Fundamentos e práticas para o ensino médio.** 1 ed. Belo Horizonte: Editora Dimensão, 2009.
 - LOCATELLI, S. W. **Tópicos de Metacognição: para aprender e ensinar melhor.** 1. ed. Curitiba, Appris, 2014.
 - MARCONDES, M. E. R. et al. **Oficinas Temáticas no Ensino Público: formação continuada de professores.** São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2007, 107p.
 - 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, vol. 7, 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.
 - NARDI, R. **Questões Atuais no Ensino de Ciências.** São Paulo: Escrituras, 1998.
 - Nascimento, I. C. **Conteúdos de química e contextualização: articulações realizadas por alunos do ensino médio.** São Paulo. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, 2017.
 - NASCIMENTO, P.H.L.; FERNANDES, C.L.; NETO, J.G.S.; SILVA, T.P. **As concepções de um grupo de estudantes do ensino médio em relação às aulas de química em uma escola pública da cidade de Itatuba-PB.** In: Anais do III Congresso Nacional de Educação, 2016.
 - OSBORNE, J.; SIMON, S.; COLLINS, S. **Attitudes towards science: a review of the literature and its implications.**, International Journal of Science Education v. 25, n. 9, p. 1049-1079, Sep 2003.
 - OSKAMP, S.; SCHULTZ, P. W. **Attitudes and opinions** (3rd ed.). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2005.
 - PAZINATO, M. S. **Alimentos: uma temática geradora do conhecimento químico.** Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências). Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2012.

- PAZINATO, M. S.; BRAIBANTE, M. E. F. **Oficina Temática Composição Química dos Alimentos: Uma Possibilidade para o Ensino de Química**. Química Nova na Escola, v. 36, N° 4, p. 289-296, 2014.
- PELLA, M. O. **The laboratory and science teaching**. The Science Teacher 28, p. 20-31, 1961.
- PeNSE . **Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar**. 2015. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv97870.pdf>>. Acesso em: novembro de 2019.
- PINAFO, J. **O que os jovens têm a dizer sobre Ciência e Tecnologia? Opiniões, interesses e atitudes de estudantes em dois países: Brasil e Itália** / Jaqueline Pinafo; orientação Nelio Marco Vincenzo Bizzo. São Paulo: s.n., 2016.
- PISA (2015). **Relatório nacional**. Brasília: INEP, 2015. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/guest/acoes-internacionais/pisa/resultados>>. Acesso em: janeiro de 2020.
- REDPOP. **Declaração de ZACATECAS**. Congreso Nacional de Divulgación de La Ciencia y La Técnica, 19. Zacatecas: UNESCO, SOMEDICYT, 20-24 mai. 2013. Disponível em: <http://redpop.uaz.edu.mx/c/document_library/get_file?uuid=20800db1-701d-484c-ba1a-45aa57680f58&groupId=235123>. Acesso em: junho de 2017.
- SANTOS, W. L. P. **EDUCAÇÃO CTS E CIDADANIA: CONFLUÊNCIAS E DIFERENÇAS**. AMAZÔNIA - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas V.9 – nº 17 - jul. 2012/dez., p.49-62, 2012.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS no contexto da educação brasileira**. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, v. 2, n. 2, p. 133-162, 2002.
- SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Função social: o que significa Ensino de Química para formar o cidadão?** Química Nova na Escola, n. 4, 28-34, 1996.
- SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação Química: compromisso com a cidadania**. 3 ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2003.
- SANTOS-GOUW, A. M. **As opiniões, interesses e atitudes dos jovens brasileiros frente à Ciência: uma avaliação em âmbito nacional**. 242

- f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, SP, 2013.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. **Proposta curricular do Estado de São Paulo: Química** / Coord. Maria Inês Fini. São Paulo: SEE, 2008.
 - SASSERON, L. H., CARVALHO, A. M. P. **Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica**. Investigações em Ensino de Ciências, v.16, n.1, p. 59-77, 2011.
 - SHAH, R. **Breakthroughs for Development**. Science, v. 333, issue 6041, p. 385, 2011.
 - SILVA, E. L.; MARCONDES, M. E. R. **Visões de contextualização de professores de Química na elaboração de seus próprios materiais didáticos**. Ensaio, v. 12, n. 1, p. 101-118, 2010.
 - SILVA, M. A. E.; PITOMBO, R. M. **Como os alunos entendem queima e combustão: contribuições a partir das representações sociais**. Química Nova na Escola, n. 23, p. 23-26, 2006.
 - SILVA, E. L. ; SOUZA, F. L. ; MARCONDES, M. E. R. **"Transformações Químicas" e "Transformações Naturais": um estudo das concepções de um grupo de estudantes do Ensino Médio**. Educación Química, v. 19, p. 114-120, 2008.
 - SJOBERG, S. **Science Education: The voice of the learners**. Brussels, 2004. Disponível em:
<<http://roseproject.no/network/countries/norway/eng/nor-sjoberg-eu2004.pdf>>. Acesso em: junho de 2017.
 - SOUZA, S.S.; ANDRADE, D.; LIMA, J. P. M. **Oficina temática: simulando a produção de chuva ácida como um tema norteador para o estudo de óxidos**. Scientia Plena 10, 2014.
 - SOUZA, F. L.; MARCONDES, M. E. R.; SANTOS JR., J. B. **Formação Continuada de Professores em um grupo Colaborativo: uma análise a partir da teoria do comportamento planejado**. In: X Encontro Nacional de Ensino de Ciências, 2015, Águas de Lindóia. Anais do X ENPEC. RJ: Editora da Abrapec, v. 1. p. 1-8.
 - STRIEDER, R. B. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas**. 2012. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências), Universidade de São Paulo, São Paulo.

- SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. **A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química.** Ciências & Cognição, v. 14, n. 1, p. 50-74, 2009.
- 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.
- SULZBACH, A. C.; BRAIBANTE, M. E. F.; STORGATTO, G. A. **A Bioquímica do Glúten através de Oficinas Temáticas.** Revista Ciência e Natura, Santa Maria, v. 37, n. 3, p. 767-776, 2015.
- TEIXEIRA, L. S. G. et al. **Studies on the Effects of Solvents on the Physicochemical Properties of Automotive Gasoline.** Society of Petroleum Engineers - SPE, v.69587, p. 1-6, 2001.
- TAKESHITA, E. V. **Adulteração de gasolina por adição de solventes: análise dos parâmetros físico-químicos.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2006.
- TERUYA, L. C.; MARSON, G. A. **A imagem pública da química em jornais de grande circulação no Brasil.** In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2013, Águas de Lindóia. Atas do IX encontro nacional de pesquisa em educação em Ciências.
- TOMEI, A. F. 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, (2), p. 84-91, 2013.
- WONG, A. L. F.; FRASER, B. J. **Environment-attitude associations in the chemistry laboratory classroom.** Research in Science and Technological Education, v. 64, p. 29-40, 1996.
- ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar.** Trad.Ernani F. Da F. Rosa.Porto Alegre: Artmed,1998. p.53-87.
- ZANON, D. A. V.; FREITAS, D. **A aula de Ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem.** Ciências & Cognição Ano 04, Vol 10: 93-103, 2007.

- ZULIANI, S.R.Q.A.; ÂNGELO, A.C.D. **A utilização de metodologias alternativas: o método investigativo e a aprendizagem de química.** In: NARDI, R. (Org.). Educação em Ciências: da pesquisa à prática docente. São Paulo: Escrituras. p. 69-80, 2001.

APÊNDICES

APÊNDICE A - INSTRUMENTO 1

Nome:	
Escola:	
Série:	Idade:
Data:	
<p>Instruções: Este questionário é um instrumento de coleta de dados para uma pesquisa de Mestrado do Programa Interunidades em Ensino de Ciências na modalidade Ensino de Química da Universidade de São Paulo (USP). Ele possui afirmações relacionadas a você, suas experiências e seus interesses, por isso não há respostas certas ou erradas, apenas respostas sinceras, que são certas para você. Assim, pedimos a sua colaboração, pois suas respostas serão muito importantes para que possamos desenvolver uma pesquisa em Ensino de Ciências que contribua com a educação. Para todas as afirmações de cada item assinale sua resposta com x na opção escolhida por você.</p> <p>Obrigada!</p>	

Leia os textos abaixo antes de responder às afirmações.

A química é o ramo da Ciência que estuda as transformações da matéria. Estas acontecem através das reações químicas – mediante as quais uma substância se transforma em outra –, de propriedades muito diferentes daquelas iniciais. Qualidades materiais como resistência ao choque, solubilidade em água, cheiro, sabor, cor, brilho, estado físico (sólido, líquido ou gasoso) e a capacidade de continuar reagindo podem sofrer alterações drásticas.¹

Utilize a legenda abaixo para o questionário:

CT = Concordo Totalmente C = Concordo NE = Não Entendi D = Discordo DT = Discordo Totalmente

1) Analisando o mundo em que você vive, a Química:

Afirmações	CT	C	NE	D	DT
Explica parte do funcionamento do corpo humano.	☐	☐	☐	☐	☐
Não está relacionada a processos naturais, como o amadurecimento de frutas.	☐	☐	☐	☐	☐
É responsável pela poluição do meio ambiente.	☐	☐	☐	☐	☐
Me ajuda a escolher o combustível mais econômico.	☐	☐	☐	☐	☐
Ajuda as pessoas a tomarem atitudes responsáveis e cidadãs.	☐	☐	☐	☐	☐

É importante para conscientizar as pessoas sobre coleta seletiva de lixo.	☐	☐	☐	☐	☐
É responsável pelo aquecimento global e pelo efeito estufa.	☐	☐	☐	☐	☐
Está presente em todas as indústrias.	☐	☐	☐	☐	☐
Pode facilitar o trabalho de um cozinheiro.	☐	☐	☐	☐	☐
Está presente na área da saúde.	☐	☐	☐	☐	☐
Contribui para o desenvolvimento de novas fontes de energia, como por exemplo, a energia nuclear.	☐	☐	☐	☐	☐
Conscientiza as pessoas a usarem os recursos naturais (água e solo, por exemplo) com responsabilidade, e a poluírem menos.	☐	☐	☐	☐	☐
Contribui para ataques terroristas.	☐	☐	☐	☐	☐

2) Pensando na Química como uma área de Pesquisa Científica, ela:

Afirmações	CT	C	NE	D	DT
Permite avanços na descoberta de vacinas e medicamentos.	☐	☐	☐	☐	☐
Busca soluções para resolver questões ambientais, como tratamento de água e esgoto, coleta seletiva e reciclagem do lixo.	☐	☐	☐	☐	☐
Promove avanços tecnológicos, como o desenvolvimento de baterias de celular energeticamente mais duráveis.	☐	☐	☐	☐	☐
A pesquisa não se preocupa com questões sociais durante sua aplicação.	☐	☐	☐	☐	☐
Pode contribuir para melhorar a qualidade de vida.	☐	☐	☐	☐	☐
É pouco acessível à população, sendo produzida apenas em Universidades.	☐	☐	☐	☐	☐
No Brasil não há pesquisa científica em Química.	☐	☐	☐	☐	☐
Resolverá o problema da falta de água nos próximos anos.	☐	☐	☐	☐	☐
Possibilita o desenvolvimento de armas mais poderosas.	☐	☐	☐	☐	☐
Promove o desenvolvimento de fontes energéticas menos poluentes, como os Biocombustíveis.	☐	☐	☐	☐	☐
Não contribui com o combate ao uso de drogas lícitas e ilícitas.	☐	☐	☐	☐	☐

Traz consequências ruins ao meio ambiente.	☐	☐	☐	☐	☐
É influenciada por interesses econômicos.	☐	☐	☐	☐	☐

3) A matéria de Química:

Afirmações	CT	C	NE	D	DT
Aborda conhecimentos que utilizo em meu dia a dia.	☐	☐	☐	☐	☐
Não é interessante para mim.	☐	☐	☐	☐	☐
Me tornará um cidadão mais consciente e responsável.	☐	☐	☐	☐	☐
Deveria ser obrigatória apenas para quem quer seguir nessa área.	☐	☐	☐	☐	☐
Estimula meu raciocínio e minha curiosidade.	☐	☐	☐	☐	☐
É útil apenas para prestar o vestibular.	☐	☐	☐	☐	☐
Aumenta meu interesse pela natureza.	☐	☐	☐	☐	☐
Me faz pensar em ser cientista.	☐	☐	☐	☐	☐
Aumenta meu interesse pela tecnologia.	☐	☐	☐	☐	☐
Aborda conteúdos que não se relacionam com a minha vida.	☐	☐	☐	☐	☐
Me ajuda a entender e a pensar em soluções para problemas ambientais.	☐	☐	☐	☐	☐
Me ajuda a entender conteúdos de outras matérias escolares.	☐	☐	☐	☐	☐

4) Você gostaria de aprender sobre:

Afirmações	CT	C	NE	D	DT
Os alimentos e sua energia.	☐	☐	☐	☐	☐
Poluição e preservação do ambiente.	☐	☐	☐	☐	☐
Quantidade de vitamina C nos alimentos.	☐	☐	☐	☐	☐
Combustíveis e biocombustíveis.	☐	☐	☐	☐	☐

Chuva ácida.	☐	☐	☐	☐	☐
Tratamento de água.	☐	☐	☐	☐	☐
Fluorescência e estrutura atômica.	☐	☐	☐	☐	☐
O princípio de funcionamento dos Bafômetros.	☐	☐	☐	☐	☐
História da Ciência.	☐	☐	☐	☐	☐
Produção de alimentos e a fome no mundo.	☐	☐	☐	☐	☐
Produção e uso de energia.	☐	☐	☐	☐	☐
Processos industriais e tecnológicos.	☐	☐	☐	☐	☐
Uso de recursos naturais (água, solo e minérios).	☐	☐	☐	☐	☐
O efeito das drogas (álcool, tabaco e ilícitas) no organismo.	☐	☐	☐	☐	☐

5) Como você enxerga a Ciência:

Afirmações	CT	C	NE	D	DT
Os cientistas são sempre objetivos, isto é, não sofrem influência da sociedade em seus trabalhos.	☐	☐	☐	☐	☐
Apenas pesquisas científicas que interessam ao país devem ser desenvolvidas.	☐	☐	☐	☐	☐
Os conhecimentos científicos que se têm hoje podem ser contestados por meio de novas pesquisas.	☐	☐	☐	☐	☐
Todas as pessoas devem ter conhecimentos científicos para refletirem melhor sobre o mundo em que vivem.	☐	☐	☐	☐	☐
Os cientistas sempre se preocupam com os efeitos/consequências nocivos (ruins) provenientes de sua pesquisa.	☐	☐	☐	☐	☐
A Ciência é influenciada pelo governo do país e pela sociedade.	☐	☐	☐	☐	☐
A Ciência resolve problemas sociais, como a fome e a alimentação.	☐	☐	☐	☐	☐
Muitos problemas atuais estão relacionados com a Ciência.	☐	☐	☐	☐	☐
A Ciência produz conhecimentos que são verdades absolutas.	☐	☐	☐	☐	☐

Referências:

1. Vanin, José Atílio. Alquimistas e Químicos: o passado, o presente e o futuro. 1º Ed. São Paulo: Moderna, 1994 (Coleção Polêmica).

APÊNDICE B - INSTRUMENTO 2

Nome:		N°
Escola:		
Série:	Idade:	
Data:		
<p>Instruções: Este questionário é um instrumento de coleta de dados para uma pesquisa de Mestrado do Programa Interunidades em Ensino de Ciências na modalidade Ensino de Química da Universidade de São Paulo (USP). Ele possui perguntas gerais de Química. Não se preocupe em ter que acertar todas as respostas, apenas faça o máximo possível, de acordo com todo o conhecimento que você possui, sem consultar qualquer material ou o colega ao lado. Pedimos a sua colaboração para a resolução destas questões, pois suas respostas serão muito importantes para que possamos desenvolver uma pesquisa em Ensino de Ciências que contribua com a educação.</p> <p>Obrigada!</p>		

1. (ENEM - 2012) Suponha que você seja um consultor e foi contratado para assessorar a implantação de uma matriz energética em um pequeno país com as seguintes características: região plana, chuvosa e com ventos constantes, dispondo de poucos recursos hídricos e sem reservatórios de combustíveis fósseis.

De acordo com as características desse país, a matriz energética de menor impacto e riscos ambientais é a baseada na energia

- a) dos biocombustíveis, pois tem menor impacto ambiental e maior disponibilidade.
- b) solar, pelo seu baixo custo e pelas características do país favoráveis à sua implantação.
- c) nuclear, por ter menor risco ambiental e ser adequada a locais com menor extensão territorial.
- d) hidráulica, devido ao relevo, à extensão territorial do país e aos recursos naturais disponíveis.
- e) eólica, pelas características do país e por não gerar gases do efeito estufa nem resíduos de operação.

2. (ENEM – 2010 – Adaptada)

Um dos principais constituintes da gasolina é o octano (C_8H_{18}). Por meio da combustão do octano é possível a liberação de energia, permitindo que o carro entre em movimento. A equação abaixo, não balanceada, representa a reação química desse processo:

- a) Apresente o balanceamento da equação de combustão do octano.
- b) Qual o volume de dióxido de carbono (CO_2) liberado na queima de 228 g de octano (C_8H_{18}). Dados: Volume de 1 mol do gás = 24 L

Massa molar do octano (C_8H_{18}) = 114 g/mol

Massa molar do dióxido de carbono (CO_2) = 44 g/mol

3. (ENEM - 2003) Os acidentes de trânsito, no Brasil, em sua maior parte são causados por erro do motorista. Em boa parte deles, o motivo é o fato de dirigir após o consumo de bebida alcoólica. A ingestão de uma lata de cerveja provoca uma concentração de aproximadamente 0,3 g/L de álcool no sangue. A tabela abaixo mostra os efeitos sobre o corpo humano, provocados por bebidas alcoólicas em função de níveis de concentração de álcool no sangue:

Concentração de álcool no sangue (g/L)	Efeitos
0,1 - 0,5	Sem influência aparente, ainda que com alterações clínicas
0,3 - 1,2	Euforia suave, sociabilidade acentuada e queda da atenção
0,9 - 2,5	Excitação, perda de julgamento crítico, queda da sensibilidade e das reações motoras
1,8 - 3,0	Confusão mental e perda da coordenação motora
2,7 - 4,0	Estupor, apatia, vômitos e desequilíbrio ao andar
3,5 - 5,0	Coma e morte possível

(Revista Pesquisa FAPESP no 57, setembro 2000)

Uma pessoa que tenha tomado três latas de cerveja provavelmente apresenta

- a) queda de atenção, de sensibilidade e das reações motoras.
- b) aparente normalidade, mas com alterações clínicas.
- c) confusão mental e falta de coordenação motora.
- d) disfunção digestiva e desequilíbrio ao andar.
- e) estupor e risco de parada respiratória.

4. (ENEM – 2000 – Adaptada)

Determinada Estação de tratamento de água trata cerca de **108 x 10⁶ litros** de água por hora. Para evitar riscos de fluorose (manchas, em geral esbranquiçadas, que aparecem nos dentes por excesso de flúor), a concentração máxima de fluoretos nessa água não deve exceder cerca de **1,5 mg** por litro de água. A quantidade máxima dessa espécie química que pode ser utilizada com segurança, no volume de água tratada em uma hora, nessa Estação, é:

- a) 1,5 kg b) 4,5 kg c) 96 kg d) 124 kg e) 162 kg

5. (Nascimento, I.C.) No rótulo de um suco de uva “concentrado”, encontra-se a seguinte informação:

Modo de preparo: colocar 1 parte de suco concentrado e 4 partes de água

Assim, para se preparar 1 litro (1000 mL) do suco, devem ser misturados os seguintes volumes:

_____ mL do suco concentrado e _____ mL de água.

6. (Nascimento, I.C.) Muito materiais que utilizamos em nosso dia a dia são extraídos da natureza ou formam obtidos pela ação humana. Pensando nisso complete as frases a seguir indicando a matéria-prima dos seguintes materiais:

- a) A gasolina é obtida de _____
- b) O álcool combustível é obtido de _____
- c) O aço é obtido de _____
- d) O sal de cozinha é obtido de _____
- e) O biodiesel é obtido de _____

7. (FUVEST - Adaptada) O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é um indicador do nível de desenvolvimento socioeconômico de um dado país que leva em conta, simultaneamente, diversos aspectos, tais como expectativa de vida, índice de mortalidade infantil, grau de escolaridade e poder de compra da população. Assim, quanto maior o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), maior o desenvolvimento do país, e consequentemente maior o consumo anual de energia per capita (TEP). A relação entre o consumo anual de energia per capita (TEP) e o IDH, em vários países, está indicada no gráfico abaixo, no qual cada ponto representa um país.

Fontes: Agência Internacional de Energia - consumo de energia de 2003;
Organização das Nações Unidas - IDH de 2005.

Com base nesse conjunto de dados, pode-se afirmar que:

- a) o IDH cresce de forma linear com o consumo anual de energia per capita.
- b) o IDH aumenta, quando se reduz o consumo anual de energia per capita.
- c) países com alto desenvolvimento apresentam o mesmo consumo anual de energia per capita.
- d) a obtenção de IDH superior a 0,8 requer consumo anual de energia per capita superior a 4 TEP.
- e) países com baixo desenvolvimento apresentam baixo consumo anual de energia per capita.

Referências

1. ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio. INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira.
2. Nascimento, I.C. Conteúdos de química e contextualização: articulações realizadas por alunos do Ensino Médio. São Paulo, 2017.
3. FUVEST – Fundação Universitária para o Vestibular.

APÊNDICE C - INSTRUMENTO 3

Muito se tem ouvido falar sobre o aumento de preço da gasolina e suas consequências. Sabemos que gasolina é uma mistura de hidrocarbonetos obtida a partir da destilação fracionada do petróleo. No Brasil, antes de sua comercialização, adiciona-se álcool anidro (etanol anidro) à gasolina. Segundo a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), a porcentagem obrigatória de etanol anidro combustível que deve ser adicionado na gasolina é de 25% (para gasolina Premium), e de 27% (para gasolina comum e aditivada desde 16/03/2015), sendo que a margem de erro é de 1% para mais ou para menos. No entanto, muitos donos de postos de combustíveis e de distribuidoras fazem adulterações na gasolina, misturando-a com outros solventes mais baratos, com a finalidade de poder vender uma gasolina “mais barata” e lucrar em cima do prejuízo dos proprietários dos veículos.

Além disso, com o aumento da gasolina, muita gente que tem carro flex, começou a pensar em qual seria a melhor alternativa para economizar em combustível. O álcool é mais barato que a gasolina, porém, também queima mais rápido.

Analisando as charges e as informações trazidas pelo texto, em grupo, reflitam e respondam as questões abaixo:

- 1) 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?

2) Quais os diversos tipos de fraudes que podem ocorrer na gasolina? Quais impactos nos veículos e no meio ambiente você acredita que uso de gasolina adulterada causaria?

3) Entre o álcool (etanol) e a gasolina, qual deles polui mais o meio ambiente? Por quê?

4) 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?

APÊNDICE D - INSTRUMENTO 4

Teor de álcool na gasolina

Experimento: Teste da proveta

Materiais e reagentes:

- ✓ Proveta de 100 mL, limpa, seca, desengordurada, se possível com tampa;
- ✓ 50 mL da gasolina que se deseja analisar;
- ✓ Água
- ✓ 1 bastão de vidro, caso a proveta não possua tampa.

Procedimento experimental:

1. Coloque 50 mL de gasolina na proveta de 100 mL.
2. Em seguida, adicione 50 mL de água na mesma proveta em que foi colocada a gasolina.
3. Se a proveta não possuir tampa, agite a mistura de gasolina e água cuidadosamente com o bastão de vidro, faça movimentos circulares com o bastão e mantenha a proveta apoiada na bancada. Deixe em repouso por 10 minutos. Se a proveta tiver tampa, com a boca tampada, misture a gasolina e a água. Faça isso invertendo a proveta por 10 vezes sucessivas.

Em grupo, respondam às questões abaixo:

- 1) Desenhe o sistema após a adição da água e identifique cada uma das fases.

- 2) A mistura entre gasolina e água é homogênea ou heterogênea? Por quê?

3) Compare o volume inicial e final da água, o volume inicial e final da gasolina e complete a tabela abaixo:

	V _{inicial} (mL)	V _{final} (mL)
Gasolina		
Água		

4) Por que ocorreu essa variação no volume da gasolina e da água, lembrando que se tem gasolina com álcool e água?

5) Como a partir desses dados podemos calcular a porcentagem de álcool (etanol) presente na gasolina?

6) 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.

APÊNDICE E - INSTRUMENTO 5

Poder calorífico dos combustíveis – Álcool x Querosene

Anote os valores encontrados no experimento nas tabelas abaixo, e realize os cálculos necessários.

TABELA DE TEMPERATURA (T)			
Combustível	T _{inicial} da água (°C)	T _{final} da água (°C)	Variação de Temperatura da água T _{final} - T _{inicial}
Etanol (álcool)			
Querosene			

TABELA DE MASSA (M)			
Combustível	M _{inicial} da lamparina (g)	M _{final} da lamparina (g)	Variação de Massa da lamparina (quantidade de combustível queimado) M _{final} - M _{inicial}
Etanol (álcool)			
Querosene			

Agora, com os resultados obtidos responda:

- 1) Qual dos 2 combustíveis utilizou **maior massa** para aquecer a **mesma quantidade** de água?

- 2) 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.

<i>Combustível</i>	<i>Poder calorífico (kcal/kg)</i>
Hidrogênio	28900
GLP (Gás liquefeito de petróleo)	11730
Gasolina sem álcool	11220
Querosene	10800
Óleo diesel	10730
Gasolina com 20% de álcool	9700
Etanol	7090
Carvão	6800
Lenha	2524

Fonte: http://www.eciencia.usp.br/arquivoEC/exp_antigas/igepeq.html

COMBUSTÍVEIS

Matéria prima: _____

É renovável? _____

Poder calorífico (kcal/kg): _____

Preço por litro: _____

Volume de CO_{2(g)} liberado em litros: _____

Matéria prima: _____

É renovável? _____

Poder calorífico (kcal/kg): _____

Preço por litro: _____

Volume de CO_{2(g)} liberado em litros: _____

Matéria prima: _____

É renovável? _____

Poder calorífico (kcal/kg): _____

Preço por litro: _____

Volume de CO_{2(g)} liberado em litros: _____

Matéria prima: _____

É renovável? _____

Poder calorífico (kcal/kg): _____

Preço por litro: _____

Volume de CO_{2(g)} liberado em litros: _____

APÊNDICE G - INSTRUMENTO 7

Nome:	
Escola:	
Série:	Idade:
Data:	
<p>Instruções: Este questionário é um instrumento de coleta de dados para uma pesquisa de Mestrado do Programa Interunidades em Ensino de Ciências na modalidade Ensino de Química da Universidade de São Paulo (USP). Ele possui perguntas sobre suas aulas de Química, por isso não há respostas certas ou erradas, apenas respostas sinceras, que são certas para você. Assim, pedimos a sua colaboração, pois suas respostas serão muito importantes para que possamos desenvolver uma pesquisa em Ensino de Ciências que contribua com a educação. Para todas as afirmações de cada item assinale sua resposta com x na opção escolhida por você.</p> <p>Obrigada!</p>	

Analisando suas aulas de Química, responda aos itens abaixo.

CT = Concordo Totalmente C = Concordo NE = Não Entendi D = Discordo DT = Discordo Totalmente

Afirmações	CT	C	NE	D	DT
Gostaria de ir mais vezes ao laboratório.	☐	☐	☐	☐	☐
Se eu pudesse escolher, não estudaria Química.	☐	☐	☐	☐	☐
As aulas de Química abordam assuntos interessantes.	☐	☐	☐	☐	☐
Gostaria de ter mais aulas de Química.	☐	☐	☐	☐	☐
As atividades experimentais aumentam meu interesse pela Química.	☐	☐	☐	☐	☐
Química é minha matéria favorita.	☐	☐	☐	☐	☐
As aulas mais agradáveis ocorrem no laboratório.	☐	☐	☐	☐	☐
Preciso me esforçar muito para entender a Química.	☐	☐	☐	☐	☐
Os conhecimentos de Química me ajudam a entender outras matérias escolares.	☐	☐	☐	☐	☐
Gosto de relacionar a Química com o dia a dia.	☐	☐	☐	☐	☐

Os conhecimentos de Química serão úteis para o meu futuro.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
A Química é muito difícil para ser ensinada na escola.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
Todos os cidadãos devem aprender Química.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
É importante prestar atenção durante as aulas.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
É importante participar e tirar dúvidas durante as aulas.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
Eu consulto livros de Química para aprofundar o que aprendi em aula.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
Gostaria de realizar projetos e pesquisas em Químicas.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
Os conhecimentos de Química não são necessários para a carreira que desejo seguir.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
Estudo a matéria de Química apenas para prestar o ENEM e o vestibular.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
Estudo a matéria de Química apenas porque preciso concluir o Ensino Médio para conseguir um emprego.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
Tenho facilidade em resolver os exercícios de Química.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
Os símbolos utilizados na Química, para mim, parecem grego.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
Sou incapaz de associar a Química ao mundo em que vivo.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
Consigo relacionar os experimentos realizados aos conceitos de Química.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
Não consigo seguir o roteiro de um experimento no laboratório.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
A matéria de Química desperta meu interesse pela Ciência e pela Tecnologia.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
Sempre busco notícias e matérias científicas na internet, nos jornais, nas revistas, etc.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
Percebo durante as aulas, o quanto a Química contribui para a sociedade e para a economia.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐

APÊNDICE H - INSTRUMENTO 8

Nome:	
Escola:	
Série:	Idade:
Data:	
<p>Instruções: Este questionário é um instrumento de coleta de dados para uma pesquisa de Mestrado do Programa Interunidades em Ensino de Ciências na modalidade Ensino de Química da Universidade de São Paulo (USP). Ele possui perguntas sobre a Oficina Temática de Química que foi realizada, por isso não há respostas certas ou erradas, apenas respostas sinceras, que são certas para você. Assim, pedimos a sua colaboração, pois suas respostas serão muito importantes para que possamos desenvolver uma pesquisa em Ensino de Ciências que contribua com a educação. Para todas as afirmações de cada item assinale sua resposta com x na opção escolhida por você.</p> <p>Obrigada!</p>	

CT = Concordo Totalmente C = Concordo NE = Não Entendi D = Discordo DT = Discordo Totalmente

1) Analisando as aulas da Oficina Temática, responda:

Afirmações	CT	C	NE	D	DT
Facilitou minha aprendizagem.	☐	☐	☐	☐	☐
Não me interesse por aulas experimentais.	☐	☐	☐	☐	☐
Despertou minha curiosidade por assuntos relacionados à Química.	☐	☐	☐	☐	☐
Não contribuiu com minha aprendizagem.	☐	☐	☐	☐	☐
Superou minhas expectativas.	☐	☐	☐	☐	☐
Durante a Oficina, encontrei dificuldades para responder às questões.	☐	☐	☐	☐	☐
Não me trouxe nenhum conhecimento novo.	☐	☐	☐	☐	☐
Me fez reconstruir minhas ideias iniciais sobre o tema estudado.	☐	☐	☐	☐	☐
Eu gostaria de realizar outras Oficinas de Química.	☐	☐	☐	☐	☐

2) Quanto à sua interação com os outros alunos e com os professores:

Afirmações	CT	C	NE	D	DT
As discussões durante as aulas me ajudaram a refletir melhor sobre o tema.	☐	☐	☐	☐	☐
Realizar o experimento em grupo facilitou nosso trabalho.	☐	☐	☐	☐	☐
As ideias compartilhadas pelos meus colegas me ajudaram a ter novas visões sobre o assunto estudado.	☐	☐	☐	☐	☐
Tive a oportunidade de fazer perguntas.	☐	☐	☐	☐	☐
Me senti inibido ao trabalhar em grupo.	☐	☐	☐	☐	☐
Me senti inibido pelos professores para expor minhas ideias perante a sala.	☐	☐	☐	☐	☐

APÊNDICE I - INSTRUMENTO 9

Nome:	
Escola:	
Série:	Idade:
Data:	
<p>Instruções: Este questionário é um instrumento de coleta de dados para uma pesquisa de Mestrado do Programa Interunidades em Ensino de Ciências na modalidade Ensino de Química da Universidade de São Paulo (USP). Ele possui 3 questões relacionadas às suas experiências durante as Oficinas Temáticas, por isso não há respostas certas ou erradas, apenas respostas sinceras, que são certas para você. Assim, pedimos a sua colaboração, pois suas respostas serão muito importantes para que possamos desenvolver uma pesquisa em Ensino de Ciências que contribua com a educação.</p> <p>Obrigada!</p>	

1. O que foi importante para você durante as Oficinas Temáticas?

2. O que você aprendeu sobre os combustíveis?

3. O que você gostaria de saber mais sobre os combustíveis?

APÊNDICE J – TABELA DE PODER CALORÍFICO

<i>Combustível</i>	<i>Poder calorífico (kcal/kg)</i>
Hidrogênio	28900
GNV (Gás natural veicular)	12491
Querosene	10800
Óleo diesel	10730
Gasolina com 20% de álcool	9700
Etanol	7090
Carvão	6800
Lenha	2524

Fonte: http://www.eciencia.usp.br/arquivoEC/exp_antigas/igepeq.html

APÊNDICE K – TABELA DE PREÇO DOS COMBUSTÍVEIS

COMBUSTÍVEL	PREÇO
GNV	R\$ 2,20/m ³
Etanol	R\$ 2,70/L
Gasolina	R\$ 3,80/L
Diesel	R\$ 3,20/L

APÊNDICE L – TERMO DE CONSENTIMENTO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Srs. Pais/Responsáveis dos alunos do 3º ano do Ensino Médio da Escola Estadual [REDACTED], situada à Rua [REDACTED], São Paulo - SP, solicitamos seu consentimento para a participação de seu (sua) filho (a) como voluntário/a da pesquisa intitulada **Oficinas Temáticas como prática de construção do conhecimento científico no Ensino de Química: a busca por uma aprendizagem significativa e pelo desenvolvimento intelectual dos alunos**, sob responsabilidade da pesquisadora Thaís Lopes Romero, do Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo.

..... **Autorização**
Eu, _____, responsável pelo (a) aluno (a) _____ do 3º ano ____ do Ensino Médio, o (a) autorizo a participar da pesquisa intitulada **Oficinas Temáticas como prática de construção do conhecimento científico no Ensino de Química: a busca por uma aprendizagem significativa e pelo desenvolvimento intelectual dos alunos**, sob responsabilidade da pesquisadora Thaís Lopes Romero, do Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo.

Assinando este termo de Consentimento, estou ciente de que:

- (*) Durante o estudo serão realizadas gravações de áudio e vídeo, assim como aplicação de questionários. A identificação e os dados pessoais do participante serão sigilosos.
- (*) Os procedimentos da pesquisa não causarão desconfortos ou riscos à integridade física, psíquica ou moral do participante.
- (*) Foram obtidas todas as informações necessárias para poder decidir conscientemente sobre a minha participação na referida pesquisa.
- (*) O participante poderá interromper, a qualquer momento, a participação na pesquisa sem penalização.
- (*) Os resultados serão informados aos participantes da pesquisa assim que forem analisados e serão utilizados apenas para finalidade acadêmica, incluída sua publicação na literatura científica especializada.
- (*) Poderei entrar em contato com a responsável pelo estudo, Thaís Lopes Romero, sempre que julgar necessário pelo email thais.romero@usp.br ou pelo telefone do GEPEQ (11) 3091-3829.

Esta **AUTORIZAÇÃO** foi concedida mediante o compromisso da pesquisadora em garantir os seguintes direitos: o (a) aluno (a) poderá ler a transcrição de sua gravação; os dados coletados serão usados, exclusivamente, para gerar informações para a pesquisa aqui relatada e outras publicações dela decorrentes, quais sejam: revistas científicas, congressos; a identificação do (a) aluno (a) não será revelada em nenhuma das vias de publicação das informações geradas; qualquer outra forma de utilização dessas informações somente poderá ser feita mediante sua autorização; poderá interromper a participação do (a) aluno (a) na pesquisa a qualquer momento.

São Paulo, ____ de _____ de 2018.

Ass. Responsável: _____ RG Responsável: _____

RG do aluno (a): _____

Assinatura da pesquisadora responsável: _____