



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA E O ENSINO DE MATEMÁTICA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ**

**HIPÓTESES SOBRE A COMBUSTÃO ENTRE ALUNOS DO ENSINO
MÉDIO: A EPISTEMOLOGIA DE GASTON BACHELARD**

**DÉBORA PIAI
MARINGÁ**

HIPÓTESES SOBRE A COMBUSTÃO ENTRE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO: A
EPISTEMOLOGIA DE GASTON BACHELARD

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática da Universidade Estadual de Maringá como requisito parcial para obtenção do título de Mestre. Orientadora: Prof^ª. Dra. Maria Aparecida Rodrigues. Co-orientadora: Prof^ª. Dra. Eliane Sebeika Rapchan

MARINGÁ
2007

Os alquimistas estão chegando
Estão chegando os alquimistas
Eles são discretos e silenciosos
Moram bem longe dos homens
Escolhem com carinho a hora
E o tempo do seu precioso trabalho
São pacientes, assíduos e perseverantes
Executam, segundo as regras herméticas
Desde a trituração a fixação
A destilação e a coagulação
Trazem consigo cadinhos
Vasos de vidro, copos de louça
Todos bem, e iluminados
Evitam qualquer relação com pessoas
De temperamento sórdido
Os alquimistas estão chegando
Estão chegando os alquimistas

Os Alquimistas Estão Chegando

(Jorge Ben Jor)

Agradecimentos

Agradecer de maneira especial, às professoras Maria Aparecida Rodrigues e Eliane Sebeika Rapchan pela maravilhosa orientação que me conferiram, dispondo de suas preciosas horas para me auxiliar nesta caminhada com muitas pedras, mas que proporcionam imenso prazer pela ciência.

Aos alunos participantes da pesquisa, que me proporcionaram elementos extremamente significantes para a realização desse trabalho, me aturando durante um bom tempo, mas mesmo assim, com muito humor.

Aos professores Clélia Maria Ignatius Nogueira, Alice Ribeiro Casimiro Lopes e Luiz Roberto Evangelista pelas valiosas contribuições conferidas ao meu trabalho para que o mesmo fosse concluído.

À minha família e amigos que sempre estiveram ao meu lado nos momentos de felicidade, tristeza, insatisfação, conquistas, desejando-me toda a sorte e força de vontade para alcançar meus objetivos.

Aos novos amigos que tive oportunidade de conhecer durante o mestrado, onde compartilhamos nossas indignações, nossas esperanças e admirações especialmente pelos professores...

Obrigada pelo companheirismo!

Dedico este trabalho...

A minha **mãe** que sempre me deu grande apoio,
acreditando em meu **potencial** e me fazendo
acreditar.

Ao meu **pai**, responsável por minha formação
pessoal, humana...**Exemplo de vida!**

Aos meus irmãos **Leandro** e **Mariana**, pela
felicidade que vocês me trazem.

Ao meu marido **Jaime**, que sempre foi meu
sustento, **minha coragem**, meu colo em todos os
momentos...

Amo muito vocês!

SUMÁRIO

Introdução.....	11
Capítulo 1: Bachelard e a Epistemologia do Erro: Aspectos Epistemológicos.....	14
Capítulo 2: Exercícios Históricos em Tentativa e Erro: Sobre o Fogo e a Combustão.....	28
2.1 - Contexto Histórico da Teoria do Flogístico.....	
2.2 - Lavoisier e a Teoria da Combustão.....	
Capítulo 3: Combustão e História no Ensino de Ciências: Aspectos Educacionais... 43	43
3.1 – Importância do Conceito de Combustão.....	43
3.2 – A História da Ciência no Ensino da Química.....	46
Capítulo 4: Metodologia.....	
4.1 – Universo da Pesquisa.....	
4.2 – Coleta de Dados.....	51
4.3 – Análise e Tratamento dos Dados.....	55
Capítulo 5: Reflexões Sobre os Resultados da Pesquisa.....	56
5.1 – Categoria Epistemológica.....	56
5.2 – Categoria Histórica.....	62
5.3 – Categoria Educacional.....	67
Capítulo 6: Considerações Finais.....	72
Referências.....	74
Anexos.....	79

RESUMO

A descoberta do oxigênio integra um dos maiores debates encontrados na história da Química e está vinculada à teoria lavoisieriana (MAAR, 1999). Até que essa teoria fosse proposta por Lavoisier muitas outras estiveram atreladas a uma série de noções, inclusive àquelas que ficaram conhecidas por associação aos flogistonistas, algumas delas carregadas de dogmatismo e misticismo, constituíram-se naquilo que Bachelard denominou como obstáculo epistemológico. Para Bachelard, num sentido amplo, obstáculo é algo que impede um indivíduo de progredir na esfera intelectual (BACHELARD, 1996). Neste trabalho, foram levantadas as idéias de alunos da 1ª série do Ensino Médio, sobre o processo da queima, por meio de uma série de experimentos envolvendo combustão.

Os dados levantados foram analisados a partir do confronto com a epistemologia de Bachelard e debates históricos que circundaram a teoria do flogístico até o surgimento da teoria de Lavoisier. Daí resultaram algumas categorias de caráter epistemológico histórico e educacional, que foram desdobradas em subcategorias entre elas: a da experiência primeira, generalização, erro como tentativa de construção do conhecimento científico, o fogo como agente de transformação, os princípios responsáveis pela queima e considerações sobre a conservação da matéria. O erro, quando manifesto em sala de aula, é algo que não condiz com o conhecimento científico estabelecido. No entanto, para Bachelard, a reflexão sobre o novo, que leva sempre ao ato de conhecer e à postura adotada pelo sujeito conhecedor nesse ato de conhecer, pode ser determinante no que diz respeito ao erro e ao obstáculo epistemológico. O erro em Bachelard difere de maneira significativa do erro na forma em que estamos habituados a pensar a partir do senso comum. Para nós, o erro é visto como algo “impuro” e não premeditado e que nem deve ser considerado. A ciência em geral descarta o erro, assim como os professores, principalmente aqueles erros conceituais ou formais que são cometidos em sala de aula.

Os resultados obtidos revelam que, em contato com os experimentos e sob estímulo de questões, os alunos conseguiram levantar hipóteses sobre o que acontece no processo de combustão. No entanto, quando esses alunos expressaram concepções espontâneas que mostraram-se errôneas, isso foi valorizado pois, sob a ótica bachelardiana, significa a existência do pensamento racional. O professor, como o responsável pela mediação entre o conhecimento e o aluno, pode fazer com que os estudantes superem tais dificuldades

propondo situações de aprendizagem nas quais as representações falsas destes sejam colocadas em xeque, valorizando o erro com vistas à sua superação. Este processo de reflexão tem o potencial de possibilitar aos alunos uma aproximação mais eficaz do conhecimento científico.

Palavras Chave: Combustão, Epistemologia de Bachelard, História da Química.

ABSTRACT

The discovery of the Oxygen integrates one of the bulk debate found at the Chemistry history and is associated to Lavoisier theory (MAAR, 1999). Many others theory were associated to a many conception until Lavoisier proposed this theory, inclusive those were acquaintance because of the association to *phlogistonists*, some of them was appointed from dogmas and myth, that constituted in the obstacle that Bachelard called Epistemological Obstacle. Bachelard says the obstacle was something that impedes a individual to progress his intellect (BACHELARD, 1996). This work appointed the students ideas in the fist period E. M., about the burn process, when they observed some experiments about burn.

The results were analysed confronting with the Bachelard theory. The students' answers resulted in some categories: Fist Experience, General Knowledge and Error. Fist Experience is the observation result after explanation and reflexion. General Knowledge is successive generalization. And the Error is some result that does not accord with the scientific knowledge reputed right. However, to Bachelard, the reflexion about what is news can be determinant about what is mistake and to obstacle. The error to Bachelard is considerably different to the common sense about error. Error to us is considered: innocent, unthinking and did not premeditate. The Science generally casts off the error, like the teachers do, mainly class mistakes.

The results show the students could couch hypothesis about what happens in the process of combustion. However, when these students expressed spontaneous conception because represents the existence of the rational thought. The teacher is the mediator between the knowledge and the student, and he can do the students improve on the difficulties proposing situations to do the student sees the error to improve on him. This process has the potency to enable an approximation more effective of the scientific knowledge.

Key Words: Combustion, Bachelard's Epistemology, Chemistry History.

INTRODUÇÃO

Uma questão muito importante, ressaltada por pesquisadores da área do ensino de ciência, é a forma reducionista, empobrecida e distorcida que é adotada por alguns professores da área de ciências naturais. Essa conduta, descomprometida da concepção da natureza da ciência como processo e atrelada a visões positivistas e tecnicistas, constituiu-se não apenas em obstáculo para aprendizagem, mas pode levar também à rejeição dos estudantes ao conhecimento científico (CACHAPUZ et al., 2005).

Como consequência, a condição do Ensino Superior, Médio e Fundamental passa a caracterizar-se pela facilitação e não pelos esforços em favor do aprofundamento e análise das teorias que são vigentes, ou que algum dia assim foram. Nesse sentido, é legítimo perguntar: procede o fato de que a Ciência atual se constrói, em suma, voltada à análise e reflexão metodologicamente orientada dos fenômenos pautada pela possibilidade potencial de auto-superação constante, ou ela processa-se exclusivamente pela reprodução de técnicas em alta escala de especialização designada pelos interesses das elites políticas, de alto poder econômico?

Difícil é responder essa questão, mas o que sabemos é que o ensino deve ser modificado e as práticas científicas devem ser repensadas. Nesse sentido, vale afirmar o quanto se faz importante enfatizar a forma como se dá a construção do conhecimento, sendo científico ou não, pois toda a ciência e educação dependem desse movimento de construção.

A partir dessas motivações, o presente trabalho tem como objetivo identificar quais são as concepções de alunos da 1ª série do Ensino Médio acerca da queima de materiais, enfatizando o modo como as idéias relativas a esse fenômeno se manifestam, favoravelmente ou em conflito, frente a conceitos já existentes provenientes de sua vida cotidiana.

Além disso, o trabalho pretende estabelecer algumas relações entre o ensino de Ciências e a História da Ciência contribuindo para enriquecer o debate, já que a partir dessas considerações pode-se enfatizar a importância da existência de um ensino de Ciências em que as referências históricas não sejam restritas aos fatos. Esses resultados podem também ser pontos de partida para reflexões futuras sobre como algumas ações e reflexões diante de certos fenômenos, no esforço de explicá-los, podem ser intrínsecas ao ser humano, independente de sua época, como já apontou Bachelard.

De acordo com esta perspectiva, utilizamos como instrumentos da pesquisa uma seqüência de experimentos envolvendo a queima de materiais e questionários que foram respondidos pelos alunos após a realização dos experimentos.

Os experimentos tiveram um caráter investigativo, uma vez, que à medida que os alunos executavam as atividades com auxílio e acompanhamento da pesquisadora, eram solicitados a expor suas idéias e hipóteses sobre os fenômenos ocorridos. As respostas dos alunos referentes às questões aplicadas ao término de cada etapa experimental serviram para complementar as idéias manifestas a partir do diálogo estabelecido durante a realização das atividades, as quais foram registradas por meio de filmagem.

A análise do material coletado a partir do referencial epistemológico de Gaston Bachelard nos permitiu delinear as categorias e subcategorias que discutimos no trabalho.

São seis os capítulos que compõem essa dissertação:

O primeiro capítulo constituiu-se de reflexões epistemológicas embasadas nas teorias de Bachelard, sendo que nesse capítulo procuramos enfatizar pontos referentes aos obstáculos epistemológicos, estabelecendo suas interfaces com o erro decorrente do exercício do pensamento na busca pelo saber.

Como, pela perspectiva bachelardiana, toda ciência é construída através, e a partir, da superação de obstáculos e análises de erros, fizemos menção no segundo capítulo a algumas teorias elaboradas no decorrer da história da Química, sobre o fenômeno de combustão, já que esse fenômeno engloba grandes debates os quais, inclusive, colaboraram para o nascimento da Química moderna.

O terceiro capítulo constitui-se a partir do estabelecimento de relações entre o ensino de Ciências e a história da Química, enfatizando a idéia de que as teorias científicas devem sempre ser precedidas de análises pautadas pelo contexto histórico em que foram produzidas. Além disso, relatamos ali a importância que deve ser conferida ao fenômeno de combustão que é atualmente pouco enfatizado no ensino.

O quarto capítulo consiste no arcabouço metodológico utilizado na realização da pesquisa, no qual enfatizamos a abordagem qualitativa calcada na teoria de Bachelard. Ainda nesse capítulo, descrevemos o universo da pesquisa, caracterizando os alunos, a escola e o contexto

da pesquisa, apresentando a forma como se deu a coleta de dados, bem como os instrumentos utilizados para a coleta.

Após a caracterização da metodologia, passamos ao quinto capítulo, que corresponde às análises dos resultados, que, por sua vez, explicitaram as idéias concebidas pelos educandos no que se refere aos experimentos relacionados à combustão, buscando, a partir de seus discursos, inferir considerações sobre a construção do conhecimento científico. A análise dos resultados deu-se de acordo com as premissas enfatizadas nos capítulos 1, 2 e 3. Essas premissas que foram denominadas categorias, foram posteriormente divididas em subcategorias, o que permitiu uma análise mais adequada dos resultados.

No sexto, e último, capítulo tecemos nossas considerações em relação às concepções dos educandos, enfatizando a importância no ensino de ciências e buscando constantemente o estabelecimento de relações com a tríade, epistemologia, história e educação.

BACHELARD E A EPISTEMOLOGIA DO ERRO: ASPECTOS EPISTEMOLÓGICOS

Boero, um jovem físico da cidade de Sangone, trabalha em seu laboratório para determinar o vertiginoso índice das Tabelas de Landolt. Conseguiu com muito custo um pequeno espaço em um Instituto, onde realizava todas as medições para constatar a supremacia das tais tabelas.

Uma de suas tarefas era verificar o teor do coeficiente de viscosidade da água. Repetiu a medição várias vezes, mas não realizou os cálculos necessários à checagem. Boero assoviava para não blasfemar, pois achava seu trabalho estúpido. Já se sabia quais resultados poderiam ser obtidos, uma vez que além dele, várias outras pessoas já haviam realizado o trabalho e, na prática, as novas medições serviam apenas para confirmar a veracidade e a validade da tabela.

Na manhã seguinte às medições, realizou os cálculos e notou que a terceira casa decimal não estava de acordo com aquelas constantes na sagrada tabela. A viscosidade da água estava alterada, maior. Ficou preocupado, pois não se podia duvidar das Tabelas de Landolt. Duvidava-se do Evangelho, mas não das tabelas. Resolveu falar então com seu chefe, Curti, que ficou furioso como era esperado. Exigiu que Boero refizesse as medições, ou então que mudasse de profissão.

Diante disso, Boero viu-se diante de um dilema: não sabia se alterava os resultados ou se abandonava sua carreira. Deitado na areia às margens do rio Sangone, pensava no que poderia fazer. Percebeu, então, que havia algo de errado com a água daquele rio. Ela parecia bem menos móvel, menos viva. Coletou apressadamente uma amostra e retornou ao laboratório para fazer as devidas análises.

A água era monstruosa: 1,30 centipoises a 20°C, trinta por cento acima do normal. Boero e Curti escreveram um memorando, mas, enquanto este estava sendo revisado, a viscosidade aumentara para 1,45. Encontraram também altas viscosidades nas águas de outros rios.

Rapidamente a anomalia se estendeu e registraram-se chuvas viscosas. Não era necessário nenhum instrumento para distinguir essas chuvas das normais. As gotas eram pesadas e grossas. As árvores de grandes copas morreram em pouco tempo, devido à pequena vazão de água até o solo. A Europa inteira sofria com a grande catástrofe.

Acreditava-se que os homens sairiam ilesos, mas, com o tempo, os doentes morreram, e os que não estavam doentes ficaram. As pessoas passaram a morrer entre trinta e quarenta anos, vítimas de edemas e cansaço. Os rios e lagos do Alasca passaram a condensar-se em um gelo que, deixando de ser quebradiço, tornou-se elástico e tenaz como aço. O mar do Caribe não tinha mais ondas.

Essa história, registrada no conto “Ótima é a água” de Primo Levi (2005), foi escolhida aqui para introduzir a discussão sobre a epistemologia do erro em Bachelard, posto que traduz, com riqueza e vivacidade, uma grande preocupação do autor, que ficou conhecido como o filósofo do descontinuismo e que, conforme salienta Lopes (1999), destacou-se como um dos primeiros a refletir em termos de rupturas, contrapondo-se à noção cumulativa do conhecimento científico.

A ciência, à medida que se estabeleceu institucionalmente e alcançou legitimidade social, tem se reproduzido, privilegiando, às vezes exclusivamente, as vias empirista e positivista e isso não ocorre sem conseqüências para o processo de produção do conhecimento. Em alguns casos não se distingue se as pesquisas são desenvolvidas por cientistas que procuram uma reflexão mais profunda sobre as propriedades da natureza, ou se as universidades formam todos os anos simples técnicos que repetem exaustivamente o tratamento de dados coletados, a fim de adequá-los a padrões científicos cristalizados em teorias há décadas.

Esse é o caso das medições da viscosidade da água realizadas por Boero que, tendo encontrado valores desviantes com relação à tabela, considerada padrão e expressão da veracidade científica, viu-se diante da contradição entre o que observava no mundo real e os dados reconhecidos pela comunidade científica. Encontrou-se, assim, submetido à pressão do seu superior, que defendia a legitimidade da consagrada tabela de Landolt, em vez de se surpreender diante dos dados desviantes. O tempo perdido no debate entre a defesa da verdade científica estabelecida e o dado da realidade que a contradizia condenou o planeta e a humanidade ao fim.

Em nossas práticas científicas, deparamo-nos com diversos contratemplos que, em alguns casos, consideramos erros derivados das mãos do técnico ou experimentador. Nesses casos, a tendência é atribuir o desvio a um erro na coleta do dado, em vez de duvidar da teoria, mesmo que as condições de pesquisa sejam feitas e refeitas e as contradições entre o empírico

e sua explicação continuem se manifestando. Kuhn (2003) atribuiu isso à força dos paradigmas científicos.

É também comum que esqueçamos que toda ciência produz verdades relativas e parciais, pois advém de conhecimentos que serão superados, já que, em algum momento, tal teoria deixa de ser suficiente para explicar determinado fato natural. Detemo-nos na busca de resultados já consagrados e abandonamos a prática de pensar sobre a gama de novos conhecimentos que se pode alcançar, através da reflexão praticada, dia após dia, fato após fato.

O cientista, em seu ímpeto de não errar, não reflete sobre a validade, a qualidade e a legitimidade de seu “produto”, ou seja, sobre a sua produção acadêmica. Se os resultados obtidos não são explicados pela teoria vigente, se ao refazer a pesquisa os resultados se repetem e se a busca de novos métodos e técnicas para coleta e tratamento dos dados também não resolve o problema, há uma forte tendência em ignorar o desconhecido, abandonar a pesquisa e buscar um novo tema em campos mais consagrados e seguros.

Por outro lado, quando se buscam novos caminhos para explicar os dados desviantes sempre se corre o risco de produzir teorias que, quando estabelecidas, passam a ser tratadas como verdades intocáveis, engessando, assim, a dinâmica de produção do conhecimento científico.

A crítica tecida por Bachelard à acomodação dos cientistas a padrões e normas em detrimento da aventura da busca do conhecimento manifesta-se em vários de seus trabalhos, e caracteriza-se pela defesa de uma posição epistemológica, segundo a qual a ciência não existe sem o exercício constante da reflexão. De fato, para Bachelard,

Toda cultura científica deve começar por uma catarse intelectual e afetiva. Resta, então, a tarefa mais difícil: colocar a cultura científica em estado de mobilização permanente, substituir o saber fechado, e estático por um conhecimento aberto e dinâmico, dialetizar todas as variáveis experimentais, oferecer enfim à razão razões para evoluir (BACHELARD, 1996, p.24).

Antes de prosseguirmos na discussão de como se dá a evolução do conhecimento científico na perspectiva bachelardiana, acreditamos ser oportuno trazer um pouco da vida e obra de Gaston Bachelard.

Gaston Bachelard nasceu na França em 1884. Sua obra inicia-se com a publicação de seu primeiro livro em 1928 e prosseguiu até o ano de sua morte, em 1962. Ao todo ele publicou catorze livros sobre epistemologia e outros tantos sobre o imaginário poético. Ele se dedicou

ao estudo das mais variadas áreas do saber: matemática, engenharia, física, filosofia, poética e crítica literária. Bachelard foi professor secundário por cerca de dezesseis anos, lecionando as mais diferentes disciplinas. É dessa experiência que ele extrai a inspiração para algumas importantes incursões pedagógicas encontradas ao longo de seus livros.

Na sua obra estão presentes duas vertentes do pensamento, o *diurno* da descoberta científica, do pensamento essencialmente racional, e o *noturno* da vertente onírica, pensamento guiado pelo devaneio. São duas modalidades de consciência: uma da racionalidade e outra da imaginação, uma levando ao pensamento científico e a outra conduzindo à criação poética.

Há um laço que une essas duas vertentes e sua busca fundamental: Bachelard queria desvelar o lado secreto do mundo e ele dizia que isso somente seria possível rompendo com o aparente. É assim que o filósofo Gaston Bachelard, tanto o diurno quanto o noturno, tanto o científico quanto o poético, tornou-se conhecido como o filósofo da ruptura.

Outro aspecto importante do pensamento de Bachelard é dirigido às relações entre a produção de conhecimento e o erro. A reflexão sobre o novo leva sempre ao ato de conhecer e a postura adotada pelo sujeito conhecedor nesse ato de conhecer pode ser determinante no que diz respeito ao erro e ao obstáculo epistemológico.

Para distinguirmos, de forma clara, o que é erro e o que é obstáculo epistemológico na concepção de Bachelard, ressaltamos que não é possível pensar nestes dois conceitos de forma dissociada. Além disso, eles se correlacionam com a noção de ruptura e recorrência histórica, como veremos mais adiante.

O erro em Bachelard difere, de forma significativa, do erro em que estamos habituados a pensar a partir do senso comum. Para nós, o erro é visto como algo “impuro” e não premeditado ou mesmo pensado. A ciência em geral descarta o erro, assim como nós, professores, os descartamos quando erros conceituais ou formais são cometidos em sala de aula. Para Bachelard, ao contrário, o erro tem outro significado e sua manifestação no processo de produção do conhecimento vem, de forma sutil, auxiliar no crescimento do conhecimento científico. Para exemplificar e facilitar a compreensão da gênese da palavra erro na concepção de Bachelard, podemos nos apropriar daquele velho ditado popular: “é errando que se aprende”.

Bachelard defende que o erro em sua estrutura é importante para a construção do conhecimento científico. Ele parte do pressuposto de que toda ciência é feita em decorrência dos erros superados a cada prática científica, em cada novo conceito estabelecido que pode rapidamente ser trocado. Segundo o autor, precisamos errar em nossas práticas científicas, pois é a partir do erro que nos tornamos mais atentos a novos fatos:

A objetividade de uma idéia será mais clara e mais distinta, na medida em que aparecer sobre um fundo de erros mais profundos e mais diversos. É preciso errar para atingir um fim. Não há verdades primeiras, só erros primeiros. A primeira e mais rica função do sujeito é a de se enganar. Quanto mais complexo for seu erro, mais rica será sua experiência. A experiência é a lembrança dos erros retificados (CANGUILHEM, 1957 apud SIMÕES, 1999).

Se pensarmos na história da construção da ciência, todo erro constituído, ou seja, todo conceito determinado teve de ser retificado, para que novos conceitos fossem estabelecidos. É possível afirmar, portanto, que todos os novos conceitos provêm da ineficácia encontrada em conceitos anteriores, em explicar certos fatos.

Como exemplo disso, fica muito claro, na Ciência Química, quando nos lembramos da teoria do flogístico, ou, até mesmo, das idéias alquímicas, particularmente aquelas dirigidas aos esforços de explicar os fenômenos relacionados à combustão. Todas as idéias e teorias produzidas naquele período sobre o assunto tiveram de ser repensadas, e seus erros, derivados do esforço em explicar o novo, tiveram de ser substituídos por algo que conseguisse apresentar e interpretar, de forma satisfatória, a natureza. Isso mostrou-se necessário, seja porque mudou-se a maneira de observar, medir e registrar os fenômenos, seja porque as perguntas dirigidas aos dados mudaram de perspectiva.

Ao mesmo tempo, todos os erros cometidos nesse processo foram importantes para o amadurecimento das explicações e para o processo de evolução científica. Nesta medida, eles não podem ser simplesmente considerados retrocessos, devendo, antes, ser tratados como elementos integrantes e indispensáveis ao avanço da ciência. Nesse contexto, observamos, mais uma vez, a relevância do aspecto positivo do erro na construção do conhecimento científico concordamos com LOPES, quando esta ressalta que

Bachelard defende que precisamos errar em ciência, pois o conhecimento científico só se constrói pela retificação desses erros. Como seu objetivo não é validar as ciências já prontas, tal qual pretendem os partidários das correntes epistemológicas lógicas, o erro deixa de ser interpretado como um equívoco, uma anomalia a ser extirpada. Ou seja, com Bachelard, o erro passa a assumir uma função positiva na gênese do saber e a própria questão da verdade se modifica. Não podemos mais nos referir à verdade,

instância que se alcança em definitivo, mas apenas às verdades, múltiplas, históricas, pertencentes à esfera da veracidade, da capacidade de gerar credibilidade e confiança. As verdades só adquirem sentido ao fim de uma polêmica, após a retificação dos erros primeiros (LOPES, 1996, p.252-253).

Portanto, pela epistemologia bachelardiana, é a partir de questionamentos dos erros que se atinge a superação e, conseqüentemente, um avanço no conhecimento científico. Ou seja, a prática científica não é caracterizada como um caminho linear e ascendente em que o conhecimento se acumula sem conflito e sem enfrentar trajetórias tortuosas. Na situação oposta, quando o erro em vez de ser o caminho para a superação, é defendido e protegido, ele se transforma em obstáculo epistemológico.

Desta forma, em cada momento crítico da história da ciência, todo erro derivado do ato de conhecer deve ser reconhecido, equacionado e repensado para que seja superado. Quando o erro não é superado, ultrapassado, ou seja, se não ocorrer o salto epistemológico, o erro passa a fazer parte das crenças e idéias da pessoa ou do cientista envolvidos no processo de conhecimento. Passa então a ser considerado um *obstáculo epistemológico*.

O obstáculo epistemológico, segundo Bachelard, é algo que impede um indivíduo de progredir na esfera intelectual científica. As causas de inércia, estagnação e até regressão na ciência são decorrentes de erros que, sedimentados e afirmados pelos sujeitos produtores de conhecimento, tornam-se futuros obstáculos epistemológicos:

Quando se procuram as condições psicológicas do progresso da ciência, logo se chega à convicção de que é em termos de obstáculo epistemológico que o problema do conhecimento científico deve ser colocado. E não se trata de considerar obstáculos externos, como a complexidade e a fugacidade dos fenômenos, nem de incriminar a fragilidade dos sentidos e do espírito humano: é no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem, por uma espécie de imperativo funcional, lentidões e conflitos. É aí que mostraremos causas de estagnação e até de regressão, detectaremos causas de inércia as quais daremos o nome de obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996, p. 17).

Os obstáculos podem aparecer sob muitas formas. Por exemplo, quando são utilizadas muitas generalizações sobre determinado assunto e as opiniões passam a fazer parte do desfecho teórico e o cientista (ou mesmo o educando) passa a justificar suas idéias a partir dessas opiniões, dá-se a produção cumulativa de erros e, sucessivamente, de obstáculos. Outra forma de expressão dos obstáculos epistemológicos, observada por Bachelard e destacada por SILVA (1999, p.63), assenta-se sobre a posição “de que o conhecimento científico precisa, antes de mais nada, estabelecer uma ruptura com o conhecimento comum ou experiência básica, pois é seguramente o principal obstáculo à construção do conhecimento científico”.

Para ampliar o entendimento desta questão, nos fundamentamos também em Lecourt citado por LOPES(1999, p.124):

O epistemológico tende a se manifestar mais decisivamente para mascarar o processo de ruptura entre o conhecimento comum e o conhecimento científico, quando o pensamento procura prender o conhecimento no real aparente. Os obstáculos epistemológicos tendem a constituir-se, então, como anti-rupturas [...].

Os obstáculos epistemológicos abordados por Bachelard (1996) dividem-se em cinco categorias: obstáculo decorrente da experiência primeira, obstáculo decorrente do conhecimento geral, obstáculo animista, obstáculo substancialista e obstáculo verbalista.

I. Experiência Primeira

Na formação do espírito científico, o primeiro obstáculo é aquele resultante de observações da natureza que recebem explicações sem dedicar-lhes muita reflexão. Neste caso, o cientista concentra-se apenas em suas impressões imediatas para explicar os fenômenos, detendo-se única e exclusivamente na percepção que tem deles em primeira mão, sem propor análises mais profundas, mais abstratas ou mais gerais e sem apresentar novas idéias (BACHELARD, 1996). A esse respeito, LOPES (1999, p.123), enfatiza a importância do entendimento de Bachelard sobre “a necessidade de valorização do conhecimento científico” e do lugar ocupado pela “experiência imediata como um obstáculo ao desenvolvimento dessa abstração”.

A experiência primeira é carregada pela observação das manifestações sem controle do cotidiano e tem como ponto de partida a experiência imediata da natureza. Ela não é racional e nos dá a falsa impressão de que somos capazes de compreender plenamente o fenômeno que estamos observando:

A experiência primeira ou, para ser mais exato, a observação primeira é sempre um obstáculo inicial para a cultura científica. De fato, essa observação primeira se apresenta repleta de imagens: é pitoresca, concreta, natural, fácil. Basta descrevê-la para se ficar encantado. Parece que a compreendemos (BACHELARD, 1996, p. 25).

Situações dessa natureza acontecem freqüentemente no ensino de ciências, principalmente nas aulas de laboratório. A explicação dos fenômenos é deixada de lado, e dá-se excessiva importância à simples observação dos fatos, decorrentes da curiosidade dos experimentos de ciências, em detrimento do exercício analítico, compreensivo e racional. É comum que os

educandos permaneçam extasiados diante de qualquer explosão ou acidente na prática laboratorial:

Nas classes do curso elementar, o pitoresco e as imagens causam desastres desse tipo. Basta que uma experiência seja feita com um aparelho esquisito, e, sobretudo que ela provenha, sob denominação diferente, de longínquas origens da ciência [...] Se houver alguns incidentes – vitória do inédito – o interesse chega ao auge [...] Quase sempre as causas objetivas estavam esquecidas, mas todos se lembravam da “cara” do professor, do susto de um colega tímido (BACHELARD, 1996, p. 48 – 49).

Assim, o conhecimento derivado da experiência primeira pode ser, expressão do primeiro erro não justificado, que auxilia e dá fundamento ao obstáculo da experiência primeira.

II. Conhecimento Geral

A principal característica do obstáculo derivado do conhecimento geral é a sucessão de generalizações. Bachelard (1996) apresenta um exemplo que demonstra com clareza como a utilização de generalizações implica o não desenvolvimento do conhecimento científico. Tal exemplo é a generalização do princípio da gravitação universal, segundo o qual todos os corpos, sem exceção, caem. A aplicação dessa grande concepção geral – sem levar em conta, por exemplo, os gases – pode levar a conseqüências desastrosas no aprendizado, pois desconsidera-se que o educando irá aplicá-las indiscriminadamente. Uma vez que a aprendeu como lei geral, não irá tirar as próprias idéias e conclusões para a observação de casos específicos: a tendência é que os estudantes se apeguem à teoria, cheguem a conclusões equivocadas e não pensem mais a respeito de tal fato. A lei geral fica bem estabelecida no pensamento e não se sente a necessidade de estudar profundamente a queda dos corpos:

Se o valor epistemológico dessas grandes verdades for medido por comparação com os conhecimentos falhos que elas substituíram, não há dúvida que essas leis gerais foram eficazes. Mas já não o são. [...] É possível constatar que essas leis gerais bloqueiam atualmente as idéias. Respondem de modo global, ou melhor, respondem sem que haja pergunta [...]. A nosso ver, quanto mais breve for o processo de identificação, mais fraco será o pensamento experimental (BACHELARD, 1996, p. 71).

Outro exemplo que pode ser citado é a queima dos corpos. Quando ensinamos o fenômeno de queima, sempre generalizamos afirmando que toda queima produz calor, energia. Os estudantes estabelecem, então, uma associação geral e direta entre os fenômenos de queima e de produção de calor, aplicando-a, sem pensar, a qualquer fenômeno de combustão, o que, às vezes, leva ao erro, dado que tal explicação não serve para absolutamente todos os elementos químicos. O mesmo vale para a idéia geral segundo a qual todas as substâncias perdem massa ao serem queimadas. Caso a afirmação não seja conferida, a generalização está estabelecida e

a calcinação de metais, que tem como produto substâncias de maior massa, passa a fazer parte das generalizações, sem que a retificação de tal erro seja realizada.

III. Obstáculo Substancialista

O substancialismo tem por base a idéia de que as substâncias são dotadas de qualidades ocultas. No ensino de ciências, particularmente de química, é comum que os professores usem metáforas ou verbos comumente utilizados para descrever ações humanas, ao tratar dos fenômenos. Tem-se como exemplo de obstáculo substancialista, a corrente elétrica estudada por Galvani e por seu sobrinho Aldini, que hora foi comentado por Bachelard em seu livro (1996). Eles acreditavam que a corrente elétrica possuía diferentes propriedades quando passavam em corpos variados. No caso a corrente elétrica se impregnava das substâncias que atravessava. O fluido elétrico tornava-se então um espírito material, uma emanção. A exemplo, se uma corrente elétrica passasse por vinagre, teria a corrente gosto azedo, isso por que eles experimentavam, ou seja, colocavam em suas línguas os eletrodos, sentindo a corrente. Em outro caso sentiriam gosto doce se colocassem os eletrodos em leite, isso porque sua corrente é menos intensa.

A alquimia teve por base a adoção de explicações baseadas em concepções segundo as quais as substâncias possuem muitas qualidades ocultas. Nessa perspectiva, os alquimistas buscavam “abrir” as mais diferentes substâncias na esperança de encontrar os princípios ou elixires que elas poderiam conter (OLIVEIRA, 2000). Até o século XVIII, essas concepções foram utilizadas na análise dos elementos químicos. A química foi uma ciência particularmente influenciada por essas idéias e viveu sua grande revolução a partir das idéias de Lavoisier, que ignorou as concepções dogmáticas de seu tempo, constituídas sob influência da alquimia, e assumiu a idéia de que o fenômeno da combustão deveria ser explicado pelo processo da combinação dos gases envolvidos, e não porque houvesse a participação de um princípio (flogístico), responsável por essa queima. O flogístico caracterizava-se como um princípio que poderia ser eliminado na queima de materiais e, em alguns momentos, podia ser tido como a alma da substância que entrava em combustão, constituindo-se em um obstáculo substancialista.

IV. Obstáculo Verbalista

Bachelard (1996), no que diz respeito ao obstáculo verbalista, acentua a importância conferida a uma única imagem ou palavra, na busca de explicações para vários fenômenos. A

utilização de visões simplistas são trazidas ao contexto científico quando as generalizações são feitas por uma única palavra cujo significado é geral, abstrato e impreciso:

Hábitos de natureza verbal, uso abusivo de imagens familiares refletem o pensamento em seu estágio primitivo, que recorre ao aparato metafórico para significar e comunicar o que se observa. Contudo, impede a visão abstrata, anulando uma leitura da razão sobre problemas reais, nutrindo-se cada vez mais do concreto e imagens comuns (MELO, 2005, p. 57).

Um bom exemplo de obstáculo verbalista é apresentado por Silva (1999, p. 69), que cita a palavra “matéria”, amplamente utilizada no discurso da química e “que encontra um sentido realista que apenas lentamente vai sendo depurado pela ciência contemporânea”, ressaltando que, para Bachelard, esses obstáculos ainda hoje se fazem presentes como hábitos de linguagem.

V. Obstáculo Animista

O obstáculo animista consiste em uma concepção que atribui vida a corpos inanimados (OLIVEIRA, 2000). Nesse caso, associam-se características do reino animal e vegetal com elementos do reino mineral, por exemplo.

Podemos citar a existência de um obstáculo animista no desenvolvimento das explicações vigentes atualmente na química sobre o oxigênio. Naquele contexto, e de acordo com as teorias de Bachelard, o obstáculo animista estaria associado às concepções da alquimia, segundo as quais uma substância era dotada de vida, o que se aplicava também ao oxigênio.

Sendo assim, se as substâncias e sua dinâmica eram compreendidas a partir de um ponto de vista animista, não seria possível chegar às noções de reação de combustão. Entre outras razões, isso ocorria porque se era consenso que cada substância possui uma alma própria e é, por esse motivo, portadora de características exclusivas, os pensadores daquele período não conseguiriam chegar à concepção da combustão como um fenômeno geral, aplicável a todas as reações que pudessem contar com os fatores combustível e comburente, enquanto a concepção animista foi vigente e dominante.

Observando em perspectiva histórica, pode-se perceber que essas idéias animistas concebidas no século XVIII já estiveram tão “incrustadas” nos cientistas que lhes impediam a descoberta de outros compostos, além dos conhecidos desde a antiguidade. Podemos citar como exemplo a afinidade entre substâncias químicas, caracterizada, na alquimia, como a existência de

sentimentos como o amor e ódio, entre as substâncias. Bachelard (1996) demonstra como grande parte das concepções da química do período foram construídas em torno dessas premissas e que só foi possível propor explicações para combustão, consideradas válidas hoje, a partir da superação desse obstáculo epistemológico.

Vale destacar que a percepção de que ocorreu superação de um obstáculo epistemológico está quase sempre associada à observação e ao impacto da mudança epistemológica sobre a história. Cabe ao cientista analisar os fatos com um olhar orientado por um relativismo histórico, no que se refere à ciência e à dinâmica epistemológica (KUHN, 2003), a fim de encontrar os erros e desatar os nós contidos nos obstáculos, reconhecendo, contudo, as contribuições ao pensamento científico produzidas no período.

A prática atual de ensino de ciência deve levar em consideração o passado, para que o presente seja compreendido:

A idéia de recorrência histórica caracteriza-se por um **direcionamento teórico** veiculado ao estudo da história da ciência, já que se parte do **presente** para investigar o **passado**. Nesta perspectiva, a história atual ilumina a evolução dos conceitos, idéias e teorias da ciência. A análise e o julgamento crítico de um episódio histórico evidenciam o papel não neutro do historiador ao interpretar a natureza e construção do conhecimento científico. Assim, o historiador que almeja se despir dos conhecimentos arraigados ao seu pensamento, para então mergulhar neutra e objetivamente em outro tempo histórico, caminha na direção de um ideal enganoso. Bachelard não desconsidera o contexto histórico no qual determinado episódio histórico se insere, contudo acentua o papel dos conhecimentos contemporâneos no estudo da evolução do pensamento científico (MELO, 2005, p. 57).

Deve-se enfatizar e considerar a descontinuidade nos processos de produção científica. A ciência avançou a partir de um conjunto de fatos históricos, sociais, políticos, econômicos e epistemológicos e consagrou-se a partir de outros tantos, e tanto uns quanto outros são desconsiderados na prática científica e educacional. Em contrapartida, cabe salientar que a defesa do estudo da história da ciência que se faz aqui não desconsidera as muitas críticas que já foram feitas. Assumindo a perspectiva bachelardiana, a história da ciência deve ser tratada com olhos críticos que permitam o estabelecimento de relações de “verdade” e erro. As idéias devem se contrapor, sem que se absorva pura e simplesmente os resultados como verdades absolutas.

Cabe, então, o exercício de superação do erro e a análise crítica da história para que um obstáculo não seja sedimentado. Daí o grande valor presente na análise dos erros e a ênfase que Bachelard dá ao seu caráter positivo.

Esse processo de acesso ao conhecimento também pode ser transferido ao ensino de ciências. A expressão, valorização, análise e superação desses erros “positivos” são indicativos de esforços do pensamento no intuito de conhecer. Portanto, é adequada a utilização da concepção de superação histórica (do erro) no processo de ensino – aprendizagem, pois é por meio dela que se verifica a relação dialética que se deve manter com os fenômenos, para a transposição de fatos não concretos (MORTIMER, 1995).

Nesses termos, o processo que envolve o enfrentamento, em sala de aula, de algumas dificuldades para a assimilação de uma dada teoria pode envolver a superação de um obstáculo epistemológico-pedagógico, em que o erro se estabeleceu:

Considerada em geral de forma negativa, fruto de descuido ou de falta de conhecimento, a noção de obstáculo epistemológico concede ao erro um papel importante enquanto revelador de dificuldades a serem seriamente consideradas por aquele que pretende compreender melhor o processo cognitivo (BITTENCOURT, 1998, p.15).

Com isso, confrontar em sala de aula os obstáculos geradores de erros pode ser interessante para que o obstáculo pedagógico seja superado. Desse modo, submeter o educando a um ambiente em que ele possa deparar-se com os experimentos desenvolvidos nos contextos históricos em que determinadas descobertas científicas, foram feitas, bem como com seus erros e acertos traçados pela via do caminho tortuoso da construção do conhecimento pode levá-lo a entender vários aspectos do processo de produção científica, tais como: as rupturas entre diversas teorias na história das ciências, a emergência de novos paradigmas, a importância do aprendizado de determinados conceitos significativos (como o da teoria da combustão, no caso da química) a partir do confronto entre as explicações que lhe parecem válidas e que, porventura, foram também válidas em um determinado momento da história do conhecimento, mas foram substituídas por explicações consideradas mais adequadas no presente expressam um conjunto de condutas e procedimentos válidos para que o aprendizado científico seja válido e consistente. A adoção de tais posturas pode, ainda, possibilitar ao educador o acesso a uma reflexão docente acerca de como as premissas dos alunos são construídas.

Para Bachelard (1996), há um profundo equívoco em se tomar da ciência apenas os resultados, sem acompanhar nem conhecer os mecanismos responsáveis pelo progresso dos pensamentos, pois, assim, será apresentada uma ciência morta ou, no mínimo, fechada e cristalizada, como se ela fosse a descrição de uma realidade fixa e determinada, o que é um

grande equívoco. Portanto, se o ato de ensinar subentende que há algo a aprender e se a ciência é muito mais um processo de construção de conhecimento que um contato com o saber estabelecido, então ensinar ciência pode significar ensinar como a ciência opera para construir saber.

Bachelard assume a posição de que é preciso promover uma mudança de qualidade no espírito cognoscente, afastando as formas de pensar que se apóiam em idéias pré-concebidas, em imagens ingênuas. Os conceitos a serem estabelecidos devem partir de uma idéia de evolução, “mostrando como um conceito deu origem a outro, como está relacionado a outro... O pensamento científico vai logo aparecer como dificuldade vencida, como obstáculo superado” (1996).

Nesse contexto, a principal idéia proposta por Bachelard é a de que, ao ensinar, ao apresentar conceitos, devemos nos apegar aos erros cometidos até que tal teoria seja “afirmada”, demonstrando aos alunos a trajetória desenvolvida pelo processo de produção de conhecimento, da vigência do erro até sua superação. Assumindo esse ponto de vista, a idéia de linearidade no processo de produção do conhecimento científico cai por terra, sendo substituída por uma perspectiva histórica.

Assim, em sala de aula, a valorização do erro e o ensino das teorias a partir do exercício de sua superação podem ser, para o professor, uma forma de reorganização de sua prática. O erro também pode revelar ao professor a forma como seus alunos se organizam, elaboram suas idéias e apresentam argumentos para validar suas concepções, ou seja, o erro é considerado nesse contexto como um passo necessário no ato de conhecer.

Algumas pesquisas na área de Educação Matemática foram realizadas na França nos anos de 1980 a partir das teorias de Bachelard, com o intuito de entender melhor as dificuldades dos alunos nessa disciplina. Trabalhos realizados por Vergnaud (1988), contemplando o ensino da multiplicação, revelam que, muitas vezes, os alunos não possuem clareza na utilização de símbolos matemáticos, o raciocínio necessário para entender teoremas e têm grandes dificuldades para aprender, em decorrência do ensino fragmentado cultivado nas escolas que, às vezes, baseia-se no ensino de “regras” aparentemente válidas para o raciocínio exigido na multiplicação e que se mostram inoperantes em aplicações mais gerais. Por exemplo, a idéia de que o resultado da multiplicação é sempre maior que os fatores só é válido quando

estamos operando no conjunto de números naturais. Assim, os alunos que fixam tal raciocínio mostram-se incapazes de compreender as multiplicações por números menores que 1.

Essa fragmentação pode ocasionar o que o autor caracteriza como sendo expressão dos saltos no ensino, que certamente se tornarão grandes obstáculos didáticos. A identificação do raciocínio que resulta no erro, nesse caso, torna-se importante para a análise dos erros didáticos dos professores e sua compreensão pode ser de grande interesse para a ciência e para sua divulgação através do ensino.

Assim como os erros cometidos nas ciências são essenciais para a construção de um conhecimento racionalista, devemos dar significativa importância também aos erros cometidos dentro das salas de aula, seja no ensino fundamental, médio ou superior. Assim, a psicologia do erro pode ser um caminho legítimo e produtivo a ser trilhado, e sua utilização pode ser vista como fonte de avanço na educação, tornando-se uma das saídas em favor de um ensino mais consistente e que possa estimular o crescimento das carreiras científicas.

EXERCÍCIOS HISTÓRICOS EM TENTATIVA E ERRO: SOBRE O FOGO E A COMBUSTÃO.

O fogo, tido como manifestação dos deuses nos primórdios da humanidade, sempre foi alvo de muitas discussões. A luz que nos causa atração pode também causar temor, pode nos trazer tranqüilidade ou desespero. Mesmo domesticado e promovendo grandes contribuições para o homem atual, o fogo ainda causa muito temor. Neste contexto, Bachelard destaca que o fogo, “dentre todos os fenômenos, é realmente o único capaz de receber tão nitidamente as duas valorizações contrárias: o bem e o mal. Ele brilha no paraíso, abrasa no inferno. É doçura e tortura”. (BACHELARD, 1999, p.11).

Um dos primeiros aspectos de socialização humanística pôde ser descrito pelo processo de domesticação do fogo. Estima-se que o uso do fogo foi incorporado por hominídeos há cerca de 1.400.000 anos (BISSOTO, 2003); já o controle do mesmo pôde ser feito há aproximadamente 500.000 anos (ZIMMER, 2003).

Alguns historiadores desconsideram esse fato como sendo o primeiro passo para a civilização, mas sabe-se que o fogo é um dos elementos centrais da sociabilidade humana:

Desnecessário é dizer que o controle do fogo foi sempre social: ele só poderia ser mantido por um grupo. E embora os grupos pudessem diferir em muitos aspectos, mesmo devido à variação de hábitates, tenderam a ser marcadamente similares em suas administrações do fogo (BISSOTO, 2003, p. 513).

O fogo “exigiu” que o homem pré-histórico, que não se adaptava a convívios sociais, passasse a conviver com seres de sua espécie e, futuramente, com espécies distintas. Difícil é pensar que manter o fogo “vivo”, por um longo tempo, independeu de uma cooperação social e divisão do trabalho para vigiá-lo e alimentá-lo. Provavelmente, foi desse convívio que nasceram outros processos de civilização, como a domesticação de animais e plantas, os quais foram propícios para o homem aprender também a proteger-se contra espécies concorrentes.

Em outras palavras, aprender a controlar o fogo esteve, e está, associado à cultura e à tecnologia. Os humanos cultivaram o fogo e o incorporaram às próprias sociedades, tornando-as mais complexas com esse processo. Pode-se perceber essa complexidade através da multiplicidade de discussões acerca da natureza do fogo.

Todos os povos de diversas épocas produziram uma imensidão de histórias e mitos sobre o fogo. Grandes filósofos da natureza já discutiram sobre sua composição e chegaram até a afirmar que o fogo era responsável por toda a composição da matéria. O fogo é inclusive mencionado na mitologia grega:

Na velha Grécia, contava-se que Prometeu, um dos heróis mitológicos, foi quem fez o homem a partir do barro da terra e, depois, deu às suas criaturas o fogo do céu. Zeus, o pai dos deuses, cujos raios fustigavam a terra durante as tempestades, indignado com tamanha ousadia, aprisionou o herói no topo de uma montanha e uma águia todo o dia vinha lhe bicar o fígado que se reconstituía durante a noite. Depois de muitos séculos de martírio, foi liberado por um outro herói, Hércules. (CHAGAS, 2006, p. 8).

O fogo também é reverenciado entre os povos indígenas no Brasil. Conta a história que um pajé foi ao sol e trouxe o fogo para a Terra e, como castigo, foi transformado em um japuçu, pássaro de cabeça vermelha (CHAGAS, 2006). Em ambas as histórias, o fogo é visto como algo divino, pertencente a um ser superior e trazido a Terra por rebeldia, para benefício dos homens.

Podemos perceber que cada povo, inserido em sua cultura, buscava entender e explicar o “nascimento” de algo tão desconhecido e fantástico, útil e poderoso.

Buscando refletir um pouco mais sobre a natureza intrigante do fogo, nos apoiamos em Bachelard, que no seu livro *Psicanálise do fogo*, faz referência ao fogo como um bom exemplo do “obstáculo substancialista e do animista que entravam, um e outro, no pensamento científico”(BACHELARD, 1999, p.93).

Pode-se dizer que a busca pela compreensão do fogo começa nas ditas sociedades pré-socráticas (Séc. VII a V a.C.). No período pré-socrático, o fogo foi definido por Heráclito de Éfeso (540 a.C. – 480 a.C.) como “elemento e agente de transformação” (MAAR, 1999). Vale lembrar que Heráclito concebe uma visão diferente da de seus antecessores, sendo que, para ele, o eterno e imutável é a transformação e não algum ente material.

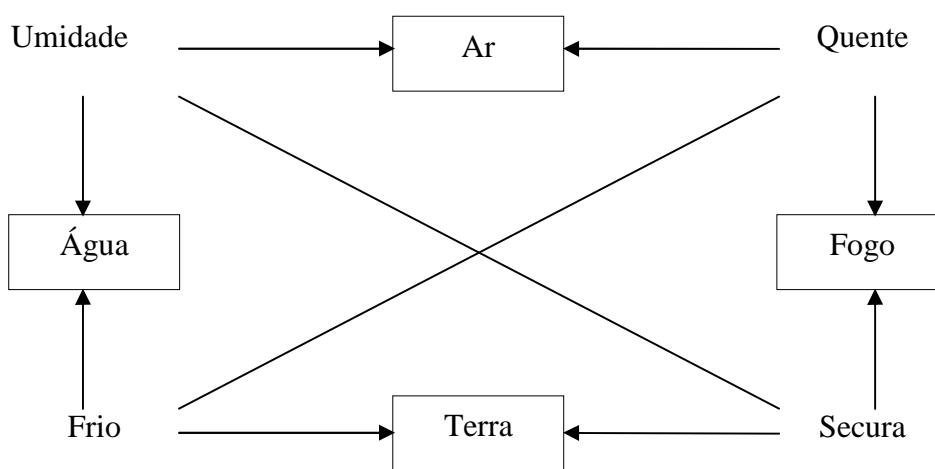
O fogo é há um tempo, princípio último e agente desta transformação. O ar transformar-se-ia nos demais elementos, estes sucessivamente uns nos outros, e finalmente, no fogo, agente de transformação que não é arbitrário, mas que age de forma racional (logos) (MAAR, 1999, p. 32).

Em contrapartida, citamos aqui os exemplos de Tales de Mileto (624 a.C – 544 a. C), que considerava a unidade da natureza como sendo a água, ou, ainda, Anaxímenes (585 a.C – 525 a. C), que adotava o ar como princípio fundamental.

Vários princípios foram introduzidos, analisados e contestados nessa época. Alguns filósofos naturais descreviam apenas um princípio como formador das substâncias (citamos Heráclito, Tales, etc.), já outros atribuíam infinitos princípios (como, por exemplo, Anaxágoras, que defendia a matéria infinitamente divisível e composta de todos os elementos). Empédocles foi um contra-exemplo desses filósofos naturais, pois sua teoria baseava-se na união, em diferentes proporções dos quatro elementos básicos: Terra, Água, Ar e Fogo.

A teoria dos quatro elementos prevê que todas as substâncias são derivadas, ou seja, formadas pelos quatro elementos básicos, e que nada pode existir além deles. Empédocles utilizava-se também da idéia de duas forças – o Amor e o Ódio – responsáveis por manter unidos ou separados os elementos (MAAR,1999; ALFONSO-GOLDFARB, 2001).

A teoria dos quatro elementos foi adotada posteriormente por Aristóteles, como modelo para explicação da natureza. Cada um dos quatro elementos é caracterizado por duas qualidades, conforme o esquema:



Para Aristóteles, os quatro elementos são a matéria primordial devidamente caracterizada por duas qualidades (MAAR, 1999). Por exemplo, o Fogo tem a propriedade de ser quente e seco. Caso a secura seja substituída pela umidade, tem-se então o elemento Ar. Como a matéria é constituída por esses quatro elementos, e como é possível converter um elemento em outro substituindo uma qualidade pela sua oposta, é possível converter uma substância em outra (transmutação).

A teoria dos quatro elementos foi muito importante para o crescimento da Química moderna a ponto de ter sido aceita por cientistas por quase 2000 anos.

É somente com Paracelso (1493 – 1541) que os cientistas passam a adotar outras teorias. Como Paracelso tinha como profissão a medicina, ele teve como objetivo o preparo de novos medicamentos. Desenvolveu então os *tria prima*, teoria conforme a qual o corpo apresentava-se doente quando existia um desequilíbrio entre três princípios: o sal correspondente ao corpo, o enxofre correspondente à alma, e o mercúrio correspondente ao espírito. Por exemplo, para ele, o excesso de mercúrio seria responsável por doenças mentais, e os remédios para tratar a doença deveriam eliminar o excesso de mercúrio (MAAR, 1999).

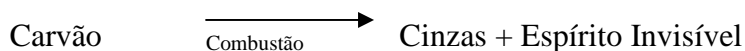
A importância da obra de Paracelso provém, então, da forma sistematizada com que este via o conhecimento. Paracelso não só elaborou teorias, mas também desenvolveu medicamentos para a cura de várias doenças, ou seja, partiu para o desenvolvimento de uma metodologia. Utilizava medicamentos à base de arsênio, antimônio e mercúrio, que o obrigavam a dar ênfase à pureza desses compostos, além das medidas quantitativas, já que estes podiam tornar-se venenos.

Vários foram os seguidores de Paracelso, e vale dizer que Paracelso também era seguidor da teoria dos quatro elementos. Apesar desta teoria estar em vigência, a química do séc. XVII buscou um princípio unificador, que procurava explicar cientificamente as transformações ocorridas. Este princípio é encontrado no século seguinte.

A corrida para encontrar e desenvolver esse princípio unificador colaborou para o nascimento da ciência moderna. Foram várias as interpretações e diversas as tentativas de sistematização a respeito de teorias que validassem e explicassem fenômenos como a respiração, combustão, calcinação, fermentação, etc. Destacamos aqui alguns cientistas que contribuíram para o desenvolvimento dessa teoria unificadora, a partir de seus estudos sobre combustão.

2.1 - CONTEXTO HISTÓRICO DA TEORIA DO FLOGÍSTICO

O principal nome da Química na primeira metade do século XVII é Jan Baptist van Helmont (1577 – 1644). Nascido em Bruxelas, van Helmont desenvolveu diversos estudos sobre os gases relacionados a processos químicos a partir de combustão, fermentação etc. Os estudos de van Helmont sobre gases foram realizados a partir da seguinte constatação:



van Helmont submeteu 62 libras de carvão ao processo de combustão, obtendo após a queima uma libra de cinzas (MAAR, 1999). Como Helmont notou a diferença antes e depois da queima, buscou propor uma teoria que explicasse esse fato, já que o restante da matéria não podia ter sumido. Segundo Helmont, com a combustão, se dá a formação de um espírito invisível que não pode ser contido, e que seria responsável pela diminuição de massa. Helmont nomeou o gás identificado como gás silvestre, conhecido atualmente como dióxido de carbono (CO_2). Esse gás foi a primeira substância gasosa estudada por um cientista a partir de uma combustão.

Outro importante cientista que estudou a natureza dos gases a partir da combustão foi Robert Boyle. Nascido no sul da Irlanda no ano de 1627, Boyle é considerado o fundador da Química moderna. Ele introduziu na Química um método experimental rigoroso, e, além disso, apresentou uma definição clara de elemento, demonstrando experimentalmente que os quatro elementos de Aristóteles (Terra, Ar, Água e Fogo) não poderiam ser elementos reais, pelo fato de não poderem ser extraídos das substâncias e muito menos serem usados para as formarem.

Boyle define elementos como sendo corpos puros, primitivos e simples; são os ingredientes dos quais são feitos diretamente todos os corpos chamados de combinados (PARTINGTON, 1951, p.70).

Em seus experimentos envolvendo combustão, verificou que em recintos nos quais já havia ocorrido combustão (por exemplo, de uma vela) não ocorria nova combustão. Já com relação à calcinação (queima de metais), Boyle verificou que a queima de metais aumenta seu peso. Aqueceu estanho em diversas condições experimentais, e concluiu que a calx (= óxido) tem massa maior, devido à fixação de partículas ponderáveis de fogo (MAAR, 1999), ou seja, o fogo se combinava com o metal, resultando no aumento de massa.

Os experimentos foram realizados por Boyle em recipientes abertos, fechados e sobre vácuo parcial. Segundo Partington (1951), Boyle não tinha, na época, condições de perceber que o aumento de massa se dava pela combinação do metal com o ar (oxigênio). Por isso, levantou a hipótese de que o aumento de peso pudesse ser resultado da combinação do metal com partículas ponderáveis de fogo, capazes de atravessar as paredes de vidro de recipientes fechados. Podemos esquematizar a idéia de Boyle para explicar o aumento de massa, por meio da seguinte representação:



Muitas outras hipóteses foram levantadas simultaneamente até que ocorreu a formulação de uma teoria única. Dentre as explicações que circularam na época, podemos citar as idéias de Leonardo da Vinci, que relatam a importância do ar na combustão, ou, ainda, as de Girolamo Cardano, que explicam a combustão como sendo a perda do fogo celestial, estabelecendo uma relação com os animais vivos. Para Cardano, a perda do fogo celestial deixa o metal calcinado sem brilho e mais pesado (MAAR, 1999).

É somente em 1674, com a publicação da obra *De Respiratione* de John Mayow que se pôde dar um grande passo na organização da ciência envolvida no processo químico da combustão.

John Mayow (1640 – 1679), mesmo com formação na área de direito, sempre foi muito ligado à química. Mayow acreditava que na atmosfera havia um composto (chamado de substância nitrada), o qual se combinava com outros materiais (compostos sulfurados = combustível). Para ele, este “espírito nitrado” seria o responsável pela queima. É da seguinte forma que esclarece a ocorrência da combustão:

As partículas excitáveis do espírito nitrado entram em movimento violento e desordenado quando em contato com as partículas sulfuradas do material combustível, originando-se deste movimento o calor da combustão (MAAR, 1999, p. 465).

Ainda segundo relatos de Maar (199), Mayow chegou a constatar, por meio de seus experimentos, que esse “espírito nitrado” presente no ar era de 25% em volume. Portanto, parte da atmosfera tinha participação na combustão.

Hoje sabemos que o espírito nitrado a que se referia Mayow seria o oxigênio. Há quem diga até que Mayow esteve muito próximo da descoberta do oxigênio. Neste sentido, guardadas as devidas proporções, a teoria de Mayow relacionada à combustão não se diferencia das teorias hoje vigentes. Para Mayow, o processo envolvido era a reação do espírito nitrado (oxigênio) com partículas sulfuradas (combustível).

Com o crescimento da ciência no decorrer dos anos, vale apresentar e dar amplo destaque ao final do século XVII e, mais especificamente, ao século XVIII. Esse século é marcado pela derrubada da **teoria do flogístico**, que teve início ao final do século XVII, concebida por Becher, e foi difundida por Stahl no século XVIII. Essa teoria será discutida mais adiante.

O século XVIII, denominado século das luzes, foi o período compreendido pelo nascimento da ciência moderna. Este período é marcado pela junção do racionalismo e empirismo, que passam a receber um caráter extremamente filosófico (CHASSOT, 1997). É justamente nesse período que se deixa de explicar os fatos através das escrituras sagradas, para alcançar o conhecimento científico com bases teóricas bem definidas, sem o dogmatismo imposto pela igreja. O homem busca, mais que tudo, compreender o mundo à sua volta, explicando-o racionalmente, e recusando-se a servir à teologia (CHASSOT, 1997).

Como o século XVII foi marcado pela evolução científica, com as bases teóricas nos trabalhos de Newton, filósofos, historiadores e cientistas buscavam a construção do conhecimento. Entretanto, a emancipação da ciência só ocorre realmente no século XVIII. Nessa época, como foi dito, a busca na ciência se sobrepujava à busca na religião. Assim, havia dois tipos de ciência: aquela que buscava o conhecimento na tentativa de fornecer subsídios para explicar as escrituras, e a que buscava explicar e reunir o conhecimento científico autonomamente com relação ao pensamento religioso. Neste último tipo, têm-se então os enciclopedistas.

A Enciclopédia que teve cerca de 160 colaboradores, dentre os quais, Diderot, D'Alembert, Rousseau, Voltaire, caracterizou-se pelo intuito de reunir todo o conhecimento disperso na Terra. O primeiro volume desta obra foi publicado em 1751, e, em 1757, a Enciclopédia contava com mais de 4 mil assinantes. Os enciclopedistas tiveram grande papel na sociedade européia, pois além de aproximar as pessoas do conhecimento, em suas buscas para a produção dos verbetes, eles questionaram operários para que explicassem o funcionamento de máquinas. Chassot reproduz as impressões de Diderot e D'Alembert: “Vimos operários que trabalhavam há quarenta anos sem nada conhecerem de suas máquinas. Foi-nos necessário escrever com eles a função de que se orgulhava Sócrates, a função penosa e delicada de fazer dar à luz os espíritos” (CHASSOT, 1997, p 117). Isso indica tanto o interesse científico pelo conhecimento técnico quanto pelos saberes circulantes nas classes populares.

Enfim, o século XVIII, marcado pelo iluminismo e pelo enciclopedismo, buscou o conhecimento, o que, para Michel Foucault (1999, p. 342), implicou desdobramentos positivos e negativos que podem ser assim resumidos:

As conseqüências mais longínquas e, para nós, as mais difíceis de circunscrever, do acontecimento fundamental que sobreveio a *epistémê* ocidental por volta do fim do século XVIII, podem assim se resumir: Negativamente, o domínio das formas puras do conhecimento se isola, assumindo ao mesmo tempo autonomia e soberania em relação a todo saber empírico, fazendo nascer e renascer indefinidamente o projeto de formalizar o concreto e de construir, a despeito de tudo, ciências puras; positivamente, aos

domínios empíricos se ligam a reflexão sobre a subjetividade, o ser humano e a finitude, assumindo valor e formação de filosofia, tanto quanto de redução de filosofia ou de contra filosofia.

Com toda a ascensão da ciência causada pela revolução científica e o conhecimento sendo trazido à tona com a Enciclopédia, a química também avançou, alcançando sua maioridade no século XVIII.

A descoberta mais importante do período que se estende de 1650 a 1750, na química, é a descoberta de gases diferentes do ar atmosférico. Essas descobertas contribuíram para o avanço da química, que até então, não era vista como ciência, pois baseava-se nas crenças alquímicas – causando o que alguns autores consideram como revolução química, assinalada por Lavoisier em 1789, com o *Tratado Elementar de Química* (DAUMAS, 1960).

Anteriormente a Lavoisier e ao estabelecimento do novo paradigma, é importante ressaltar a obra de alguns cientistas que muito contribuíram para os processos que favoreceram o salto até a revolução lavoisierana.

Johann Joachim Becher (1635 – 1682), no livro *Phisycæ Subterrænea* (1669), lança a idéia de um princípio unificador denominado flogístico. Esse princípio de caráter generalizador foi interpretado de diversas formas e por muitos cientistas, tanto que alguns historiadores ou epistemólogos atuais consideram a teoria como uma fraude, uma barreira no avanço científico. Considerando as idéias de Bachelard, com o erro imposto no ato de conhecer – se é que podemos considerar o flogístico assim – a teoria não pôde ser considerada um impasse, pois foi a partir dela que se iniciou a busca por uma ciência mais fundamentada e reflexiva. Ela pode ser considerada um obstáculo, mas contribuiu para que o mesmo fosse superado.

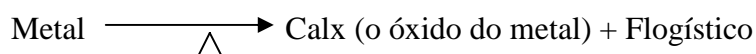
Tal teoria pode ser explicada, para que haja maior compreensão por parte do leitor. Segundo Becher, as substâncias são constituídas por ar, água e terra, sendo três os tipos de terra:

- Terra vitrificável = sal;
- Terra mercurial = mercúrio;
- Terra combustível = terra *pinguis*.

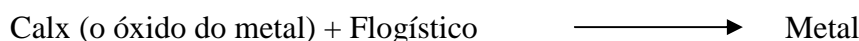
Percebe-se que Becher parte do conceito paracelsiano dos *tria prima*. Com dados teóricos mais aferidos, ele verifica que nem toda matéria que entra em combustão possui o enxofre. Substitui, então, o princípio enxofre pelo princípio de *terra pinguis*. A terra *pinguis* seria a

responsável pela queima dos compostos, ou seja, todo combustível teria nele o princípio da terra *pinguis* para se inflamar. Mais tarde, Becher chamou o princípio da queima de flogístico, palavra advinda do grego, que significa inflamar-se.

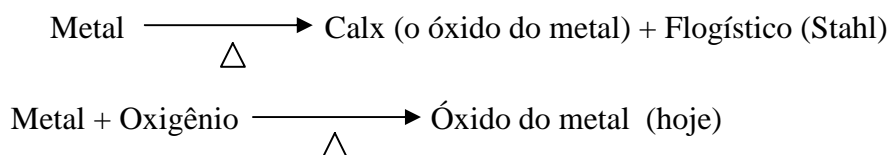
O flogístico apesar de ter sido “criado” por Becher, foi mesmo difundido por Georg Ernst Stahl (1660 – 1734). Para Stahl, o flogístico era um fluido responsável por todos os fenômenos calóricos, ou seja, fenômenos associados ao fogo e ao calor. Era tido também como a matéria do fogo. Os combustíveis eram ricos em flogístico, e a combustão tinha como resultado a liberação do flogístico (ALFONSO-GOLDFARB, 2001; CHAGAS, 2006). A calcinação de metais também tinha como resultado a liberação desse princípio:



Stahl explicava que, no processo de recuperação do metal, era o flogístico que se combinava com a calx. Portanto, para ele, tratando-se a calx com flogístico, obtém-se o metal:



A crítica freqüente feita às idéias de Stahl refere-se à inversão do que ocorre realmente em uma calcinação:



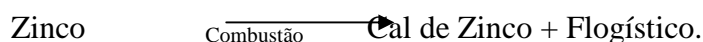
A teoria de Stahl explicou satisfatoriamente um grande número de reações químicas, mas ao queimar metais como estanho, mercúrio, etc., o produto era obtido com massa maior em relação à massa anterior à queima. Como explicar que na queima de metais havia um aumento da massa já que, nesses materiais, também havia a saída de flogístico? Ou seja, a perda de flogístico durante a combustão ora produzia resíduos mais pesados, ora menos pesados que o material original (FILGUEIRAS, 2002).

Surgiram várias explicações, mas nenhuma era de todo convincente. A perda de flogístico após a queima era facilmente entendida, mas a liberação de flogístico com aumento de massa, não se compreendia. Uma das explicações apresentadas fazia menção ao “peso negativo” do flogístico:

Este flogístico de “peso negativo” não é atraído pela Terra, mas é repellido, numa violação da lei da gravidade, uma idéia absoluta em nossos dias, mas nem tanto no século XVIII (MAAR, 1999, p. 490).

Ou seja, quando no processo de queima a substância ganhava massa, era porque tinha perdido flogístico negativo. Vale ressaltar que, nessa época, as explicações científicas eram forradas de dogmatismo e misticismo; no entanto a teoria criada por Becher e difundida por Stahl era bem fundamentada, e por isso ganhou tanta força na comunidade científica. O único problema que o flogístico não conseguia explicar era o aumento da massa em relação aos corpos metálicos, ao sofrerem o processo de calcinação.

A teoria do flogístico era tão fundamentada que conseguia prever a reversibilidade nas reações químicas. Por exemplo, o Zinco, quando queimado, liberava uma chama brilhante e o flogístico, e deixava um resíduo a cal, um pó branco:

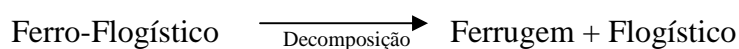


Essa cal de zinco podia ser tratada com materiais ricos em flogístico (por exemplo, carvão), recuperando então o zinco metálico.

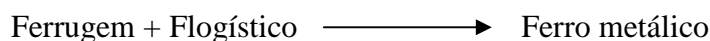


Sendo assim, e apesar de atualmente descartada, a teoria do flogístico representou um grande avanço para sua época, pois baseava-se em uma metodologia fundamentada. Seus argumentos eram mais racionais, e isso contribuiu para o crescimento da ciência Química. As pessoas passaram a se interessar e muitos cursos de Química foram abertos. Os estudos sobre a natureza da combustão estavam em alta e, cada vez mais, esse fenômeno passava a ser compreendido (FILGUEIRAS, 2002).

O flogístico foi tão referenciado que muitas aplicações práticas foram descritas e, entre elas, podemos citar a metalurgia (MAAR, 1999). Até o processo de formação da ferrugem era explicado pela liberação de flogístico:



De forma que, ao adicionarmos carvão ou outro material rico em flogístico, recuperamos o ferro metálico:



À medida que novos fatos foram sendo explicados através do flogístico, a teoria se tornava mais rebuscada e difícil de ser compreendida. Como era um princípio unificador e que compreendia uma nova metodologia de pesquisa na Química, vários cientistas se interessaram pela teoria, que acabou se difundindo por toda a Europa. A teoria flogistonista encontrou repercussão imediata na Alemanha, Suécia e em parte da Rússia. Entre os flogistonistas alemães, podemos citar Caspar Neumann, Johann Theodor Eller, Johann Juncker, Andréas Sigismund Marggraf, entre outros, todos contemporâneos. Na Suécia, temos também uma gama de flogistonistas, mas iremos nos ater particularmente em um, pela sua contribuição para a descoberta do oxigênio, que foi muito significativa.

De acordo com Maar (1999) e Irwing (s.d.), Carl Wilhelm Scheele (1742 – 1786), foi um dos mais notáveis químicos experimentais do séc. XVIII. Trabalhando como aprendiz em um boticário, realizou um número assombroso de experimentos. Estima-se que ele tenha realizado entre 15.000 e 20.000 experimentos, mesmo tendo morrido aos 44 anos, provavelmente intoxicado pelos novos compostos que descobriu. Scheele foi o primeiro cientista a estudar e isolar o gás oxigênio, chamado por ele de “ar de fogo”, responsável pela queima dos compostos. Scheele obteve oxigênio por meio de onze métodos diferentes.

Scheele se interessava pelo estudo relacionado ao ar atmosférico, pois naquela época partia-se do pressuposto de que havia nele o princípio vital da combustão e calcinação. Baseava-se na teoria flogistonista, e por isso, partiu do princípio de que os combustíveis eram substâncias ricas em flogístico. Em função dessa idéia, realizou um experimento no qual inseriu certa quantidade de ar em uma campânula, e colocando-o em contato com combustíveis, procedeu-se a queima. O flogístico liberado pela queima dessas substâncias tinha maior afinidade com o ar, combinando-se com ele. Com isso, Scheele observou que o volume de ar da campânula diminuiu cerca de 20%, sempre na mesma proporção.

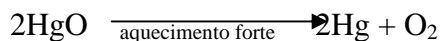
Através dos resultados obtidos, Scheele propôs que o ar atmosférico era composto por dois componentes: o “ar de fogo”, capaz de combinar-se com o flogístico, e o ar gasto, presente em maior quantidade, que não se combinava ao flogístico. Para sua conclusão, Scheele misturou o “ar de fogo” (O₂), obtido por métodos diferentes, com o ar residual da combustão (N₂) e obteve um ar praticamente idêntico ao ar atmosférico (MAAR, 1999).

Além de Scheele, outro cientista que trouxe muitas contribuições para a descoberta do oxigênio, pois também conseguiu isolá-lo, foi Joseph Priestley (1733 –1804).

No final do século XVIII, tanto na França como na Inglaterra, cientistas adotaram ideais um tanto radicais. A figura mais característica desse movimento, que combinava ciência com política radical, foi Joseph Priestley. Apesar de aderir ao movimento, Priestley buscava na ciência e nas Escrituras uma pura revelação que unisse a matéria ao espírito; para ele, as atividades reveladas pela eletricidade provavam que a matéria não era inerte e, portanto, não seria, intrinsecamente, incapaz de sensação. (BERNAL, 1965).

Seus primeiros estudos foram na área de eletricidade, mas foi com seus trabalhos relacionados aos gases que obteve maior ascensão. Eis alguns experimentos que comprovam a descoberta do oxigênio (MAAR, 1999):

- Aqueceu óxido de mercúrio, e percebeu a liberação de um gás que avivava a chama de uma vela. O óxido foi aquecido a altas temperaturas com lentes, e posteriormente o gás foi recolhido em um recipiente contendo mercúrio. Inversamente, o metal poderia ser obtido a partir de seu aquecimento com o ar atmosférico.



- O mesmo gás foi obtido de outra maneira: Priestley dissolveu mercúrio em ácido, e posteriormente evaporou a solução, obtendo o óxido, que novamente foi aquecido e recolheu-se o gás em pauta.
- O mesmo gás foi liberado no aquecimento de óxido de chumbo, o que levou Priestley a concluir que os metais, quando calcinados, retiram gás do ar atmosférico.

Partington (1951), ao confrontar as explicações teóricas de Scheele e de Priestley, que eram contraditórias, chega à conclusão de que as idéias de Scheele possuíam maior validade. Para Priestley, na queima de uma vela, há liberação de flogístico e a sua chama se apaga no interior de um recipiente fechado depois de saturado com flogístico. Este novo “ar” por ele descoberto é capaz de tornar a chama da vela mais viva por conter menos flogístico que o ar comum, chamado por ele de “ar desflogisticado”. O ar que sobra após a combustão, saturado de flogístico, denominado “ar flogisticado”, na opinião de Priestley poderia ainda receber uma quantidade maior de flogístico. Ao contrário de Scheele, o que Priestley não conseguia

perceber era a existência de uma combinação entre o flogístico e um dos gases atmosféricos. Por esta razão, as idéias de Scheele receberam maior credibilidade.

O equívoco cometido por Priestley se deve à interpretação dos seus resultados de acordo com a teoria do flogístico. Ou seja, ele estava tão preso ao paradigma flogistonista (tanto que o defendeu de forma ferrenha até a sua morte) que não tentou elaborar uma nova teoria. A simplicidade de sua idéia veio colaborar para o desaparecimento da teoria do flogístico, principalmente depois de novas observações científicas.

2.2 - LAVOISIER E A TEORIA DA COMBUSTÃO

Durante aproximadamente 100 anos a teoria flogistonista esteve com todo seu vigor, explicando fatos e fornecendo sustentação aos processos de combustão e calcinação. O oxigênio já tinha sido isolado, mas seu papel na queima ainda não havia sido entendido. De maneira que somente com Antoine Laurent de Lavoisier (1743 –1794) em 1789, com a primeira publicação da sua importante obra - *Traité Élémentaire de Chimie*, que a teoria da combustão associada à descoberta do oxigênio foi estruturada (TOSI, 1989).

Nascido em Paris, Lavoisier sempre esteve ligado às ciências. Autodidata, estudava Matemática, Botânica, Geologia, Meteorologia, entre outros assuntos. Mas a sua maior contribuição foi na Química, na qual exerceu um papel fundamental para o seu estabelecimento como Ciência. Lavoisier conseguiu entender o papel do oxigênio nas reações químicas. Diferentemente de Priestley, Lavoisier estava ligado à ciência, não havendo nele nada que correspondesse à filantropia religiosa de Priestley. Seu objetivo era simplesmente o uso prático da ciência (BERNAL, 1965).

Em 1774, Lavoisier encontrou-se com Priestley, e, nessa ocasião, comentou suas descobertas no que se referia ao aquecimento de óxidos. A partir desse momento, Lavoisier começou a realizar estudos acerca da calcinação (DAUMAS, 1960).

Uma das experiências realizada por Lavoisier e seus colegas de academia consistiu no aquecimento de diamantes em recipiente aberto por três horas. Nesse caso, obtiveram um pó opaco de massa menor em relação à inicial. Em um segundo momento, Lavoisier aqueceu diamantes em recipiente fechado, longe de ar. Dessa vez, os diamantes se mantiveram intactos. Assim, puderam concluir que os diamantes, quando aquecidos em presença de ar, desaparecem completamente, e que, na ausência dele, não ocorre reação alguma.

Um outro experimento também realizado por Lavoisier consistiu em colocar uma quantidade previamente pesada de fósforo, em uma cápsula de ágata dentro de um recipiente de vidro. Focalizando uma lente sobre o fósforo, provocou sua queima, com a formação de uma fumaça branca. Houve a formação de um pó branco, que posteriormente foi dissolvido em água destilada. A solução resultante foi transferida para um balão, e o nível da solução foi anotado, bem como a massa do conjunto. Depois o balão foi esvaziado e enchido com água destilada até o nível anteriormente anotado. Determinou-se também o valor da massa. Com isso, Lavoisier observou a diferença de massa, ou seja, o peso do pó que se formou foi maior do que o peso do fósforo antes da queima.

Lavoisier repetiu a operação, calcinando estanho em recipiente fechado, porém cheio de ar. O resultado foi um material mais pesado que o original, com a diminuição da quantidade de ar no recipiente, sendo esta diminuição correspondente ao aumento da massa do óxido em relação ao estanho (FILGUEIRAS, 2002).

Em abril de 1775, Lavoisier apresentou seus resultados à academia, afirmando que o princípio que une os metais durante a queima e que lhes aumenta o peso não é uma das partes constituintes do ar, mas é o próprio ar, um ar apropriado para a inflamação dos corpos (FILGUEIRAS, 2002).

É importante enfatizar que o rigor da experimentação permitiu a Lavoisier refutar, de forma definitiva, a teoria do flogístico.

Segundo Thomas Kuhn (2003), Lavoisier redescobriu o oxigênio, já que outros dois cientistas da época (Scheele e Priestley) também trabalharam com esse gás, obtendo-o por meio de muitos experimentos. Contudo, a contribuição, neste contexto, reside na sistematização de uma teoria (no nosso caso, teoria da combustão), tal qual realizou Lavoisier e à qual damos atenção especial.

As explicações sobre os fenômenos da combustão dentro da história do pensamento científico foram muito diversas, e, entre elas, podemos destacar as seguintes:

- a. Liberação do elemento fogo – considerado pelo pré-socrático Heráclito no séc. V a. C;
- b. Queima do conteúdo em enxofre – partindo das conjecturas de Paracelso (1493-1541), que considerava o enxofre como o único princípio capaz de pegar fogo;

- c. Combinação com um componente do ar e de outros materiais comburentes – Mayow, em 1674;
- d. Participação simultânea do fogo e ar – flogistonistas do séc. XVII e XVIII;
- e. Combinação com o oxigênio – idéia lavoisierana (séc. XVIII).

Como já mencionado, antes do século XVII a Ciência só dava ênfase aos aspectos qualitativos, muito diferente da química moderna que, ao explicar a combinação das substâncias, apropria-se também de suas quantidades. Tal procedimento levou Lavoisier a ser reconhecido como o pai da química moderna, bem como à dedução da lei da conservação da matéria, além da constatação de que era o oxigênio que em contato com uma substância inflamável produzia a combustão.

Atualmente, a combustão é um fenômeno muito bem conhecido, e, segundo a definição acadêmica vigente, pode ser entendida da seguinte forma:

Reações de combustão são rápidas e produzem chama. A maioria das reações de combustão envolve o O₂ do ar como reagente, sendo ele o comburente, e o reagente a ser consumido o combustível (BROWN, LEMAY, BURSTEN, 1997, p. 47).

Cada uma dessas transformações decorrentes do pensamento humano podem ser discutidas e debatidas. Percebe-se que, durante um longo tempo, uma mesma hipótese pode ter grande variância. A combustão foi relatada e descrita por muitos cientistas, e hoje consideramos o paradigma da oxidação explicado por Lavoisier (ainda em perfeita vigência) como sendo o correto, assim como Heráclito conservava no fogo todo o poder de criação e transformação. Ainda que essa mudança paradigmática - substituição do flogístico pela teoria do oxigênio de Lavoisier seja caracterizada por muitos como uma das mais significativas na história da Química, devemos continuar a nossa reflexão sobre o processo da construção do conhecimento científico.

COMBUSTÃO E HISTÓRIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS: ASPECTOS EDUCACIONAIS

3.1 – IMPORTÂNCIA DO CONCEITO DE COMBUSTÃO

O tema combustão é bastante trabalhado no ambiente escolar, associado ao termo queima. No Ensino Fundamental, ele é tratado já na 5ª série, quando se aborda composição e propriedades do ar. Porém, no Ensino Médio, este assunto recebe menor ênfase, uma vez que sua abordagem se dá somente em dois momentos no início do estudo da Química: na introdução do conceito de transformação química, e para exemplificar transformações de caráter exotérmico. As reações de combustão devem ser vistas de forma mais intensa e de acordo com SILVA e PITOMBO (2006, p.23), “as reações de combustão podem ser utilizadas como um tema estruturador no ensino de Química, pois têm relevância científica, tecnológica e social”.

Considerando a importância da afirmação dos autores acima, constata-se que este assunto ainda é pouco tratado no Ensino Médio, tanto que quase não se encontram discussões acerca desse tema em livros didáticos. Com efeito, o que se encontra nos manuais escolares mais utilizados pelos professores, a respeito do tema combustão, pode ser resumido em alguns trechos, para melhor exemplificar:

É a reação exotérmica de uma substância com o oxigênio, realizada em condições tais que o próprio calor liberado é suficiente para manter a reação em andamento até que pelo menos um dos reagentes se esgote (PERUZZO; CANTO, 2002, p. 318);

De todas as reações que conhecemos, provavelmente a de combustão é a mais comum. Para que ela ocorra, é necessário que tenhamos um combustível (gasolina, óleo diesel, álcool, papel, carvão, etc.), um comburente (que normalmente é o oxigênio do ar, O₂) e uma energia de ativação, que pode ser o calor de uma chama, uma faísca elétrica, etc (CARVALHO; MACEDO, s.d, p.146);

Reações exotérmicas → as que produzem ou liberam calor, como, por exemplo, a queima do carvão (FELTRE, 2005, p. 325).

Infelizmente, os livros de química que a maioria das escolas adota trazem os tópicos de forma muito resumida, fragmentados e sem nenhuma relação com a história da Ciência, sendo que são poucos os momentos de discussão contextualizada enfocando a vida cotidiana dos educandos. Ao contrário desses livros tradicionais, existem os livros alternativos, resultados de trabalhos de grupos de pesquisa em ensino de Química, que consideram aspectos positivos como a história. Como exemplo temos, GEPEQ¹, GIPEC² e PEQUIS³. Esses livros, pouco

conhecidos pelos professores, trazem propostas inovadoras. Como exemplo disso, citamos o livro *Interações e transformações*, produzido pelo Grupo de Pesquisa em Educação Química (1993), o qual trabalha a questão da combustão, apresentando o contexto histórico da evolução desse conceito, ou seja, abordam-se as explicações dadas pela teoria do flogístico e de Lavoisier. Muitas outras publicações dessa natureza poderíamos citar aqui e, entre elas, merece destaque a obra de Beltran (1991), na qual se propõe o desenvolvimento do tema combustão com alunos de ensino médio, partindo de um experimento como um desafio para levantar as idéias dos alunos sobre mudança da massa com a queima e discutir um texto que apresenta o processo histórico (Stahl ou Lavoisier). Como já mencionado, os professores quase não têm acesso a esses materiais, sem contar que muitos deles nem se sentem preparados para utilizá-los (LOGUERCIO, SAMRSLA E DEL PINO, 2001).

Como se pode perceber, o tema é abordado de forma muito sucinta no ensino médio. Por esta razão, a combustão passa despercebida e não é devidamente compreendida pelos educando, tanto que pesquisas realizadas com alunos desse nível de ensino apontam que suas representações acerca do tema combustão são criadas em seus âmbitos sociais, ou seja, os alunos se prendem a esquemas explicativos de sua realidade mais próxima, dispensando idéias mais elaboradas (SILVA e PITOMBO, 2006). Estes pesquisadores investigaram o entendimento de alunos da 8ª série do ensino fundamental e 3ª série do ensino médio, a respeito da queima, através de suas representações sociais. Segundo Silva e Pitombo (2006), autores como Boujaoude e Ross também apontam a fragilidade no entendimento dos educandos, em relação aos processos de queima:

As pesquisas sugerem também que o entendimento dos estudantes a respeito do processo de queima, fundamentado em senso comum e em suas concepções prévias, é fragmentado, inconsciente e divergente em relação ao conhecimento científico, além de ser persistente às mudanças conceituais, mesmo para aqueles aprendizes que estudaram a queima de materiais no ensino formal (SILVA e PITOMBO, 2006, p. 23-24).

A grande maioria dos alunos pesquisados associou a queima à destruição, sem relacioná-la, porém, com a idéia de transformação. Isso mostra que, apesar de o tema combustão ser trabalhado no ensino de ciências sempre relacionado à transformação química, os alunos continuam apresentando explicações apenas com base no senso comum. Um dado interessante encontrado pelos pesquisadores revela que a associação de queima à destruição foi menor em alunos do Ensino Médio, em relação aos alunos do Ensino Fundamental. Tal fato indica que à

2 – Grupo Interdepartamental de Pesquisa sobre Educação em Ciências;

3 – Projeto de Ensino de Química e Sociedade.

medida que os alunos entendem o processo de queima como uma reação de combustão (transformação química), passam a associá-la com menor intensidade à destruição (SILVA e PITOMBO, 2006).

Sabemos da importância do tema combustão no ensino de Química e em muitas ações do nosso cotidiano, uma vez que, nos processos de obtenção de energia, o calor é resultante das reações de combustão. A aversão ou resistência dos educandos à aprendizagem de determinados conceitos advém, muitas vezes, do simples fato de não perceberem sua utilidade ou relação com o seu contexto. O ensino tradicional pauta-se em bases teóricas, porém sem trazer o significado da ciência para a vida do aluno. Esse modelo transmissivo de conhecimento não tem se mostrado satisfatório, de forma que se faz necessário a prática de um ensino de Ciência que seja útil para a vida, implicando qualidade e prazer no aprender (CHASSOT, 1995).

Além da importância atribuída a combustão, podemos ressaltar que o mesmo é alvo de grande interesse, especialmente em aulas de laboratório, pois a chama é um fenômeno que fascina a humanidade desde os seus primórdios.

Em seu livro, *A formação do espírito científico* (1996), Bachelard relata o interesse que a maioria dos alunos possui em relação aos experimentos realizados nas aulas de Ciências, pois grande parte deles apresenta imagens espetaculares e, neste caso, a combustão pode estar inserida. É claro que Bachelard assume a postura de que os experimentos fascinam tanto, que podem deixar de lado “os fenômenos essenciais”. Concordamos com Bachelard que a observação primeira nem sempre oferece uma base segura para a formação do espírito científico. Daí a importância, no nosso entendimento, da mediação do professor, para que esses artifícios sejam utilizados não somente para despertar o interesse dos alunos pelas aulas de Ciências, mas também para provocar reflexão no processo de construção de conhecimentos, principalmente quando apresentados com um caráter investigativo e problematizador. Para tanto, apoiamos-nos, mais uma vez em Bachelard, quando este afirma que “é indispensável que o professor passe continuamente da mesa de experiências para a lousa, a fim de extrair o mais depressa possível o abstrato do concreto” (BACHELARD, 1996, p. 50).

Com relação à importância dos experimentos, Hodson (1988) salienta que os experimentos devem ir além de simples observações e não devem ser utilizados como o principal caminho de aquisição de conhecimento científico. Além do cuidado que deve ser tomado ao realizar experimentos com simples objetivo de observação, vale lembrar que os experimentos em ciências são diferentes dos realizados pelos cientistas.

A distinção entre experimentos em ciências e no ensino de ciências é observada, na medida em que um possui o objetivo de desenvolvimento da teoria (no caso da ciência normal), e o outro tem como objetivos ensinar ciências, ensinar fatos da ciência e ensinar fazer ciência. Além disso, os experimentos podem proporcionar uma elevada auto-estima aos educando, pois estes podem controlar fatos e em alguns casos, prever os fenômenos ocorridos.

Para Hodson (1988, p.18), o experimento no ensino de ciências inserido na escola

Deve ser usado para sustentar a exploração e manipulação de conceitos e fazer com que ele se manifeste, seja compreensível e útil. É a exploração das idéias que constitui o processo de aprendizagem; o experimento apenas produz a evidência concreta de explorações conceituais posteriores.

Portanto, o experimento deve ser utilizado e articulado com a história da ciência, não para reproduzi-la, mas como um recurso que possibilite ao educando, até mesmo ao cientista, analisar, de forma crítica, as controvérsias, os erros e os fatos ocorridos no seu interior.

3.2 – A HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DA QUÍMICA

Na ciência Química, a combustão abarca o principal indício do seu nascimento como Química moderna. A tentativa de explicar a combustão foi de fundamental importância para o desenvolvimento desta ciência. Foi a partir da busca pela explicação de como ocorria a queima que surgiu a teoria de Becher e Stahl (primeira tentativa de sistematização da ciência Química, na busca de um princípio unificador). Além disso, a tentativa de compreender os fenômenos envolvidos na queima deu origem à teoria da combustão de Lavoisier, considerada a Revolução Química, como já discutido anteriormente. Essa revolução passa despercebida no Ensino Médio e, às vezes, até no Ensino Superior. Vale, então, ressaltar como o ensino da história da ciência se faz importante e pode ser colocado em relevo nos processos de aprendizagem.

É quase de comum acordo que especialistas na área de educação considerem a história da ciência fundamental para o crescimento científico. É através desta que se pode verificar o desejo de entender e apreender as ciências, solucionando alguns dos problemas educacionais.

Com a relevância da história da ciência, Solbes e Traver (2001) relatam o crescimento do interesse de educandos pela ciência, em pesquisas realizadas na Espanha, quando o contexto histórico é abordado regularmente nas aulas de ciências. Eles creditam à utilização da história nas aulas de ciências o aprimoramento dos educandos, no que se refere a uma melhor compreensão da maneira como se constrói e se desenvolve a ciência, bem como as repercussões sociais que têm esses acontecimentos.

Com a utilização da história, os pesquisadores espanhóis notaram que a percepção dos educandos se tornava mais crítica em relação a fatos decorrentes de interações sociais, e a maioria desses alunos não concordava com a visão cumulativa da ciência. Isso é notável e Bachelard assume a mesma posição em relação à ciência.

É através da recorrência histórica que devemos balizar o ensino, buscando o caráter mais social da ciência e destacando a produção científica atual, mas com os olhos voltados para o passado, pois é a partir dele que podemos questionar os valores do presente (LOPES, 1999).

Em favor da recorrência histórica, a utilização do erro científico e do erro nas salas de aula contribui para a análise e o estudo da história da ciência, tornando a visão da ciência, por parte do educando mais humana e homogênea. Morin (2003, p. 25) descreve a importância conferida ao erro nos processos evolutivos:

Constatamos que a vida comporta inúmeros processos de detecção do erro, e o extraordinário é que a vida também comporta processos de utilização do erro, não só para corrigi-los, mas também para favorecer o surgimento de diversidade e da possibilidade de evolução.

É do erro que provêm todos os processos evolutivos, de forma que, quando identificado e corrigido, passa a fazer parte da gênese do saber.

A título de conclusão, é importante ressaltar a importância da história trilhada lado a lado com a epistemologia, buscando sempre um conhecimento mais crítico, bem como uma sociedade mais ciente dos fatos ocorridos no decorrer dos anos, assim como do que está por vir na ciência e na evolução da mesma.

Considerando a necessidade de romper com o ensino memorístico e livresco, que em alguns casos não cria significado e não considera o crescimento intelectual dos estudantes, este trabalho tem como enfoque contribuir para a evolução de um pensamento mais racional dos educandos, levando em conta a construção do conhecimento através de questionamentos.

Dentro desta perspectiva, fizemos uso de experimentos como um instrumento para levantar as idéias de alunos da 1ª série do Ensino Médio sobre os processos de queima, no intuito de revelar como o conhecimento cotidiano pode ser questionado, alcançando, assim, idéias mais elaboradas e rompendo com conhecimentos mais simples que, até então, não haviam sido questionados.

METODOLOGIA

Este trabalho privilegiou a pesquisa de ênfase qualitativa calcada nos fundamentos e teoria propostos por Bachelard. Este autor em seu livro *A Formação do Espírito Científico* (1996), deixa-nos claro que a utilização de metodologias de caráter exclusivamente quantitativas conduz a erros derivados do ato de conhecer que precisam ser retificados, analisados, uma vez que, por essa via, acaba-se desconsiderando a psicanálise do conhecimento, a construção do conhecimento científico. Segundo Bachelard (1996, p. 261), “*o excesso de precisão, no reino da quantidade, corresponde exatamente ao excesso do pitoresco, no reino da qualidade*”.

O desenvolvimento desse trabalho apontou a necessidade de selecionar um período histórico, que corresponde ao séc. XVIII, período marcado na química pela teoria do flogístico, abarcando grandes discussões na ciência Química, colaborando assim para o seu crescimento. Considerando que o tema da pesquisa baseia-se na teoria da combustão, foi realizado um levantamento histórico, com ênfase nos conceitos científicos acerca da teoria flogistonista. A prioridade recaiu sobre as premissas que orientaram os pensadores e cientistas como Lavoisier, Becher, Paracelso, entre outros, sobre suas concepções alternativas acerca da combustão e sobre todo o conjunto de idéias associadas à teoria do flogístico.

A interpretação histórica sobre esse período, à luz das idéias de Bachelard, traz elementos importantes para a discussão o que leva a um melhor entendimento da epistemologia do processo que engendrou e produziu a teoria da combustão. Isso porque, para Bachelard (1996), existe uma grande distinção entre a história e a epistemologia, já que a primeira toma as idéias como fatos e a segunda preocupa-se com as idéias envolvidas nos fatos, inserindo-as num sistema de pensamento. Sendo assim, não basta tomar o fato histórico mas compreender como as idéias produzidas em determinado período estão a ele relacionadas.

Juntamente com o levantamento histórico, orientado por essa ênfase bachelardiana, foram selecionados e analisados alguns experimentos relacionados à combustão. Os experimentos que foram realizados por educandos cujas características serão apresentadas logo adiante, tem a finalidade de propiciá-lhes a observação, reflexão e oportunidade de analisar os resultados e produzir suas conclusões acerca de tais experimentos e conseqüentemente adotar suas “próprias teorias”. A preocupação em elaborar tais experimentos está diretamente ligada à concepção de Bachelard acerca da dinâmica da epistemologia e da formação do

conhecimento científico, porque é através da manifestação das contradições que advém do contato com o empírico e da formulação de hipóteses para tentar explicá-las que a capacidade de abstração pode ser desenvolvida. Segundo Bachelard (1996), é através do ensino experimental que se pode deixar de lado o conhecimento simples para assimilação do conhecimento científico.

A análise das conjecturas levantadas pelos educandos (sob forma de comentários e respostas dadas as questões) que estão em anexo foram coletadas pela pesquisadora durante e logo após a realização dos experimentos e constituíram-se em importante material para reflexão. Em seguida, foram realizadas “comparações” possíveis entre tais idéias, relacionando-as às concepções científicas relativas a teorias sobre a combustão produzidas em outras épocas, revelando as possíveis semelhanças entre concepções e explicações dadas pelos estudantes e por cientistas e pensadores em diferentes períodos em seu processo de busca do conhecimento. Apesar dessas pequenas comparações, gostaríamos de deixar claro que, não podemos pensar que cientistas e alunos raciocinam da mesma forma, pois estão inseridos em contextos sociais distintos, além de possuírem visões diferentes de ciência.

4.1 – UNIVERSO DA PESQUISA

Para a seleção do grupo de alunos participantes desta pesquisa, percorremos a seguinte trajetória. Contatamos no início de 2006, uma escola próxima à residência da pesquisadora, pensando nas facilidades de acesso que teria à mesma e aos alunos. No entanto, surpreendentemente, não tivemos uma boa recepção por parte da direção da escola. Por indicação, chegamos à escola selecionada, ou seja, tivemos conhecimento de que a direção dessa escola tinha mais abertura com relação à participação de seus alunos em projetos de pesquisa e foi justamente ali que o trabalho foi realizado, sendo que no mês de junho de 2006, realizamos a aplicação do piloto e posteriormente, mais precisamente no mês de setembro de 2006, realizamos a referida pesquisa com os instrumentos já adequados. Por ser uma escola de pequeno porte, a diretora conhece bem seus alunos, tanto que, além de colaborar permitindo a participação de alunos na pesquisa, indicou uma turma da primeira série do Ensino Médio, do período noturno, que, na sua visão, era composta por alunos bastante interessados que poderiam contribuir de forma satisfatória com a pesquisa. Para a escolha dos alunos, pudemos contar com o auxílio da professora de Química da turma que, após tomar conhecimento desse trabalho, expôs para os alunos a proposta e fez o convite para aqueles que quisessem participar, uma vez que, a aplicação do trabalho seria no laboratório da escola, no mesmo

horário da sua aula. Ao todo, dezessete alunos manifestaram interesse fazendo a sua inscrição para participar deste trabalho. Desta lista de alunos escolhemos aleatoriamente seis alunos, pensando nas dificuldades que teríamos em trabalhar com um grande número de pessoas no laboratório, o que poderia prejudicar o levantamento das idéias dos educandos durante o desenvolvimento dos experimentos.

Portanto, participaram desta pesquisa, seis alunos com idade em torno de 15 anos, da primeira série do Ensino Médio de uma escola pública estadual, do período noturno, fora do contexto da sala de aula. A intenção de trabalhar com alunos desse grau de escolaridade está associada à suposição de que eles ainda não possuem idéias fortemente impregnadas de conceitos científicos sobre combustão adquiridos no ensino de ciências.

Para validar nosso instrumento de pesquisa, aplicamos um piloto, também com seis alunos, com as mesmas características dos alunos pesquisados, inclusive da mesma escola, com a diferença que para o piloto trabalhamos com alunos que freqüentam a escola no período diurno.

4.2 – COLETA DE DADOS

Para a realização da pesquisa elaboramos como mencionado, uma seqüência de experimentos envolvendo queima de alguns materiais em associação a algumas questões que pudessem ser respondidas pelos educandos durante a realização dos experimentos. Entregamos também a eles um termo de compromisso que deveria ser assinado por um responsável, sendo posteriormente devolvido a nós (Anexo I). Utilizamos pseudônimos para identificar os estudantes. Portanto, os nomes que foram dados aos alunos são fictícios. Os experimentos foram aplicados em um único dia, em horário de aula, assim o tempo utilizado para todas as atividades foi de quatro horas, com um intervalo de quinze minutos. As atividades desenvolvidas com os alunos no laboratório foram registradas por meio de filmagem, o que permitiu o acompanhamento de suas atitudes e manifestações a respeito dos experimentos. A seguir, apresentamos esquematicamente a condução das atividades com os alunos:

1ª ETAPA.

Primeiramente, foram apresentados aos alunos diversos materiais, a saber: papel, madeira seca, madeira verde, pedaços de fio de cobre, pedaços de alumínio, raspas de magnésio, palha de aço, vela, açúcar, álcool, plástico e vidro. Ressaltamos que alguns destes materiais foram escolhidos de maneira aleatória, pois nossa intenção, à primeira vista, era saber as idéias dos educandos sobre a queima independente do material. Outros materiais foram escolhidos por

motivos pré-estabelecidos, uma vez que, a queima de materiais orgânicos leva à redução da massa, enquanto que a queima de materiais metálicos produz efeito contrário. A reação dos estudantes a essa relação contrária é que pretendíamos observar nessa etapa do experimento, ou seja, pretendíamos averiguar se os alunos conseguiriam explicar essa diferença de comportamento nos materiais.

Disponibilizamos para os alunos lamparinas, fósforos e pinças metálicas e explicamos que eles deveriam observar quais dentre aqueles materiais sofreriam queima. Todos os materiais foram fornecidos em pequenas quantidades, por medida de segurança. Solicitamos que queimassem os materiais, colocando um de cada vez, com muito cuidado, começando pelo papel. E que, cada um deles deveria observar bem o material antes e depois de colocá-lo por um tempo na chama da lamparina. Fornecemos para cada um uma tabela, na qual foram relacionados todos os materiais que eles iriam estudar, com um espaço em cada material para que pudessem registrar suas observações (Anexo II). Acompanhamos minuciosamente com eles a queima, ou não, de cada um dos materiais, instigando-os a observar, refletir e conseqüentemente manifestar suas idéias sobre o fenômeno, processo de queima e as características físicas dos materiais.

Após explorarmos bem a queima desses materiais, e depois de os alunos terem anotado todas as observações na tabela, foram entregues as questões (oito no total). Contudo, foram entregues uma de cada vez, sem numeração, de modo a não desestimulá-los em respondê-las. Na seqüência apresentamos tais questões com seus respectivos objetivos:

1 – O que leva vocês a pensar que alguns materiais queimam e outros não?

Objetivo – Neste caso esperávamos que os educandos pudessem encontrar explicações acerca das propriedades das substâncias.

2 – Que características mudaram no material com a queima?

Objetivo – Com essa pergunta esperava-se que os educandos relatassem as observações gerais, ou seja, o que foi modificado na aparência dos materiais quando queimados. Poderiam então através dessas mudanças considerar a queima ou não dos materiais.

3 – Entre a madeira seca e o papel quem pega fogo mais facilmente e queima mais rapidamente? Porquê?

Objetivo – Neste caso os educandos deveriam relacionar o tamanho ou espessura do material com a rapidez das reações.

4 – Por que certos materiais queimam mais facilmente do que outros?

Objetivo – Os educandos deveriam analisar o material e observar as características necessárias para que houvesse a queima.

5 – O que aconteceu com o álcool?

Objetivo – Os alunos deveriam observar a queima do álcool e compará-la às outras queimas.

6 – Qual a diferença no comportamento do galho verde e do seco na presença do fogo?

Objetivo – Os educandos deveriam analisar a diferença no material, para justificar a ocorrência da queima na madeira seca, e a não ocorrência de fogo na madeira verde.

7 – Por que o fogo apaga quando abafamos?

Objetivo – Verificar se os alunos já possuíam alguma referência em relação à importância do oxigênio nas reações de queima.

8 – O que acontece com a palha de aço quando queimamos?

Objetivo – Verificar se os alunos consideravam a reação ocorrida na palha de aço como queima e diferenciar sua queima em relação a outros materiais.

2ª ETAPA

No segundo momento, exploramos com os alunos apenas quatro dos materiais já utilizados na primeira etapa, ou seja, papel, madeira seca, álcool e palha de aço. O objetivo era analisar a variação de massa destes materiais após a queima, uma vez que, os mesmos já haviam manifestado suas idéias sobre as mudanças ocorridas nestes materiais com relação aos aspectos físicos, quando os queimaram na primeira etapa. Também, neste caso receberam uma tabela (Anexo IV), na qual deveriam anotar as massas de cada um dos materiais obtidas através de uma balança digital, antes e após a queima. Após a execução do experimento no qual o diálogo se fez presente para o levantamento de suas hipóteses a respeito da massa, os estudantes responderam quatro questões, as quais foram entregues também uma a uma, sendo que as questões são as seguintes:

1 – O que aconteceu com a massa das substâncias?

Objetivo – Neste caso esperávamos que os educandos explicassem de maneira geral o que havia acontecido com a massa das substâncias, para que posteriormente relacionássemos aos fatos históricos, e à epistemologia.

2 – Por que algumas perderam massa?

Objetivo – Gostaríamos que os alunos pudessem explicar a perda de massa por saída de gases, para a análise posterior, também à luz da história e da epistemologia.

3 – Por que algumas ganharam massa?

Objetivo – Nesta questão esperávamos que o conflito já estivesse estabelecido, sendo assim, posteriormente poderíamos comparar esses conflitos, em relação à massa, com fatos historicamente concebidos.

4 – O que aconteceu com as substâncias já que existe diferença de massa antes e depois da queima?

Objetivo – Nesta questão os educandos deveriam levantar suas hipóteses, relatando o que acontecera à massa já que em alguns materiais ela diminui e, em outros, ela aumenta.

3ª ETAPA

Para complementar as discussões iniciadas na etapa anterior, os alunos realizaram um terceiro experimento, agora só com dois materiais, a madeira seca e a palha de aço. Nesta etapa, cada um dos materiais, separadamente, foi aquecido dentro de tubos de ensaio fechados com uma rolha de borracha, acoplada a um canudinho de plástico, cuja extremidade foi mantida mergulhada em um recipiente com água, durante o aquecimento de cada material. O aquecimento dos dois materiais se deu até os alunos perceberem mudança significativa no aspecto físico. Finalizadas as atividades os alunos responderam mais quatro questões, as quais forneceram elementos para os alunos refletirem sobre a alteração da massa nos dois materiais estudados:

1 – O que aconteceu com o papel dentro do tubo de ensaio?

Objetivo – Neste caso esperávamos que os educandos confirmassem suas hipóteses acerca da perda da massa por saída de gases.

2 – O que aconteceu com a palha de aço dentro do tubo de ensaio?

Objetivo – Os educandos deveriam constatar que não havia a saída de gases para a calcinação da palha de aço, fato que analisaríamos posteriormente, à luz do fenômeno estudado por cientistas em outro contexto histórico.

3 – Qual a relação entre o experimento II e o experimento III?

Objetivo – Com essa questão, desejávamos que os alunos fizessem suas últimas relações, comparando massa com a saída ou não de gases, relacionando então os experimentos entre si.

4 – O que se pode concluir desse experimento?

Objetivo – Que o educando apresentasse suas hipóteses, sua própria “teoria”, acerca da diminuição ou aumento de massa.

4.3 – ANÁLISE E TRATAMENTO DOS DADOS

A análise dos dados está fundamentada na transcrição do material filmado e na organização das respostas dos questionários que forneceram complemento ao material transcrito. Da parte transcrita, foi possível reunir unidades de registros, agrupando-as em categorias delineadas a partir do confronto com o referencial teórico que norteou o contexto da pesquisa, ou seja, a epistemologia de Bachelard, bem como a história da ciência.

REFLEXÕES SOBRE OS RESULTADOS DA PESQUISA

Desenvolvemos a análise dos dados, posteriormente à transcrição dos registros das atividades desenvolvidas com os alunos (Anexo VIII). Nesta seção, são apresentados os dados, bem como, a reflexão sobre os mesmos. Os resultados são confrontados com o referencial teórico e, na seqüência, discutidos. A análise consistiu no estabelecimento de três categorias:

- *Epistemológica;*
- *Histórica;*
- *Educacional.*

Além destas três categorias, que foram selecionadas de acordo com o referencial teórico mencionado nos capítulos 1, 2 e 3, foi possível identificar também nas falas dos alunos subcategorias a elas relacionadas, que serão apresentadas de acordo com os temas logo a seguir.

5.1 – CATEGORIA EPISTEMOLÓGICA

A primeira categoria consiste em analisar as hipóteses dos educandos, levando em conta a epistemologia de Bachelard e a gênese da construção do conhecimento científico. Na análise com base na epistemologia emergiram três subcategorias, sendo:

- *O erro como tentativa de construção do conhecimento;*
- *A experiência primeira;*
- *A generalização.*

I. O ERRO COMO TENTATIVA DE CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO

Ressaltar a importância conferida ao erro é lembrar que ele se remete à tentativa de explicar determinado fenômeno que, até então, não tinha sido pensado, seja pelo cientista, seja pelo educando. O erro, então, não pode ser considerado algo vazio de idéias ou de pensamentos lógicos, tal como é representado na ciência positivista ou na educação tradicional. Ao contrário, ele sempre deve ser remetido à construção do conhecimento. No presente trabalho, o erro sempre foi considerado como uma forma de indicar tentativas no sentido de oferecer explicações coerentes para determinado fenômeno.

Em suas respostas, comentários e idéias manifestadas durante o trabalho, os estudantes expressaram erros sob diversas formas a respeito do fenômeno em questão (a combustão). Obtivemos respostas articuladas que, no entanto, não oferecem explicações perfeitamente adequadas à teoria vigente. Contudo, demonstram ser as concepções dos educandos frente aos fenômenos apresentados a respeito da queima de materiais. Isso pode ser verificado em algumas respostas às questões que faziam menção às formas variadas de combustão:

Rafael – *Tem uns produtos que fazem o plástico queimar e o vidro não, e depende do material para observar (Resposta a questão 1, anexo III).*

Mariane – *Existem algum tipo de substâncias que contém em vários materiais que não contém em outros. Por isso uns pega fogo e outros não (Resposta a questão 1, anexo III).*

Mariane – *Eu não sei. Mas deve existir algum tipo de substância que em uns tem em outro não (Resposta a questão 4, anexo III).*

Percebe-se que as respostas fornecidas fazem referência a uma substância responsável pela queima dos materiais. Sabemos que a queima depende da composição química do material, da superfície de contato entre outros aspectos, e que, ao contrário das concepções dos alunos, não existe um princípio responsável pela queima, apesar de no período pré-lavoisieriano, a idéia de uma substância responsável pela queima permeava os debates. Por essa razão, para esse caso, não podemos concluir que as respostas apresentadas pelos estudantes foram ingênuas e sem reflexão. Entendemos que essa tentativa de formular hipóteses para explicar o fenômeno da queima implica a busca de respostas, mesmo que não sejam consideradas válidas (erro).

Neste mesmo segmento, as falas a seguir coletadas após a execução dos experimentos, confirmam a concepção formada acerca da substância responsável pela queima:

Mariane – *Tem um nome para isso, mas eu não sei qual é o nome, eu creio que tem um nome, mais eu não sei...*

Pesquisadora – *O nome do que?*

Mariane – *Ah, sei lá, uma coisa que um tem e o outro não tem. Tipo assim, no vidro não tem, no plástico tem, porque ele queima, mas eu não sei qual é o nome.*

Além da presença de uma substância, pode-se perceber que os educandos valeram-se de várias formas para explicar o que foi solicitado, as quais se analisadas, não se encontram de acordo com as teorias estabelecidas pela ciência atual, mas fornecem idéias que implicam o

desenvolvimento do pensamento racional. Outro exemplo disso está relacionado ao aumento de massa da palha de aço:

Juliano – A palha de aço, ela absorve a umidade do ar por isso ela aumenta de peso.

Todo esse esforço dos educandos em explicar é válido, porque permite, ou exige, reflexão. Para Bachelard é dessa forma que se constrói o conhecimento:

Juntos, vamos acabar com o orgulho das certezas gerais e com a cupidez das certezas particulares. Preparemo-nos mutuamente a esse ascetismo intelectual que extingue todas as intuições, que torna mais lentos os prelúdios, que não sucumbe aos pressentimentos intelectuais. E murmuraremos, por nossa vez, dispostos para a vida intelectual: o erro, não é um mal.[...] Ao longo de uma linha de objetividade, é preciso pois dispor a série dos erros *comuns* e *normais*. Assim, seria possível sentir todo o alcance de uma psicanálise do conhecimento, se essa fosse um pouco mais extensa (BACHELARD, 1996, p.298).

A aproximação do conhecimento científico dá-se então, através do abandono das concepções constituídas sem reflexão, daí emerge a intelectualidade. Percebe-se que os alunos conseguem “bolar” suas próprias idéias, relacionadas à combustão. Essas concepções espontâneas podem apresentar-se errôneas em alguns aspectos, no entanto, são essenciais para a racionalização do aluno. O que não se pode permitir é que esse erro constituía-se um futuro obstáculo sedimentado (BLANCH, JARDIM, GRIGOLI, 2001).

II. A EXPERIÊNCIA PRIMEIRA

Nem sempre as justificativas baseiam-se em respostas articuladas que refletem pensamentos puros sem o impulso do exposto, do observado. Bachelard caracteriza a *experiência primeira*, como o primeiro obstáculo na formação do espírito científico e, segundo esse epistemólogo “o espírito científico deve formar-se contra a Natureza, contra o que é, em nós e fora de nós, o impulso e a informação da Natureza, contra o arrebatamento natural, contra o fato colorido e corriqueiro” (BACHELARD, 1996, p.29).

Nesse sentido, todas as observações feitas sem questionamentos, que se baseiam somente nas imagens, tornam as análises do empírico apressadas, mais frágeis e sem grande valor. Esse fato também é constatado no ensino de ciências, ou na vida cotidiana.

Quando apresentado o problema acerca da combustão do álcool, é exatamente o observado que impede, no caso, os estudantes que participaram da pesquisa de refletirem sobre a queima

do material, pois consideraram simplesmente a sua evaporação. Como pode ser constatado em algumas respostas apresentadas à questão 5 (Anexo III):

Mariane – *Eu acho que o álcool não queimou evaporou e sobrou um liquido no fundo do recipiente que eu não sei o que é. O fogo do álcool é bem mais claro.*

Gustavo – *Após pegar fogo evaporou o álcool sumiu completamente.*

Josiane – *Queimou e evaporou e o fogo é mais claro do que os outros e mais baixo.*

Rafael – *O álcool queima e depois de um certo tempo evapora.*

Leandro – *O álcool queimou e a maioria do álcool se evaporou e ficou um restinho que não queima mais.*

Fica claro que em suas respostas, o observado toma conta do fenômeno, pois o fenômeno físico confunde-se com o químico. Isso pode ser confirmado se nos remetermos ao diálogo que se fez presente no desenvolvimento dos experimentos com os educandos:

Pesquisadora – *Está queimando o álcool?*

Gustavo – *Não*

Leandro – *Metade está queimando, metade está evaporando!*

Josiane – *O que?*

Leandro e Rafael – *Evaporando.*

Pesquisadora – *Vocês acham que o álcool está queimando ou está evaporando?*

Josiane, Leandro e Rafael – *Os dois.*

Pesquisadora – *Então ele não está queimando?*

Rafael – *Está queimando e está evaporando.*

Pesquisadora – *E se eu deixar queimando, queimando o que vai acontecer?*

Leandro – *Ele vai até evaporar tudo.*

Juliano – *Até secar.*

Pesquisadora – *Então tá.*

Situação semelhante também ocorre quando, por exemplo, os alunos desconsideram a conservação da matéria. Neste caso, os estudantes afirmam que a matéria “se perde” na queima, pois não conseguem perceber que os gases também possuem massa e que nada pode ser perdido:

Gustavo – *Após pegar fogo evaporou o álcool sumiu completamente (Resposta à questão 5 anexo III).*

Josiane – *Porque o fogo destruiu (Resposta à questão 2 anexo V).*

A destruição do material, ou até mesmo o sumiço, são formas de obstáculos causados pela experiência primeira. O experimento, nesse caso, não permite a visualização do fenômeno, que corresponde a conservação da massa na queima do material. Seria necessária uma análise mais profunda por parte dos estudantes para concluir que nada pode desaparecer ao acaso.

Compete ao professor auxiliar nessa racionalização, ajudando o educando a pensar de forma mais satisfatória, ultrapassando esse obstáculo gerado através do observado que não é refletido. “O educador deve procurar, portanto, destacar sempre o observador de seu objeto, defender o aluno da massa de afetividade que se concentra em certos fenômenos rapidamente simbolizados e, de certa forma, *muito interessantes*” (BACHELARD, 1996, p. 67-68).

III. A GENERALIZAÇÃO

Em determinadas situações, o erro, o pensamento não acabado (mesmo que positivo), deve passar por análises mais rigorosas, para que não se sedimente tornando-se um obstáculo. A falsa doutrina do geral é considerada por Bachelard como um dos elementos que mais impedem o progresso do conhecimento científico (BACHELARD, 1996).

A generalização então, é uma forma de explicação, mas, que em contrapartida, não apresenta justificativas fundamentadas pelo pensamento. Ela se prende no geral, explicando a natureza e os fatos empíricos, com um mesmo raciocínio. Isso pode ser verificado em algumas respostas, atendendo os questionamentos, durante a realização dos experimentos, e também, nas respostas dos questionários. Quando perguntamos sobre as características do material depois do processo químico de queima, os alunos apresentaram justificativas que generalizavam o processo, pois, para eles, à medida que a reação acontecia, todo o processo de combustão resumia-se na formação de brasa e cinzas:

Josiane – *O material está inteiro e no final ele diminuiu e virou cinzas (Resposta à questão 2 anexo III).*

Rafael – *O que queimou virou brasa e o não queimou só esquentou com o fogo (Resposta à questão 2 anexo III).*

Mariane – *Antes de queimar eles eram de uma forma e depois de queimados viraram cinzas (Resposta à questão 2 anexo III).*

Portanto, no entendimento dos alunos pesquisados, para haver combustão, o material precisa se transformar em cinza, ou brasa, tanto que no processo de queima do álcool, no qual não há formação de resíduo sólido, os alunos interpretaram o processo de queima como sendo um processo físico, o de evaporação.

O obstáculo da generalização aparece também em outro momento, quando os questionamos durante o experimento, sobre os indícios de combustão dos materiais:

Leandro – *Não saiu fogo então não queimou.*

Pesquisadora – *Anotem aí então o que vocês acreditam o que vocês acham. Uma coisa é importante aqui! O que vocês precisam observar no material pra dizer se está queimando ou não está queimando?*

Rafael – *Pegar fogo!*

Pesquisadora – *Pegar fogo é sinal de que está queimando então?*

Juliano – *Se ele desmanchar, se ele virar cinza.*

Pesquisadora – *Se ele...*

Leandro – *Quando o material pegou fogo ele queimou?*

Pesquisadora – *Isso aqui não é pegar fogo?*

(Acendo outra palha de aço).

Rafael – *Não.*

Leandro – *Bota na folha então pra ver.*

(Leandro sugere que a palha de aço, que está em combustão, seja colocada em uma folha de papel, para verificar se o mesmo entra em combustão).

Rafael – Não pega não, velho.

Leandro – Só essas coisinhas que estão caindo já pega.

Rafael – Ai pega.

Pesquisadora – Então cada um escreve aquilo que acha, se acha que pegou, coloca que pegou, e o que é que aconteceu se não pegou fogo...

Novamente a combustão é associada a um único indício para ser verificada: a chama. Isso também foi constatado na aplicação do nosso piloto e parece ser consenso entre os educandos que para haver combustão necessita-se da presença de fogo.

Portanto, para esse fato, como para tantos outros, generalizar significa não refletir sobre a reação que envolve o processo. Bachelard (1996, p.71) tece argumentos sobre o obstáculo da generalização:

É possível constatar que essas leis gerais *bloqueiam* atualmente as idéias. Respondem de modo global, ou melhor, respondem sem que haja pergunta [...] Mas, ao nosso ver, quanto mais breve for o processo de identificação, mais fraco será o pensamento experimental.

Estudar a combustão reduzindo-a ao fogo é deixá-la corriqueira e sem grande interesse científico e social.

Para superar o obstáculo da generalização faz-se necessária a busca por um conhecimento mais articulado, no qual estejam presentes o questionamento, a reflexão e, para tanto, o salto, resultando em um ensino capaz de consolidar a cultura científica, formando cidadãos críticos que possam tomar decisões condizentes com a realidade na qual estão inseridos.

5.2 – CATEGORIA HISTÓRICA

A segunda categoria consiste em confrontar as hipóteses dos educandos, levando em conta o desenvolvimento histórico, que foi trabalhado no capítulo 2, ou seja, tentar traçar um paralelo entre as idéias concebidas pelos educandos e as teorias adotadas e defendidas por cientistas no desenvolvimento na teoria da queima dos compostos. É importante deixar claro que não consideramos as idéias de filósofos importantes tão simplistas como as dos estudantes, mas

há indícios de que os estudantes podem e apresentaram idéias tão articuladas quanto à dos cientistas citados.

Obtivemos a partir desta categoria 5 subcategorias:

- I.O fogo como agente de transformação;*
- II.Os princípios responsáveis pela queima;*
- III.A participação do fogo como reagente;*
- IV.A substância “Oxigênio”;*
- V.A questão da massa.*

I. O FOGO COMO AGENTE DE TRANSFORMAÇÃO

O primeiro fato relevante trabalhado faz menção à questão do fogo como agente de transformação, citado por Heráclito. Obtivemos respostas semelhantes no que diz respeito à transformação de materiais pelo fogo, respostas apresentadas pelos seguintes educandos quando questionados o que seria necessário para que a houvesse transformação:

Pesquisadora – Queimou ou não? O que aconteceu?

Leandro – Não saiu fogo então não queimou.

Pesquisadora – O que vocês precisam observar no material pra dizer se está queimando ou não está queimando?

Rafael – Pegar fogo!

Pesquisadora – Pegar fogo é sinal de que está queimando então?

Juliano – Se ele desmanchar, se ele virar cinza.

Pesquisadora – Se ele...

Leandro – Quando o material pega fogo ele queimou?

Pesquisadora – Isso aqui não é pegar fogo?

(Acendo outra palha de aço)

Rafael – Não.

A caracterização de uma combustão segundo os alunos se dá pelo fato do material pegar fogo. Quando perguntado a eles se havia ocorrido a queima da palha de aço, disseram que não, pois o material não havia “pegado fogo”. Dentre os educandos somente 3 deles

responderam que havia ocorrido queima na palha de aço. Claro que não podemos generalizar, afirmando que estes alunos tinham em mente que a única forma de transformação se dava pelo fogo (assim como Heráclito), mas se tratando de qualquer tipo de combustão, o fogo é essencial, para que essa transformação ocorra segundo a concepção dos alunos.

Isso ainda pode ser confirmado na seguinte citação:

Pesquisadora – Isso aqui queimou ou não?

Leandro – É açúcar queimado, mas não queimou não. Tem que pegar fogo não tem?

II. OS PRINCÍPIOS RESPONSÁVEIS PELA QUEIMA

Com relação aos princípios que pegam fogo, ou seja, propriedade específica para queima, obtivemos respostas muito interessantes. Quando questionado porque alguns materiais queimam mais facilmente que outros, alguns alunos nos respondem da seguinte forma:

Mariane – Tem um nome pra isso, mas eu não sei qual é o nome, eu creio que tem um nome, mais eu não sei...

Pesquisadora – O nome do que?

Mariane – Ah, sei lá, uma coisa que um tem e o outro não tem. Tipo assim, no vidro não tem, no plástico tem, porque ele queima, mas eu não sei qual é o nome.

Segundo Paracelso, o enxofre é o único princípio de queima, tudo que queima é enxofre (MAAR, 1999). Além da idéia de Paracelso, outra concepção de princípio responsável pela queima foi o flogístico, como já dito, sendo que nesse princípio, os materiais entram em combustão porque eram ricos em flogístico. Na busca por uma resposta a aluna chegou à conclusão, que para um composto pegar fogo e outro não, deveria existir alguma substância própria para cada material, responsável pela queima. Podemos ver a busca por um único princípio nas respostas dadas durante o experimento. Isso também se constatou em algumas respostas fornecidas nos questionários:

Mariane – Existem algum tipo de substância que contem em vários materiais que não contem em outros. Por isso uns pega fogo e outros não (Resposta à questão 1 anexo III)

Mariane – Eu não sei. Mas deve existir algum tipo de substância em uns e em outro não (Resposta à questão 4 anexo III).

Com isso, constata-se que algumas idéias são intrínsecas ao ser humano e que as buscas por respostas podem levar a pensamentos similares, mesmo que consideremos os contextos sociais em que estas pessoas (alunos e cientistas) estejam inseridas.

III. A PARTICIPAÇÃO DO FOGO COMO REAGENTE

Outra questão muito interessante levantada pelos educandos faz menção à participação do fogo no aumento de massa. Boyle, em seus experimentos, constatou que quando se aquecia um metal a sua massa resultante era maior. Justificou esse aumento de massa por partículas de fogo que eram capazes de atravessar as paredes de recipientes. Nas respostas apresentadas pelos alunos, obtivemos respostas similares a de Boyle:

Gustavo – *Eu acho que diminuiu por causa do fogo que quando queimou diminuiu o papel. E depois aumentou após a queima a palha de aço o fogo aumentou a palha. (Resposta a questão 4 anexo VII)*

Respostas similares também foram verificadas durante a aplicação do piloto quando foi questionado o porquê da diminuição do tamanho do material sólido na queima:

Gisele – *Vamos usar de exemplo a palha de aço, ele ficou mais dura, e com alguma substância que tem o fogo, se juntou a ela.*

Como já ressaltamos, não podemos considerar que as assimilações feitas pelos estudantes foram iguais à de Boyle, já que as interpretações foram de forma simples e objetiva, e não refletidas, bem como não possuíamos as mesmas condições que o cientista referido. No entanto, é fato que algumas dessas interpretações podem ser comparativas e que em alguns momentos os estudantes apresentaram respostas ao experimento, que explicam da mesma forma o aumento de massa das substâncias na combustão, assim como Boyle.

IV. A SUBSTÂNCIA “OXIGÊNIO”

Além da atribuição do fogo para o aumento de massa, relevado pelos educandos, podemos também citar a importância de uma “substância”, chamada pelos educandos de oxigênio. Quando questionados o porquê do fogo apagar ao abafar o material, os alunos, em sua maioria, responderam que isso ocorria devido ao oxigênio, que teria acabado. Souberam justificar prontamente esta questão, mas não conseguiram relacionar o oxigênio a nenhuma outra situação, nem mesmo à importância dele na queima dos compostos. Muitos cientistas também deram importância aos gases existentes na atmosfera, pois estão diretamente relacionados à queima dos compostos, mas antes de Lavoisier poucos deles entenderam seu

papel na combustão. Os educandos sabem da importância do oxigênio na queima, mas não sabem explicar de que forma. Como verifica-se nas respostas à questão 7 (anexo III):

Gustavo – Por que o fogo precisa de oxigênio para existir.

Leandro – Por que o fogo precisa de oxigênio para haver combustão.

Juliano – Porque ele perde o oxigênio.

Josiane – Porque tira o ar.

Verifica-se que os educandos em algum momento de suas vidas souberam dizer que para se queimar algo se necessita de oxigênio. No entanto, os educandos não conseguiram relacionar o aumento de massa da palha de aço à combinação com esse elemento. Percebe-se então que o único momento em que se lembram do oxigênio é quando o fogo é abafado. Essa constatação também pode ser percebida à medida que os alunos generalizavam as respostas referentes à queima e diminuição de massa, tanto que, como apresentado, o estudante Gustavo entende que o gás liberado na queima é o oxigênio:

Gustavo – Uma diminuiu e a outra aumentou a massa fazendo bolhas e saindo o oxigênio (Resposta a questão 1, anexo V).

É notável que neste caso, o estudante não sabe diferenciar os gases existentes na atmosfera e possivelmente ele acredita que o único gás presente na atmosfera é o oxigênio.

V. A QUESTÃO DA MASSA

Foram vários os argumentos utilizados por eles, na tentativa de explicar o aumento e diminuição de massa. Os alunos deram explicações considerando a umidade do ar como responsável pelo aumento de massa e também citam o fogo como responsável por esse aumento. Para diminuição de massa obtivemos as seguintes respostas:

Leandro – Por que algumas matérias são liberadas junto com a fumaça e com o calor (Resposta a questão 2 anexo V).

Mariane – As substâncias evaporam junto com a fumaça (Resposta dada a questão 4 anexo V).

Percebe-se então que esses alunos relacionam a saída de algo para diminuição de massa, mas não conseguem perceber que o próprio ar tem massa. Atribuem à saída de uma outra substância e que, esta sim, seria responsável pela perda de massa. Essa mesma hipótese era levantada por Becher e Stahl, quando defendiam a teoria do flogístico. Eles não conseguiam

compreender que o ar, ou seja, a fumaça que saía das substâncias era responsável pela diminuição de suas massas.

5.3 – CATEGORIA EDUCACIONAL

Esta categoria reúne algumas considerações levantadas pelos educandos que participaram do projeto, acerca do processo de queima, as quais evidenciam suas dificuldades frente a determinados conceitos, que julgamos ser de fundamental importância para uma base sustentável na introdução de vários conceitos relevantes na Química, tais como: reações químicas, equilíbrio químico, entre outros.

Nesse contexto, podemos elencar as seguintes subcategorias:

I. Diferenças entre processos físicos e químicos;

II. Considerações sobre a conservação da matéria;

I. DIFERENÇAS ENTRE PROCESSOS FÍSICOS E QUÍMICOS

É comum desde as séries iniciais da Educação Básica, no ensino de Ciências, serem trabalhados os processos físicos, como evaporação, solidificação, fusão, entre outros. Esses conceitos são ainda desenvolvidos de maneira mais aprofundada, dentro do tópico: “propriedades físicas da matéria” logo no início do Ensino Médio.

Quando nos deparamos com as dificuldades dos alunos participantes da pesquisa em distinguir processos físicos de processos químicos, mantivemo-nos relutantes em acreditar, pois, como já mencionamos, imaginávamos que os estudantes deste nível de ensino já apresentassem um conhecimento mais elaborado sobre esses conceitos. Ao contrário do esperado, em muitos momentos, o saber sobre os conceitos não se destacou, pelo contrário, em alguns casos foi totalmente abandonado. De forma que a experiência cotidiana e/ou o visual foram predominantes para muitas explicações.

Essas questões foram bastante discutidas entre os próprios estudantes, durante os experimentos da queima do álcool e do açúcar. Nessas duas situações, eles não conseguiram compreender o que de fato acontecia com os materiais, se era queima, evaporação, ou fusão, entre outros. Essas dúvidas podem ser observadas em algumas respostas apresentadas:

Leandro – *O plástico derreteu, o papel diminuiu, o magnésio virou cinza, outro evapora ou queima sem pegar fogo, dependendo do material a característica muda (Resposta à questão 2, anexo III).*

Gustavo – *Após pegar fogo evaporou o álcool sumiu completamente (Resposta à questão 5, anexo III).*

Josiane – *Queimou e evaporou e o fogo é mais claro do que os outros e mais baixo (Resposta à questão 5, anexo III).*

Juliano – *O álcool queimou, o álcool evaporou ou será que o fogo queimou o álcool (Resposta à questão 5, anexo III).*

Rafael – *O álcool queima e depois de um certo tempo evapora (Resposta à questão 5, anexo III).*

Leandro – *O álcool queimou e a maioria do álcool se evaporou e ficou um restinho que não queima mais (Resposta à questão 5, anexo III).*

Mariane – *Eu acho que o álcool não queimou evaporou e sobrou um líquido no fundo do recipiente que eu não sei o que é. O fogo do álcool é bem mais claro (Resposta à questão 5, anexo III).*

Nota-se que as respostas não são muito satisfatórias e na maioria delas a evaporação aparece. E em alguns casos, inclusive, desconsidera-se a queima. O mesmo aconteceu na queima do açúcar durante o experimento. Neste momento surgiu novamente aquela idéia de que o material só é queimado com o aparecimento da chama e isso dificultou a conclusão entre os educandos de que o açúcar também queima:

(Pego o açúcar e coloco dentro do tubo de ensaio)

Josiane – *Açúcar?*

Pesquisadora – *Açúcar.*

Gustavo – *Vai derreter!*

Pesquisadora – *Vai queimar?*

(Coloco o tubo de ensaio contendo açúcar na chama)

Leandro – *Ah, assim não vai queimar não.*

Juliano – *Vai derreter.*

Leandro – *Ah vai tipo fazer sus...derreter.*

Rafael – *Açúcar queimado.*

(Alunos observam)

Rafael – Vai derreter!

Pesquisadora – O que está acontecendo?

Juliano e Rafael – Está derretendo.

Josiane – Que horror!

Pesquisadora – Está queimando?

Leandro – Não.

Pesquisadora – Não está queimando? O que é que é isso aqui dentro?

Leandro e Gustavo – Isso é açúcar queimado.

Pesquisadora – Não, não está queimando e isso é açúcar queimado? Eu não entendo vocês!

Juliano – Está passando de sólido para líquido!

Pesquisadora – Mas isso é o que, uma transformação o que? Física ou química?

Juliano – Física!

Pesquisadora – Isso aqui queimou ou não?

Leandro – É açúcar queimado, mas não queimou não. Tem que pegar fogo não tem?

Juliano - Tem que torrar.

Leandro – Nem tudo que pega fogo queima!?

Pesquisadora – É uma boa pergunta pra você pensar.

Mesmo considerando a ênfase nos processos físicos e químicos no ensino de ciências que são passados e repassados na maioria das séries iniciais, e posteriormente no Ensino Médio, estes estudantes pouco compreendem e mal sabem fazer distinção entre os processos mencionados. Tal fato, ao nosso ver, pode ser ocasionado devido ao tipo de ensino realizado. Um ensino que não apresenta elementos significativos para o aluno, ou seja, os conceitos científicos são trabalhados na forma de memorização para provas, e logo que as mesmas passam, os educandos tendem a esquecer tudo aquilo que lhes foi comunicado. Portanto, entre tantos outros agravantes afetos ao ensino de ciências, deparamo-nos com um ensino que se reduz meramente ao repasso de conhecimentos já estabelecidos sem permitir que os estudantes se aproximem “das atividades características de um trabalho científico” (CACHAPUZ et al., 2005, p.38).

É importante ressaltar que para alguns materiais o processo de queima é bastante complexo, como no caso da combustão de uma vela em que coexistem os dois tipos de transformações: física, durante o derretimento da parafina, e química quando a parafina derretida queima produzindo fumaça e luz. Daí resultam as dificuldades que muitos estudantes apresentam e os levam a generalizar explicações. Mortimer e Miranda (1995) retratam que em geral os estudantes tendem a confundir transformações químicas com mudanças de estado. Para que os alunos superem tais dificuldades torna-se essencial a mediação do professor. Neste sentido nos apoiamos em LOPES (1993, p.325), que ressalta com propriedade “o professor vigia o saber discente, nunca se preocupando em tornar justa essa vigilância: tentando impor uma razão, o professor educa seus alunos na desrazão”.

II. CONSIDERAÇÕES SOBRE A CONSERVAÇÃO DA MATÉRIA

A conservação da matéria sempre foi alvo de discussão na ciência Química. Ao longo de nosso trabalho, ao observarmos a história da ciência, fica clara a preocupação em explicar de onde vinha o excesso de massa quando, por exemplo, aquecia-se um metal reativo, ou também, quando havia diminuição da massa na queima de alguns materiais.

Lavoisier preocupou-se em resolver alguns problemas que circundavam a conservação da massa e é muito comum encontrarmos nos livros de química a frase que é conhecida por todos “na natureza, nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”.

Em diversos momentos de nosso trabalho, verificamos alguns indícios nas falas dos estudantes, tanto durante a realização dos experimentos, como nas respostas dos questionários, que demonstram a ausência de um raciocínio adequado em relação à conservação da matéria. Isto vem ao encontro dos resultados encontrados por Silva e Pitombo (2006, p.23). Eles relatam que a maioria dos alunos pesquisados por eles acreditava que os materiais, quando queimados, simplesmente eram “destruídos ou reduzidos a cinzas ou simplesmente evaporam. Para eles, os materiais queimados desaparecem”.

Destacamos abaixo as dificuldades já mencionadas que ficaram expressas nas manifestações dos alunos:

Gustavo – *Após pegar fogo evaporou o álcool sumiu completamente (Resposta à questão 5, anexo III).*

Josiane – *Porque o fogo destruiu (Resposta à questão 2, anexo V).*

Josiane – *Porque elas diminuem e juntam o peso (Resposta à questão 3, anexo V).*

Leandro – *Por que a massa da palha de aço absorveu mais com a queima da palha (Resposta à questão 3, anexo V).*

Mariane – *As próprias substâncias aumentaram o peso (Resposta à questão 3, anexo V).*

Nas respostas fica clara a idéia de que a matéria pode sumir, ser destruída, bem como, aumentar a sua massa, ou como dito, “juntar o seu próprio peso”. Percebe-se que os alunos levantam suas hipóteses e explicam os fatos de acordo com o observado, mas sem levar em conta que nada aparece ou some, sem ir ou vir de algum lugar. Neste sentido, nós professores precisamos refletir, pois muitas vezes os alunos decoram simplesmente um conceito, neste caso a famosa frase de Lavoisier “Nada se cria, nada se perde, tudo se transforma” que na prática não apresenta significado algum. Diante de tais constatações Mortimer e Miranda (1995, p.23) também argumentam:

Os estudantes nem sempre reconhecem que as entidades que se transformam e as que permanecem constantes, e tendem a centrar suas explicações nas mudanças perceptíveis que ocorrem com as substâncias, sequer fazendo referência às mudanças em nível atômico-molecular. Os raciocínios de conservação da massa, mesmo quando já utilizados para outros fenômenos, não são automaticamente transferidos para as situações envolvendo reações químicas (MORTIMER, MIRANDA, 1995, P.23).

Diante dos resultados encontrados nesta pesquisa e dos problemas que vêm enfrentando o ensino de ciências, torna-se cada vez mais necessário um compromisso por parte dos professores de ciências naturais na busca de mudanças. Que devem valorizar as concepções espontâneas dos alunos e questionamentos que possibilitem o exercício do raciocínio, pois somente dessa forma os alunos poderão superar suas dificuldades de aprendizagem e atingir uma aproximação mais eficaz do conhecimento científico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As idéias de educandos podem ser reveladoras no sentido de identificar que tipo de ensino eles têm recebido, bem como a forma com que eles concebem determinados conceitos. Ao sairmos do Ensino Superior, nós professores de ciências naturais, recebemos a “missão” de transmitir parte do conhecimento que nos foi conferido, sem saber exatamente como fazê-lo. Por isso estamos acostumados a repassar o conhecimento e não a refleti-lo. Tendemos a não propiciar aos nossos alunos no ensino de Ciências uma reflexão acerca da natureza e construção do conhecimento científico, pois nós mesmos não refletimos sobre isso.

Tal situação manifestou-se em alguns momentos nesse trabalho, pois os próprios alunos pesquisados afirmaram que nunca tinham sido submetidos a situações de aprendizagem que exigissem questionamentos e reflexões. Foi possível perceber ainda um certo descrédito por parte dos alunos, com relação às suas próprias potencialidades, julgando-se incapazes de participar desse tipo de proposta.

Acreditamos que essa seja a função do ensino: promover o desenvolvimento de raciocínio, auxiliar na progressão crítica do aluno, desenvolver autoconsciência e maturidade para analisar qualquer conceito, seja científico ou não.

Um ensino questionador deve valorizar a epistemologia, como forma de construção de conhecimento, assim como enfatizado nesse trabalho. Percebemos que a partir dessa valorização, os alunos viram-se diante de muitos conflitos relativos ao conhecimento sobre combustão, que consideramos de extremo valor. Em alguns casos, puderam por à prova seus conhecimentos cotidianos e puderam, acima de tudo, dizer o que pensavam, demonstrar que suas idéias são realmente válidas, mesmo que à primeira vista contemplem concepções errôneas.

Nas análises que foram feitas à guisa de conclusão do trabalho, apareceram várias vezes concepções errôneas, mas que ao nosso ver, justificam formas de pensamentos articulados, como no caso da substância única, responsável pela queima dos materiais. Apesar de não considerarmos a situação do experimento como uma situação de ensino-aprendizagem, acreditamos que essa forma de questionamento contribui para o avanço do pensamento elaborado, incluindo o avanço das concepções errôneas para que o pensamento não tenha margem para se tornar um futuro obstáculo.

Como dito, algumas concepções, quando não analisadas, tornam-se obstáculos que podem trazer aspectos do cotidiano, como a generalização. Nesse caso, também verificamos a presença de obstáculos epistemológicos, que interferiram no crescimento elaborado das idéias dos estudantes analisados. Tudo isso aponta para a importância de o professor auxiliar para que o entendimento do estudante não se torne um obstáculo, e, portanto deve sempre questionar e auxiliar seus alunos na busca por respostas mais efetivas.

Esses erros e obstáculos quando analisados podem ser superados e é dessa forma que se constroem a ciência e o pensamento racional. Isso pode ocorrer tanto na história de evolução do pensamento científico, como no ensino de ciências. E isso se comprovou nessa pesquisa, pois em vários momentos constatamos indícios que corroboram a perspectiva bachelardiana de que algumas formas de raciocínio e pensamentos voltados a explicar determinado tipo comum de fenômeno parecem percorrer trajetórias muito semelhantes. Para Bachelard (1996), esses elementos são a expressão de determinadas formas de pensamento e são intrínsecos do ser humano, independentes de seus contextos. A exemplo disso, temos os princípios responsáveis pela queima, que foram apresentados pelos estudantes, que também encontramos na história da ciência.

Dessa forma, acreditamos que para haver a evolução do pensamento racional e articulado, faz-se necessária a utilização da epistemologia que esteja vinculada aos pensamentos científicos decorrentes da história da ciência. A forma de ensino tradicional deve ser transposta e esse obstáculo da educação só será superado quando tivermos consciência de que o ensino deve ser a base de conhecimento racional, crítico e voltado para a sociedade.

REFERÊNCIAS

ALFONSO-GOLDFARB, A. M. **Da Alquimia a Química**. São Paulo: Landy, 2001.

BACHELARD, G. **A Formação do Espírito Científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

_____. **A Psicanálise do Fogo**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

BELTRAN, N. O. **Química**. São Paulo: Cortez, 1991.

BERNAL, J. **Ciência na História**. Lisboa: Livros Horizonte, 1965.

BISSOTO, M. L. O processo civilizador e a domesticação do fogo. **Estudos – Humanidades**. Nº 3, v. 30. Goiânia, p. 507-521, 2003.

BITTENCOURT, J. Obstáculos epistemológicos e a pesquisa em didática da matemática. **Educação Matemática em Revista**. Nº 6, v. 5, ano 5. São Paulo, p.13-17, 1998.

BLANCH, R.; JARDIM, M. I.; GRIGOLI, J. Idéias que os alunos lançam mão para explicar problemas relacionados ao cotidiano: Esforço do pensamento ou obstáculo ao saber científico? **Ensaio e Ciência**. Nº 3, v. 5, p. 31-54, 2001.

BROWN, T.; LEMAY, E.; BURSTEN, B. **Química Ciência Central**. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

CACHAPUZ, A. et al. (Org). **A Necessária Renovação do Ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CANGUILHEM, G. et al. **Hommage à Gaston Bachelard**. Paris: PUF, 1957.

CARVALHO, A.; MACEDO, M. U. **Química**. São Paulo: IBEP, s.d.

CHAGAS, A. **A História e a Química do Fogo**. Campinas: Átomo, 2006.

CHASSOT, A. **Para Que(m) é Útil o Ensino**. Canoas: ULBRA, 1995.

_____. **A Ciência Através dos Tempos**. São Paulo: Moderna, 1997.

- DAUMAS, M. **A Ciência Moderna**. São Paulo: Difusão Européia do Livro, 1960.
- FELTRE, R. **Fundamentos da Química**. São Paulo: Moderna, 2005.
- FILGUEIRAS, C. **Lavoisier: O Estabelecimento da Química Moderna**. São Paulo: Odysseus, 2002.
- FOUCAULT, M. **As Palavras e as Coisas: Uma Arqueologia das Ciências Humanas**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.
- GRUPO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO QUÍMICA. **Interações e Transformações: química para o 2º Grau**. São Paulo: Edusp, 1993.
- HODSON, D. Experimentos em Ciências e Ensino de Ciências. **Education Philosophy and Theory**. v.20, p. 53-66, 1988.
- IRWIN, K. G. **História da Química do Cimento de Leite ao Hidrogênio Atômico**. Lisboa: Marco Pólo, (s.d).
- KUHN, T. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. São Paulo: Perspectiva, 2003.
- LEVI, P. **71 Contos de Primo Levi**. São Paulo: Cia das Letras, 2005.
- LOGUERCIO, R. Q. ; SAMRSLA, V. E. E. ; DEL PINO, J. C. A Dinâmica de Analisar Livros Didáticos com Professores de Química. **Química Nova**, São Paulo, v. 24, n. 4, p. 557-562, 2001.
- LOPES, A.R.C. **Conhecimento Escolar: Ciência e Cotidiano**. Rio de Janeiro: Editora da UERJ, 1999.
- _____. Bachelard: O filósofo da desilusão. **Caderno Catarinense do Ensino de Física**, Florianópolis, v.13, n.3, p. 248-273, 1996.
- _____. Contribuições de Gaston Bachelard ao ensino de ciências. **Ensenanza de las Ciências**, Barcelona, v.11, n.3, p.324-330, 1993.
- MAAR, J, H. **Pequena História da Química**. Florianópolis: Papa-livro, 1999.

- MELO, A. C. S.; **Contribuições da Epistemologia Histórica de Bachelard no Estudo da Evolução dos Conceitos da Óptica**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.
- MORIN, E. **Educar na Era Planetária**. São Paulo: Cortez, 2003.
- MORTIMER, E. F. . Concepções Atomistas dos Estudantes. **Química Nova Na Escola**, v. 1, n. 1, p. 23-26, 1995.
- MORTIMER, E. F.; MIRANDA, L. C. Transformações concepções de estudantes sobre reações químicas. **Química Nova na Escola**, v. 1 n.2, p.23-26, 1995.
- OLIVEIRA, R. J. **A Escola e o Ensino de Ciências**. São Leopoldo: Unisinos, 2000.
- PARTINGTON, J. R. **A Short History of Chemistry**. Londres: Macmillan and Co., 1951.
- PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. **Química na Abordagem do Cotidiano**. São Paulo: Moderna, 2002
- SILVA, M. A. E.; PITOMBO, L. 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, I. B. da. **Inter-relação : A pedagogia da Ciência: Uma Leitura do Discurso Epistemológico de Gaston Bachelard**. Ijuí: Unijuí, 1999.
- SOLBES, J.; TRAVER, M. Resultados Obtenidos Introduciendo Historia de la Ciencia en las Clases de Física y Química: Mejora de la Imagen de la Ciencia y Desarrollo de Actitudes Positivas. **Enseñanza de las Ciencias**, n.19, v. 1, p. 151-162, 2001.
- TOSI, L. Lavoisier: Uma Revolução Química. **Química Nova**, n. 12, v. 1, p. 33-56, 1989
- VERGNAUD, G. **Difficultés conceptuelles, erreurs didactiques et vrais obstacles épistemologiques dans l' apprentissage des mathématiques**. Colloque international: Construction des savoirs – Obstacles et conflits. Montreal, p. 33-39, 1988

ZIMMER, C. **O Livro de Ouro da Evolução**. O triunfo de uma idéia. Rio de Janeiro: Ediouro, 2003.

ANEXOS

ANEXO I**TERMO DE CONSENTIMENTO DO PARTICIPANTE DA PESQUISA****Título: Concepções de alunos da 1ª Série do Ensino Médio sobre combustão: a epistemologia do erro de Gaston Bachelard.**

Declaro que fui satisfatoriamente esclarecido(a) pelo pesquisador em relação à participação de meu filho na pesquisa que norteará a dissertação de MESTRADO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA E O ENSINO DE MATEMÁTICA, da Universidade Estadual de Maringá – Centro de Ciências Exatas, na qual será desenvolvido com os alunos atividades experimentais sobre o tema combustão que os levarão a manifestar suas idéias sobre os fenômenos evidenciados nos experimentos.

Estou ciente e autorizo a realização dos procedimentos acima citados e a utilização dos dados originados destes procedimentos para fins didáticos e de divulgação em revistas científicas brasileiras ou estrangeiras, desde que o anonimato seja mantido em todos os níveis de divulgação dos resultados. Podendo em qualquer momento entrar em contato com o pesquisador responsável e/ou com seus orientadores ((44)-3225-2432 ou (44)-3261-4451) caso haja algum efeito inesperado que possa prejudicar a saúde físico e/ou mental de meu filho.

Assim sendo, eu, _____, após ter lido e entendido as informações e esclarecido todas as minhas dúvidas referentes a este estudo com a Professora Dra. Maria Aparecida Rodrigues, CONCORDO VOLUNTARIAMENTE e dou o meu total consentimento, sem ter submetido a qualquer tipo de pressão ou coação em participar da pesquisa.

_____ Data ____/____/____
Assinatura (do pesquisado ou responsável) ou impressão datiloscópica.

Eu, Profa. Dra. Maria Aparecida Rodrigues, declaro que forneci todas as informações referentes ao estudo ao pesquisado.

Equipe (incluindo pesquisador responsável):

- 1 – Nome: Débora Piai Telefone: (44) 3263-0595
Endereço completo: Rua Hermínio Zenaro Manim, 158,
Pq. Das Grevíleas
CEP: 87025-270 Maringá-PR
- 2 – Nome: Maria Aparecida Rodrigues Telefone: (44) 3261-4451
Endereço completo: Rua Quintino Bocaiúva, 1154,
Ed. Ilha de Capri. Apto. 11
CEP: 87020-160 Maringá-PR

Qualquer dúvida ou maiores esclarecimentos procurar um dos membros da equipe do projeto ou o Comitê Permanente de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos (COPEP) da Universidade Estadual de Maringá – Bloco 035 – Campus Central – Telefone: (44) 3261-4444

ANEXO II

Nome: Gustavo

MATERIAL	QUEIMOU	OBSERVADO
Papel	sim	O papel passa de uma folha para outro de papel para cumprir esse breve contato o papel é atraído ao fogo.
Vidro	não	O vidro aqueceu mas não queimou.
Plástico	sim	O plástico derreteu e após o derretimento ele pegou fogo.
Madeira Seca	sim	A madeira vai fumegar e fica uma baga após ser queimada.
Madeira Verde	não	A madeira verde não queima pois faz fumaça.
Palha de Aço	não	A palha de aço não pega fogo. Ela representa um queime apenas fica preto muito de cor.
Cobre	não	O cobre é utilizado para ser de energia e não pega fogo.
Alumínio	não	Não queima por ser muito resistente ao fogo.
Magnésio	sim	O magnésio era uma superfície quase metálica e acabou como o molcho em fogo.
Álcool	sim	O álcool é um líquido químico após de sua forma líquida ele pega fogo e queima.
Vela	não	Queima o papel e derrete o cera que envolve o papel.
Açúcar	não	Apenas derreteu o açúcar mas não pegou fogo.

Nome: Josiane

MATERIAL	QUEIMOU	OBSERVADO
Papel	Sim	Ele queima, diminuiu, não chegou ao fumo.
Vidro	Não	O vidro esquenta mas não queima.
Plástico	Sim	O plástico queima e derrete.
Madeira Seca	Sim	Essa madeira seca pega fogo queima e não sai fumo.
Madeira Verde	Sim	Ela queima enquanto está durante o fogo depois de retirar do fogo ela não pega mais fogo queima ela queima mais durante um pouco.
Palha de Aço	Sim	Ela queima quando aquece e depois se espelha e depois que termina quando está pega ele se desmancha fica.
Cobre	Não	Não acontece nada ele só esquenta.
Alumínio	Não	Não acontece nada só esquenta.
Magnésio	Sim	Ele queima bastante e a hora que está queimando ele tem uma luz bem clara e depois não chega ao fumo.
Álcool	Sim	Queima e aquece, quando coloca tampa com fogo o fogo se apaga porque ele fica abafado.
Vela	Sim	A vela queima e o pavil queima e a cera derrete.
Açúcar	Sim	Ele queimou tanto que derreteu no vidro.

Nome: Juliano

MATERIAL	QUEIMOU	OBSERVADO
Papel	Sim.	O papel simplesmente virou cinzas por um pouco de fumaça mas acabou rápido.
Vidro	Não.	O vidro somente aqueceu.
Plástico	Sim.	O plástico ele queimou se melhor ele derreteu.
Madeira Seca	Sim.	A madeira quando queimada sai fumaça.
Madeira Verde	Sim	A madeira-verde quando foi colocada ao fogo mas não queimou, provavelmente não colocamos e a madeira queimou.
Palha de Aço	Sim	A palha de aço era muito clara e depois que foi queimada ele ficou escuro e saiu muita fumaça.
Cobre	Não	Ele aquece mas não queimou.
Alumínio	Não	Ele aqueceu mas não queimou.
Magnésio	Sim	O magnésio queimou, quando ele começou a queimar saiu uma luz muito forte.
Álcool	Sim	O álcool queimou. O fogo do álcool é mais transparente porque?
Vela	Sim	A vela queima e parafina queima e a parafina derrete.
Açúcar	Sim	O açúcar queimou se melhor derreteu.

Nome: Rafael

MATERIAL	QUEIMOU	OBSERVADO
Papel	Sim	Quem manda o papel, virando-se para cima e virando-se para baixo. o papel fica mais pequeno.
Vidro	Não	O vidro se deforma com muito força
Plástico	Sim	O plástico que derrete e derrete queimado
Madeira Seca	Sim	A madeira queima e cria fumaça
Madeira Verde	Sim	mas de madeira para queimar
Palha de Aço	Não	A palha de aço não muda de cor
Cobre	Não	Não queima
Alumínio	Não	Não queima
Magnésio	Sim	deixa um resíduo e alguns rison cinzas.
Álcool	Sim	O álcool queima e alguns de um resíduo alguns evaporam.
Vela	Sim	O queimado da vela queima mais a vela derrete.
Açúcar	Sim	O açúcar queima queimado nos derrete.

Nome: Leandro

MATERIAL	QUEIMOU	OBSERVADO
Papel	SIM	O material está queimando, ele está diminuindo e soltando fumaça, está arando uma combustão no papel.
Vidro	NÃO	Não se aqueceu
Plástico	SIM	derreteu e depois queimou.
Madeira Seca	SIM	sai fumaça.
Madeira Verde	SIM	mas demora para ela começar a queimar.
Palha de Aço	SIM	Não saiu aquele fogo. ficou só soltando uma fumaça.
Cobre	NÃO	Não esquenta
Alumínio	NÃO	Não se aqueceu
Magnésio	SIM	ele queimou quando ele queima com uma luz e depois foi para cima.
Álcool	SIM	o álcool queimou e a maioria do álcool se evaporou e ficou um resíduo que não queima mais.
Vela	SIM	O papel do lado queima com a ajuda da parafina.
Açúcar	SIM	o açúcar derreteu mas não pegou fogo e não queimou assim.

Nome: Mariane

MATERIAL	QUEIMOU	OBSERVADO
Papel	Sim	O papel está queimando, está diminuindo o seu tamanho e virando cinzas.
Vidro	Não	O vidro não queimou só se aqueceu.
Plástico	Sim	O plástico derreteu e depois começou a pegar fogo ou fogo queimou.
Madeira Seca	Sim	Madeira seca sai fumaça enquanto está sendo queimada.
Madeira Verde	Não	ela só esquentou, ficou estalando e o fogo não permanece na madeira verde.
Palha de Aço	Não	A palha de aço só fica iluminada e depois mais escura.
Cobre	Não	só fica mais escuro.
Alumínio	Não	ele esquentou mas não queimou.
Magnésio	Sim	O magnésio era um pedacinho quase de ferro e se transformou em cinzas. contendo uma luz muito forte.
Álcool	Não	O álcool evaporou e deixou um pouco de líquido no fundo do recipiente e o fogo é bem mais claro que o normal.
Vela	Não	A vela não queima derrete, mas por aí queima.
Açúcar	Sim	O açúcar derreteu.

ANEXO III

1 – O que leva vocês a pensar que alguns materiais queimam e outros não?

Objetivo – Neste caso esperávamos que os educandos pudessem encontrar explicações a cerca das propriedades das substâncias.

Respostas Obtidas:

Gustavo – *Após colocarmos o material no fogo a gente observa se ele pega o fogo ou não. Após vermos ele no fogo.*

Josiane – *Ao colocarmos o material no fogo ele derreteu saiu faísca ele esta queimando agora. Quando você por no fogo e ele só esquentar não esta pegando fogo.*

Juliano – *Colocando-o no fogo (testando para ver se ele pega fogo ou não). Por exemplo: a madeira seca ela pega fogo, e a madeira verde não pega fogo muito rápido por causa da água mais depois que a água seca ela pega fogo.*

Rafael – *Tem uns produtos que fazem o plástico queimar e o vidro não, e depende do material para observar.*

Leandro – *Dependendo do material pode-se queimar se o material estiver molhado não queima, mas seco sim.*

Mariane – *Existem algum tipo de substancias que contem em vários materiais que não contem em outros. Por isso uns pega fogo e outros não.*

2 – Que características mudaram no material com a queima?

Objetivo – Com essa pergunta esperava-se que os educandos relatassem as observações gerais, ou seja, o que foi modificado na aparência dos materiais quando queimados. Poderiam então através dessas mudanças considerarem a queima ou não dos materiais.

Respostas Obtidas:

Gustavo – *O papel virou cinza e o plástico derrete etc.*

Josiane – *O material esta inteiro e no final ele diminuiu e virou cinzas.*

Juliano – *A madeira depois que foi queimada virou cinzas. O Bombril (palha de aço) ela era clara e depois ficou escura.*

Rafael – *O que queimou virou brasa e o não queimou só esquentou com o fogo.*

Leandro – *O plástico derreteu, o papel diminuiu, o magnésio virou cinza, outro evapora ou queima sem pegar fogo, dependendo do material a característica muda.*

Mariane – *Antes de queimar eles eram de uma forma e depois de queimados viraram cinzas.*

3 – *Entre a madeira seca e o papel quem pega fogo mais facilmente e queima mais rapidamente? Porquê?*

Objetivo – Neste caso os educandos deveriam relacionar o tamanho ou espessura do material, com a rapidez das reações.

Respostas Obtidas:

Gustavo – *O papel. Porque o papel é uma substancia fina e a madeira grossa dificultando a queima.*

Josiane – *O papel porque ele é um material facilmente de pegar fogo agora a madeira é um pouco mais grosso mais também pega fogo rapidamente.*

Juliano – *O papel pega fogo mais rápido porque ele é mais fino e a madeira é muito grande ou grossa.*

Rafael – *O papel, o papel é mais fino que a madeira.*

Leandro – *O papel, porque o papel é mais leve e fino do que madeira.*

Mariane – *O papel pega fogo mais facilmente e queima mais rapidamente. Porque é mais fino que a madeira.*

4 – *Por que certos materiais queimam mais facilmente do que outros?*

Objetivo – Os educandos deveriam analisar o material, e observar as características necessárias para que houvesse a queima.

Respostas Obtidas:

Gustavo – *Por que alguns materiais são mais frágeis e de fácil queima.*

Josiane – *Porque certos materiais tem algo que eles contem que queimam facilmente os finos secos queimam facilmente agora madeira verde pega fogo só que um pouco mais difícil por causa do material.*

Juliano – *Porque uns é mias finos ou pequenos que outros que é muito grande. O álcool pega fogo muito mais rápido que o papel.*

Rafael – *Porque tem mais leveza que os outros.*

Leandro – *Por que materiais são maiores e mais (massa d o corpo) pesados e outros são mais leves e fáceis de se queimarem.*

Mariane – *Eu não sei. Mas deve existir algum tipo de substancias em uns e em outro não.*

5 – *O que aconteceu com o álcool?*

Objetivo – Os alunos deveriam observar a queima do álcool e compara-la as outras queimas.

Respostas Obtidas:

Gustavo – *Após pegar fogo evaporou o álcool sumiu completamente.*

Josiane – *Queimou e evaporou e o fogo é mais claro do que os outros e mais baixo.*

Juliano – *O álcool queimou, o álcool evaporou ou será que o fogo queimo o álcool.*

Rafael – *O álcool queima e depois de um certo tempo evapora.*

Leandro – *O álcool queimou e a maioria do álcool se evaporou e ficou um restinho que não queima mais.*

Mariane – *Eu acho que o álcool não queimou evaporou e sobrou um liquido no fundo do recipiente que eu não sei o que é. O fogo do álcool é bem mais claro.*

6 – *Qual a diferença no comportamento do galho verde e do seco na presença do fogo?*

Objetivo – Os educandos deveriam analisar a diferença no material, para justificar a ocorrência da queima na madeira seca, e a não ocorrência de fogo na madeira verde.

Respostas Obtidas:

Gustavo – *O galho verde começo a estralar e não pego fogo o galho seco pego fogo rapidamente sem fazer barulho.*

Josiane – *O galho verde ele é um material meio que úmido por isso demora para pegar fogo já o seco ele é bem rápido para pegar fogo porque ele é um material (seco).*

Juliano – *O galho seco pega fogo rapidamente e o galho verde demorou um pouquinho para pegar fogo.*

Rafael – *O galho seco ele pega fogo mais rápido o galho verde ele não queima.*

Leandro – *O seco queima mais rápido do que o verde e o seco, o fogo dura mais que o do galho verde.*

Mariane – *O galho verde na pega fogo, escurece e fica saindo fumaça. O galho seco pega fogo com facilidade.*

7 – *Por que o fogo apaga quando abafamos?*

Objetivo – Verificar se os alunos já possuíam alguma referência em relação a importância do oxigênio nas reações de queima.

Respostas Obtidas:

Gustavo – *Por que o fogo precisa de oxigênio para existir.*

Josiane – *Porque tira o ar.*

Juliano – *Porque ele perde o oxigênio.*

Rafael – *Porque acaba o oxigênio.*

Leandro – *Por que o fogo precisa de oxigênio para haver a combustão.*

Mariane – *Não sei.*

8 – *O que acontece com a palha de aço quando queimamos?*

Objetivo – Verificar se os alunos consideravam a reação ocorrida na palha de aço como queima, e diferenciar sua queima em relação a outros materiais.

Respostas Obtidas:

Gustavo – *Quando a palha de aço é queimada ela clara e iluminada mudando de cor.*

Josiane – *Ela solta faísca e escurece e fica fraca.*

Juliano – *A palha de aço ela queima e começa a sair fumaça e faísca e ela fica mais escura.*

Rafael – *Ao pegar fogo ele sai faísca e muda de cor.*

Leandro – *Ela começa a queimar e sair faísca muda de cor mas continua do mesmo tamanho e quebra mais fácil.*

Mariane – *Fica mais escura e esfarelado em forma de bolinhas.*

ANEXO IV

Nome: Gustavo

MATERIAL	Massa Antes	Massa Depois	OBSERVADO
Papel	89.79-	89.63-	A massa diminuiu e peso.
Álcool	93.90-	93.70-	A massa e o peso diminuiu após queimar.
Madeira Seca	89.98-	89.81-	Após queimar a madeira seca diminuiu o peso.
Palha de Aço	90.07-	90.12-	Após queimar a palha de aço aumentou o peso mas diminuiu o tamanho.

Nome: Josiane

MATERIAL	Massa Antes	Massa Depois	OBSERVADO
Papel	8979	8963	O peso diminuiu
Álcool	9390	9176	O peso diminuiu porque se evaporou
Madeira Seca	8998	8981	Depois que se mediu a quantidade de água e daí diminuiu o peso
Palha de Aço	9007	9012	Elemento mais se não sei porque

Nome: Juliano

MATERIAL	Massa Antes	Massa Depois	OBSERVADO
Papel	89,79	89,63	O papel quando foi queimado diminuiu de peso.
Álcool	93,90	91,70	O álcool foi evaporando, após ser queimado ele diminuiu de peso.
Madeira Seca	89,98	89,81	A madeira após ser queimada diminuiu de peso.
Palha de Aço	90,07	90,21	A palha de aço após ser queimada aumentou de peso.

Nome: Rafael

MATERIAL	Massa Antes	Massa Depois	OBSERVADO
Papel	89,79	89,63	O papel normal não perde massa por a queima normal eingeo deves a peso.
Álcool	93,90	93,70	O álcool queimado ele vai evapora e com isso muda o peso.
Madeira Seca	89,98	89,81	A madeira seca queimado ele abaixa o peso.
Palha de Aço	90,07	90,12	por causa. admiton por esse causa seu não se.

Nome: Leandro

MATERIAL	Massa Antes	Massa Depois	OBSERVADO
Papel	89,79	89,63	Depois de queimado diminuiu seu peso.
Álcool	93,90	91,70	diminuiu o peso depois que o álcool se evaporou
Madeira Seca	89,98	89,81	diminuiu
Palha de Aço	90,07	90,12	almentou o peso da palha de aço, mas não sei se é que.

Nome: Mariane

MATERIAL	Massa Antes	Massa Depois	OBSERVADO
Papel	89,79	89,63	O peso do papel diminuiu após ser queimado.
Álcool	93,90	91,73	O peso de álcool também diminuiu ao ser queimado.
Madeira Seca	89,98	89,81	Diminuiu o peso.
Palha de Aço	90,07	90,33	O peso da palha de aço aumentou porque eu não sei.

ANEXO V

1 – O que aconteceu com a massa das substâncias?

Objetivo – Neste caso esperávamos que os educandos explicassem de maneira geral o que havia acontecido com a massa das substâncias, para que relacionássemos aos fatos históricos posteriormente.

Respostas Obtidas:

Gustavo – *Uma diminuiu e a outra alimentou a massa fazendo bolhas e saindo o oxigênio.*

Josiane – *Diminuiu.*

Juliano – *O papel diminuiu de peso e a palha de aço aumenta de peso.*

Rafael – *Um aumentou e o outro após queimar fica mais leve.*

Leandro – *Uma diminuiu e outra aumenta a massa.*

Mariane – *O papel, o álcool e a madeira seca diminuiu o peso. A palha de aço aumentou.*

2 – Por que algumas perderam massa?

Objetivo – Gostaríamos que os alunos pudessem explicar a perda de massa por saída de gases.

Respostas Obtidas:

Gustavo – *Por que após queimada dependendo a matéria perde massa.*

Josiane – *Porque o fogo destruiu.*

Juliano – *Porque algumas liberam fumaça (no caso seu peso).*

Rafael – *Por que algumas perderam o ar e se desfez.*

Leandro – *Por que algumas matérias são liberadas junto com a fumaça e com o calor.*

Mariane – *Não sei não tenho a mínima idéia.*

3 – Por que algumas ganharam massa?

Objetivo – Nesta questão esperávamos que o conflito já estivesse estabelecido, sendo assim, posteriormente poderíamos comparar esses conflitos, em relação a massa, com fatos historicamente concebidos.

Respostas Obtidas:

Gustavo – *Por que após queimado a matéria juntada ao oxigênio a massa ganha peso.*

Josiane – *Porque elas diminuem e juntam o peso.*

Juliano – *A palha de aço, ela absorve a umidade do ar por isso ela aumenta de peso.*

Rafael – *Por que o ar aumentou.*

Leandro – *Por que a massa da palha de aço absorveu mais com a queima da palha.*

Mariane – *As próprias substâncias aumentaram o peso.*

4 – *O que aconteceu com as substâncias já que existe diferença de massa antes e depois da queima?*

Objetivo – *Nesta questão os educando deveriam levantar suas hipóteses, relatando o que aconteceu a massa já que em alguns materiais ela diminui, e em outras, ela aumenta.*

Respostas Obtidas:

Gustavo – *A massa diminuiu após queimada evaporou na fumaça virou fumaça.*

Josiane – *Ela diminuíram após queimadas e depois de queimadas saiu fumaça e foi liberado para o ar.*

Juliano – *A madeira quando queima ela libera a fumaça que contribuiu para a perda de peso.*

Rafael – *A massa queimada foi para o ar.*

Leandro – *Com a queima do produto é liberado uma parte da massa pelo ar.*

Mariane – *As substâncias evaporam junto com a fumaça.*

ANEXO VI

Nome: Gustavo

MATERIAL	OBSERVADO
Madeira Seca	A madeira são bolhas no fogo
Palha de Aço	a palha não são bolhas durante os queimados

Nome: Josiane

MATERIAL	OBSERVADO
Madeira Seca (Papel)	Quimou dentro do praco e saiu bolhas na água
Palha de Aço	Quimou e só que não são bolhas enquanto não estava queimando depois que começou a queimar não são bolhas

Nome: Juliano

MATERIAL	OBSERVADO
Madeira Seca	<i>ela solta mais bolinhas de ar.</i>
Palha de Aço	<i>ela solta menos bolinhas que a papel.</i>

Nome: Rafael

MATERIAL	OBSERVADO
Madeira Seca PAPEL	Sai mais bolinha
Palha de Aço	A palha de aço não sai bolinha.

Nome: Leandro

MATERIAL	OBSERVADO
Madeira Seca	solta mais bolinhas do papel
Palha de Aço	solta menos bolinha da palha de aço

Nome: Mariane

MATERIAL	OBSERVADO
Madeira Seca	A madeira solta bolhas
Palha de Aço	A Palha de aço solta bolhas mas menos que a madeira seca

ANEXO VII

1 – O que aconteceu com o papel dentro do tubo de ensaio?

Objetivo – Neste caso esperávamos que os educandos confirmassem suas hipóteses a cerca da perda da massa por saída de gases.

Respostas Obtidas:

Gustavo – *Ele ficou preto e no recipiente de água aparece muitas bolhas.*

Josiane – *Queimou e dentro do outro vidro que tinha água saiu bolinhas e o papel diminuiu o tamanho e o peso.*

Juliano – *Ele não necessariamente foi queimado mas foi aquecido o ar saiu pelo tubo que saiu na forma de bolinhas de ar.*

Rafael – *Queimou mas não foi com o fogo foi com a temperatura.*

Leandro – *Começou a queimar o papel mas sem o fogo pegar no papel.*

Mariane – *Ele não chegou a queimar só ficou escuro.*

2 – O que aconteceu com a palha de aço dentro do tubo de ensaio?

Objetivo – Os educandos deveriam constatar que não havia a saída de gases para a calcinação da palha de aço, fato ocorrido historicamente que posteriormente faríamos análise.

Respostas Obtidas:

Gustavo – *A palha começou a queimar dentro do recipiente com água não apareceu nenhuma bolha.*

Josiane – *Ela queimou e o vidro que tinha água não saiu bolinha e o peso aumentou.*

Juliano – *A palha de aço soltou menos bolinhas de ar que o papel.*

Rafael – *A palha de aço só mudou de cor quando aqueceu.*

Leandro – *Queimou e soltou menos bolhas do que a do papel.*

Mariane – *Ela não queimou totalmente.*

3 – *Qual a relação entre o experimento II e o experimento III?*

Objetivo – Com essa questão, desejávamos que os alunos fizessem suas últimas relações, comparando massa com a saída ou não de gases, relacionando então os experimentos.

Respostas Obtidas:

Gustavo – *No experimento 2 é o experimento que nós pesamos antes e depois de queimar e vimos que a massa diminuiu e aumentou. No 3 um queimou e soltou bolinha o outro queimou e não soltou bolinhas.*

Josiane – *No II o papel queimou e diminuiu o peso e a esponja aumentou. No III o papel soltou bolinha e a esponja não soltou bolinha.*

Juliano – *No expe: II nos queimamos um diminuiu outro aumentou. No expe: III nos vimos que um solta mais bolinha e outro solta menos bolinhas.*

Rafael – *No experimento II o papel diminuiu o peso e a palha de aço aumentou. No experimento III o papel sai bolinha e palha de aço não sai.*

Leandro – *É que os dois foram liberados o peso mas nos vimos o peso saindo.*

Mariane – *Não consigo definir a relação.*

4 – *O que se pode concluir desse experimento?*

Objetivo – Que o educando apresente suas hipóteses, sua própria “teoria” a cerca da diminuição ou aumento de massa.

Respostas Obtidas:

Gustavo – *Eu acho que diminuiu por causa do fogo que quando queimou diminuiu o papel. E depois aumentou após a queima a palha de aço o fogo aumentou a palha.*

Josiane – *No que saiu a bolinha que foi o papel foi porque teve mais vapor. Agora a esponja não soltou porque quase não teve vapor.*

Juliano – *Eu acho que a palha de aço absorvia a umidade do ar que ajudava para ela aumentar de peso.*

Rafael – *Não sei.*

Leandro – *Nos podemos ver o ar saindo pelo tubo e o ar virando bolhas.*

Mariane – *Eu acho que diminuiu por perda de substâncias. E aumentou porque ganhou substâncias.*

ANEXO VIII**TRANSCRIÇÃO**

Professora – Bom, a primeira coisa que a gente vai fazer, guarda isso pra não sujar e não queimar, a gente vai queimar algumas coisas. A gente vai colocar fogo em alguns materiais, só não vale colocar fogo no coleguinha do lado, tudo bem? Então, eu vou entregar uma tabela para vocês. Ah, uma coisa extremamente importante, não fique com vergonha de dizer qualquer coisa, eu quero que vocês escrevam muito, e também escrevam algumas coisas para mim. O que vocês pensam, e não o que está certo ou errado, não tem certo e errado, a gente vai estar tentando discutir para chegar numa solução. A gente não sabe o que é certo e errado, a gente vai criar uma idéia de como o fogo acontece, e é esse nosso objetivo aqui.

Entrego as tabelas e distribuo canetas.

Professora – Bom, então, vocês vão fazer, vocês vão queimar esses materiais para mim. Então eu vou colocar alguns materiais (aponto a bancada) para vocês queimarem. E é legal fazer um de cada vez para vocês observarem, e observar muito bem o que está acontecendo com o material. Certo? Observar bem!

Pegamos o papel e a pinça o fósforo e colocamos sobre a bancada.

Professora – Então vamos lá e ver o que é que vai acontecer quando queimar esse papel... Observaram o papel antes? (Colocamos fogo no papel).

Professora – Agora o que é que está acontecendo com o material? (Papel em chamas).

Leandro – Queimou...

Professora – Sério? (Todos riem)

Professora – Queimou o material, mas... Olha a diferença no material, olha o que era antes, e olha o que ele virou agora. Em relação ao papel da pra verificar o que foi que aconteceu com ele... Nesse papel, o que aconteceu com ele?

Juliano – Ele foi queimado ué!

Professora – Ele foi queimado. Então o que está escrito na tabelinha de vocês é se queimou, ou não o material e depois...

Rafael – Queimou?

Professora – O quê você acha? Queimou ou não queimou?

Rafael – Sim.

Professora – Mas é para a gente escrever o que foi observado na queima, então vou queimar novamente, como era o... Por favor, me ajuda... (Pego o papel e a pinça e o aluno acende o fósforo) como era o material antes e depois? Observem bem (O fósforo cai, e pegamos a lamparina).

Professora – Vamos ligar a lamparina que é melhor.

Professora – Olha! Todo mundo já queimou papel aqui não é? O que está acontecendo com o material, o que vocês estão vendo? Vamos lá gente.

Todos – Foi queimado ué!

Professora – Está queimando, mas, é só isso? Não está acontecendo nada diferente?

Rafael – Diminuiu o papel.

Juliano – Saiu cinza.

Leandro – O fogo aumenta, sai fumaça... Combustão.

Professora – É isso aí que vocês tem que anotar, o que está acontecendo com material, por favor (alunos anotam o observado).

Professora – Não precisam ficar com medo de escrever, escrevam tudo.

Professora – Querem que eu queime mais, ou está suficiente?

Alunos – Está sim.

Professora – E a agora o que é que a gente vai queimar aí?

Rafael – Vidro.

Professora – Quem é que vai queimar o vidro? (Aponto a Josiane) Queima o vidro!.

Rafael – Pega a pinça! (Entrego um pedaço de vidro)

Rafael pega o vidro e coloca no fogo ele mesmo

Professora – Vai queimar o vidro? Vai queimar?

Juliano – Depende se for uma garrafa fechada ela explode!

Professora – Como é que é?

Juliano – Explode.

Professora – Hum, uma garrafa fechada ela explode.

Professora – Cuidado para não se queimar!

Professora – Vai queimar, vai queimar, vai queimar? (Insisto)

Josiane – Ele está tremendo coitado! (Discussão se derrete ou não)

Professora – Está queimando o material?

Mariane – Não.

Juliano – Ele aquece mas não queima!

Professora – Mas vocês acham que queima então?

Josiane – Não.

Leandro – Derrete.

Professora – Derrete?

Professora – Vamos fazer uma comparação então. Oh, isso aí é plástico. O plástico queima?

Todos – Queima.

Professora – Vamos ver então, coloca aí pra mim (Coloco o plástico na pinça que está com o Rafael)

Juliano – Depende do plástico.

Professora – Está queimando, o que está acontecendo?

Josiane – Está derretendo.

Professora – Queimando não?

Josiane – Não.

Começa a aquecer muito o plástico, sai fumaça.

Professora – Tá bom!

Professora – Qual a diferença entre o plástico e o vidro? Anotem então pra mim, no vidro o que foi que aconteceu, e no plástico o que foi que aconteceu.

Leandro – Ah, o plástico derreteu, então queimou!

Professora – Pode ser ué, coloca o que você quiser!

(Coloco a mão no vidro quente)

Professora – Ai!

(Alunos riem)

Professora – Não façam isso em casa por favor.

Juliano – Olha minha experiência aqui! (Aponta o braço queimado)

Professora – Você se queimou com vidro? O que você aprontou?

Juliano – Jogaram em mim!

Professora – Jogaram vidro quente em você?

(Juliano afirma)

(Enquanto isso anotam o observado e limpo a bancada)

- Professora – Beleza! O que é que a gente tem que queimar agora?

Professora – Anotaram tudo?

Juliano – Madeira seca.

Professora – Ah, a gente vai queimar agora madeira seca.

(Pego palito de dente para queimar)

Professora – É madeira seca não é?

(Gustavo pega o palito e coloca no fogo)

Leandro – Ele tem um líquido ali!

Rafael – Ta, coloca o palito no fogo.

Professora – O que?

Leandro – No fósforo sai tipo um líquido.

Professora – Sai um líquido do fósforo?

(Rafael mostra pro Leandro ao lado)

Professora – Queimou o fósforo, o palito a madeira seca?

Professora – Não?

(Pego o material e coloco no fogo e vou perto dos alunos que falam pouco, Gustavo e Tatine)

Professora – Vou por perto deles que eles estão tão quietinhos. E aí, o que é que está acontecendo aqui?

Juliano – Está queimando.

Josiane – Pelo tanto que ele está falando, não está queimando.

Professora – As queimas são iguais, do papel e da madeira de....

Professora – Não importa o tipo de queima é tudo a mesma coisa?

Leandro – Um sai fumaça, outro derrete.

Professora – Essa é a madeira seca! Isso é madeira verde que eu peguei lá fora!

Leandro – Sai fumaça?

Rafael – Sai fumaça?

Josiane – Madeira?

Professora – Sai fumaça da madeira queimando? Queima outro!

(Pego ainda a madeira seca para queimar)

Juliano – Tem madeira que sai, tem madeira que não sai, depende.

Professora – Sai fumaça?

Mariane – Sai.

Rafael – Olha lá!

Leandro – Saiu só apagado!

Rafael – Mas não está queimando?

(Confronto se saiu ou não fumaça na queima)

Professora – Então anotem ai, se ele fala que não...

(Alunos anotam, fumaça incomoda)

Professora – Todo mundo vai sair daqui parecendo churrasquinho, todo defumado.

Professora – Quer queimar esse (aponto para Josiane)

Josiane – Sim!

Professora – Espere só um pouquinho (Dou a madeira verde e a pinça)

Mariane – A gente vai poder sair pro intervalo, ou não?

Professora – Sim, afinal de contas todos vocês merecem não é?

Professora – Vai lá, ela vai queimar agora a madeira seca, vai queimar ou não vai?

Professora – Perdão, madeira verde! Vai queimar ou não vai?

- Todos - Não

(Observam a queima)

Professora – Qual que é a diferença de queimar madeira seca e madeira verde?

Juliano – Madeira seca pega rápido o fogo.

Leandro – Fica pegando até o final, agora verde não, apaga rápido.

Professora – Por que uma queima e a outra não?

Professora – Por que uma é seca e a outra é verde? Muito bom!

(risos)

Professora – Queimou a madeira verde?

Juliano – Não.

Leandro – Demora para queimar, apaga rápido

Josiane – Ah, eu vou por sim e não, que queimou e não queimou.

Mariane – Pode por mais ou menos?

Professora – Coloca o que você disse ué!

(Juliano pega material – madeira verde)

Professora – Você vai ver se queima ou não?

Juliano – É.

(Anotam o acontecido)

(Mostro o magnésio)

Professora – Quem vai queimar esse?

(Gustavo levanta o dedo, passo o magnésio para ele e a pinça e ele leva ao fogo)

Juliano – Esse vai ficar vermelho!

Professora – Queima ou não queima?

(Começa a entrar em combustão)

Todos – Vixi!!!

Professora – Não é pra ficar olhando!

Josiane – Ai que horror!

Juliano – Esse ai da solda também?

Leandro – Eu quero queimar também.

Professora – Queimou ou não queimou?

Leandro – Queimou

Mariane – Queimou claro

Professora – Como ele era e como ele ficou agora?

Rafael – Virou pó!

Leandro – Onde você pegou esse magnésio?

Professora – No laboratório.

(Leandro pega um raspa de magnésio do vidro)

Leandro – Dá pra cegar todo mundo!

(Leandro vem queimar a raspa de magnésio)

Professora – Isso era usado em maquina fotográfica antiga, no flash.

Professora – Pega aí pra vocês verem antes como era.

(Queima de novo pelo Leandro)

Mariane – Dá uma impressão que vai explodir.

Josiane – Aí, tira isso daqui.

Professora – Não olha.

Mariane – O que acontece se eu olhar.

Professora – Uma coisa vocês sabem, quem mexe com fogo faz xixi na cama.

Professora – A luz é muito forte e machuca o olho.

(Mostro a transformação)

Professora – Olha o que ele era, e olha o que virou.

Juliano – Cinza.

Professora – Ele queimou ou não?

Mariane – Queimou.

(Anotam o ocorrido)

Professora – Anotem o que vocês observaram.

Professora – E agora quem vai queimar a palha de aço ou o nosso famoso Bombril?

(Entrego a palha de aço para a Josiane)

Josiane – Ai meu Deus.

Juliano – Vai, gira, gira.

Professora – Acho que já queimou tudo!

Mariane – Ué, não desmancha não?

Juliano – Não, só se rodar.

(Pego outro pedaço e Mariane queima)

Professora – Coloca ele aqui pra depois agente comparar.

Professora – Tira ele do fogo e assopra, assopra!

(Juliano assopra, e a chama fica mais incandescente)

Josiane – Que horror!

Professora – Assopra mais um pouco.

Mariane – Que legal.

Professora – Por que é que ficou mais forte a luz quando a gente assopra o bombril?

Mariane – Por que fica mais escuro?

Professora – Então, boa pergunta, por que ficou mais escuro?

Professora – Porque que fica mais forte? Porque é que fica diferente? Queimou ou não?

Pega um pouquinho.

Josiane – Ai, eu não.

Professora – Porque não?

Josiane – Ai, eu detesto pegar em bombril

(Alunos pegam o bombril queimado e sem queimar para fazer as comparações)

Professora – Pega um pedaço pra você

(Aponto para Mariane)

Mariane – Ai, minha mão ficou preta.

Professora – Pode lavar ali.

Juliano – Olha a torneira.

(Leandro acende outro pedaço de palha de aço)

Juliano – Chacoalha Leandro, chacoalha.

Professora – Não, não, não.

Josiane – Para gente! Mas que fogo!

Professora – Queimou ou não? O que aconteceu?

Leandro – Não saiu fogo então não queimou.

Professora – Anotem ai então o que vocês acreditam, o que vocês acham. Uma coisa é importante aqui! O que vocês precisam observar no material pra dizer se está queimando ou não está queimando?

Rafael – Pegar fogo!

Professora – Pegar fogo é sinal de que está queimando então?

Juliano – Se ele desmanchar, se ele virar cinza.

Professora – Se ele...

Leandro – Quando o material pega fogo ele queimou?

Professora – Isso aqui não é pegar fogo?

(Acendo outra palha de aço)

Rafael – Não.

Leandro – Coloca na folha então pra ver.

Rafael – Não pega não, velho!

Leandro – Só essas coisinhas que estão caindo já pega.

Rafael – Ai pega

Professora – Então cada um escreve aquilo que acha, se acha que pegou, coloca que pegou e o que é que aconteceu, se não pegou fogo...

(Alunos anotam o ocorrido)

(Pegamos o fio de cobre)

Professora – Bom, esse é o fio de cobre, vocês sabem pra que é usado isso aqui?

Juliano – No fio de energia.

Professora – Isso, fio de energia. Isso queima ou não queima?

Gustavo – Não queima

(Coloco o fio de cobre no fogo)

Josiane – Dá uma impressão que vai explodir.

Professora – Uma coisa é certa, você acha que se eu soubesse se queimava ou não queimava iria ficar ai em cima?

(Juliano ri)

Professora – Não né! Eu ia ficar bem longe você não acha? Se queimar que queimem eles e não a minha pessoa!

Mariane – O que é isso mesmo?

Todos – Cobre.

(Josiane e Gustavo ficam brincando)

Professora – Já escreveram ai o que aconteceu?

Professora – Alumínio e chumbo se colocar assim no fogo derrete. Isso é chumbo? (Aponta para o alumínio)

Professora – Não, isso aqui é alumínio.

Juliano – A latinha queima.

Professora – A latinha queima? Esse aqui é o mesmo material da latinha, só que a latinha é mais fina, isso aqui é mais grosso.

(Colocamos o alumínio no fogo)

Professora – Vai queimar ou não vai?

Gustavo – Não.

(Alunos anotam o observado)

(Coloco um pouco de álcool na cápsula de porcelana)

Professora – Pronto?

Rafael – Está cheirando álcool!

Josiane – O que é isso?

Professora – Isso é álcool!

Josiane – Ai, vai ver se queima o álcool?

Leandro – Vamos queimar aquela gato lá?

(Aponta um gato empalhado existente no laboratório)

Juliano – Pra gente ver se queima ou não.

Professora – Bom agora queria pedir pra vocês não brincarem com o fogo ta!?

Juliano – Por que tem material que quando está queimando solta uma fumaça preta? Tipo borracha.

- *Professora – Essa é uma boa pergunta, é uma coisa a se pensar!*

Rafael – Se for preto, sai fumaça preta, se for branco sai fumaça branca!

Professora – Mas espera aí!

(Pego um pedaço de papel e queimo)

Professora – Sai branca a fumaça?

Josiane – Sai preta no começo.

Professora – Está queimando o álcool?

(Abafo o álcool com tela de amianto)

Juliano – Apagou

Rafael – Apagou

Professora – O que aconteceu?

Leandro – Apaga.

Juliano – Não tem oxigênio.

Leandro - Apaga

(Coloco fogo novamente no álcool)

Professora – Está queimando o álcool?

Gustavo – Não

Leandro – Metade está queimando, metade está evaporando!

Josiane – O que?

Leandro e Rafael – Evaporando.

Professora – Vocês acham que o álcool está queimando ou está evaporando?

Josiane, Leandro e Rafael – Os dois.

Professora – Então ele não está queimando?

Rafael – Está queimando e está evaporando .

Professora – E se eu deixar queimando, queimando o que vai acontecer?

Leandro – Ele vai até evaporar tudo.

Juliano – Até secar.

Professora – Então tá.

(Apago o fogo e retiro um pouco de álcool e coloco fogo novamente)

Juliano – Esse fogo é mais transparente.

Professora – Anota o que você observou.

(O fogo acaba)

Professora – Acabou.

Professora – Pronto, mas e isso aqui que sobrou aqui dentro? O que é? (Mostro o recipiente).

Professora – Vai pegar fogo aqui dentro?

Josiane – Vai.

Professora – Agora, uma coisa é importante. Por que é que o álcool parou de pegar fogo quando eu joguei o negócio ali dentro? Quando abafei?

Leandro – Porque não entrou o oxigênio para a combustão!

Professora – Hum, que chique o que você está falando!

(Coloco fogo em um outro tanto de álcool).

Professora – Aí está de um jeito, se está queimando ou evaporando eu não sei, agora quando agente joga isso aqui em cima (coloco em cima do recipiente a tela de amianto).

- Juliano – Abafou!

Rafael – E se colocar a mão em cima, apaga?

Professora – Acho que apaga não é, mas se você agüentar ficar com a mão ai em cima!

Juliano – Por que quando a gente passa a mão rápido em cima o fogo não queima?

Professora – O que precisa pra queimar?

Juliano – Sair fogo.

Professora – O tempo que você passa dá pra sair fogo nas mão?

Leandro – Passa, um dia eu queimei a mão com álcool, passei a mão no álcool e queimou.

Professora – Mas com o tempo esquenta?

Juliano – Esquenta.

Professora – Vamos lá, anotem o que aconteceu no álcool.

Josiane – É só um dia isso aqui?

Professora – Aham.

Juliano – Bem que podia ser mais não é?

Professora – Não precisa me aturar por mais tempo é só um dia só.

Josiane – É só o primeiro?

Professora – Ah, o primeiro ano? Não sei ainda. Porque se não você ia pra lá?

Josiane – Não.

Professora – Belezinha? Vamos queimar a vela!

Rafael – A vela não queima, é o barbante que queima.

Juliano – A vela derrete.

Josiane – Ah é, tira o barbante pra você ver se derrete só a vela.

(Acendemos a vela)

Professora – O que é que está queimando ai?

Rafael – Pavio.

Josiane – O pavio.

Rafael – A vela está derretendo!

Leandro – A cera está derretendo.

Professora – Mas a vela é o que?

Leandro – A cera e o pavio.

Professora – Então a vela queima ou não queima?

Leandro – Queima o pavio e derrete a cera.

Josiane – Ai gente vocês fizeram uma confusão.

Professora – Lembrar o que agente está querendo com isso... Descobrir como que o fogo acontece, então qual que é o nosso 1º passo ? O que queima e o que não queima! Entendeu? É esse o primeiro passo que a gente está terminando agora. A gente vai ter mais uns passos depois disso.

Leandro – A vela está queimando, mais sem os materiais ali que queimam...

Professora – Não queima!?

Leandro – A cera, não vai acontecer nada como ela.

Professora – O que vocês acham, vocês dois ai quietinhos (aponto para Juliano e Mariane).

Mariane – Eu acho que a cera derrete.

Professora – Agente pode tentar fazer uma coisa!

Leandro e Rafael – O pavio queima.

Professora – Vamos tirar um pedaço da vela?

(Coloco fogo na parafina)

Professora – Queimou?

Leandro – Quando coloca ali no fogo, ele queima mais.

Professora – Ficou estranha a chama? Então quer dizer que a vela, a parafina, não tem nada a ver com aumentar a chama, diminuir?

Leandro – Aumenta a combustão!

Josiane – Ele só fala essa palavra.

Professora – Ele gosta dessa palavra combustão não é? Falta só mais o que?

Mariane – Açúcar.

Professora – Açúcar.

Josiane – Açúcar?

(Pego o açúcar e coloco dentro do tubo de ensaio)

Gustavo – Vai derreter!

Professora – Então vamos acabar nosso primeiro passo agora não é?

Leandro – Vai queimar assim dentro do vidro?

Professora – Não, agente vai queimar por fora.

- Leandro – Ah, por fora!

Professora – Vai queimar?

(Coloco na chama)

Leandro – Ah, assim não vai queimar não.

Juliano – Vai derreter.

Leandro – Ah vai tipo fazer sus...derreter.

Rafael – Açúcar queimado.

(Alunos observam)

- Rafael – Vai derreter!

Professora – O que está acontecendo?

Juliano e Rafael – Está derretendo.

Josiane – Que horror!

Professora – Está queimando?

Leandro – Não.

Professora – Não está queimando? O que é que é isso aqui dentro?

Leandro e Gustavo – Isso é açúcar queimado.

Professora – Não, não está queimando e isso é açúcar queimado? Eu não entendo vocês!

Juliano – Está passando de sólido para líquido!

- *Professora – Mas isso é o que, uma transformação o que? Física ou química?*

- *Juliano – Física!*

- *Professora – Isso aqui queimou ou não?*

- *Leandro – É açúcar queimado, mas não queimou não. Tem que pegar fogo não tem?*

- *Juliano – Tem que torrar.*

- *Leandro – Nem tudo que pega fogo queima!?*

Professora – É uma boa pergunta pra você pensar.

Leandro – É ué, porque que chama açúcar queimado?

Josiane – Por que... Ai gente vocês são muito complicado credo, deixa eu escrever.

Rafael – Ai ué, se colocar o dedo ali vai queimar, e vai pegar fogo no dedo? Não?

Leandro – É mais se coloca o dedo ali nesse negócio, vai falar queimou o dedo ai pego fogo?

Professora – Olha como era o açúcar, olha como ele está.

(Alunos olham)

Professora – Mudou a substância?

- *Leandro – Mudou*

Professora – Anotaram ai o que aconteceu com o açúcar?

Leandro – Ah, sei lá ,açúcar queimado, queimou.

Professora – Bom, nossa 1ª etapa está feita. Quer dizer, quase não é?

Professora – E ai o que é que vocês estão achando? Já da pra imaginar como funciona o fogo, o que precisa pra ter fogo? O que, se tiver tem fogo ou não tem fogo, sei lá? Tem como, sem testar saber se vai ter fogo ou não vai. Se for uma coisa nova que a gente nunca viu na vida, você olha e fala isso vai pegar fogo.

Rafael – Tem

Professora – Tem? Como você faria isso?

Juliano – Testando ué?

Professora – Estou dizendo sem testar, só olhando.

Leandro – Ah, você imagina se for madeira, você nunca viu madeira... Isso deve queimar, parece...

Professora – Você sabe o que é madeira, uma coisa nova você não conhece.

Leandro – Ah, câmara, eu não queimei uma câmara.

Professora – Câmara você nunca queimou?

Rafael – Mas a câmara é plástico.

Professora – Mas só que a gente precisa entender é o seguinte: o que precisa acontecer com a substância, com o material pra você dizer se queimou ou não queimou.

Mariane – Colocar fogo.

Professora – Aquecer? Simplesmente aquecer é queimar o material? O que vocês acham

Josiane – Não.

Leandro – O açúcar aqueceu, mas não pegou fogo.

Professora – Mas calma aí, você falou que o bombril aconteceu o que com ele?

(Olho a folha do Leandro)

Professora – Que ele queimou?

Mariane – Deixou ele sem palavras.

Professora – Eu vou fazer o seguinte. Eu vou entregar aqui pra vocês uns papeizinhos, umas perguntinhas pra vocês escreverem pra mim o que é que vocês acham. E por favor, coloquem o nomezinho de vocês pra eu poder identificar vocês.

(Entrego a primeira pergunta e leio)

Professora – O que levam vocês a pensar que... O que é que tem que acontecer pra você dizer se o material queima ou que o material não queima? Coloca aí o que vocês acham.

(Alunos responderam a 1ª pergunta)

Professora – Vamos meninos (falo para o Leandro e o Rafael) O que vocês estão colando aí?

Mariane – Colando o que? A resposta dela?

Professora – Não acredito que vocês estão colando!

(Leandro e Rafael riem)

Professora – Vocês falaram para mim que para o material queimar precisa sair fogo, então coloca isso.

Mariane – Ai eu não sei!

Professora – Não conseguiu responder?

(Mariane faz sinal negativo)

Leandro – Ah, sei lá, por que um queima e outro não. A madeira molhada não queima por causa do água.

Professora – Então coloca aí alguma coisa.

Mariane – Pra por cada detalhe de cada coisa?

Professora – Não, coloca no geral o que você acha.

Mariane – Tem um nome pra isso, mas eu não sei qual é o nome, eu creio que tem um nome mas eu não sei...

Professora – O nome do que?

Mariane – Ah, sei lá, uma coisa que um tem e o outro não tem. Tipo assim, no vidro não tem, no plástico tem porque ele queima, mas eu não sei qual é o nome.

Professora – Não precisa de formalidade, escreva do jeito que vocês acham, do jeito que vocês quiserem o nome que quiser.

Professora – Deixa eu dizer uma coisa. Por que será que isso chama pregador? Até alguém inventar o nome, pregador não tinha nome, era alguma coisa que prendia, alguém colocou o nome pregador. Algum conceito seja ele qual for é a mesma coisa. Alguém pensou então que para empurrar isso aqui significa que eu fiz uma força... Da onde vem a palavra força? Alguém um dia falou que quando você aplica esse negocio em cima de alguma coisa dá-se o nome de força... A partir de então virou força. Coloca o nome que você quiser.

Mariane – Mas eu não sei qual nome que eu quero.

Professora – Não?

(Mariane ri)

Professora – Explica então o que você disse pra gente.

Mariane – Ta bom

Professora – O que eu quis dizer é o seguinte: esses conceitos não tinham nome até alguém por. Como a gente está aqui discutindo como surgiu...

Mariane – Então quer dizer que agora tem um nome?

Professora – Pode ser que sim, pode ser que não.

Mariane – Vocês sabem qual é o nome mas não podem falar?!

Professora – É, coloca isso então aí.

(Alunos foram respondendo e entregando)

(Entrego a questão 2)

Professora – Olha, essa é mais fácil de responder.

Mariane – São quantas perguntas?

Professora – Não posso falar.

Mariane – Não ? Por que?

Professora – Por que não. Se eu falar que tem 500, ai você vai desistir de responder.

Mariane – A gente vai ficar todas as aulas fazendo isso?

Professora – Do que a gente está fazendo faltam mais dois passos.

Josiane – Mudaram o material com a queima?

Professora – Como ela era antes e como ficou depois?

Josiane e Mariane – Cada um desses?

Professora – Fala no geral, o que aconteceu era de um jeito, mudou isso, mudou aquilo, o que é que foi que mudou no geral que você observou, do que queimaram, o que foi modificado.

(Alunos anotam em entregam)

Professora – Respondeu queridinho?

(Pergunto a Gustavo que estava brincando)

Gustavo – Sim.

Professora – Vocês não estão respondendo de qualquer jeito, não é? Eu disse que isso era importante.

Josiane – Eu não estou respondendo de qualquer jeito.

Professora – Mais uma.

(Entrego outra questão)

Professora – Essa também é muito fácil de responder, mas é para responder direitinho.

(Alunos lêem a pergunta).

Juliano – Ué, o papel pega mais fogo porque é mais fácil de pegar fogo.

Professora – Aqui ué, entre a madeira seca ...(pergunta)

Juliano e Rafael - Papel

Professora – Porque queima mais rápido?

Rafael – Porque a madeira é mais grossa que o papel ué!

Leandro – Porque o papel é mais fino.

(Alunos respondem e entrego outra pergunta)

Professora – Porque uns queimam mais fácil que outros?

Juliano – Porque uns são menos densos e mais pesados.

Josiane – Está querendo falar palavra difícil que nem (aponta o Leandro)

Professora – Combustão, combustão, densidade, densidade. O que é densidade mesmo?

Juliano não responde

Mariane – Vocês não vão ler isso aqui pra gente, não é?

Professora – Não, porque? Agente não vai entregar nem pra Dione nem pra ninguém.

Mariane – Sério? Vocês tão com uma cara que vai.

(Continuam respondendo)

Mariane – Ah, mas você não vai dizer se está certo o que agente respondeu?

Professora – A gente pode no final conversar.

Mariane – Mas no final que não estiver gravando?

Professora – É, por que você quer saber?

Mariane – Eu quero.

(Leandro e Rafael viram para a câmera e fingem estar gravando programa político para presidente imitando o Lula)

Leandro – Vou fazer uma propaganda eleitoral pra passar na globo. Vou fazer até o dedinho... Caros companheiros eleitores, não vote no Lula, vote no Geraldo Alckimim.

(Entregam as perguntas e lhes dou a outra seqüência)

(Alunos respondem a pergunta)

Juliano – Uma coisa eu não entendi ainda, porque é que o fogo do álcool é mais claro?

Mariane – Ela não pode responder nada.

Josiane – Ela só pode fazer perguntas.

Mariane – Mas por que?

Professora – Por que o interessante pra gente é o seguinte, entender qual a idéia de vocês, se eu falar isso é assim, isso é assim, vocês vão pegar as nossas idéias, entenderam? Daí não vai valer pra gente

Mariane – Que perigo a gente é não é?

Juliano – Depois que a gente responder você explica?

Professora – Sim.

Mariane – A gente nem entende nada disso, se vocês falarem a gente nem vai saber.

Professora – O que eu disser você vai dizer que é verdade, você vai acreditar no que eu disse pra você.

Mariane – Ah, e eu não posso acreditar em você?

Professora – Esse que é o problema, se eu disser uma coisa, você já teria uma idéia sobre o que eu estou te perguntando.

Leandro – Tem que pensar uma coisa, se ele responder você pensa outra não é?

Professora – Sim, por isso vocês vêm pra escola.

Rafael – A gente vai usar a balança pra alguma coisa?

Professora – A gente vai usar depois do intervalo.

Leandro – A gente pode pesar cocaína?

Professora – Não, não pode pesar nada de cocaína.

Leandro – Você sabe refinar cocaína?

Professora – Não, as câmeras estão filmando.

(Risos)

Leandro – Ah, então não vou mais fazer química.

Professora – Você ia fazer química só pra isso?

(Terminaram de responder. Bati o sinal do intervalo).

(Alunos retornam e entrego outra pergunta)

Professora – Olha, esta aqui também é legal. Porque o fogo apaga quando abafamos?

Juliano – Acaba o oxigênio.

Professora – Todo fogo apaga quando abafamos.

Mariane – Não sei. Ah, é tão ruim perguntar e não saber responder.

Professora – O álcool. Você viu que a gente abafou o que foi que aconteceu?

Gustavo – Por que acabou o oxigênio.

Professora – Se a gente pega papel e abafa será que ele vai...

(Coloco fogo no papel dentro da cápsula de porcelana)

Josiane – Abafa.

Juliano – Abafa, tira o ar, e oxigênio.

Mariane – Ai eu não sei.

Gustavo – Abafou, acabou.

Professora – Precisa de oxigênio pra queimar?

Rafael – Precisa do oxigênio.

Professora – O que está acontecendo?

Mariane – Ai, eu não sei, mesmo, mesmo.

Professora – Você não tem nenhuma idéia do que está acontecendo?

Mariane – Não, eu não consigo responder gente.

Professora – Não consegue, não consegue ué!

Josiane – É que ninguém tem noção, ninguém foi parar pra pensar nisso.

Mariane – A gente nunca tinha se preocupado com isso em responder isso.

Juliano – Mas nem sabia se ia ser selecionado.

Leandro - Eu sabia com a vela lá, coloca a vela coloca o copo e apaga.

Professora – Falaram para mim, escolhe esses alunos aqui que eles são inteligentes.

Mariane – Quem falou isso?

Professora – Daí a gente chamou vocês.

Mariane – Quem chamou a gente de inteligente?

Professora – Eu estou chamando vocês de inteligente

Mariane – Deus me livre.

Juliano – Não é porque uma pessoa tira 100 ela é inteligente.

Professora – Não.

Mariane – Eu sou inteligente quando eu quero.

(Esperamos a aluna Josiane terminar de responder)

Mariane – A gente não vai fazer nenhuma bagunça?

Professora – Que bagunça?

Juliano – Nenhuma explosão, nenhuma bomba?

Leandro – Ah, tem que explodir alguma coisa. Vamos explodir a balança.

Professora – Não, não pode explodir a balança.

Rafael – Bota fogo no bombril lá de novo.

Professora – Quer que eu coloco?

Rafael – Pra ver se fica menor.

Professora – Pra ver se fica menor?

(Pego o bombril)

Professora – Ficou maior, ficou menor? Compara o antes e depois.

Juliano – Ela era mais clara.

Professora – É uma coisa que dá pra gente ver não é?

(Alunos respondendo ultima pergunta)

Professora – Bom, essas tabelas vocês podem me entregar agora.

(Alunos entregam as tabelas da 1ª etapa)

Professora – Agora o negocio é o seguinte a gente tem que pensar o que foi que mudou no material quando a gente queimou, o que vocês responderam lá, o que é que mudou?

Juliano – Que a folha virou cinza, a madeira também...

Gustavo – O plástico derreteu.

Professora – Tá, mas no geral, o que foi que mudou as substância?

Juliano – A aparência.

Professora – A aparência mudou?

Juliano – A forma dela.

Professora – A forma mudou? O que mais que mudou? Vamos lá!

Juliano – A palha de aço era mais clara, mais volumosa...

Leandro – Ela também quebra mais fácil.

Professora – Ficou mais quebradiça?

Mariane – Ficou mais em pedaços, mais derretido.

Leandro – Esfarela.

Professora – O que mais que mudou?

Juliano – Ela ficou mais escura.

Professora – Mais escura. Tem muito mais coisa que mudou, não mudou? Mudou tamanho?

Rafael – Mudou

Juliano – O álcool escapou-se.

Josiane – O fogo mudou.

Juliano – A cor do fogo, não é?

Professora – O fogo é diferente dependendo dos materiais?

Juliano – A cor dele.

Professora – Que cor que é o fogo do fogão?

Mariane – Amarelo.

Juliano – Azul com amarelo.

Leandro - Amarelo quando ta saindo sujeira do fogão.

Professora – Quando ta limpinho lá o fogo, e não suja a panela, que cor que é?

Juliano e Rafael – Azul!

Mariane – Ai, nunca reparei.

Rafael – Nós que somos homens, nós que entendemos?

Professora – Essas mulheres não são mais como antigamente.

Mariane – Ahhh!

Professora – Uma coisa vocês concordam, existem cores diferentes para queimar alguns materiais, um queima azul, outra queima amarelo, outro queima cor de rosa, sei lá...

Josiane – Num o fogo é maior, no outro o fogo é menor.

Professora – Mas na aparência, e digam alguma coisa sobre a aparência que mudou.

Juliano – Umas desaparecem, outras diminuem.

Professora – Desapareceu?

Juliano – O álcool não desapareceu?

Professora – Tá, mas então vamos pensar no seguinte, agente tinha um material, certo? E ele tinha um certo tamanho. Tranquilo? O que é que aconteceu na maioria das vezes com o tamanho do material?

Gustavo – Ele mudou de forma.

Professora – Diminui, aumentou, ficou a mesma coisa?

Rafael – A palha de aço ficou do mesmo tamanho.

Professora – Ficou do mesmo tamanho?

Mariane – Eu acho que ela diminui o volume, eu acho.

Professora – Diminui o volume?

Mariane – É porque era mais cheinha. Ai quando coloco no fogo ela...

Professora – Diminui o volume?

Mariane – É.

Juliano – O magnésio parece que virou cinza, parece que ficou branquinho.

Professora – Você acha que aconteceu o que com ele.

(Juliano não responde)

Josiane – Ah, tem coisa que não tem como explicar.

- Professora – Não tem como explicar?

Tataini – Não tem como a gente explicar...

Professora – A gente está colocando vocês contra a parede?

(os alunos riem).

Professora – Mas vamos pensar no seguinte, lá no século XVII, século XVIII, há muito tempo atrás, os cientistas, eles faziam exatamente o que a gente está fazendo hoje, eles não conseguiam entender o fenômeno de queima dos compostos, eles não sabiam o que estava acontecendo lá, então o que a gente está fazendo hoje, é fazendo mais ou menos o que os caras do século XVIII faziam... Então o que esses caras começaram observar, começaram queimar muitos materiais, e começaram a observar que nem a gente está fazendo hoje, o que é que estava acontecendo quando queimava os materiais, o que é que estava mudando, e uma das coisas que eles começaram analisar, foi a massa das substâncias quando eu queimava, quando não queimava, vai permanecer a mesma massa, o peso vai ser o mesmo, o quê é que vai acontecer. Então eu pergunto pra vocês: O que acontece com o peso de uma substância quando a gente queima?

Josiane – Diminui

Professora – Diminui o peso?

Leandro – Diminui o tamanho.

Tataini – O peso o tanto...

Professora – O peso, o tamanho... Não vai ser quase a mesma coisa?

Rafael – Não.

Professora – Por que não?

Josiane – Se diminui o tamanho, diminui o peso.

Professora – Bom, nem sempre uma coisa têm a ver com a outra.

- Josiane – É!

Professora – Mas a maioria das vezes pode ser que sim.

Gustavo – Então vamos fazer a palha de aço, e pesar a palha de aço...

Leandro – Aquele troço que faz luz lá, aquele troço que faz luz é mais pesado, que eu observei ele...

Professora – Fica mais leve?

Leandro – Muito mais leve.

Professora – Então o que vocês acham, eu quero uma resposta aqui, vocês acham que tudo que queima fica mais leve ou mais pesado?

Josiane, Gustavo e Mariane – Mais leve.

Juliano – Depende da substancia.

Leandro – Tem uma coisa na minha mente, eu acho, tem coisa que queima e fica mais pesado.

Professora – O que será?

Leandro – Não sei ué, é da minha mente, não sei de nada...

Alunos riem.

Professora – Vamos fazer o seguinte, vamos testar, a gente vai queimar esse materiais e a gente vai medir a massa deles, antes e depois de queimar o material.

Leandro – A palha de aço vai ficar mais pesada.

Professora – Vamos lá, quem vai ligar a balança?

Pego a balança para começar a segunda etapa.

Gustavo liga a balança.

Professora – Eu queria pedir pra vocês não colocarem a mão em cima, porque essa balança é muito sensível.

Leandro – Só de por a mão ali em cima já aparece alguma coisa.

Professora – Então... Só de movimentar o ar já...

Josiane – Ai que horror!

Gustavo coloca uma folha em cima da balança, depois Leandro faz a mesma coisa e por ultimo Leandro coloca uma caneta.

Professora – Bom, então vou colocar, isso aqui chama cápsula de porcelana, por que é uma cápsula e é feita de que... De porcelana...

Alunos – Aaaaaaa...

Professora – E a gente colocou papel dentro, então vamos pesar, e vocês anotem o valor.

Rafael – Mas isso aqui não pesa?

Rafael aponta a cápsula.

Professora – Mas a gente vai pesar antes e depois, então...

Leandro – Mais ai é massa com a porcelana.

Professora – Mas como eu vou colocar?

Juliano – Tira o papel e só pesa ele pra ver.

Alunos anotam o valor da massa.

Professora – Vamos tirar, vamos queimar e vamos por aqui de novo.

Juliano – Queima ele ai dentro.

Professora – A gente vai queimar o papel aqui dentro. Então vamos queimar o material. O quê é que vai acontecer com a massa aqui?

Leandro – Diminuir.

Professora – O peso vai aumentar, ou vai diminuir o peso?

Alunos – Diminuiu.

Professora – Será?

Mariane – Com certeza.

Professora – Olha o que está acontecendo, o que está saindo aqui?

Mariane – O peso está indo embora.

Professora – O peso está indo embora?

Alunos riem.

Rafael – Está queimando caloria.

Queimamos o papel e medimos a massa.

Professora – O que aconteceu com a massa?

Alunos – Diminuiu.

Juliano – Diminuiu a massa dele.

Professora – Certo? Agora vamos ver. Coloca o que foi observado, escrevam o que foi observado durante o experimento, o que aconteceu.

Alunos anotam o observado e enquanto isso coloco o álcool na cápsula para ser queimado, e logo em seguida medimos a massa do álcool.

Professora – Então vamos lá.

Gustavo pega o palito e acende o álcool.

Professora – O que vai acontecer, vai aumentar, vai diminuir?

Gustavo e Leandro – Diminuiu.

Professora – Vocês estavam perguntando se o fogo era igual, é igual? Quando queima o papel, quando queima o álcool?

Esperamos queimar o álcool.

Professora – Vamos apagar o fogo.

Juliano – Ah, ate acabar.

Professora – É...

Daiane – Não, apaga está dando sono.

Apagamos o fogo Gustavo pega a cápsula para colocar na balança.

Professora – Tem que esperar esfriar.

Pesamos o conjunto.

Leandro – Nossa dois gramas?

Professora – Pronto? O que é que aconteceu?

Alunos anotam.

Professora – Agora o penúltimo que queimaremos nessa etapa. Aqui tem palitinho quebrado.

Palito de dente, madeira seca.

Alunos anotam a massa. Depois de anotado, Gustavo coloca fogo nos palitos, enquanto isso

Leandro e Juliano vão olhar a câmera e Josiane também vai.

Leandro – The book is on the table.

Leandro coloca a mão na lente da câmera.

Professora – Bom queimou aqui, vamos voltar ao experimento.

Juliano – Está voltando a sua infância Leandro?

Professora – Esse aqui vai diminuir ou vai aumentar a massa?

Juliano – Diminuir.

Alunos anotam a massa.

Professora – Por que é que diminuiu?

Juliano – Por que está queimando ué!

Professora – Mas, e?

Leandro - Queimou, diminuiu.

Professora – Então, quando a gente queima alguma coisa a massa diminui?

Juliano – Não, depende né?!

Josiane – Você sabe alguma coisa que foi queimada e não diminuiu o peso?

Juliano – Que aumentou o peso? A palha de aço vai aumentar. O vidro continua com o mesmo peso depois de queimado.

Professora – Mas o vidro você queimou?

Josiane – O vidro não foi queimado.

Juliano – O vidro não foi queimado, mas continua com o mesmo peso.

Professora – Naquela primeira coisa, você queimou o vidro? Você escreveu que o vidro queimou?

Juliano – Não, ele foi aquecido só, porque ele não queima.

Professora – Então tá, essas aqui queimaram?

Aponto a folha com a tabela 2.

Juliano – Essa aí queimou.

Professora – Então os que queimaram diminuiu a massa?

Juliano – Depende não é... Diminuiu esses.

Leandro – A palha de aço vai aumentar.

Professora – Eu quero só ver.

Josiane – A palha de aço não vai aumentar.

Queimo a palha de aço, depois deles anotarem a massa antes da calcinação.

Professora – Vai diminuir ou vai aumentar?

Juliano – Ninguém sabe, vamos pesar.

Esperamos a queima completa.

Juliano – Acaba o suspense logo! Fica fazendo suspense.

Medimos a massa.

Leandro – Não falei que ai aumentar, aumentou.

Josiane – Ai, não gostei.

Professora – Não gostou?

Alunos riem.

Josiane – Não.

Alunos respondem e anotam.

Professora – Terminaram?

Pegamos outras questões.

Juliano – Vixi, mais questões?

Mariane – Porque que a palha de aço aumentou?

Professora – Pois é, essa é questão.

Os alunos terminam de anotar.

Professora – Pronto aí? Posso perguntar? O que agente vai fazer aqui é chegar numa conclusão, bolar uma hipótese, de porque uma aumento e uma diminui!?

Leandro – Força da gravidade!?

Professora – Força da gravidade?

Josiane - Porque ...Eu penso assim né, como o bombril ele queimou, juntou ele, e aumentou a quantidade dele.

Os meninos riem.

Professora – Juntou e?

Os meninos riem mais.

Professora – Não, mas então vocês têm que me dar...

Aponto os meninos.

Josiane – Tipo ele estava mais, não é que ele estava...

Professora – Estava mais espaçado?

Josiane – É. Ai juntou, ele juntou mais, ele queimou, e isso foi...

Os meninos riem.

Josiane – Para!

Mariane – Ai, deixa ela explicar pra gente.

Professora – Vamos fazer uma coisa. Vamos fazer duas coisas diferentes aqui. Vamos queimar as duas coisas ao mesmo tempo.

Coloco um pedaço de papel para ser queimado.

Professora – Olha aí, qual é a diferença de um e do outro?

Alunos não respondem nada.

Professora – Vamos queimar de novo.

Mariane – Ela quer que a gente fale uma coisa, mas a gente não está conseguindo falar pra ela.

Josiane – É.

Leandro – Desliga a câmera, ai você responde.

Todos riem

Professora – Ai eu conto... Olha presta atenção, muita, muita.

Josiane – Ai meu Deus.

Colocamos fogo nos dois materiais.

Juliano – O papel queima mais rápido.

Professora – Tá, tá, mas o que está acontecendo com o papel, o que está acontecendo com ele?

Leandro – Está saindo fumaça.

Mariane – Diminuiu o tamanho, alguma coisa saindo fumaça.

Leandro – A massa está saindo.

Professora – Tá. Um ficou mais leve, o outro ficou mais pesado...

Josiane – Esse aqui se espedaçou.

Juliano – É claro, você está bagaçando ele!

Professora – O que é que tem a ver com aumentar e o outro diminuir?

Leandro – No final da pra responder?

Juliano – Porque a substância de uma é diferente da outra, não é!?

Professora – Isso sim.

Leandro – Uma é bombril e o outro papel.

Professora – Não, tudo bem. Então, mas aí o problema é assim, que nem eu tinha dito, agora todo mundo tem certeza que quando a gente queima o bombril a massa aumenta, quando a gente queima o papel a massa diminui. Por que é que a gente tem certeza? Porque a gente fez, a gente testou. De novo se eu te dou um material aqui você não sabe, você tem condição de dizer se esse material vai aumentar ou diminuir a massa?

Juliano - Precisa testar primeiro ué?

Professora – Mas a gente precisa formular uma idéia que sirva pra tudo, essa é a nossa teoria.

Leandro – Eu acertei.

Professora – Qual foi a sua idéia?

Leandro – Ah, porque é ferro.

Professora – Porque é ferro, e...?

Leandro – Sei lá, pode ser meio solto...Eu tive a impressão que ia aumentar.

Professora – Eu acho que eu já sei o que vou fazer.

Gustavo – Porque a densidade do outro ficou diferente.

Juliano – A densidade não, é a combustão.

Leandro – Não tem nada a ver com combustão.

Preparamos a terceira etapa do experimento.

Gustavo – A Josiane não fala coisa com coisa.

Professora – Preste atenção. Essa é a nossa terceira etapa, só que a gente vai fazer antecipada.

Josiane e Leandro – É água?

Perguntam sobre o líquido dentro do recipiente

Juliano – Vamos colocar fogo na água?

Josiane – Quero beber.

Professora – Não, está suja.

Arranjo os materiais em cima da bancada.

Professora – Olha, mais uma folhinha pra vocês.

- *Leandro e Josiane – Mais uma?*

Professora – A gente já queimou muita coisa hoje né!?

Juliano – Só falta a escola ser queimada agora.

Professora – É o que você está mais esperando agora né?

Juliano – Não vejo a hora.

Professora – Olha o que eu vou fazer. Prestem atenção, que isso está muito relacionado com aquilo que a gente fez agora. Coloquei papel aqui dentro, coloquei uma rolha, e agente vai esquentar isso aqui, e vai colocar uma mangueirinha aqui dentro (Descrevo o terceiro experimento). Percebam bem o que vai acontecer aqui.

Leandro – Está saindo bolinhas

Professora – Tá, mas começou a queimar o papel?

Leandro e Juliano – Não.

Professora – Então o que são essas bolinhas por enquanto?

Juliano – Vapor.

Rafael – Oxigênio.

Professora – O ar que estava aqui dentro está saindo certo?

Josiane – Está queimando o papel.

Professora – Está começando a queimar o papel.

Josiane – Está.

Professora – Está? E lá dentro do tubo o que está acontecendo com ele?

Juliano – Está ficando embaçado.

Josiane – Está evaporando.

Leandro – Tem aguinha.

Professora – Está saindo aguinha? E ali no caninho? O que está acontecendo? O que são essas bolhas aí?

Juliano – O ar.

Leandro – A pressão.

Professora – O que é que está saindo lá?

Gustavo – Fala que é a densidade tubarão. (Gustavo aponta para Juliano)

Professora – Está saindo bolhinha vocês viram, gente queimou o papel e saiu um monte de bolinha. Agora a gente vai fazer diferente.

Retiro o tubo e coloco outro com a palha de aço.

Professora – Agora a gente colocou o bombril.

Juliano – Não vai sair bolinha.

Professora – Não vai sair bolinha?

Coloco o tubo no fogo.

Professora – Está saindo bolinha?

Josiane – Não.

Juliano – É que o papel saiu mais bolhas, e o bombril não sai nada?

Leandro – É porque tipo quando ele é queimado é liberado alguma coisa.

Juliano – É liberado ar, oxigênio.

Leandro – É liberado mais do papel do que da palha de aço.

Professora – Porque um a gente viu que aumenta...Vamos queimar os dois juntos. Atenção de novo, pela vigésima oitava vez.

Juliano – Isso que é vontade de aprender.

Leandro – Porque?

Queimamos o papel e a palha de aço lado a lado.

Juliano – Ele diminui de tamanho só que aumenta de peso, aquele ali não.

Rafael – Isso agente já sabe.

Professora – Presta atenção! Olha só gente, olha só. Da onde que vem as bolhinhas do outro?

Leandro – Quando sai fumaça.

Professora – O que é essa fumaça?

Rafael – É o ar.

Professora – Você falou da fumaça, aqui sai fumaça?

Aponto o papel.

Juliano e Leandro – Saiu.

Professora – E aqui?

Aponto a palha de aço.

Juliano e Leandro – Aqui não.

Leandro – Depois que para de queimar não sai.

Professora – E durante a queima sai?

Juliano – Quando está queimando não sai, no papel sai.

Professora – Quando está queimando bombril sai?

Juliano e Leandro – Não.

Leandro – É porque ele não está liberando o peso dele.

Professora – É, só que ai agente tem que pensar...

Leandro – Porque aumenta né?

Professora – Em um a gente queima e sai ar, e o que acontece com a massa?

Leandro – Diminuiu.

Professora – No outro a gente queimou, não saiu fumaça...

Juliano – E ele aumento o peso.

Professora – E aumentou.

Mariane – Porque não saiu o ar dele.

Leandro – Mas aumenta porque? Recebeu?

Professora – Mas se não saiu o ar devia ficar a mesma coisa.

Leandro – Porque ele recebeu peso?

Juliano – Porque ele está absorvendo ar?!

Leandro – Não tem jeito não.

Professora – Bom, de novo o que você falou?

Aponto Juliano.

Juliano – Porque ele está absorvendo ar?

Professora – Absorvendo o ar? Como isso?

Juliano não responde.

Professora – Fala ué!

Nesse momento acaba-se a fita para a gravação, mas o restante do trabalho procedeu-se de forma que os alunos não conseguissem sair de algo mais elaborado que o visto até então. Responderam que o fogo tinha colaborado para o aumento de peso, a umidade do ar, o próprio ar e algumas vezes o próprio bombril.

Pedi a eles após discussão que respondessem o restante dos questionários, referentes aos dois experimentos acima citados.

Após responderem, conversamos sobre o que realmente era responsável pelo aumento de massa, e o que era responsável pela diminuição e, com isso, enceramos as atividades.