

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Educação
Programa de pós-graduação em Ensino de Ciências por Investigação

Márlon César Dias Nascimento

**ESTUDO SOBRE TRANSFORMAÇÕES DE SUBSTÂNCIAS GASOSAS EM
UM LANÇAMENTO DE FOGUETE**

Belo Horizonte

2019

Márlon César Dias Nascimento

**ESTUDO SOBRE TRANSFORMAÇÕES DE SUBSTÂNCIAS GASOSAS EM
UM LANÇAMENTO DE FOGUETE**

Monografia de especialização apresentada à Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências por Investigação.

Orientadora: Profa. Dra. Roberta
Guimarães Corrêa

Belo Horizonte

2019

N244e
TCC

Nascimento, Márlon César Dias, 1978-

Estudo sobre transformações de substâncias gasosas em um lançamento de foguete [manuscrito] / Márlon César Dias Nascimento. - Belo Horizonte, 2019.

30 f. : enc, il.

Monografia -- (Especialização) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

Orientadora: Roberta Guimarães Corrêa.

Bibliografia: f. 23-24.

Apêndices: f. 25-30.

1. Educação. 2. Química -- Estudo e ensino. 3. Ciência -- Estudo e ensino. 4. Foguetes aéreos -- Estudo e ensino (Ensino fundamental).

5. Alcool -- Combustão -- Estudo e ensino (Ensino fundamental).

6. Propelentes -- Estudo e ensino (Ensino fundamental).

7. Aprendizagem por atividades

I. Título. II. Corrêa, Roberta Guimarães, 1980-. III. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

CDD- 540.7

Catálogo da Fonte : Biblioteca da FaE/UFMG (Setor de referência)

Bibliotecário: Ivanir Fernandes Leandro CRB: MG-002576/O



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
CENTRO DE ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA DE MINAS GERAIS - CECIMIG
COLEGIADO DO CURSO DE GRADUAÇÃO / PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS - CECI

FOLHA DE APROVAÇÃO

Título: Estudo sobre transformações de substâncias gasosas em um lançamento de foguete

Nome do Aluno: Márlon César Dias Nascimento

Trabalho de conclusão de curso submetido à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências - CECI, como requisito para obtenção do grau de Especialista em Educação em Ciências.

Aprovado em 29 de novembro de 2019, pela banca constituída pelos membros:

Prof^ª. Roberta Guimarães Correa - Orientadora/UFMG

Prof^ª. Monique Aline Ribeiro dos Santos - Leitor Crítico/ UFMG

Prof^ª Dr^ª Nilma Soares de Silva

Coordenadora do Programa de Pós-Graduação CECI/FAE/UFMG

Belo Horizonte, 29 de novembro de 2019.



Documento assinado eletronicamente por **Nilma Soares da Silva, Diretor(a) de órgão complementar**, em 03/12/2021, às 14:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1127801** e o código CRC **17210158**.

Resumo

Neste trabalho apresento uma proposta de atividade investigativa utilizando uma atividade experimental de lançamento de foguete por combustão de etanol, construído com garrafa de Polietileno (PET). Penso que esta atividade, comum em aulas de Física para o estudo de Leis de Newton, apresenta grande potencial para discutir também conceitos científicos curriculares relacionados à Química. Durante a realização da atividade, foram utilizados recursos de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's) para filmar a parte experimental desta atividade. Os registros em vídeos foram utilizados para ampliar a observação dos discentes sobre os fenômenos e possibilitar uma melhor discussão. Os resultados nos mostram a dificuldade dos alunos em abordar e relacionar os conceitos científicos curriculares relacionados às transformações físicas e químicas.

Palavras-chave: Fenômenos. Transformações. Foguete. Atividade Investigativa. Ensino de Ciências.

Abstract

In this paper I present a proposal for an investigative activity using an experimental rocket launching activity by combustion of ethanol, built with a Polyethylene (PET) bottle. I think that this activity, common in physics classes for the study of Newton's Laws, has great potential to also discuss curricular scientific concepts related to Chemistry. During the activity, resources from Information and Communication Technologies (ICT's) were used to film the experimental part of this activity. The video records were used to expand the observation of students about the phenomena and to enable a better discussion. The results show us the students' difficulty in approaching and relating the scientific curricular concepts related to physical and chemical transformations.

Keywords: Phenomena. Transformations. Rocket. Investigative Activity. Science teaching.

SUMÁRIO

1 - Introdução.....	8
2 - Referenciais Teóricos	9
2.1 - O ensino de Ciências por investigação	9
2.2 - Dispositivos móveis como recurso didático.....	10
2.3 - Abordagem investigativa no ensino de Química	11
2.4 - Concepções dos estudantes sobre reações químicas	12
3 - Metodologia	13
3.1 - Pesquisa qualitativa	13
3.2 - O contexto do trabalho e as atividades realizadas.....	14
3.2.1 - Primeira aula	15
3.2.2 - Segunda aula	17
3.2.3 - Terceira aula.....	18
4 - Resultados e Discussões	18
5 - Conclusão.....	23
Agradecimentos e Apoios	24
Referências.....	25
Apêndices	27

1 - INTRODUÇÃO

A abordagem de conceitos científicos curriculares que se referem às transformações químicas na Educação Básica tem se constituído um desafio. Entre os desafios, está à compreensão de fenômenos envolvendo transformações com produtos gasosos. Dentro do conteúdo de transformações químicas, Avogadro propôs uma hipótese, comprovada mais tarde, de que um mol de qualquer gás sempre ocupa, nas mesmas condições de temperatura e pressão, o mesmo volume (Mortimer, 2011). No contexto escolar, observa-se uma dificuldade de compreensão desse conteúdo por parte dos alunos e até mesmo do professor, que encontra dificuldades de encontrar uma forma de abordar o mesmo em sala de aula.

Quando se considera as estratégias de ensino que o professor pode fazer uso em sala de aula, os modelos têm se mostrado uma ferramenta interessante no ensino de Ciências, pois auxiliam os alunos na observação e investigação de alguns fenômenos e contribuem para a abordagem de conteúdos de natureza abstrata. Embasados em perspectivas psicológicas e filosóficas, Gilbert e Justi (2016) propuseram considerar modelos como artefatos epistêmicos, isto é, como ferramentas de pensamento. Neste sentido, eles podem ser utilizados com outras finalidades além da de representar alguma entidade (KNUUTTILA, 2005). Assim, a ideia de modelos como artefatos epistêmicos possui um significado mais amplo do que a de modelos apenas como representações. Como exemplo de modelo, pode ser citado um foguete construído com garrafa PET e movido por combustão de etanol. Esse modelo é geralmente empregado no Ensino Médio para explicar a terceira Lei de Newton, compreendendo os conceitos de ação e reação. Apesar de ser utilizado por professores de Física, vislumbramos que o mesmo pode ser instrumento de ensino e aprendizagem em outras disciplinas.

Assim, neste trabalho temos como objetivo geral contribuir para o ensino de Ciências por investigação por meio de estudo sobre modelos no ensino de Química. Nosso objetivo específico é analisar, na visão dos alunos, as contribuições do uso de foguete de garrafa PET para a compreensão do conteúdo de transformações da matéria envolvendo produtos gasosos.

Neste artigo são apresentados referenciais teóricos relacionados ao ensino de Ciências além da apresentação e discussão de uma atividade investigativa. Nos

referenciais teóricos são abordados o ensino de Ciências/Química por investigação; uso de dispositivos móveis como recurso didático e concepções de estudantes sobre reações químicas. A atividade investigativa é baseada no lançamento de um foguete com registro em vídeo utilizando câmeras fotográficas ou de aparelhos celulares. A discussão sobre o lançamento do foguete, o tipo de reação que ocorre e como ela contribui para a movimentação do foguete também são apresentadas neste trabalho.

2 - REFERENCIAIS TEÓRICOS

2.1 - O ensino de Ciências por investigação

Em grande parte das salas de aula das disciplinas da área de Ciências da Natureza em nosso país, conceitos, proposições, definições, leis e teorias são trabalhados sem a preocupação com a sua problematização ou com o contexto histórico, político, econômico e social no qual ele se desenvolveu. Um diagnóstico, que por sinal fundamentou a criação do Curso de Ensino de Ciências por Investigação (ENCI) na Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais (FaE – UFMG), curso que deu origem ao atual Ciências por Investigação (CECi), indica que tal modelo de ensino não proporciona ao discente a oportunidade de realizar experiências com viés investigativo e expor suas ideias sobre os fenômenos estudados. Como resultado desse diagnóstico, “os estudantes não aprendem os conteúdos das Ciências e constroem representações inadequadas sobre a ciência como empreendimento cultural e social” (MUNFORD; LIMA, 2007, p. 90).

O ensino de Ciências por investigação pode ajudar a transpor essa dificuldade comum a vários professores na área das Ciências da Natureza. Ele pode aproximar a “Ciência escolar” da Ciência praticada pelos cientistas, uma vez que vários autores argumentam que há uma grande diferença entre as duas. Na escola, os conceitos são apresentados pelo professor, em muitos casos, para iniciar o assunto. A explanação é realizada de forma organizada e sistematizada, porém sem uma problematização, ou apresentação do fenômeno ou do experimento realizado pelos cientistas. “Ocorre assim uma separação entre o que é aprendido do modo como esse conhecimento é aprendido e utilizado” (BROWN *et al.*, 1989, p. 32). Desta forma, o ensino ocorre com o discente acreditando que todas as informações repassadas pelo professor são verdades absolutas.

Quando pensamos na prática das pessoas que fazem pesquisa, percebemos um mundo completamente diferente. Eles raciocinam com base em modelos causais, examinando situações para resolver problemas menos definidos, produzindo significados negociáveis e gerando uma compreensão socialmente construída (BROWN *et al.*, 1989). A análise e interpretação dos dados obtidos geram um grande debate para que no final haja um consenso na comunidade científica em torno do problema estudado.

Ao buscarem definições sobre a aprendizagem de Ciências, pesquisadores em educação deixam claro a necessidade de realizar alguma prática científica. Driver *et al.* (1999), por exemplo, defendem que:

Aprender ciências envolve a introdução das crianças e adolescentes a uma forma diferente de pensar sobre o mundo natural e de explicá-lo; tornando-se socializado, em maior ou menor grau, nas práticas da comunidade científica, com seus objetivos específicos, suas maneiras de ver o mundo e suas formas de dar suporte às assertivas do conhecimento (DRIVER *et al.*, 1999, p. 36).

Sendo assim, é de bom senso que essas duas práticas se aproximem para a melhor compreensão dos discentes sobre as Ciências. O ensino por investigação pode contribuir para diminuir esse atual abismo, trazendo para a escola a possibilidade de uma maior aproximação do ensino de Ciências escolar e do trabalho dos cientistas. “As abordagens investigativas no ensino de ciências representariam um modo de trazer para a escola aspectos inerentes à prática dos cientistas.” (MUNFORD; LIMA, 2007, p. 94)

2.2 - Dispositivos móveis como recurso didático

Em atividades experimentais, a observação de fenômenos durante a realização do mesmo é de grande importância para a sua compreensão e, também, para uma possível proposição de explicação dos mesmos. No atual contexto de uma sociedade tecnológica, dispositivos móveis, como os celulares, podem contribuir para ampliar a observação de tais atividades.

A introdução de um recurso tecnológico como o celular é descrito por Leite (2014) como uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). “As TIC agrupam ferramentas de informática e de telecomunicação como: televisão, vídeo, rádio, Internet etc.” (LEITE, 2014, p. 56). Sua utilização no contexto escolar não deve ser realizada de qualquer maneira, sem um propósito definido. Segundo Freire (1996 apud LEITE, 2014, p. 56):

...mesmo que nela haja um enorme potencial de estímulos e desafios à curiosidade das crianças e adolescentes, há muito a se fazer para transformar as TICs em ferramenta de inclusão social e de desenvolvimento da cidadania em um definido projeto político-pedagógico (FREIRE 1996 apud LEITE, 2014, p. 56).

O uso dessas ferramentas tecnológicas pelo professor em suas atividades deve ser bem planejado pois elas podem se tornar uma grande aliada no processo de ensino e aprendizagem, como afirma Giordan:

A incorporação das TIC na educação tem consequências tanto para a prática docente como para os processos de aprendizagem. Contudo, a simples incorporação ou o uso em si das TICs não geram, inexoravelmente, processos de inovação e melhoria do ensino-aprendizagem, na verdade, são determinados usos específicos das TICs que parecem ter a capacidade de desencadear esses processos (GIORDAN, 1998 apud LEITE, 2014, p. 56).

Na atividade investigativa proposta neste trabalho, o uso de vídeos gravados por meio de câmeras de celulares dos próprios alunos apresenta-se como uma excelente ferramenta para melhorar a observação dos fenômenos estudados.

O uso de vídeos gravados com os atuais dispositivos móveis disponibilizados pelos alunos, por mais simples que seja, proporciona aos mesmos a possibilidade de rever o experimento realizado quantas vezes for necessário. Utilizando-se de dois ou mais celulares, há a possibilidade de gravar o experimento de vários ângulos, ampliando a capacidade de análise do fato ocorrido. Todo esse processo deve ser bem planejado pelo professor e bem executado pelos discentes, como discute Costa:

A utilização de recursos audiovisuais deve ser planejada com antecedência e nunca improvisada. O professor deve caracterizar e delimitar bem aquilo que dentro do razoável, pretende que seus alunos aprendam. Escolhe, então os recursos audiovisuais mais apropriados ao caso e dos quais possa dispor. Estuda esses recursos, a forma e o momento de sua aplicação (COSTA, 1978 apud CINELLI, 2003, p. 43).

2.3 - Abordagem investigativa no ensino de Química

Uma abordagem investigativa aplicada ao ensino de Ciências implica em uma mudança expressiva sobre como o professor trabalha os conceitos em sala de aula. Ao invés de o professor explicitar os conceitos como um locutor e os alunos simplesmente assumirem um papel de receptores, nesta abordagem os alunos são mais protagonistas.

Situações-problema são propostas pelo professor para serem resolvidas pelos alunos, que devem realizar pesquisas, combinando simultaneamente conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais (POZO, 1998 apud FERREIRA, 2010). Além disso, possibilita o desenvolvimento de habilidades importantes, tais como investigar, manipular e comunicar (POZO, 1998 apud FERREIRA, 2010).

Em relação a comunicação, Gil Pérez (1996) ressalta a importância de um trabalho de investigação compartilhado com a interação entre todos os grupos que participam da atividade. Para ele, essa interação entre o professor e os grupos de trabalho seria similar ao papel dos membros da comunidade científica (PEREZ 1996 apud FERREIRA, 2010.).

Em uma revisão da literatura sobre atividades práticas em laboratório, Hofstein e Lunetta (2003) enfatizam vários aspectos que implicam uma atividade investigativa. Entre esses aspectos relacionados, são citados o planejamento da investigação, a utilização de montagens experimentais para a coleta de dados seguidas de suas respectivas análises e interpretações.

Quanto ao grau de abertura das atividades investigativas, Borges (2002) salienta que o primeiro contato de uma turma com atividades investigativas deve acontecer com investigações mais simples e com maior nível de orientação do professor. Lewin e Lomascólo (1998), Gil-Pérez *et al.* (1999) mencionam que nenhuma atividade investigativa parte do zero, necessitando de conhecimentos que orientem a observação.

2.4 - Concepções dos estudantes sobre reações químicas

A grande maioria dos estudantes apresenta dificuldades em reconhecer as entidades materiais que sofrem algum tipo de transformação, ou as que permanecem constantes após o fenômeno. Miranda e Mortimer (1995) afirmam que os alunos tendem a centrar as suas explicações nas mudanças macroscópicas das substâncias, ou seja, naquilo que eles conseguem ver, e que sequer fazem referência às mudanças em nível atômico molecular. Segundo Miranda e Mortimer (1995): “Essa dificuldade em ultrapassar os aspectos perceptivos faz com que os alunos muitas vezes não reconheçam o papel de reagentes e produtos não tão perceptíveis, como por exemplo os gases” (MIRANDA; MORTIMER, 1995, p. 23).

Essas dificuldades citadas são demonstradas pelos estudantes quando generalizam algumas explicações que são válidas para mudanças de estados, ou mesmo quando confundem uma transformação química com uma mudança de estado (MIRANDA; MORTIMER, 1995). Esses autores também abordam que uma das formas de trabalhar essas dificuldades é promover uma evolução nas concepções prévias dos alunos a respeito do que eles pensam sobre as transformações utilizando-se de experiências bem simples. Para isso, questionamentos sobre quais substâncias sofrem transformação, no que se transformam, se há conservação de massas durante o processo, são parâmetros importantes.

A explicitação das concepções prévias dos alunos se torna um ponto de partida para a atividade investigativa. Miranda e Mortimer (1995) afirmam que a partir dessas ideias o professor deve orientá-los a analisar os resultados obtidos com a experiência e tendo como foco o ponto de vista científico.

3 - METODOLOGIA

3.1 - Pesquisa qualitativa

A metodologia qualitativa de pesquisa, segundo Godoy (1995), nos permite observar um fenômeno a partir do contexto em que ele ocorre analisando-o de forma integrada. Questões mais amplas vão se clareando no decorrer da investigação, e diferentes caminhos podem ser utilizados nesse tipo de pesquisa.

Dentre esses diferentes caminhos, a pesquisa documental pode ser utilizada como fonte de informações para a avaliação de uma atividade investigativa realizada em um determinado contexto de ensino. Segundo Godoy (1995):

(...) a abordagem qualitativa, enquanto exercício de pesquisa, não se apresenta como uma proposta rigidamente estruturada, ela permite que a imaginação e a criatividade levem os investigadores a propor trabalhos que explorem novos enfoques. Nesse sentido, acreditamos que a pesquisa documental representa uma forma que pode se revestir de um caráter inovador, trazendo contribuições importantes no estudo de alguns temas (GODOY, 1995, p. 21).

Segundo o autor, a palavra “documento” permite um entendimento mais amplo de registros, incluindo materiais escritos, dados estatísticos e elementos iconográficos. Os registros escritos, filmados ou fotografados configuram um acervo documental para a avaliação de fenômenos observados pelos estudantes.

Posteriormente, esses documentos podem ser utilizados pelo pesquisador para analisar o processo de ensino e de aprendizagem e as dificuldades apresentadas pelos discentes.

Uma das vantagens de se trabalhar com dados documentais é que eles constituem uma fonte em que as informações ali contidas permanecem as mesmas ao longo do tempo, permitindo uma análise dias após a observação da atividade (GODOY, 1995).

Sendo apresentado de forma escrita, os dados documentais representam o ponto de vista de pessoas que foram alfabetizadas na escrita e na leitura, permitindo assim os registros de suas vivências e experiências (GODOY, 1995). No ambiente escolar, é sempre válida como forma de registro, pois desenvolve as habilidades de produção de texto nos discentes. Relatos não-verbais, as vezes imprescindíveis para analisar o sentido de uma determinada fala ficam perdidos neste tipo de registro verbal escrito.

Em uma pesquisa com base documental, aspectos como acesso aos documentos, escolha dos mesmos e suas análises devem merecer especial atenção por parte do pesquisador. Godoy (1995) afirma que a “escolha dos documentos não é um processo aleatório, mas se dá em função de alguns propósitos, ideias ou hipóteses” (GODOY, 1995, p. 23). Neste trabalho, as questões que foram discutidas com os discentes e registradas no questionário foram propostas pelo pesquisador.

3.2 - O contexto do trabalho e as atividades realizadas

A atividade foi aplicada em uma turma de 21 alunos do 3º ano do Ensino Médio, de uma escola particular da cidade de Contagem. O professor/pesquisador trabalha nesta instituição lecionando Química para todos os alunos da mesma a partir do 9º ano do ensino fundamental. A escola adota um sistema de ensino em que todos os conteúdos do Ensino Médio são ministrados nos dois primeiros anos desta etapa (1º e 2º ano), cabendo ao 3º ano o papel de ano revisional.

Por conta destas características, peculiares a esta escola, os alunos do 3º ano já estudaram todos os conceitos químicos e físicos mais relevantes para esta atividade, como por exemplo, transformações químicas, termoquímica, teoria geral dos gases, volume molar, entre outros

O autor desse trabalho é graduado em Química pela UFMG, pós-graduando no curso Ensino de Ciências por Investigação – CECi/UFMG e leciona em escolas de Ensino Médio da rede particular e pública na cidade de Contagem - MG. O interesse por esse tema se deu na tentativa de encontrar uma forma menos abstrata de trabalhar com os alunos fenômenos envolvendo transformações químicas com produtos gasosos.

Na apresentação da proposta de trabalho, os alunos foram desafiados a investigar os fenômenos físicos e químicos que ocorrem e contribuem para a movimentação do foguete. Em uma aula expositiva, o professor/pesquisador apresentou o seu exemplar do foguete de garrafa PET e representou no quadro através de um desenho como seria realizado o experimento. O mesmo desenho está representado no apêndice 1, roteiro de atividade prática.

A atividade foi desenvolvida em três etapas. Na primeira etapa, os alunos receberam um roteiro de trabalho que descreve como o foguete deve ser construído e os procedimentos técnicos para o seu lançamento. Também receberam um questionário para registrar suas considerações prévias sobre os fenômenos envolvidos. Na segunda etapa os estudantes realizaram a atividade prática, ou seja, o lançamento do foguete, sob a supervisão do professor. A terceira etapa consistiu na análise das observações feitas durante a prática. Os alunos encerraram a atividade respondendo um questionário final.

O tempo para a realização desta atividade foi de três horas aula. Uma aula para cada etapa do processo. Os detalhes de cada etapa do processo são descritos a seguir.

3.2.1 - Primeira aula

Nesta etapa, os alunos foram divididos em grupos de trabalho e cada grupo construiu um foguete, a partir de um roteiro (Apêndice 1). Durante o processo de construção dos foguetes, o professor instruiu e supervisionou os discentes, explicando os procedimentos técnicos da parte prática. O foguete é constituído por uma garrafa PET de dois litros na qual dois cliques de metal são fixados em uma das laterais da garrada utilizando uma fita adesiva (figura 1).

Figura 1: Foguete de garrafa PET



Fonte - Arquivo pessoal.

Os cliques de metal são utilizados como ganchos para prender o foguete ao cabo guia (cabo de aço) que tem como objetivo conduzir o foguete em uma trajetória segura durante a atividade. Os cliques de metal foram modificados, de forma a ficarem com a alça interna em um ângulo de 90° em relação a alça externa.

Após esse procedimento, fixamos os cliques a superfície da garrafa utilizando uma fita adesiva. É importante observar dois detalhes deste procedimento. O primeiro é que a alça maior dos cliques deve ser colocada na superfície da garrafa, para uma melhor fixação com a fita. O segundo procedimento é observar um correto alinhamento entre os dois cliques fixados na garrafa, pois quando colocados no cabo guia, serão os itens responsáveis pelo correto alinhamento do foguete com o cabo de aço.

Para finalizar, foi aberto um pequeno orifício no fundo da garrafa PET, com diâmetro entre 5 mm a 7mm. Para realizar esse furo com mais tranquilidade, foi utilizado um ferro de solda.¹

Com todos os foguetes construídos, o professor explicou como seria realizada a prática, descrevendo aos discentes como se deve proceder para introduzir o combustível na garrafa PET e o correto procedimento para a ignição do foguete. Essa explicação se faz necessária para evitar qualquer tipo de acidente, pois estamos diante de uma prática que envolve uma reação de combustão de etanol, um combustível altamente inflamável.

¹ Os orifícios nas garrafas foram feitos pelo professor devido ao risco de queimaduras nos alunos pela má manipulação do equipamento.

Ao final desta etapa, foi solicitado aos alunos que respondessem a um questionário (Apêndice 2) que compreende as ideias que cada um possui a respeito dos fenômenos observados, além de possibilitar uma análise comparativa com o questionário respondido ao final da terceira etapa.

3.2.2 - Segunda aula

A realização da parte prática ocorreu em uma área externa. A quadra de esportes ou o pátio podem ser utilizados. O procedimento exige a presença de dois componentes do grupo: o primeiro irá manusear o combustível e o isqueiro para possibilitar a ignição (Aluno1) e o segundo irá manipular o foguete (Aluno 2).

O aluno 1 introduz o combustível no foguete que está nas mãos do Aluno 2, utilizando um borrifador. A quantidade de combustível introduzida é pequena, cerca de três ou quatro borrifadas. O borrifador é utilizado para espalhar o combustível pela garrafa, facilitando a sua vaporização.

O Aluno 2 deverá manusear o foguete, que após ter o combustível introduzido pelo orifício, deve ter o cuidado de tampá-lo com o dedo, de forma a não permitir a exaustão dos vapores de álcool para fora da garrafa. Ele deve manter o orifício tampado, desde o momento da introdução do combustível até o momento da ignição. Para proceder com a ignição, o Aluno 2 encaixa os cliques “ganchos” da garrafa no cabo guia, posicionando-o para o momento da ignição. Quem irá realizar a ignição será o Aluno 1.

O momento de dar ignição ao foguete, ocorre um trabalho conjunto entre os Alunos 1 e 2. O Aluno 1, de posse de uma fonte térmica (usamos um isqueiro de cozinheiro com haste flexível), acende o isqueiro e comunica com o Aluno 2 para que retire o dedo do orifício, deixando a garrafa livre, apenas pendurada ao cabo guia pelos cliques “ganchos”. Assim que ele retira o dedo, o Aluno 1 aproxima do orifício a chama do isqueiro e o foguete começa o seu voo pelo cabo guia.

Para realizar uma melhor observação dos fenômenos ocorridos, o lançamento do foguete foi filmado por dispositivos móveis (telefones celulares ou câmeras), de diversas posições ao longo do cabo guia. Todos os alunos que possuem celulares que gravam vídeos foram convidados a fazer uma gravação. A ideia é utilizar os vídeos para visualizar os fenômenos quantas vezes forem necessárias em

momentos posteriores. Após as observações feitas durante a prática e os registros em vídeos realizados, os alunos estão prontos para a última etapa.

3.2.3 - Terceira aula

O terceiro momento da atividade foi realizado em sala de aula. Nele foi realizado uma discussão entre os alunos sobre todos os fenômenos químicos observados durante o lançamento dos foguetes.

Para orientar a discussão, os alunos se basearam nas questões respondidas no primeiro questionário, nas observações feitas no dia da execução da experiência e nos vídeos produzidos por eles.

Visando auxiliar nas discussões e proporcionar um fechamento da atividade, o professor reproduziu um vídeo e mostrou fotografias de seu arquivo pessoal sobre a atividade, realizada em outras escolas, porém com uma maior nitidez dos fenômenos observados. Encerradas as discussões, os alunos responderam o questionário final (Apêndice 3).

4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como resultado dessa atividade, os participantes apresentaram respostas a dois questionários. Ambos abordam conteúdos relacionados ao fenômeno, porém os questionários foram aplicados em momentos distintos. O primeiro questionário tem como objetivo de tomar conhecimento das concepções prévias dos estudantes, antes da realização da atividade. O segundo questionário foi respondido após a aplicação de toda a atividade.

Entre o primeiro questionário e o segundo, os alunos tiveram um momento para analisar as imagens dos vídeos produzidos por eles durante a realização da atividade. Também foi apresentado aos mesmos, vídeos e fotos do arquivo pessoal do professor/pesquisador. Com elas, os alunos ampliaram o seu potencial de observação sobre os fenômenos ocorridos.

Após este momento, iniciou-se a discussão dos resultados obtidos, primeiro com os colegas em sala e depois, individualmente, respondendo o questionário final.

O problema investigado nesta atividade foram os fenômenos envolvidos no lançamento de foguete, ou seja, quais transformações químicas contribuem para que o foguete se movimente.

Pozo (1998) descreve que em uma atividade investigativa, o professor propõe uma ou mais situações-problema para que os alunos realizem pesquisas, combinando simultaneamente conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Hofstein e Lunetta (2003) apud Ferreira (2010), afirmam que a utilização de montagens experimentais com o objetivo de coletar dados seguido de análises e interpretações, também são características atribuídas a atividade investigativa.

As observações realizadas da parte experimental desta atividade envolveram dois momentos distintos. No primeiro momento, os alunos observaram os fenômenos no momento da realização da atividade prática e registram em vídeo o lançamento de seus foguetes, utilizando câmeras de celulares. O uso desses equipamentos é descrito por Leite (2014) como Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) aplicadas em atividades na escola. O segundo momento foi realizado em sala de aula, observando os vídeos produzidos pelos alunos.

É importante ressaltar que a utilização desses dispositivos permitiu aos discentes ver a experiência de uma forma mais ampla, em velocidade reduzida e inúmeras vezes. Porém, Giordan (1998) alerta que a simples incorporação da TIC não geram melhorias no processo de ensino e aprendizagem, mas o seu uso específico tem a capacidade de desencadear esses processos. Uma filmagem utilizando recursos como alta resolução e câmera lenta, disponíveis em vários celulares, permite a ampliação da capacidade de visualização da experiência pelos discentes.

A turma analisada é de alunos do 3º ano do Ensino Médio que, em tese, apresentam todos os conteúdos e as habilidades necessárias já trabalhadas sobre os fenômenos observáveis dentro da proposta da atividade. Para facilitar a interpretação dos dados, apresento alguns valores em porcentagem de alunos que apresentaram respostas semelhantes a determinadas perguntas no questionário da atividade. Os resultados da pesquisa nos mostram alunos com dificuldade em compreender como os fenômenos ocorridos durante a preparação e o lançamento do foguete, contribuem para o seu movimento.

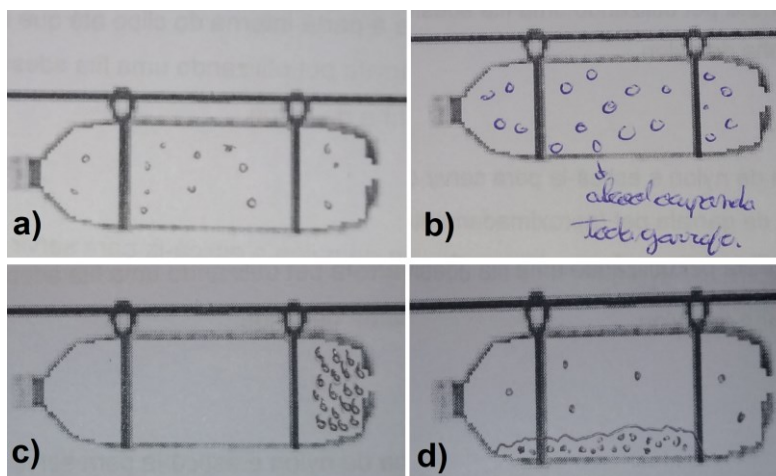
Na primeira parte da atividade (primeira aula), que procurou analisar as concepções prévias dos alunos, o primeiro fenômeno em análise é a percepção da evaporação do álcool dentro do foguete pelos alunos. Cerca de 62% dos alunos afirmaram que o álcool sofreu uma transformação física (evaporação) logo após ser borrifado para dentro do foguete. Essa evaporação não é perceptível macroscopicamente. Os alunos que as relatam, assim o fazem por conta da segunda parte da atividade, quando se queima o vapor de álcool com a aproximação do isqueiro no orifício da garrafa. A queima do álcool só seria possível se ele evaporasse até que parte dele escapasse pelo orifício aberto na garrafa.

Como foi solicitado uma representação do comportamento do álcool dentro da garrafa através de um desenho, percebemos que a maioria dos alunos representaram o vapor de álcool dentro do foguete utilizando o modelo de partículas, um modelo de representação já trabalhado com os discentes. A escolha deste tipo de representação me permitiu observar que apenas 86% dos estudantes apresentaram modelos coerentes. Essa diferença entre a afirmação sobre o tipo de transformação e a representação do fenômeno por um modelo conhecido, demonstra uma certa confusão de alguns alunos em relacionar transformações físicas, químicas e o modelo de partículas. Segundo Miranda e Mortimer (1995):

Estudantes tendem, também, a generalizar algumas explicações válidas para mudanças de estados, ou mesmo quando confundem uma transformação química com uma mudança de estado (MIRANDA; MORTIMER, 1995, p. 23).

A figura 2 nos mostra alguns desenhos produzidos pelos alunos para representar a evaporação do álcool dentro da garrafa, segundos depois de ser borrifado dentro da mesma.

Figura 2: Exemplo de desenhos da evaporação do álcool representados pelos alunos.



Fonte - Arquivo pessoal.

Podemos observar que na figura 2, os desenhos indicados pelas letras a e b demonstram que os seus autores utilizaram com coerência os conceitos de modelo de partículas para representar a evaporação do álcool na garrafa. Alguns alunos, como o que desenhou a figura b, inseriram legendas para enfatizar suas ideias sobre a descrição do fenômeno.

Observando o desenho apresentado na letra c, percebemos que o aluno não conseguiu fazer uma interpretação correta a respeito do sistema, pois a garrafa possui um volume maior que o ocupado pelas partículas em sua representação. Analisando o desenho, podemos interpretar que o aluno representou todas as partículas no lado direito do foguete devido ao desenho do foguete possuir uma linha vertical que foi identificada pelo mesmo como uma barreira física. Sendo assim, poderíamos considerar um modelo coerente.

Na figura 2, o desenho apresentado na letra d apresenta uma curiosidade interessante. O seu autor indica que parte do álcool permanece na forma líquida e uma outra parte evapora. Sua representação para a parte líquida não é correta de acordo com o modelo de partículas, mas se aproxima muito da ideia.

A segunda observação importante trata-se da queima do álcool ao aproximar a chama do isqueiro da única abertura na garrafa. Para 76% dos alunos, ocorreu um fenômeno químico e que foi identificado como uma combustão ou queima do álcool, coerente com o que se propõe o experimento. Mesmo entre os que identificaram o fenômeno como físico, 14% afirmaram que se trata de uma combustão, repetindo o

mesmo fato observado na análise do fenômeno físico anterior, de uma certa confusão em relacionar fatos experimentais aos conteúdos teóricos estudados.

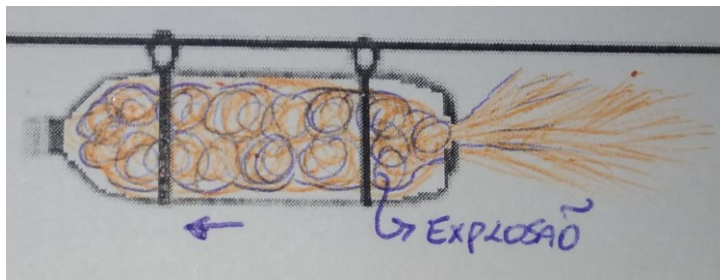
Nas discussões finais, após a realização da atividade experimental, 95% dos alunos afirmaram que ocorreu uma transformação química e que se tratava de uma combustão. Dois fatores foram preponderantes durante a discussão entre os alunos sobre ter ocorrido uma transformação química: o brilho de cor laranja que apareceu com maior nitidez em um dos vídeos registrados pelos alunos e o aquecimento do foguete após o lançamento. Fatos relacionados às evidências de fenômenos químicos.

Todos os alunos apresentaram como resultado da combustão do álcool a produção de gás carbônico e água. Porém, apenas 47% dos alunos descreveram corretamente o fenômeno observado, ou seja, a combustão completa do etanol.

Sobre o fato de o fenômeno químico da combustão do álcool contribuir para a movimentação do foguete, observamos que apenas 42% dos alunos relacionaram o fato de que os produtos gasosos gerados na reação provocam a movimentação do foguete. Mesmo assim, somente 19% dos alunos apresentaram como resposta que a formação de gás carbônico e a alta pressão dentro da garrafa é que contribuíram para que ela se movimentasse. Nenhum aluno citou a formação do vapor de água em suas respostas.

É interessante observar que mesmo descrevendo a equação de combustão completa do etanol, como solicitado durante a discussão, poucos alunos mencionaram quais substâncias foram formadas dentro da garrafa na segunda solicitação de representação do fenômeno através de um desenho. Quando observamos a representação da combustão do álcool (figura 3), fica mais evidente essa dificuldade.

Figura 3: Desenho representando a combustão do etanol.



Fonte - Arquivo pessoal.

Nenhum aluno utilizou corretamente o modelo de partículas, relacionando a formação de água e gás carbônico após a combustão. Muitos desenhos representam os gases formados que sugerem a ideia de ocupar todo o espaço e ainda sair em alta pressão. Nos estudos envolvendo transformações, Lopes (1995) descreve:

(...) torna-se muito mais importante que os alunos compreendam a multiplicidade de fenômenos com que trabalhamos, sabendo reconhecê-los, descrevê-los e explicá-los com base em modelos científicos, ao invés de se prenderem a classificações mecânicas (LOPES, 1998, p. 8).

No momento de descrever as observações experimentais, a maioria dos alunos tendem a não utilizar os conceitos científicos estudados, as descrições restringem-se À observações macroscópicas dos fenômenos, como destacam Miranda e Mortimer (1995).

5 - CONCLUSÃO

Observamos que a atividade apresenta um grande potencial para trabalhar fenômenos de forma experimental e investigativa. O fato de utilizar dispositivos móveis para registrar os fenômenos e poder avaliar com mais atenção cada momento da atividade amplia a possibilidade de sucesso na tentativa de descrever e entender os fenômenos estudados.

A participação dos alunos nesta atividade foi mais ativa e propositiva, demonstrando suas concepções prévias que foram reavaliadas em um segundo momento da atividade. Uma observação interessante sobre a atividade é o fato de haver uma maior motivação dos alunos ao utilizarem seus celulares para fazer os registros em vídeos, aproveitando-se dos mais diversos recursos disponíveis em cada aparelho. A possibilidade de rever a execução da experiência por várias vezes

proporcionou uma melhor visualização dos fenômenos por parte dos alunos, gerando mais participação dos mesmos.

AGRADECIMENTOS E APOIOS

Agradeço a todos os funcionários e professores envolvidos na formatação do curso do CECi pela oportunidade dada a nós de ampliar os conhecimentos didáticos na área das Ciências. Ao meu tutor, colega de formação, professor Anderson que nos orientou e ajudou a desenvolver todas as atividades das disciplinas obrigatórias do curso. Agradeço, em especial, à professora Roberta Correa pela paciência na orientação e no desenvolvimento deste artigo.

REFERÊNCIAS

BORGES, Antônio Tarciso. **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 291-313, 2002.

BROWN, John Seely; COLLINS, Allan et al. **Situated cognition and the culture of learning**. Educational Researcher 18: 32-42 Chinn & Malhotra, B.A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. Science Education, 86:175-218.

CINELLI, Nair Pereira Figueiredo. **A influência do vídeo no processo de aprendizagem**. 2003, 73 p. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção-UFSC, 2003.

COSTA, João Ribas da. **Escolas Radiofônicas para Educação Popular**. Rio de Janeiro, Ministério de Educação e Cultura, 1978, p. 43.

DRIVER, Rosalind et al. **Construindo conhecimento científico na sala de aula**. Revista Química Nova na Escola, São Paulo, 1999, v.9, p. 31-40.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. Paz e Terra, São Paulo, 1996.

FERREIRA, Luiz Henrique; DÁCIO, Rodney Hartwig; OLIVEIRA, Ricardo Castro de. **Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada**. Química Nova na Escola, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.

GIL-PÉREZ, Daniel. **Newtrends in science educativo**. International Journal of Science Education, v.18, n.8, p. 888-901, 1996.

GIL-PÉREZ, Daniel et.al. **Tiene sentido seguir distinguendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lapis y papel y realización de prácticas de laboratorio?**. Enseñanza de las Ciencias, v. 17, n. 2, p. 311-320, 1999.

GODOY, Arilda Schmitd. **Pesquisa Qualitativa - tipos fundamentais**. Revista de Administração de Empresas, São Paulo, v. 35, p. 20-29, 1995.

HOFSTEIN, Avi; LUNETTA, Vincent. **The laboratory science education: Foundation for the twenty-first century**. Science Education, v. 88, p. 28-54, 2003.

KAPRA, Sonia; QUEIROZ, Glória; COLINVAUX, Dominique; FRANCO, Creso. **Modelos: uma análise de sentidos na literatura de pesquisa em ensino de ciências.** Investigação no Ensino de Ciências, v. 2, n. 3, p. 185-205, 1997.

LEITE, Bruno Silva. **M-Learning: o uso de dispositivos móveis como ferramenta didática no Ensino de Química.** Revista Brasileira de Informática na Educação, v. 22, n.3, 2014.

LEWIN, Ana Maria Figueroa de; LOMASCÓLO, Teresa Monmany. **La metodología científica em la construcción de conocimientos.** Enseñanza de las Ciencias, v. 20, n. 2, p. 147-510, 1998.

LOPES, Alice Ribeiro Casimiro. **Reações químicas: fenômeno, transformação e representação.** Química Nova na Escola, n. 2, 1995

GIORDAN, Marcelo. **Correio e bate-papo: a oralidade e a escrita ontem e hoje.** Química Nova na Escola, n. 8, 1998.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MIRANDA, Luciana Campos. **Concepções dos estudantes sobre reações químicas.** Química Nova na Escola, n. 2, 1995.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta. **Química para o Ensino Médio,** Scipione, São Paulo, p. 238, 2003.

MUNFORD, Danusa; LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro e. **Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo?** Ensaio pesquisa em educação em ciências, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 72-89, 2007.

POZO, Juan Ignacio (Org.). **A solução de problemas.** Porto Alegre: Artmed, 1998.

APÊNDICES

Anexo 1: Roteiro da Atividade Prática

ATIVIDADE PRÁTICA: LANÇAMENTO DE UM FOGUETE

Atenção: Este experimento requer cuidados especiais e só deve ser realizado na presença de um responsável e observando todas as questões de segurança. Não nos responsabilizamos pelo mau uso das informações aqui contidas.

Materiais:

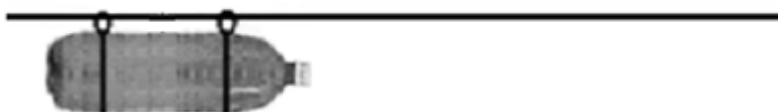
- Garrafa PET 2 litros com tampa;
- 10 metros de cabo de aço;
- Frasco borrifador;
- 1 vela;
- Fósforos;
- 2 cliques de metal grande;
- Fita adesiva;
- Álcool etílico;

Montagem do foguete:

O foguete é construído utilizando uma garrafa PET de 2 litros. Ela será utilizada como o corpo do foguete, para servir de câmara de combustão. No fundo da garrafa, deve-se fazer um furo com um diâmetro de aproximadamente 0,5 cm. Assim o foguete estará pronto para ser lançado.

O foguete percorrerá uma linha de *nylon* esticada no pátio da escola, fazendo um voo horizontal e guiado por essa linha. Para isso, será presa ao corpo do foguete uma haste feita com cliques de metal.

Figura 1: Desenho representando a experiência.



Inicialmente, deverá ser dobrada a parte interna do clipe até que ela fique com um ângulo de 90° com a parte externa. Prenda os cliques ao corpo da garrafa PET utilizando uma fita adesiva. Os dois cliques devem ficar alinhados, formando um gancho para ser colocados na linha de *nylon*.

Montagem para lançamento do foguete:

Devemos amarrar a linha de *nylon* e esticá-la para servir de apoio para o foguete. Com uma garrafa borrifadora, introduzimos álcool etílico dentro da garrafa PET (aproximadamente 1 mL). Uma observação importante neste momento é manter um dedo tampando o orifício feito no fundo da garrafa para não perder o vapor de álcool presente dentro da garrafa. É desejável que o álcool seja colocado

em quantidade suficiente para obter vapor de álcool dentro da garrafa. Utilizando os cliques como um gancho, colocamos a garrafa PET na linha de *nylon*. Mantenha o orifício tampado com seu dedo.

Lançamento do foguete:

Neste momento necessitamos de duas pessoas para fazer o procedimento de lançamento do foguete a partir da ignição. Uma vai segurar o foguete, colocando-o na linha de *nylon*. O outro acenderá um isqueiro para dar início à ignição. Trabalhando em sincronia, o aluno que está tampando, com o dedo, o orifício feito na tampa do foguete deverá retirá-lo. Um segundo aluno que está com o isqueiro deverá aproximá-lo, imediatamente, acesso no orifício feito na tampa.

Borrifação do álcool dentro do foguete:

Esta parte requer cuidados especiais, por isso faça na presença de um adulto e/ou responsável. Pegue um borrifador, que esteja funcionando corretamente, e borrife dentro da garrafa de maneira que só insira vapor de álcool na garrafa PET.

ATENÇÃO: É necessário que haja extremo cuidado nessa parte, não pode haver líquido dentro da garrafa. Isso pode causar acidentes!

Fique ao lado do foguete, nunca atrás!

Use o isqueiro para promover a ignição e, conseqüentemente, lançamento do foguete.

Anexo 2: Questionário Inicial

QUESTIONÁRIO DE PESQUISA DE CAMPO
TEMA: USO DE MODELO EM REAÇÕES COM PRODUTOS GASOSOS
DEMONSTRAÇÃO PRÁTICA E INVESTIGATIVA

Os dados serão utilizados para pesquisas e elaboração de monografia de especialização em Ensino de Ciências por Investigação na UFMG/MG.

RESPONSÁVEL: Marlon César Dias Nascimento pós-graduando em Ensino de

Por gentileza, preencha o questionário abaixo. Solicito que, em nenhuma parte do instrumento, você se identifique.

1. Data do preenchimento do questionário: ___/___/___ Horário: ___:___ Município: _____ MG.

2. Escolaridade: _____ Aluno repetente? () Não () Sim

Sobre Química, em sua opinião:

3.1- a disciplina Química é:

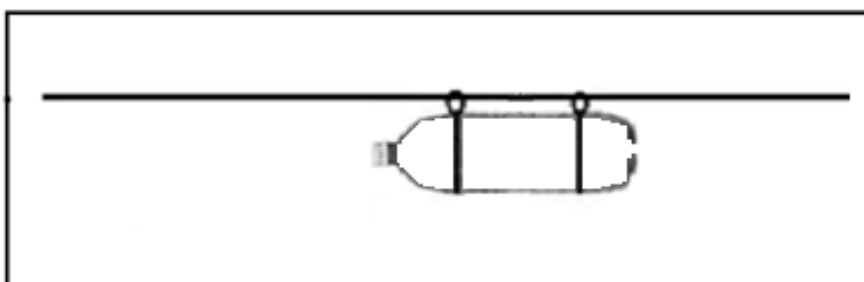
a-() Muito difícil b-() Difícil c-() Fácil d-() Muito fácil

Atividade prática: Foguete usando garrafa PET

Questões Iniciais:

Análise do experimento

1º Momento: antes de se iniciar a combustão:



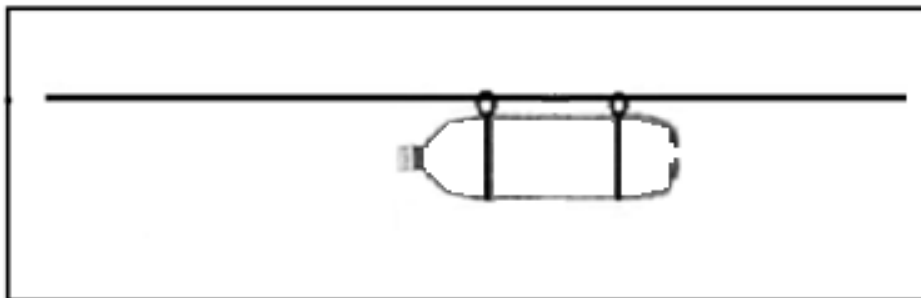
4.1 - Em sua opinião, ocorre algum tipo de transformação com o álcool introduzido na garrafa, antes da ignição?

() SIM () NÃO

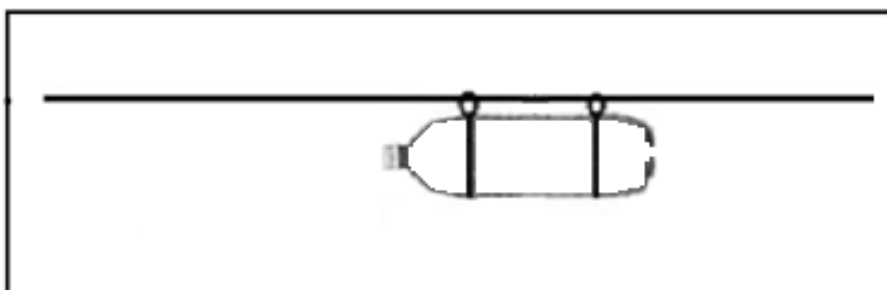
4.2 - Se sua resposta foi SIM, que tipo de transformação ocorre em sua opinião?

() TRANSFORMAÇÃO FÍSICA () TRANSFORMAÇÃO QUÍMICA

4.3 - Na figura abaixo, faça o esboço de um desenho mostrando o que você pensa sobre o comportamento do álcool após ser introduzido na garrafa:



2º Momento: enquanto ocorre a aproximação da chama do isqueiro no orifício da garrafa:



4.4 - Em sua opinião, ocorre algum tipo de transformação com o álcool introduzido dentro da garrafa no momento em que se posiciona a chama do isqueiro no orifício da garrafa?

SIM NÃO

4.5 - Se sua resposta foi SIM, que tipo de transformação ocorre em sua opinião?

TRANSFORMAÇÃO FÍSICA TRANSFORMAÇÃO QUÍMICA

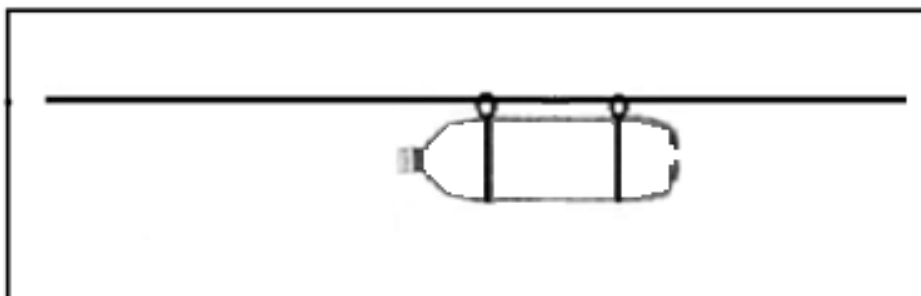
4.6 - Que tipo de reação ocorre com o álcool dentro da garrafa?

R: _____

4.7 - Em sua opinião, a reação citada acima pode contribuir para o movimento da garrafa?

SIM NÃO Não sei responder

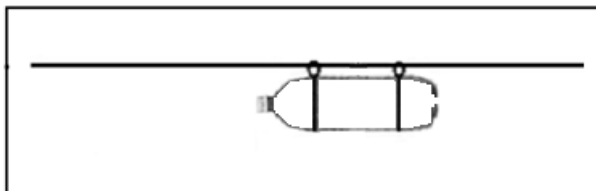
4.8 - Na figura abaixo, faça o esboço de um desenho mostrando o que você pensa sobre o comportamento do álcool após a aproximação do isqueiro no orifício da garrafa:



4.9 - Descreva, com suas palavras, qual a sua ideia sobre a movimentação do foguete de garrafa PET. Quais os fenômenos e/ou fatores que contribuem para a movimentação do foguete de garrafa PET?

Anexo 3: Questionário final.

3º Momento: após a realização da parte experimental.



5.1 - Se sua resposta foi SIM, que tipo de transformação ocorre em sua opinião?

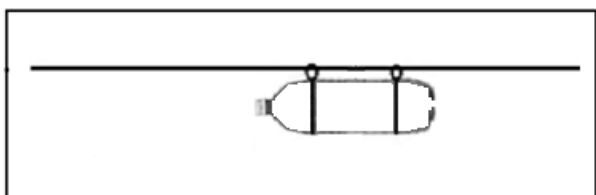
TRANSFORMAÇÃO FÍSICA TRANSFORMAÇÃO QUÍMICA

5.3 - Que tipo de reação ocorre com o álcool dentro da garrafa? R:

5.4 - Em sua opinião, a reação citada acima pode contribuir para o movimento da garrafa?

SIM NÃO Não sei responder

5.5 - Na figura abaixo, faça o esboço de um desenho mostrando o que você visualizou após a ignição do foguete:



5.6 – Descreva a equação química completa de combustão do etanol (álcool utilizado na experiência) descrevendo todos os estados físicos das substâncias envolvidas.

5.7 - Descreva, com suas palavras, qual a sua ideia sobre a movimentação do foguete de garrafa PET. Quais os fenômenos e/ou fatores que contribuem para a movimentação do foguete de garrafa PET?

Obrigado por sua participação!
Professor/Pesquisador Márlon César