UTILIZANDO A ABORDAGEM HISTÓRICA COM EXPERIMENTAÇÃO PARA TRABALHAR CONCEITOS DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO

Gleici Guimarães Poppolino

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre

Orientador:

José Claudio de Oliveira Reis

Rio de Janeiro
Março/ 2013

UTILIZANDO A ABORDAGEM HISTÓRICA COM EXPERIMENTAÇÃO PARA TRABALHAR CONCEITOS DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

Gleici Guimarães Poppolino

Aprovada por:

_____

Presidente, Prof. José Claudio de Oliveira Reis, D. Sc. (orientador).

_____

Prof. Marco Antonio Barbosa Braga, D. Sc.

_____

Prof ªTânia de Oliveira Camel, D. Sc. (UFRJ).

Rio de Janeiro
Março/ 2013

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central do CEFET/RJ

P831 Poppolino, Gleici Guimarães
Utilizando a abordagem histórica com experimentação para trabalhar conceitos de química no ensino médio / Gleici Guimarães Poppolino.—2013.
xi, 114f. + apêndices : il.color. ; enc.

Dissertação (Mestrado) Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2013.
Bibliografia : f.111-114
Orientador : José Claudio de Oliveira Reis

1. Química – História. 2. Química – Experiências. 3. Química (Ensino médio) – Estudo e ensino. I. Reis, José Claudio de Oliveira (Orient.). II. Título.

CDD 540.9

RESUMO

UTILIZANDO A ABORDAGEM HISTÓRICA COM EXPERIMENTAÇÃO PARA TRABALHAR CONCEITOS DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO

Gleici Guimarães Poppolino

Orientador:
José Claudio de Oliveira Reis

Resumo da Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

Esta pesquisa foi uma proposta de aula de Química diferenciada, onde o objetivo principal foi trabalhar com a História da Ciência de modo contextualizado, demonstrando o desenvolvimento da Química no século XVIII, tentou-se estimular o estudo desta Ciência através da abordagem histórico – experimental. O público alvo da investigação foram os alunos da 3ª série do ensino médio de uma escola da Rede Pública Estadual do Rio de Janeiro, localizada na Zona Norte do Município do Rio de Janeiro. O trabalho foi desenvolvido no 1º bimestre do ano de 2012. A investigação consistiu na apresentação das principais Teorias "Químicas" desenvolvidas no século XVIII, mostrando sua importância na evolução científica desse século, descrevendo o momento histórico em que o Iluminismo ganhou força na Europa, mostrando sua importância na evolução científica.O Objetivo da apresentação das Teorias Químicas em sala de aula foi mostrar como a ciência se desenvolveu nesse período, desde o estudo dos "ares", passando pela concepção da Teoria do flogisto até o nascimento da Química moderna, visando uma compreensão maior da construção do conhecimento científico. A apresentação começou com a Teoria do flogisto, desenvolvida por Stahl (1660-1734), passando para o relato de experimentos, demonstrações de aparelhos e explicações utilizadas naquela época, como a aparelhagem "revolucionária" inventada por Hales (1677-1761), a cuba pneumática, que foi utilizada para recolher "ares". As explicações dadas por Black (1728-1799) nos experimentos que produziam o "ar fixo" e por Priestley (1733-1804) e Scheele (1742-1786) do "ar deflogisticado" também foram relatadas na pesquisa.Para finalizar o conteúdo histórico, foi demonstrada a contribuição que Lavoisier com a ajuda de sua esposa Marie-Anne deu para a ciência se contrapondo a Teoria do flogisto. A pesquisa foi dividida em 7 etapas, cada uma correspondeu a um dia de aula. Na 1ª etapa, os alunos responderam a um questionário com seus dados pessoais, na 2ª, realizou-se um experimento com duas velas, onde foram tampadas, uma com um copo de vidro grande e a outra com um copo de vidro pequeno, havendo uma discussão sobre os conteúdos abordados no decorrer da aula. No 3º dia foi apresentada a teoria do flogisto e ao mesmo tempo foi realizado um experimento queimando um pedaço de magnésio e outro aquecendo o trióxido de ferro junto com palitos de fósforo. No 4º foi apresentado o desenvolvimento do estudo dos "ares". No 5º, dois objetos foram queimados, palha de aço e folha de papel, e as massas inicial e final das substâncias foram comparadas e discutidas. No 6º, outro experimento com bicarbonato de sódio e vinagre dentro de uma garrafa foi realizado, ocorrendo novamente discussão para chegar a uma conclusão. Na etapa final, houve uma discussão e uma revisão de todos os conteúdos abordados. A partir dessas etapas foram analisados os materiais recolhidos (questionários, registros do comportamento dos estudantes e fotografias). Após a analise verificou-se que houve uma melhora na participação dos estudantes nas discussões, no rendimento e na frequência na aulas, porém não solucionou o problema da unidade escolar.

Palavras- chave: História da Química; Experimentação; Ensino médio.

Rio de Janeiro
Março/2013

ABSTRACT

APPLYING THE HISTORICAL APPROACH TO CONTEXTUALIZATION TO WORK WITH CHEMISTRY CONCEPTS IN HIGH SCHOOL

Gleici Guimarães Poppolino

Advisor:
José Claudio de Oliveira Reis

Abstract of dissertation submitted to Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Educação do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master.

This research study proposed a different perspective for the Chemistry classes, in which the main goal was to work with the History of Science in a contextualized manner. In demonstrating the development of Chemistry in the XVIII century, an attempted to stimulate the study of Science through the historical-experimental approach was made. Third-year level students enrolled a public high school located in the north side of the city of Rio de Janeiro were considered as the target group. The study conducted in the first two months of 2012. It consisted in the presentation of the main Chemical theories developed in the XVIII century, showing its importance to the scientific evolution in describing the historical momentum in which the Enlightenment took place in Europe. The goal of presenting the Chemical theories in the classroom was to demonstrate how science has been developed during this period, from the study of air to the phlogiston concept and the birth of modern Chemistry in quest of a better understanding of the construction of scientific knowledge. The presentation started with the phlogiston theory developed by Stahl (1660-1734) and moved to experiment reports, equipment demonstrations and explanations given at the time period, such as the revolutionary system invented by Hales (1677-1761): the pneumatic tank used to collect "air." The explanations given by Black (1728-1799) in the experiments that produced "fixed air" and by Priestley (1733-1804) and Scheele (1742-1786) about the "air dephlogisticated" were also described in this study. In order to conclude the historical content, it was demonstrated how Lavoiser contributed to science, with his wife Marie-Anne´s help, opposing to the theory of phlogiston. The research was divided into 7 phases, each corresponding to a school day. In phase 1, students answered a personal data questionnaire. In the second, there was an experiment with two candles, one covered with a big and the other with a small glass. A discussion about the content covered was carried out throughout the lesson. On the third, the phlogiston theory was presented and at the same time, an experiment burning a piece of magnesium and other heating the iron trioxide with matchsticks were carried out. On the fourth, the study of air development was presented. On the 5th, steel wool and paper were burned and the initial and final masses of the substances were compared and discussed. On the sixth, another experiment with baking soda and vinegar in a bottle was administered. After the experiments, the group engaged in discussions about the findings to come up with a conclusion. In the last stage, there was a discussion and a review of all the content covered. From these phases on, we analyzed the collected materials (questionnaires, records of students' behavior and photographs). The results showed that there were improvements in the students´ participation in the class discussions, school performance and class attendance; however, these improvements have not solved the school´s problem.

Keywords:
History of Chemistry; Experimentation; High School.

Rio de Janeiro
March / 2013

Agradecimentos

Agradeço ...

À Deus, por todas as minhas conquistas.

Aos meus pais, Pedro e Gessi pelo apoio e carinho que sempre me deram.

Ao meu Orientador, professor José Claudio de Oliveira Reis, pela orientação, transmissão de conhecimentos e sua dedicação.

A todos os professores do CEFET- RJ, em especial a professora Andreia Guerra de Moraes e o professor Marco Antonio Barbosa Braga que sempre me ajudaram, me incentivaram e contribuíram muito para minha formação.

Aos meus alunos que participaram da pesquisa, pela colaboração em todos os momentos necessários.

À Diretora do Colégio onde a pesquisa foi realizada, pela autorização e o incentivo às aulas diferenciadas.

Aos meus amigos, que sempre estiveram ao meu lado dando força e apoio em todos os momentos da minha vida, compreendendo perfeitamente minhas ausências no momento em que a dissertação estava sendo escrita.

Sumário

I	**Introdução**	**1**
II	**Ensino de Química**	**6**
III	**Abordagem Histórica da Ciência**	**11**
	III.1 Importância da Abordagem Histórica	11
	III. 2 Seleção do conteúdo abordado	18
IV	**Importância da Experimentação no Ensino de Química**	**22**
V	**Panorama Político e Social no Século XVIII**	**32**
VI	**História da Química no Século XVIII**	**35**
	VI.1 O desenvolvimento da Química	35
	VI.2 O Estudo dos “ares”	35
	VI. 3 Teoria do Flogisto	36
	VI. 4 O recolhimento dos “ares”	38
	VI. 5 O “ar fixo”	39
	VI. 6 O “ar inflamável”	40
	VI. 7 O “ar deflogisticado”	40
	VI. 8 Lavoisier x Flogisto	42
VII	**Educação Pública Estadual**	**49**
VIII	**Cenário da pesquisa**	**54**
	VIII. 1 Estrutura do Colégio	54
	VIII.1. 1 Histórico	54
	VIII. 1. 2 Quadro Funcional	54

VIII. 1. 3 Espaço Físico 55

IX Proposta metodológica 61

IX.1 Metodologia de Pesquisa 66

IX.2 Apresentação das Aulas 66

IX.2. 1 Aula 1 66

IX.2. 2 Aula 2 67

IX.2. 3 Aula 3 68

IX.2. 4 Aula 4 71

IX.2. 5 Aula 5 73

IX.2. 6 Aula 6 75

IX.2. 7 Aula 7 80

X Resultados e Discussões 81

X.1 Comportamento dos alunos durante as aulas 81

X.2 Resultados e análise dos questionários 89

X.2. 1 Questionário com dados pessoais 90

X.2. 2 Questionários histórico-experimental 96

X.2. 2. 1 Questionário do experimento com as velas 96

X.2. 2. 2 Questionário da Teoria do flogisto e experimentos com óxido de ferro (III) e Magnésio 97

X.2. 2. 3 Questionário sobre o “ar fixo” e o “ar deflogisticado” 99

X.2. 2. 4 Questionário sobre a queima do papel e a da palha de aço 99

X.2. 2. 5 Questionário sobre a reação do bicarbonato de sódio e o vinagre 100

X.2. 2. 6 Questionários individuais 100

XI Considerações finais 106

Referências Bibliográficas **111**

Apêndice I **116**

Apêndice II **117**

Lista de Figuras

FIG. VII.1 – Imagem da Cuba pneumática utilizada por Stephen Hales..... 39

FIG.V III.1 Foto da Entrada da Escola..... 55

FIG. VIII. 2 Foto 2 do Pátio descoberto com a quadra ao fundo..... 55

FIG.VIII. 3 Foto do outro lado do Pátio descoberto 56

FIG.V III.4 Foto do Pátio coberto..... 56

FIG. VIII.5 - Foto do 2º pavimento (lado esquerdo)..... 57

FIG. VIII.6 – Foto do 2º pavimento (lado direito)..... 57

FIG. VIII.7 - Foto da Sala Multimídia..... 57

FIG. VIII.8 – Foto da Sala Multimídia (outro ângulo)..... 57

FIG. VIII.9 - Foto da Sala de aula..... 57

FIG. VIII.10 - Foto da Sala de aula (outro ângulo)..... 57

FIG. VIII.11 - Foto da Porta do Laboratório de Ciências..... 58

FIG. VIII.12 - Foto do Micro laboratório..... 59

FIG. IX.1- Foto das duas velas iguais acesas..... 67

FIG. IX..2 - Foto das duas velas tampadas com copos diferentes..... 67

FIG. IX. 3 - Foto do Início de Queima do Magnésio 70

FIG. IX. 4 – Foto do Final da Queima do Magnésio 70

FIG. IX. 5 Produto da - Foto do Queima do Magnésio..... 70

FIG. IX. 6 - Foto da Observação do produto sendo atraído pelo imã 71

FIG. IX. 7- Foto da balança vazia 74

FIG. IX. 8 - Foto da balança com duas folhas de papel 74

FIG. IX. 9 - Foto da balança com Bombril antes da queima..... 75

FIG. IX. 10 - Foto da balança com Bombril após a queima 75

FIG. IX. 11 – Foto da Aluna na balança com vinagre na garrafa e Tubo de ensaio com Bicarbonato de sódio 78

FIG. IX. 12 – Foto da reação do vinagre com o bicarbonato de sódio na garrafa sem tampa 78

FIG. IX. 13 - Foto da aluna na balança com a garrafa tampada 79

FIG. IX. 14 - Foto da Garrafa com tubo de ensaio após a reação do vinagre com o bicarbonato de sódio 79

Capitulo I – Introdução

Este trabalho é uma tentativa de melhorar o ensino de Química de uma Escola Pública Estadual, tendo em vista a grande evasão escolar, o baixo desempenho dos alunos, especificamente nas áreas científicas e principalmente em Química, e a falta de interesse dos estudantes pelos estudos. Realizou-se uma pesquisa onde o foco principal foi trabalhar com a história da ciência, abordando a história da Química no século XVIII. Um dos objetivos da abordagem histórica foi demonstrar para os estudantes como a ciência foi construída ao longo dos séculos e como se pode aplicar os conteúdos abordados no cotidiano, tentando fazer com que esses alunos adquiram um conhecimento científico significativo.

Essa pesquisa consiste na utilização de uma abordagem histórica em conjunto com a experimentação como proposta de melhoria do ensino de Química em um curso regular noturno de Ensino Médio em uma Escola Pública Estadual do Rio de Janeiro. O problema que tentaremos responder será: Uma abordagem histórica com a utilização de experimentos no ensino da química possibilita aos estudantes da rede pública estadual maiores envolvimento e compreensão dos temas trabalhados?

Nessa pesquisa não houve a preocupação de se seguir a sequência dos conteúdos que estão nos livros didáticos e no currículo mínimo exigido pela Secretaria de Educação do Estado do Rio de Janeiro (SEEDUC). No lugar disso, foram levados em consideração os conceitos que envolviam o momento histórico escolhido para ser trabalhado (século XVIII), partindo de um determinado assunto conseguiu-se desenvolver os conceitos desejados, pois com a abordagem contextualizada não houve necessidade de muitos pré-requisitos, desse modo, mesmo se o aluno não tivesse aprendido muito bem os conteúdos abordados nas séries anteriores, conseguiriam acompanhar as discussões ocorridas durante o desenvolvimento das aulas.

Na investigação houve a apresentação das principais teorias químicas desenvolvidas no século XVIII, descrevendo o momento histórico em que o Iluminismo ganhou força na Europa, principalmente na França, mostrando sua importância no desenvolvimento científico desse século.

O objetivo da apresentação das teorias químicas em sala de aula foi mostrar como a ciência se desenvolveu nesse período, desde o estudo dos “ares”, passando pela concepção da Teoria do flogisto até o nascimento da Química moderna, visando uma compreensão maior da construção do conhecimento científico.

A pesquisa tem abordagem qualitativa, onde foram analisadas duas turmas do 3º ano do Ensino Médio do curso regular noturno, em uma escola da rede Pública Estadual do Rio de Janeiro localizada na Zona norte do município do Rio de Janeiro, participaram do processo 39 alunos, sendo 25 estudantes da turma 3001 e 14 da turma 3002.

O trabalho foi aplicado em várias etapas e maneiras diferentes, aulas expositivas sobre o desenvolvimento das Teorias Químicas do século XVIII, demonstrações simulando experiências históricas, debates entre os alunos em seus respectivos grupos e entre a turma toda e questionários relacionados às aulas, aos experimentos e à construção científica.

Um dos fatores que motivou a investigação foi a observação de que os conteúdos de Química muitas vezes, quando são abordados em sala de aula, geralmente são aplicados da forma tradicional, ou seja, de modo direto, o professor explica um determinado conteúdo e depois ensina como aquele assunto é aplicado nos exercícios. Se os estudantes conseguem resolver os exercícios propostos, acredita-se que o conceito ensinado foi assimilado. Em alguns casos, mesmo quando um aluno acerta todos os exercícios propostos ele não consegue entender o significado daquele conceito, pois o fato de acertar as respostas não quer dizer que houve aprendizado. Quando um conceito de química é utilizado apenas para a resolução de exercícios e/ou a aprovação no final do ano letivo, os estudantes podem imaginar que a Química é uma ciência abstrata e que não tem relação com seu dia a dia.

Se um professor transmite um determinado conteúdo da forma tradicional, onde o aluno apenas absorve a matéria sem poder analisar e discutir sobre o que está sendo transmitido, pode-se considerar que em alguns casos, esse aprendiz somente recebeu a informação, mas não conseguiu aprender ou quando aprende não consegue visualizar nada de concreto daquele determinado conceito. Os estudantes atuais não devem ser “depósito de informações” e os conteúdos abordados não devem servir apenas para acúmulo de conhecimento, pois a interação docente-discente torna-se importante para que os alunos construam seu próprio conhecimento, podendo aplicá-lo em seu cotidiano quando necessário.

Para que os estudantes realmente compreendam um determinado conceito, não é necessário apenas que resolvam os exercícios propostos. Além disso, é preciso que saibam para que serve a resolução desses exercícios e como podem aplicar os conteúdos abordados fora dos problemas propostos, mostrando a importância do desenvolvimento da ciência para que se tenha uma melhora da qualidade de vida. Se a matéria exposta pelo professor não está associada a qualquer situação que seja útil na visão do aluno, o ensino pode não ter qualquer significado para o mesmo.

Um conteúdo que pode ser considerado pelos professores de fácil assimilação, pelo fato dos exercícios exigirem apenas resoluções de problemas e a formação de reações químicas onde os produtos resultantes dessas reações são bem parecidos, é a *Lei da conservação das massas* junto com as *Reações de combustão*.

Normalmente, os docentes de Química consideram o conteúdo de Reações Químicas (exemplo: combustão) e Conservação das massas fundamental para o ensino de Química, e acreditam que seja um conteúdo simples que os estudantes aprendem facilmente, talvez por considerar o assunto relevante somente para o equilíbrio de equações e as leis ponderais, mas geralmente observa-se uma grande dificuldade dos estudantes diante desse conteúdo na hora de aplicar esse conceito fora dos exercícios (PAIXÃO e CACHAPUZ, 2003).

Se o aluno não entender o conceito de conservação das massas, fica muito difícil a compreensão de grande parte dos conteúdos ensinados na Química e alguns da Física e da Biologia, como exemplo: reações químicas, lei ponderais, teoria atômica, relações estequiométricas, concentrações, etc.

Uma proposta para melhorar o ensino e a aprendizagem de Química é a utilização da análise histórica e epistemológica da construção do conhecimento científico. Através dessa análise, pode-se demonstrar as concepções controversas que ocorreram no século XVIII, mostrando a evolução da Química naquele século, relacionando-a com as condições culturais, políticas e sociais daquele momento.

Nos últimos anos, a utilização da História e Filosofia da Ciência (HFC) em sala de aula foi recomendada por diversos pesquisadores, e um de seus objetivos, é trabalhar de forma adequada com os conceitos de HFC para que haja uma educação científica de qualidade dando base para que os estudantes possam desenvolver um pensamento crítico e participativo na construção de conhecimentos científicos (FORATO, 2011; MARTINS, 2007; PAIXÃO e CACHAPUZ, 2003; GIL PÉREZ et al, 2001; MCCOMAS, 2008; MATTHEWS, 1995).

A abordagem histórica em sala de aula torna-se importante para que algumas visões científicas sejam ampliadas de modo que a ciência seja demonstrada dentro de contextos sociais, políticos e econômicos. Outro fator considerado relevante quando se trabalha com História da Ciência é a desconstrução de algumas concepções errôneas sobre a ciência, como por exemplo, a ideia de que a ciência é perfeita, onde nenhum pesquisador nunca errou, ou que uma determinada “verdade” não pode ser refutada em nenhum momento, ou até mesmo que os cientistas são gênios.

Algumas pesquisas apontam que a história da ciência quando bem aplicada ajuda a melhorar o ensino de ciências em diversos aspectos. Apesar disso, sabe-se que trabalhar com História da Ciência é uma dificuldade e que existem muitos obstáculos no caminho (FORATO, 2011; MARTINS, 2007; PAIXÃO e CACHAPUZ, 2003; GIL PÉREZ et al, 2001; MCCOMAS, 2008; MATTHEWS, 1995). Mesmo assim, optou-se por utilizar a abordagem histórica por motivos diversos, como exemplo, o curto prazo para dar os conteúdos exigidos no currículo mínimo apresentado pela SEEDUC - RJ, considerando que o século trabalhado atingiu boa parte dos conteúdos desse currículo.

A dificuldade que os alunos têm em aprender Química, quando requer a utilização da matemática também influenciou para que fosse utilizada uma abordagem histórica, pois quando a parte “matemática” é trabalhada de forma construtiva, onde os estudantes conseguem relacionar algo de concreto nas “contas” o interesse pelas aulas aumenta, fazendo com que o desânimo com que esses estudantes chegam à sala de aula, seja amenizado e as aulas fiquem mais interessantes.

Quanto à experimentação, pode-se avaliar que a concepção experimental onde o professor aborda o conteúdo e utiliza a experiência para verificar fatos já comprovados é uma estratégia que pode ajudar nas aulas fazendo com que ocorra uma motivação pelos estudos, mas o fato da aula ser mais dinâmica não quer dizer necessariamente que tenha ocorrido uma aprendizagem efetiva.

O educando pode gostar do fenômeno mostrado e entender a explicação dada pelo professor, esse tipo de processo experimental é um método válido para que as aulas sejam mais instigantes, porém nem sempre ocorre a construção do conhecimento, pois se o docente faz a experiência e depois transmite todas as explicações do que aconteceu sem tentar fazer com que os estudantes utilizem o raciocínio, sem perguntar como, por que e para quê, foi feito aquele determinado experimento, talvez esses alunos não consigam refletir sobre o assunto e aceitem a colocação do educador sem expor alguma opinião, nesse tipo de aula não é desenvolvido o pensamento crítico-reflexivo nos estudantes.

Uma proposta para que a experimentação seja trabalhada de modo mais eficaz onde os discentes consigam construir seus conhecimentos e consequentemente o aprendizado seja mais eficiente é utilizar a História da Química em conjunto com os experimentos demonstrando como ocorreu a desenvolvimento científico.

Nessa investigação, a História da Ciência foi utilizada para problematizar questões do cotidiano trazendo uma melhor compreensão da natureza da ciência assim como o desenvolvimento do conhecimento científico.

A experimentação foi utilizada como forma de instigar o “espírito científico”, foram simulados alguns procedimentos realizados por pesquisadores no século XVIII, onde o objetivo foi problematizar algumas das experiências para que os grupos trabalhassem como se fossem os estudiosos daquela época.

Ao final do trabalho foi observado que ocorreu uma melhora na participação dos estudantes nas aulas de Química, sendo proporcionado um aumento no rendimento escolar dos mesmos, porém não muito grande, levando-se em consideração que problemas de ordem econômica, política e social colaboram para o baixo rendimento e a melhora não dependa somente da metodologia aplica em sala, pois acredita-se que a abordagem histórico-experimental contribuiu um pouco para abrandar as barreiras que existem no Ensino de Química nessa Unidade Escolar.

Capitulo II – Ensino de Química

Atualmente, não é mais aceitável que o ensino de Química seja abordado de modo tradicional e tecnicista, onde o professor apresenta as fórmulas e regras no quadro e os alunos recebem o conhecimento de forma passiva, tentando decorar o que foi explanado. Muitas vezes conseguem, mas em sua maioria, mesmo decorando não sabem o que significa cada uma dessas regras, para que serve cada fórmula ou onde vão aplicar aquele conteúdo em seu cotidiano.

Alguns estudos mostram que ensinar Química com a preocupação de “injetar” todo o conteúdo dos programas “carregados” na cabeça dos alunos, “tentando” formar especialistas em ciências, não é uma boa tática para que os estudantes aprendam e se interessem pela Química, pois se forem inseridos uma quantidade excessiva de conteúdos nas aulas, pode ser que os alunos tentem decorar os conceitos, sem entender para que servem, fazendo com que esses conceitos não tenham significado, desestimulando o aprendizado dessa disciplina (SANTOS e SCHNETZLER, 1996).

A Química ensinada nos dias atuais não pode ser mais aquela em que o professor “deposita” o conteúdo na cabeça dos estudantes como se o docente fosse o dono da sabedoria e os alunos não fossem seres pensantes, devendo aceitar tudo o que é dito pelo educador sem direito à “reclamação”.

Deve-se levar em consideração que o papel do professor não é transmitir informação e sim mediar e facilitar a aquisição de conhecimento para os educandos, utilizando ferramentas para desenvolver a construção do aprendizado, sem haver pressão para o aluno decorar tudo que foi trabalhado naquela aula. A expectativa é de que o estudante tenha entendido os principais conceitos sabendo onde e como utilizá-lo em seu cotidiano.

Todavia, o ensino de Química adequado não se restringe somente a aquisição de conceitos. Se não houver o desenvolvimento de determinadas habilidades e competências para que o aprendiz possa utilizá-las em seu cotidiano, além dos muros da escola, o ensino não tem muito valor.

A aquisição de conhecimento não acontece através da simples transmissão de informações em que o educador expõe os conteúdos e os alunos assimilam sem se posicionar e sem dar opinião sobre os conceitos abordados. Esse método de ensino/aprendizagem no qual as regras e fórmulas são apresentadas pelo professor ou então, se utiliza experimentos com o objetivo apenas de comprovar algo que foi trabalhado, sem contextualização, não

proporciona aos aprendizes uma reflexão, sendo assim esses critérios de ensino são pouco válidos.

Com essa metodologia tradicionalista, a ciência é apresentada como se estivesse distante dos alunos. Desse modo, pode-se caracterizar que os conteúdos abordados estão esgotados, sendo o produto científico acabado e inquestionável onde somente grandes "gênios" podem explicar os fenômenos apresentados. Não se deve trabalhar a ciência desse modo simplista e ingênuo, pois assim dá a impressão de que a produção científica é feita por acaso, sem precisar de muitos estudos para a explicação dos fenômenos observados.

A disciplina Química sempre foi destacada, pela maioria dos estudantes, como uma disciplina de difícil entendimento e que "não serve para nada", sendo caracterizada muitas vezes como sinônimo de destruição, pois algumas pessoas acreditam que onde tem "produtos químicos" há algo de ruim. Por exemplo, se na embalagem de um determinado produto está escrito "produto natural" muitos indivíduos pensam que significa que não há "química" e consequentemente esse produto fará bem, mas se existisse "química" faria mal. Para que esse pensamento de que essa disciplina não tem utilidade seja desconstruído, é necessário que a abordagem utilizada em sala de aula seja feita de modo diferenciado.

Constantemente alguns estudantes se perguntam: Para que estou estudando essa disciplina? Ou, o que mudará em minha vida se eu conseguir decorar essas fórmulas e regras? Em certo ponto, pode-se dar razão aos discentes quando estes questionam coisas dessa categoria, pois quando não é demonstrada a utilidade do aprendizado não há sentido em "perder" tempo estudando o que não terá serventia para a vida do cidadão. Porém, se o ensino for apresentado de modo significativo, onde o educando consegue verificar a importância de cada conceito, relacionando-os com os interesses sociais, dessa forma, fica mais expressivo o aprendizado.

Para que o ensino de Química seja mais valorizado pelos aprendizes é necessário que estes consigam relacionar o estudo desta disciplina com o seu cotidiano, onde possam entender de forma contextualizada, os aspectos políticos, econômicos e sociais que influenciam as pesquisas científicas, fazendo com que às aulas tenham mais relevância. Sendo assim, (MORTIMER e SANTOS, 1999) enfatizam que *"para alcançar o objetivo de formação para o exercício da cidadania, torna-se essencial discutir as dimensões sociais, ambientais, tecnológicas, políticas, éticas e econômicas do conhecimento científico no ensino médio". Desse modo*, a motivação para a participação nas aulas aumentará, mostrando que o aprendizado científico não é importante somente para os estudiosos da ciência e sim para qualquer cidadão.

O docente de química não deve se preocupar em fazer com que os discentes memorizem diversos nomes e fórmulas de substâncias, o que se sugere é trabalhar com a realidade de cada escola e/ou estudantes fazendo com que a Química deixe de ser uma disciplina abstrata e passe a ter sentido na vida dos aprendizes.

É necessário mostrar para os discentes os motivos econômicos, tecnológicos e sociais que levam ao estudo da Química, demonstrando o desenvolvimento da mesma, que colabora com a melhoria das condições de vida através de desenvolvimento de produtos úteis à sociedade.

O ensino de Química apresentado como se os discentes fossem futuros cientistas não é uma forma adequada de demonstração dos conceitos científicos. Essa disciplina deve ser trabalhada de forma que os estudantes consigam analisar criticamente tudo que lhe é apresentado, associando os conteúdos trabalhados ao universo social e percebendo que esse conhecimento constitui uma atividade sócio-cultural, submetida às pressões políticas e econômicas onde sofre interferência de toda a sociedade.

Os aprendizes devem assistir às aulas de Química com a consciência de que o estudo dessa disciplina possibilita a resolução de problemas cotidianos em suas vidas pessoais e em alguns casos, soluciona transtornos na sociedade, mostrando que as matérias de ciências, de modo geral, não servem apenas para passar no exame, no final do ano, pois será útil para além dos muros da escola, não só nesse momento como para toda vida, ou seja, o estudante precisa entender que esses conceitos trabalhados o favorecerão em sua formação como cidadão e não somente como um mero estudante.

Seguindo essa vertente, (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2002), relatam que “uma das funções do ensino de Ciências nas escolas fundamental e média é aquela que permita ao aluno se apropriar da ***estrutura do conhecimento científico e de seu potencial explicativo*** e transformador”. Sendo assim, as aulas de química devem servir como ferramenta para transformar os estudantes em cidadãos com capacidade de julgar conscientemente situações políticas, sociais e econômicas.

Desse modo, é importante salientar ao educando que as pesquisas científicas são controladas por planos políticos e econômicos, sendo direcionadas para o campo de conhecimento de interesse empresarial e governamental de cada época.

Abrir espaço para que os aprendizes questionem o que está acontecendo ou para que possam relacionar o contexto apresentado com seu cotidiano e a história do seu tempo é uma

boa estratégia para que os educandos reflitam sobre situações diferenciadas em sala, onde possam relacionar o aprendizado escolar com a vida fora dos muros da escola.

Quando conceitos científicos são inseridos nas aulas, deve-se lembrar de que os estudantes são pessoas com desejos, dificuldades e capacidades diferenciadas. Desse modo, o educador tem que estar atento para todas essas diversidades, sabendo conduzir a aula de forma que a maioria da turma participe. Aulas direcionadas apenas para aqueles alunos que têm facilidade para aprender ou para os que gostam da disciplina, onde a maioria da turma não consegue acompanhar, não despertam o interesse e a curiosidade dos outros alunos com dificuldade, nem dos que não apreciam a Química, deixando o ensino a desejar.

Trabalhar de forma contextualizada onde a maioria dos alunos participa das aulas e consegue se relacionar com o mundo exterior, aumenta o desejo de aprender, superando as dificuldades do alunado e capacitando-o a tomar decisões em seu cotidiano.

Demonstrar para o alunado que a Química não está exclusivamente no espaço escolar e que não são apenas os estudiosos dessa ciência que precisam ter algum domínio de determinados conceitos, torna-se uma forma de estimular o aprendizado acabando com a impressão de que essa disciplina serve somente para passar no vestibular. Sendo assim, (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2002) enfatizam que *"A ciência faz parte do repertório social mais amplo, pelos meios de comunicação, e influencia decisões éticas, políticas e econômicas, que atingem a humanidade como um todo e cada indivíduo particularmente."*

Um dos fatores da falta de motivação que os estudantes têm em relação ao ensino de Química é a grande quantidade de assuntos trabalhados, pois dependendo do tipo de alunado e/ou da localização da escola, alguns conteúdos não são pertinentes, podendo o professor utilizar mais tempo da aula para abordar um determinado conceito, deixando de trabalhar outro que não tem nenhuma relação com a realidade daqueles estudantes, contribuindo para uma visão concreta da necessidade do ensino de Química. Outro fator importante é o vínculo que esta disciplina tem com a matemática e a física onde os aprendizes encontram muitas dificuldades e na maioria das vezes acreditam que estas disciplinas sejam abstratas.

Alguns estudantes só associam que a Química é importante porque pretendem fazer alguma carreira ligada a mesma. Porém, outros acreditam que só tem utilização por ser cobrada em concursos. Poucos percebem que aprender alguns conceitos de ciências de forma geral, não só de Química, torna-se fundamental para que haja transformações nas atitudes dos seres humanos, gerando uma melhor qualidade de vida.

Mas afinal, para que se ensina Química?

Segundo (CARDOSO e COLINVAUX, 2000),

> *"O estudo da química deve-se principalmente ao fato de possibilitar ao homem o desenvolvimento de uma visão crítica do mundo que o cerca, podendo analisar, compreender e utilizar este conhecimento no cotidiano, tendo condições de perceber e interferir em situações que contribuem para a deterioração de sua qualidade de vida".*

As aulas de Química têm como objetivo, capacitar os estudantes para que esses consigam com argumentos plausíveis, participar ativamente de tomadas de decisões na sociedade. Como por exemplo, saber se determinado produto pode ser utilizado e/ou manuseado por qualquer pessoa e de qual forma. Qualificar os estudantes de modo que o aprendizado seja permanente. Utilizar os ensinamentos para diminuir os efeitos de produtos químicos no meio ambiente. Saber interpretar se as informações publicadas na mídia estão corretas, de modo que consiga integrar os conceitos aprendidos em sala com as implicações sociais, são alguns dos objetivos do ensino de Química na escola (PCN, 2002).

Seguindo essa vertente, é de extrema importância enfatizar a Química como atividade humana em construção, onde está sempre associada a aspectos sociais, econômicos e políticos (GALIAZZI e GONÇALVES, 2004).

Os estudantes têm que entender que a Química está bem próxima deles, como por exemplo, quando estão utilizando produtos de higiene e cosméticos em geral, quando estão se alimentando ou respirando, quando usufruem qualquer tipo de material, como roupas e remédios, quando estão próximos a qualquer parte da natureza como fogo, ar, água, plantas etc.

Sendo assim, para que a Química realmente seja concreta na vida de um estudante, no final do curso de ensino médio, ele deve ter a capacidade de entender a importância dela nas relações sócio-culturais identificando-a e relacionando-a com os fenômenos do seu dia a dia, de forma que a separação estudo de Química na escola e fenômenos químicos do cotidiano não exista mais na concepção dos mesmos, fazendo com que o ensino seja efetivamente significativo.

Capitulo III – Abordagem Histórica da Ciência

III.1 Importância da Abordagem Histórica

A utilização da história e epistemologia da ciência tem sido foco em diversas pesquisas educacionais. Essa abordagem tem como um dos objetivos permitir que os estudantes entendam a ciência como uma construção de conhecimentos de modo que possam discutir aspectos da natureza da ciência (FORATO, 2011; MCCOMAS, 2008; MARTINS, 2007; ALLCHIN, 2004; PAIXÃO, 2003; GIL PÉREZ et al., 2001; MATTHEWS, 1995).

Trabalhar com a ciência fazendo com que visões científicas sejam ampliadas e abordadas dentro de contextos políticos, econômicos e sociais, é um método importante para o desenvolvimento do ensino de ciência.

Quando se utiliza contexto histórico nas aulas de Química, torna-se mais fácil demonstrar o processo científico ocorrido ao longo dos tempos, auxiliando os discentes na compreensão da natureza da ciência e gerando melhor entendimento dos fenômenos científicos abordados nas aulas.

O ensino com abordagem histórica ajuda a nortear as aulas de Química viabilizando ao aprendiz a capacidade de refletir e argumentar sobre melhorias na sociedade como um todo. A HC pode despertar a curiosidade e consequentemente aumentar o interesse dos alunos em relação aos estudos de ciência, auxiliando na compreensão da origem dos conceitos.

Com o objetivo de fazer com que o educando compreenda a construção sócio-histórica do desenvolvimento científico, torna-se indispensável que se tenha uma proposta de utilização da História da Ciência bem estruturada. Para isso, selecionar os conteúdos abordados de forma que os propósitos pedagógicos, com objetivo de discutir a Natureza da Ciência (NDC), sejam trabalhados de modo que haja a construção do saber é fundamental. A ciência deve ser apresentada de forma problematizadora, sem atrapalhar o tempo disponível das aulas para que a HC não seja mais um conteúdo, mas seja uma forma de abordar a ciência (FORATO, MARTINS, PIETROCOLA, 2009).

Para que as aulas de Química sejam mais instigantes, uma discussão envolvendo aspectos históricos mostrando todo impacto socioeconômico que envolve as pesquisas científicas, levantando questões ética e alertando que apenas a visão de aumentar os lucros muitas vezes é prejudicial à sociedade desenvolve uma atitude crítica nos estudantes de forma que se tornem cidadãos mais reflexivos.

Segundo (BRAGA, GUERRA e REIS, 2004), “uma abordagem histórico-filosófica consistente faz com que se entenda a ciência como um conhecimento objetivo e promissor, que permite ao homem, com limites, conhecer a natureza”, ou seja, a História da Ciência mostra o desenvolvimento científico com uma visão diferenciada do ensino tradicional, organizando os conceitos onde os estudantes ampliam seus conhecimentos de forma construtiva.

A abordagem histórica no ensino de ciência não serve apenas para estudar conteúdos científicos, pois ajuda também a dar suporte para que haja uma reflexão sobre o que ocorreu e o que está acontecendo atualmente, fazendo com que os estudantes consigam ponderar suas atitudes em relação à sociedade (FORATO, 2011).

Através da abordagem histórica, pode-se explicar os fenômenos naturais discutindo que não há um único modo de se produzir ciência. Assim, demonstra-se sua relação com o constante desenvolvimento da sociedade e entende-se que os conceitos científicos são afetados por fatores históricos e sociais onde estão inseridos, ou seja, sinaliza-se que a ciência não é socialmente neutra.

Desconstruir a imagem de que todo cientista ou professor de ciências é maluco e que vive isolado da vida social, sem ter contato com o mundo externo ao seu trabalho, é outra vantagem da utilização de conceitos históricos nas aulas de ciência. Torna-se de extrema importância sinalizar para o discente a desmistificação de que os estudiosos de ciência não se envolvem com questões políticas, econômicas e sociais, indicando que são pessoas normais e iguais às outras com vontades e desejos idênticos aos indivíduos com outras profissões.

Entender que o processo de evolução da ciência não é realizado apenas por um “gênio” e sim por vários pesquisadores que trabalham de forma cooperativa e que em muitos momentos seus resultados são controversos pode ser outra vantagem do uso da história da ciência em sala de aula, pois em determinados momentos a imagem que os alunos têm dos pesquisadores é de que são verdadeiros heróis que de uma hora para outra conseguiram “achar a fórmula mágica para salvar o mundo”, com o trabalho histórico consegue-se desfazer essa visão ingênua (GIL PÉREZ et al., 2001).

O contexto histórico pode ser utilizado para evidenciar que o processo de construção científica não acontece de forma linear, ou seja, as concepções passadas não são encadeadas como se em algum momento, obrigatoriamente, as conclusões atuais fossem surgir de forma exata e finalizada, sem poder ocorrer alguma modificação em qualquer instante a partir da “nova teoria certa”.

Desse modo, consegue-se demonstrar que para se chegar ao desenvolvimento atual sucederam-se diversas crises e revoluções científicas, onde (KUHN, 2007) explica que "considera revoluções científicas aqueles episódios de desenvolvimento não-cumulativo, nos quais um paradigma mais antigo é total ou parcialmente substituído por um novo". Sobre esse aspecto, pode-se enfatizar que dependendo de cada época, intercorreram novas concepções fazendo com que a comunidade científica tivesse uma visão de mundo diferenciada da visão aceita até aquele momento, segundo (KUHN, 2007), "Na medida em que seu único acesso a esse mundo dá-se através do que veem e fazem, poderemos ser tentados a dizer que após uma revolução, os cientistas reagem a um mundo diferente", isso ressalta que na ciência nada está finalizado, podendo ter quebra das concepções atuais a qualquer momento.

Uma aula construída com abordagem histórico-filosófica da ciência deve envolver os discentes em uma discussão onde fatos são apresentados gerando questões filosóficas, esse tipo de estratégia é uma forma concreta de se trabalhar a natureza da ciência. Essa abordagem aplicada em um curso específico de ciências da natureza torna-se mais proveitosa, pois as discussões estão voltadas para a respectiva área e não dedicada às humanidades, contribuindo para que os aprendizes tenham maior interesse nas abordagens históricas e epistemológicas (EL-HANI, 2006).

A apresentação de episódios históricos e discussões filosóficas, ajuda a entender o processo científico e a causa de cada "revolução", dentro de contextos político, econômico e social, sendo assim uma forma diferenciada de empreender as aulas de ciências da natureza, podendo aumentar o interesse e a compreensão de determinados conceitos, que em muitos casos, os estudantes têm grande dificuldade de entendimento, esse tipo de abordagem facilita a aprendizagem e muitas vezes, aumenta o interesse pela ciência de modo geral.

Pesquisas apontam que utilizar a História da Ciência em sala de aula traz muitos benefícios pedagógicos, e quando esta é aplicada adequadamente, ajuda a melhorar o ensino de ciências em diversos aspectos (FORATO, 2011; MARTINS, 2007; ALLCHIN, 2004, PAIXÃO, 2003; GIL PÉREZ et al, 2001; MCCOMAS, 2008; MATTHEWS, 1995). Porém, sabe-se que na prática, existe uma grande dificuldade de se trabalhar com abordagem histórica, tendo o docente que ultrapassar alguns obstáculos para que esse método seja utilizado de forma promissora.

Um obstáculo essencial a ser ultrapassado é não permitir que a História da Ciência seja um acréscimo e nem uma substituição de conteúdos no programa de ciências da natureza, ela deve ser usada como suporte para a melhoria das aulas e não como um fardo, sobre esse aspecto, (MARTINS, 2006) escreveu que "A história das ciências não pode substituir o ensino

comum das ciências, mas pode complementá-lo de várias formas". Isso significa que não se pode utilizar a história como um conteúdo a mais e sim como uma metodologia diferenciada para o ensino das ciências naturais.

Sendo assim, deve-se tomar cuidado para que a história seja trabalhada de forma adequada, mas qual seria a forma correta de se utilizar a abordagem histórica? Sobre essa vertente, (ALLCHIN, 2004) escreveu que existe diferença entre história da ciência, pseudo – história e falsa história, quando a história é empregada com evidentes sinais de "romantização", os personagens sãos perfeitos, os experimentos mostrados são crucias e as descobertas são individualizadas, não se está trabalhando com história e sim com pseudo – história. Se a história for apresentada como "historinhas engraçadas" em que o fato não ocorreu, isso é uma falsa história. Para se trabalhar adequadamente com História da Ciência é indispensável que ocorra uma integração com a Natureza da Ciência, valorizando a construção do conhecimento científico, de forma que facilite a compreensão de conceitos, modelos e teorias, e não utilizando a história como se tudo fosse perfeito e maravilhoso, onde só os "gênios" conseguem alcançar as grandes construções científicas.

Mesmo se a história tiver uma abordagem adaptada para cada ambiente escolar, utilizar falsa história ou pseudo-história pode causar prejuízos na educação científica, pois a distorção dos fatos muitas vezes faz com que os estudantes tenham visões errôneas da História da Ciência.

Evitar organizar apenas os acontecimentos que deram "certo", parecendo que a construção da ciência é muito fácil e que em nenhum momento houve repetição e erro nessa construção é um fator importante para que se tenha uma abordagem histórica de qualidade, pois (MARTINS, 2006) relata que

> *"O estudo adequado de alguns episódios históricos permite compreender as interrelações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, mostrando que a primeira não é coisa isolada de todas as outras mas sim faz parte de um desenvolvimento histórico, de uma cultura, de um mundo humano, sofrendo influências e influenciando por sua vez muitos aspectos da sociedade".*

Nas aulas com abordagem histórica deve ser evitada a descrição pura e simples dos fatos, desse modo pode parecer que o estudo de ciência é atemporal, surgindo de uma hora para outra e sem nenhuma relação com o mundo fora da ciência. O que se torna importante nesse tipo de abordagem é a discussão sobre o desenvolvimento científico relacionado ao contexto político, econômico e social daquele período. Desse modo os alunos conseguem ter uma visão crítica da ciência, discutindo sobre as teorias aceitas em cada época, assim como os fatores que fizeram com que fossem refutadas em dado instante.

Outro erro que não deve ser cometido é a apresentação do passado com valores e crenças mediante padrões do presente, esse anacronismo é condenado nos contextos históricos científicos (ALLCHIN, 2004; FORATO, MARTINS e PIETROCOLA, 2011).

Mostrar que os trabalhos científicos não reproduzem uma única verdade, e que não existe nenhuma "fórmula milagrosa" ou "método científico" de se fazer ciência, identificar que a mesma está em constante transformação é outro benefício que a História da Ciência discutida em sala traz para o aprendiz.

Verifica-se que os obstáculos para que a História da Ciência seja abordada de forma adequada são muitos, como exemplo: A falta de material didático histórico disponível de boa qualidade sobre os assuntos relacionados aos conteúdos abordados, a adequação da linguagem nos poucos materiais existentes, a deficiência das aulas nos cursos de graduação e a carência de professores especializados, são fatores que contribuem com as dificuldades de se utilizar a HC em sala de aula.

Quando se menciona material didático de boa qualidade, está se referindo àqueles que não contêm informações históricas erradas, onde a linguagem é simples e clara, porém, sem simplificação, de modo que todos os detalhes relevantes, como todo o processo científico com suas bases experimentais seja apresentado.

Em relação à formação de professores, (MARTINS, 2007) descreve que:

> *"vários cursos de Licenciatura das áreas científicas, nos últimos anos, têm contemplado a questão de HFC, seja por intermédio de uma disciplina específica que trate de conteúdo histórico e filosófico, seja de modo mais "disperso", em que esses elementos encontram-se presentes no róis de conteúdos de outras disciplinas, em seminários etc.".*

Atualmente, em grande parte dos cursos de graduação de ciências da natureza existe na grade curricular alguma disciplina relacionada à história, porém algumas dessas aulas não demonstram como o futuro profissional deve trabalhar com conteúdos histórico-filosóficos, o que acontece, em geral, é a apresentação da história sem nenhuma preocupação com a construção do conhecimento. Isso se deve a falta de docentes qualificados em muitas das universidades.

Para que esse problema seja amenizado (FORATO, MARTINS e PIETROCOLA, 2011) escreveram que:

> *"mesmo considerando que não se pretende transformar o professor em historiador ou epistemólogo da ciência, é possível desenvolver ações que busquem fornecer-lhe elementos para lidar com os desafios dos usos da HFC em ambiente escolar, principalmente durante sua formação inicial e em projetos de extensão voltados à formação continuada de professores em serviço".*

Entretanto, o fato do estudante de licenciatura fazer uma disciplina com conteúdos de HFC ou o professor em serviço que aperfeiçoar sua formação através de cursos que contemple a HFC, mesmo que sejam de qualidade, não garante que esses futuros profissionais e profissionais em serviço utilizarão a abordagem histórica em suas aulas, e caso trabalhem com HFC não necessariamente irão usá-la de forma adequada.

Muitos professores e licenciandos acreditam que seja importante aplicar a HFC nas aulas de ciência da natureza, porém sabem que não é uma tarefa fácil de concluir. Para que a HFC seja empregada da maneira adequada, exige-se que o educador dedique-se mais do que o normal, que tenha muita força de vontade e que possa contar com a boa vontade dos alunos em participar da aula diferenciada (MARTINS, 2007).

Para outros docentes, a proposta de aplicação da História da Ciência não é tão importante quanto um “conteúdo”, tratam, portanto a História como se fosse algo a mais e não uma estratégia metodológica (MARTINS, 2007).

Muitas vezes, a falta de tempo disponível para o preparo de aulas diferenciadas, torna-se um problema para que profissionais da educação, mesmo com formação adequada em HFC, utilizem esse tipo de abordagem em suas aulas. O professor naturalmente precisa dispor de um período para planejar suas aulas, entretanto quando se trata de abordagem histórica o tempo necessário é maior, pois as aulas tradicionais já estão “organizadas” na mente do educador, tendo este que ajustá-la apenas em função de alguns fatores como: pedagogia da escola, tipo de aluno, tempo de aula, etc., se o profissional trabalha no colégio por muitos anos, esses fatores já estão superados.

Sendo assim, as aulas organizadas com o uso da História da Ciência são relativamente novas, precisando o docente, de maior período para planejamento, onde muitas vezes, os professores não dispõem desse tempo, devido aos vários colégios em que a maioria trabalha.

Uma barreira difícil de ultrapassar, não só quando se emprega a HC como em qualquer tipo de estratégia pedagógica, é a falta de interesse dos discentes em adquirir conhecimento, sendo um dos objetivos dessa pesquisa fazer com que os estudantes se interessem mais pelos estudos.

Tentou-se através de fatos históricos desenvolver o raciocínio dos educandos, contribuindo para o melhor entendimento da ciência, tendo como consequência mais dedicação aos estudos, pois se eles não conseguirem aprender a escola fica sem significado, e o interesse diminui, causando a evasão escolar.

Convencer às coordenações das escolas e às vezes aos próprios alunos, que estão apegados ao ensino tradicional, cheio de fórmulas e nomes para decorar e cálculos para resolver, de que a abordagem histórica é muito mais rica, fazendo com que o estudante construa o seu conhecimento de forma reflexiva, e portanto, deixando o aprendizado mais interessante, consiste em ultrapassar alguns obstáculos que esses profissionais encontram para a realização de aulas com abordagem histórica no ensino médio.

Apesar dessa barreira ser difícil de ultrapassar, na maioria das escolas, principalmente nas particulares, no caso do local onde se realizou a pesquisa, não obteve-se nenhum obstáculo em relação à utilização da História da Ciência como proposta pedagógica, pois a escola onde aconteceu a investigação é pública e da rede estadual, não possuindo coordenador e nem orientador pedagógico, não há nenhuma exigência em relação à forma de aplicação dos conteúdos, sendo assim, o modo de inserção dos conceitos não causou nenhum constrangimento, nem da parte da direção da escola, nem dos alunos. Pelo contrário, a direção deu o maior apoio para a realização das aulas diferenciadas e os alunos em nenhum momento reclamaram, levando em consideração que é o normal, pois eles não costumam reivindicar quase nada, isto é, se a aula for com fórmulas e cálculos ou se for com abordagem histórica não faz diferença, esses educandos pouco protestam por alguma forma de apresentação dos conteúdos, o que é comum a todas as disciplinas.

Saber selecionar qual conteúdo histórico e em que momento usá-lo, adaptando para cada ambiente escolar, onde muitas vezes o tempo disponível em sala de aula é muito curto e insuficiente para abordá-lo, é um problema que o professor, mesmo que tenha uma boa formação nessa área, tem que enfrentar.

Mesmo com tantas dificuldades encontradas para se trabalhar com abordagem histórica, a proposta de utilização da mesma foi uma tentativa para que alunos de uma escola estadual fossem estimulados ao aprendizado, pois o que se percebe é que independente da disciplina, de modo geral, os educandos não têm interesse em aproveitar as aulas, frequentando as mesmas, eventualmente, apenas para conseguir o certificado do ensino médio.

Com a pesquisa esperou-se que o retorno em relação ao conhecimento e a interação professor-aluno-aprendizagem fossem muito mais ricos e consistentes do que nas tradicionais aulas onde o professor expõe a matéria e os estudantes absorvem o conteúdo de modo passivo. Tentou-se fazer com que a aula ficasse mais instigante e os alunos participassem ativamente demonstrando assim, que o conhecimento adquirido de forma mais consistente

melhora o interesse pelo aprendizado e consegue transformar os estudantes em cidadãos mais reflexivos.

III. 2 Seleção dos Conteúdos Abordados

Nessa pesquisa, os conteúdos foram selecionados, em parte, de acordo com o programa estabelecido na SEEDUC, dentro do que o professor/pesquisador atribuiu que seria de maior importância. Consciente dos contratempos encontrados na educação estadual noturna, onde o currículo mínimo dos conteúdos estabelecidos por esse órgão não pode ser cumprido totalmente, devido aos muitos obstáculos, optou-se por fazer uma seleção de modo que essa abrangesse a maior quantidade de conceitos necessários para a compreensão dos seguintes conteúdos: reações químicas, com maior ênfase nas reações de combustão, Lei de Lavoisier e compostos orgânicos, especificando suas funções orgânicas.

Como as reações de combustão estão muito presente no cotidiano dos indivíduos e podem ser facilmente demonstradas em sala de aula, acreditou-se que a compreensão de como ocorrem as transformações químicas, envolvendo produtos, reagentes e quantidades necessárias para que as substâncias sejam produzidas, fosse facilitada com o estudo da combustão. Utilizando materiais simples, que permitiram que os participantes da pesquisa refletissem como ocorre a combustão, pôde-se discutir conceitos como combustível, comburente e energia, identificando as substâncias orgânicas e associando com quais delas podem ocorrer reações desse tipo, discutindo também aspectos relacionados a interferência da quantidade de massa utilizada em qualquer reação, onde foi trabalhada a lei da conservação de massa.

Esses conteúdos foram trabalhados no primeiro bimestre do ano letivo de 2012. Geralmente, não se consegue discutir muitos conceitos em apenas um bimestre, um dos motivos é a situação crítica dos educandos em relação à aprendizagem, de modo geral, o nível de entendimento dos conteúdos aplicados é muito baixo, esse problema causa a impossibilidade de aumentar o volume de conceitos empregados, razão pelo qual não se consegue cumprir o currículo mínimo estabelecido pela SEEDUC, pois não adianta “jogar” todos os temas exigidos pelo currículo mínimo se o aluno não consegue acompanhar, obrigando o professor a selecionar o que há de mais importante ou o que os alunos têm mais chance de aprender, dependendo do perfil de cada turma.

Os relatos dos episódios históricos foram escolhidos de forma que não só fatores considerados relevantes foram apresentados, mas tudo que estava relacionado àquele determinado conceito científico e que foi julgado como uma contribuição de extrema

importância, mesmo que atualmente se saiba que aquela teoria ou a interpretação de um determinado fenômeno estivesse equivocada, ou mesmo se fosse alguma informação apenas no nível da curiosidade.

Os conteúdos históricos foram aplicados de acordo com o tempo disponível e com o que seria mais importante para que os estudantes pudessem relacionar os conceitos empregados com suas concepções pré-existentes.

Episódios históricos ocorridos no século XVIII foram relatados de modo que fizesse com que os estudantes entendessem a NDC em contextos sócio-histórico-cultural de cada época. Com a preocupação de não fomentar uma concepção empírico-indutivista do desenvolvimento da ciência, mostrando a importância da experimentação, porém sinalizando que o experimento não serve necessariamente para comprovar aquela determinada Teoria, servindo como forma de se desenvolver um estudo sobre um determinado assunto, sem comprovar algo. Sobre esse aspecto, (GALIAZZI e GONÇALVES, 2004) afirmam que “é preciso superar a visão de que a atividade experimental tem função única e exclusiva de comprovação da teoria”.

Nos relatos históricos, foi demonstrado o desenvolvimento da Química de forma não linear, ou seja, como se tudo o que aconteceu tivesse uma ordem de início meio e fim, onde Teorias diferentes não coexistissem. Sendo assim, foram apresentados os estudiosos da ciência daquela época, assim como seus experimentos e resultados, mostrando que em épocas distintas pesquisadores diferentes como por exemplo, Schelee e Priestley, em localidades diferentes, desenvolveram pesquisas parecidas, obtendo em alguns momentos resultados e conclusões parecidas e em outros casos resultados iguais ou similares com interpretações e conclusões opostas, como Sthal e Lavoisier.

A História da Química foi apresentada de maneira que o contexto cultural de cada época fosse descrito e relacionado com o conhecimento científico até então desenvolvido, mostrando que não existe nenhuma fórmula mágica para se fazer ciência e nenhum método científico que se possa seguir e no final chegar a alguma teoria, e sim uma construção de pensamentos, estudos e experiências para que ocorresse a evolução da Química.

Com a descrição do desenvolvimento da Química no século XVIII, os estudantes puderam constatar que a ciência não é algo acabado e nem infalível, ou seja, em algum momento tudo que existe de mais moderno atualmente pode ser refutado e novas concepções e teorias passam a ser aceitas, podendo futuramente ocorrer novamente essa quebra de paradigma, assim, é demonstrado de modo concreto que a ciência é dinâmica, e está sempre se transformando, seja qual for a área de conhecimento.

O trabalho foi desenvolvido com o objetivo de demonstrar que a evolução científica não é casual, onde uma determinada pessoa está “descansando”, por exemplo, e a qualquer momento surge uma ideia que emerge em uma grande teoria aceita pela comunidade científica. Discutir como cada uma dessas teorias foi construída é importante para o desenvolvimento de conhecimento dos estudantes.

A estratégia utilizada em algumas das etapas da pesquisa foi a apresentação de experimentos desenvolvidos para que fossem relacionados com episódios históricos ocorridos no século XVIII, objetivando que os estudantes percebessem a importância da observação e da interpretação de certos fenômenos para o desenvolvimento científico. Não foram utilizados, em nenhum momento da pesquisa, textos para serem interpretados, devido à dificuldade que os estudantes têm em leitura e interpretação, optou-se então apenas em demonstrar e fazer com que eles refletissem, sem a necessidade de ler.

A partir do momento em que os experimentos foram apresentados, os alunos foram convidados a pensar sobre o fenômeno ocorrido, ficando esses na “posição de pesquisadores” fazendo com que suas interpretações fossem analisadas por seus colegas. Desse modo foi percebido por eles, que reformulações de interpretações feitas por um determinado pesquisador é comum no desenvolvimento científico, mostrando a concepção de que a ciência é aberta a mudanças e transformações e desse modo, os estudantes entenderam que pesquisas científicas não são infalíveis, estando sujeitas a refutações.

A abordagem histórica desenvolve no aprendiz a criatividade, demonstrando que a ciência não é algo inacessível, onde só os “gênios” conseguem atingir esse grau de conhecimento.

A proposta da apresentação dos experimentos reproduzidos para os alunos discutirem fez com que o professor assumisse o papel de mediador do conhecimento, pois foram expostas situações-problema em que os estudantes tinham que investigar o que estava acontecendo e o porquê de cada fenômeno ocorrido. Isso fez com que os aprendizes compreendessem como funciona o processo de construção científica. Os alunos perceberam naquele momento que poderiam adquirir o conhecimento sem a necessidade do professor explicar, mostrando que a ciência é construída de forma questionável, que não detém a verdade absoluta e que qualquer pessoa pode obter um mínimo de conhecimento científico, desde que se dedique às aulas.

O trabalho de construção do conhecimento foi realizado em grupo, essa dinâmica colaborou muito para o desenvolvimento das aulas, tanto no processo de discussões quanto na

socialização dos estudantes, desenvolvendo assim habilidades e competências necessárias para a compreensão de cada conceito.

A metodologia dos alunos construírem seu próprio conhecimento evidencia para os mesmos que eles não são uma tabula rasa de conhecimento, pois muitos deles se julgam incapazes de aprender determinados conceitos, principalmente da área científica, alegando que só indivíduos “superdotados” conseguem adquirir tais conhecimentos.

Essa visão distorcida da ciência pode ser anulada quando o aprendiz consegue verificar que conceitos científicos podem ser compreendidos por pessoas comuns.

A utilização da experimentação em conjunto com a HC possibilita desmistificar que através de métodos experimentais pode-se comprovar algo, surgindo assim uma determinada teoria, refutando a ideia do método empírico-indutivista.

A HC proporciona maior significação ao ensino de ciência contribuindo para a compreensão da relação entre ciência, sociedade, política e economia.

É importante que os aprendizes se conscientizem das dificuldades e dúvidas que rodeiam as pesquisas científicas, assim como, do momento em que cada conceito foi estudado e do por quê de cada pesquisa científica, desse modo pode-se compreender melhor o desenvolvimento científico.

Capitulo IV – Importância da Experimentação no Ensino de Química

Para que exista um Ensino de Química de qualidade, é necessário que os conteúdos abordados sejam integrados com o cotidiano mostrando para os estudantes a importância do aprendizado de ciência. Um método de se trabalhar a Química de forma concreta é a utilização da experimentação de forma contextualizada, onde se possa integrar a História da Química demonstrando a contribuição da ciência dentro da sociedade. A abordagem fundamentada ajuda no desenvolvimento de habilidades e valores nos estudantes de forma que possam utilizar esses conhecimentos além dos muros da escola, mostrando que o ensino de ciência não serve apenas para passar em uma prova, tendo objetivos mais amplos.

Inicialmente, as atividades experimentais começaram a ser desenvolvidas nas escolas com o objetivo de melhorar o ensino nas áreas científicas, com a intenção de mostrar onde os conteúdos abordados poderiam ser aplicados; a confirmação dos fatos era apresentada como forma de constatação daquilo ensinado na teoria. Entretanto, hoje em dia, a proposta da utilização de experimentos tem objetivo diferenciado, tendo como principal foco o desenvolvimento do raciocínio dos discentes para que tenham condições de refletir sobre situações cotidianas (GALIAZZI et al, 2001).

A Química é conhecida como uma ciência experimental, ou seja, utilizar a experiência para abordar conteúdos nessa disciplina é relativamente normal. Porém, é necessário saber como, para quê e por que, realizar experimentos. Efetuar experiências sem objetivo específico, parecendo que a ciência é apenas uma diversão, onde não existe nenhum propósito cultural, fazendo às aulas se transformarem em “shows” que a plateia assiste e depois vai embora sem precisar refletir sobre o ocorrido, não seria a forma ideal para a inserção de experimentos nas aulas de Química, seja no ensino fundamental (9º ano) ou no ensino médio.

Atualmente, pesquisas com recomendação de utilização de experimentos em sala de aula têm sido propostas de discussão em diversos artigos da área de ciências (GIORDAN, 1999; GALIAZZI et al, 2001; GALIAZZI e GONÇALVES, 2004; MASÓN e MOREIRA, 2007; BARATIER et al, 2008; BUENO e KOVALICZN, 2008; MACHADO e MÓL, 2008; BENEDETTI e BENEDETTI, 2011; ATAÍDE e SILVA, 2011). Esses estudos apresentam propostas de como as aulas práticas devem ser aplicadas e de que forma devem ser orientadas para que as mesmas sejam construtivas, sem a intenção de ser apenas um fenômeno visual onde a aula seja transformada em um espetáculo, de modo que os espectadores acham divertido assistir, mas não precisam interagir com o “ator” que está atuando e nem necessitam pensar sobre o ocorrido.

Quando os conteúdos abordados são apresentados de forma experimental, tem-se a preocupação em saber de qual modo esses experimentos serão elaborados pelo docente. Se as experiências têm como objetivo o questionamento com investigação e propõem uma reflexão crítica diante do fenômeno realizado, a proposta experimental é muito válida. Segundo (GIORDAN, 1999)

> *"Tomar a experimentação como parte de um processo pleno de investigação é uma necessidade, reconhecida entre aqueles que pensam e fazem o ensino de ciências, pois a formação do pensamento e das atitudes do sujeito deve se dar preferencialmente nos entremeios de atividades investigativas".*

Porém, se o proposta experimental faz com que o aprendiz receba a informação de modo passivo, sem precisar raciocinar, aceitando todas as explicações dos fenômenos como se o professor fosse "dono" do conhecimento e ele um mero receptor, essa metodologia torna-se pouco eficaz.

Um dos objetivos da realização de experimentos em sala de aula é fazer com que haja a compreensão da Química como uma atividade social, reunindo estudantes com opiniões e pontos de vistas diferentes para que seja gerada uma discussão a respeito do assunto abordado (GALIAZZI e GONÇALVES, 2004). Por isso, realizar uma experiência de forma que não haja a interação dos alunos não seria uma sugestão tão frutífera para o aprendizado.

Se o fenômeno for apenas apresentado para comprovar o que é explicado na teoria, a experiência é válida apenas como forma de reforçar a visão empirista-indutivista sobre esses termos, (MASÓN e MOREIRA, 2007) relatam que

> *"a chamada filosofia empirista da ciência deu origem à crença de que a ciência repousa sobre sólidos fundamentos advindos da observação e experimentação, e que por algum procedimento de inferência possibilita a derivação de teorias científicas de modo absolutamente confiável a partir de tal base empírica"*

A crença no empirismo[1] faz com que os educandos pensem que teorias científicas são construídas apenas de uma simples experiência, da observação e explicação do ocorrido. Se a experimentação for trabalhada desse modo, pode-se desenvolver no alunado uma visão ingênua de ciência, portanto não seria interessante utilizar esse tipo de metodologia nas aulas de Química. Ou seja, se as aulas experimentais dão ilusão ao aluno de que as teorias surgem apenas de uma "simples" observação e que são extraídas de um único e "simples" experimento, reforçam a visão empirista.

[1] Método empírico: coleta de dados por meio de cuidadosa observação e experimentos e da subsequente derivação de leis e teorias a partir desses dados.

Essa forma de apresentar a ciência não propõe desafios para que o aprendiz possa pensar nos fenômenos ocorridos, a constatação sem expor um problema induz o estudante a aceitar os conteúdos de forma passiva.

(CHALMERS, 1939) descreve que

> *"De acordo com o indutivista ingênuo, a ciência começa com a observação. O observador científico deve ter órgãos sensitivos normais e inalterados e deve registrar fielmente o que puder ver, ouvir etc. em relação ao que está observando, e deve fazê-lo sem preconceitos".*

E (MASÓN e MOREIRA, 2007) ainda complementam que

> *"O indutivismo acredita que a ciência começa com a observação e experimentação; que o método científico (conjunto de passos como em uma receita) permite registrar fielmente o que se pode ver, ouvir, etc., de forma a possibilitar afirmações a respeito do mundo não-preconceituosa".*

Resumindo, a filosofia indutivista nos leva ao pensamento indutivo, isto é, esse método indica que a construção científica tem como base a indução, que tem como apoio a observação, de modo que a construção da ciência seja instituída de forma direta, apenas pelos registros de um observador atento.

No sistema tradicional de ensino, quando se realiza experiência, geralmente, utilizam-se experimentos perfeitos, onde o objetivo é comprovar o que foi estudado na teoria. Essa metodologia é importante para que a aula fique mais interessante, porém não incentiva o educando a refletir sobre aquele conteúdo, pois ele já sabe o que vai acontecer e por que ocorreu aquele fenômeno. Segundo (GALIAZZI e GONÇALVES, 2004), "é preciso superar a visão de que a atividade experimental tem a função única e exclusiva de comprovação da teoria." A experiência realizada em sala de aula não pode ter apenas o caráter comprobatório daquilo que foi exposto na teoria, ela tem que dar base para que os alunos desenvolvam o raciocínio diante do conceito trabalhado.

Desse modo, onde a teoria é explicada e há a comprovação experimental, os conceitos científicos podem ser desvalorizados, dando a impressão de que aquela determinada experiência é dona da verdade absoluta e que nenhuma teoria foi refutada antes do experimento proposto.

Se um experimento é apresentado e não é demonstrado como se chegou àquele determinado resultado ou a explicação do ocorrido, pode ser que a ciência seja percebida como algo repentino, onde uma pessoa resolveu fazer algo de curiosidade e inesperadamente surgiu a teoria. Sobre esse aspecto, (MACHADO e MÓL, 2008) escreveram que "Os alunos têm que entender que fazer ciência não é experimentar de improviso. Fazer ciência exige metodologia e investimento".

Quando o estudante recebe o conteúdo de forma passiva, não consegue atingir autonomia para superar os obstáculos que podem surgir durante o caminho percorrido. Sendo assim, suas dúvidas e dificuldades não são superadas. Nesse caso, não há formação de indivíduos críticos e reflexivos, e sim cidadãos que não conseguem raciocinar e aceitam as decisões políticas e sociais sem terem argumentos para criticar, pois não foram acostumados a desenvolver o pensamento e sim a receber informações como se suas mentes fossem depósitos de dados, ficando sem saber para que usá-los.

Outra forma que não se deve trabalhar a experimentação é utilizá-la como se fosse um "show", onde o professor é considerado um grande mágico, e que sua função naquele momento é de divertir a turma. Com essa abordagem, dificilmente haverá a construção efetiva de conhecimento, ocorrerá a atração de "espectadores" que estão interessados apenas em observar fenômenos "visuais", sem precisar pensar sobre a possível explicação do ocorrido.

A utilização de atividades experimentais em sala de aula deve servir para desmistificar a visão de que a ciência é progressiva e neutra, onde só existe um caminho a percorrer e que os pesquisadores em nenhum momento sofrem influencia social e política. Um método para amenizar essa visão ingênua da ciência é trabalhar a experimentação em conjunto com a História da Ciência, apresentando algumas das teorias refutadas e o momento político em que cada uma delas foi construída, assim como porque foram aceitas ou refutadas e a quais influências os pesquisadores estavam submetidos.

Para que os trabalhos experimentais sejam utilizados de modo que os estudantes reflitam sobre uma determinada questão, é necessário que se trabalhe de forma construtiva, fazendo com que haja opiniões controversas entre os mesmos, onde esses possam confrontar as informações de forma a reconstruí-las para explicar o fenômeno observado, forçando-os a "resolverem" cada problema proposto, desenvolvendo o raciocínio e aumentando a capacidade de criticar construtivamente situações cotidianas.

Quando se utiliza a abordagem experimental de forma construtivista, fazendo com que os alunos pensem a respeito dos fenômenos demonstrados e reflitam sobre o assunto trabalhado, observa-se que a aprendizagem não depende do educador, este passa a ser somente um realizador de fenômenos, deste modo que o interesse dos alunos em relação a aquisição de conhecimentos pode aumentar de forma significativa. Sobre esse aspecto, (BUENO e KOVALICZN, 2008) comentam que:

> *"Com esse direcionamento o papel do professor é de orientador, mediador e assessor do processo, e isso inclui manter a motivação, lançar ou fazer surgir do grupo uma questão-problema, salientar aspectos que não tenham sido observados pelo grupo e que sejam importantes para encaminhamento do problema".*

E (GIORDAN, 1999) salienta que “ao professor é atribuído o papel de líder e organizador do coletivo, arbitrando os conflitos naturalmente decorrentes da aproximação entre as problematizações socialmente relevantes e os conteúdos do currículo de ciências”.

As experiências realizadas em sala de aula têm que estimular o interesse pela disciplina, ajudando na compreensão do conteúdo abordado de forma que o estudante não precise decorar fórmulas de compostos e nem métodos de análise, conseguindo ter uma visão crítica e construtiva do aprendizado. Se as aulas experimentais tiverem caráter investigativo, podem contribuir muito mais para que a aprendizagem seja mais consistente.

Utilizar a experimentação apenas de modo lúdico, sem incentivar a investigação e a construção do conhecimento científico, é válido apenas para dinamizar a aula, e não para melhorar o desenvolvimento cognitivo dos alunos.

A abordagem experimental não pode ser utilizada apenas como motivação. Deve servir também para que o estudante reflita sobre o que foi apresentado de forma que os conceitos abordados sejam entendidos e tenham significado em seu dia a dia.

Atividades práticas, se forem bem elaboradas, colaboram para que o desenvolvimento reflexivo dos estudantes seja melhor. As experiências devem incentivar o espírito investigativo dos discentes, de modo a desenvolver reflexões com as quais esses possam associar a ciência ao cotidiano, podendo utilizá-la para resolução de problemas na sociedade.

Trabalhar com experimentos de forma que o aluno perceba que a ciência não é construída de uma hora para outra, e que é necessário repetir muitas vezes o mesmo experimento para que se chegue a alguma conclusão concreta, é uma forma de mostrar que a observação e a investigação fazem parte do aprendizado. O ideal não é mostrar experimento que vai dar certo diretamente, a falha no mesmo valoriza o inesperado e faz com que o aluno exercite seu raciocínio, desencadeando conflitos entre outros sujeitos (GIORDAN, 1999).

A realização de experiência em sala de aula ajuda na interação aluno – professor e aluno – aluno, de modo que pensamentos controversos, suposições e pontos de vista diferentes são utilizados como forma de aquisição de conhecimento e cooperação, possibilitando a troca de experiências, de maneira que seja construído um novo olhar sobre o que está sendo apresentado. Nesse caso, os estudantes têm a oportunidade de assimilar conceitos e ensinar aos companheiros de classe sobre o experimento realizado, auxiliando uns aos outros de forma cooperativa e contribuindo para diminuir a visão individualista que se tem da construção científica e da sociedade de modo geral. (BARBOSA e JÓFILI, 2004) reforçam

essa ideia de que “O trabalho em grupo pode proporcionar um aprendizado necessário para os alunos, para participarem das investigações colaborativas. Um número variado de técnicas talvez conduza ao uso de outras.” Desse modo o educando percebe que a construção científica não é desenvolvida de forma isolada e que é sempre necessário compartilhar conhecimentos para o melhor desenvolvimento de qualquer trabalho.

Outra grande utilidade dos experimentos em sala de aula é mostrar a interação da ciência com o cotidiano, pois muitas vezes os estudantes não conseguem relacionar os conteúdos abordados em seu dia a dia. Porém, quando os fenômenos estudados saem do quadro e/ou do livro e são concretizados na aula, torna-se mais significativa a conexão ciência – cotidiano.

Com este modelo de aula, pode-se desmistificar algumas ideias pré concebidas sobre ciência que são perpetuadas durante longos anos, como por exemplo: o que se utiliza na ciência hoje em dia está pronto e acabado e o homem não pode mais modificar qualquer construção adquirida até o momento.

Para que o ensino através de experimentos seja relevante, não se deve incentivar apenas os registros de dados, com a preocupação de treinar a resolução de problemas, tentando utilizar esse método apenas como forma de constatação da teoria, valorizando apenas a experiência como único caminho da construção científica, sem promover uma inquietação nos alunos.

Outro aspecto ressaltado é que esse tipo de aula não deve ser aplicado com a pretensão de que todos os alunos seguirão a carreira científica. Assim, se deve programá-las para que o mínimo de conhecimento necessário na relação aluno-sociedade seja aproveitado para que as tomadas de decisões dos indivíduos sejam feitas com consciência.

Utilizar a experimentação tem como objetivo cooperar com o processo de ensino e aprendizagem. Para isso, aulas experimentais não devem ser transformadas em um curso de escola técnica, onde os discentes devem ser especialistas no manuseio de equipamentos, pois o importante desse processo não é saber se o aluno aprendeu ou não a manusear determinado equipamento, o que se deve verificar é se aquele experimento provocou alguma inquietação nos observadores de modo a conduzi-los a uma reflexão a respeito do conceito abordado, despertando curiosidade e interesse no aprendiz.

Propostas de aulas experimentais investigativas não existem nos livros didáticos. Em geral, quando um livro propõe uma atividade experimental, é uma aula que serve apenas para comparar a teoria relacionada àquele determinado capítulo (MACHADO e MOL, 2008), sendo

apresentada através de um roteiro onde deve-se seguir fielmente a “receita” para que a aula seja “perfeita”. Esse tipo de metodologia não instiga a criatividade do aluno, tendo o professor que adaptar o experimento de modo que seja transformado em uma aula problematizadora. Porém, diante do fato da aula não estar preparada, alguns docentes executam os experimentos como “receita” de bolo, pois, em muitos casos, os docentes não têm tempo disponível para a organização de aulas com o foco investigativo.

Para que aulas experimentais sejam desenvolvidas de forma significativa, são necessários alguns fatores como: tempo disponível para preparo, material - preferencialmente, de baixo custo, de fácil aquisição e de uso no cotidiano - , preparo técnico do professor - para o manuseio de reagentes e equipamentos - e contextualização do experimento - de preferência, através de abordagem histórica.

Quando se enfatiza tempo disponível para o preparo de aulas, não está se referindo ao tempo normal que o professor deveria ter para preparar aulas convencionais, e sim ao necessário para conceber a aula de forma investigativa.

Montar equipamentos, testar para saber se está tudo funcionando, separar e arrumar todo o material antes da aula e limpar o que foi utilizado após o término, requer um tempo maior do que o de preparo da aula convencional, sendo necessário mais tempo disponível.

A necessidade de tempo para preparo das atividades práticas antes do início das aulas, e o tempo disponível de arrumação dos materiais após o término, faz com que muitos docentes não realizem esse tipo de aula. Alguns por realmente não dispor desse tempo; outros por não terem motivação para a realização de aulas diferenciadas.

O domínio do conteúdo é uma necessidade para que um bom profissional da educação em ciências seja formado. Porém, atualmente, apenas essa qualidade não é suficiente para que um professor saiba ensinar ciência.

Sabe-se que as faculdades de Ciências da Natureza, especificamente as de Química, não suprem todas as necessidades dos futuros docentes, de modo que algumas aptidões necessárias para que um bom professor seja formado deixam a desejar, como por exemplo, quanto a forma de abordagem de experimentos em sala de aula, onde o professor muitas vezes não tem formação ideal para trabalhar em laboratório, e quanto ao uso de história e filosofia da ciência nas aulas de Química, pois as universidades não utilizam essa abordagem proporcionando ao futuro professor trabalhar de maneira correta em sala de aula.

O professor tem que estar atento aos novos métodos de ensino, pois os educandos estão cada vez mais “exigentes” em relação ao modelo de ensino adotado. Sendo assim, sua

prática docente necessita de aprimoramento constante para que este proporcione aulas com mais qualidade, que contribuam para um melhor desenvolvimento social e intelectual de seus alunos, possibilitando assim a formação de cidadãos mais críticos, reflexivos que possam ter voz ativa na sociedade.

Em relação aos alunos participantes da pesquisa, o nível de “exigência” quanto ao modelo de ensino adotado é praticamente nulo. Entretanto, mesmo os docentes que trabalham na escola onde a pesquisa foi realizada necessitam de aprimoramento para tentar fazer com que o interesse dos estudantes pelos estudos aumente.

Quanto ao tipo de material utilizado, dá-se preferência aos do cotidiano, sendo um dos fatores favoráveis a demonstração de que a Química está em tudo que se consome. Outra vantagem é que esse tipo da material apresenta poucos riscos aos estudantes, sendo geralmente diluídos e não tóxicos, ou seja, não há preocupação de agressão ao meio ambiente, de modo geral, esses materiais não trazem malefícios ao mesmo na hora do descarte. Sendo assim, para se adquirir alguns desses materiais, mesmo que sejam de baixo custo, dependendo da escola que se trabalhe, pode existir uma resistência para a compra dos mesmos.

Uma das maiores dificuldades de se utilizar a experimentação como metodologia nas salas de aula é a falta de materiais para a realização das experiências. Em muitos colégios, não há nenhum tipo de reagente químico, mesmo os que são usados no dia a dia, mas, para ultrapassar esse obstáculo, algumas soluções podem ser efetivadas, como exemplo, pedir para que os próprios alunos levem os materiais, ou mesmo o professor pode levar, se forem escolhidos materiais muito fáceis de encontrar e de baixo custo, facilita mais ainda.

Sobre esse aspecto, na escola em que a pesquisa foi efetuada, não houve problemas de falta de material, pois o colégio possui materiais e reagentes suficientes para que aulas experimentais sejam propostas pelos educadores, porém outras barreiras existiram. A falta de espaço físico adequado para que os experimentos sejam realizados, foi outro obstáculo a ser enfrentado. Não precisa ser um laboratório sofisticado, mas um local onde pelo menos exista uma pia com água para lavar os materiais, já daria para executar muitos experimentos sem grandes dificuldades, pois, em sua maioria, há a necessidade de se utilizar água, e se a experiência for efetuada na sala de aula, fica mais trabalhoso.

Outro fator observado que complica o andamento de aulas práticas é a falta de banheiro no andar das salas de aula, pois se houver necessidade de lavar algo ou se em algum procedimento precisar de água, torna-se mais um obstáculo a ser superado.

Na escola onde a pesquisa foi aplicada, existe uma sala que é utilizada como laboratório pela escola do Município. Porém, à noite, quando funciona o Colégio Estadual essa sala fica fechada. No 2º pavimento, onde ficam as salas de aula, não há nem banheiro e nem bebedouro, ou seja, se houver necessidade de usar água, é necessário ir ao 1º andar, onde ficam localizados os banheiros e o bebedouro.

O tempo de aula também é um grande obstáculo para quem quer realizar experimentos. Esse tipo de atividade, quando bem estruturada, gera uma discussão entre os alunos, mas se o tempo disponível de aula for pequeno, não há possibilidade de fazer todo o fechamento necessário para entender os conceitos científicos, ficando o raciocínio incompleto, podendo o educando ficar confuso ou até mesmo tirar conclusões ingênuas sobre o conceito em estudo.

Na escola pesquisada, as aulas deveriam durar 90 minutos, porém os alunos, em sua maioria, saem do trabalho e vão direto para a aula, e não conseguem chegar no horário, fazendo com que às vezes o início das aulas ocorra com 60 minutos de atraso, isso faz com que os tempos tenham em média 60 minutos, diminuindo o tempo que o aluno pode refletir sobre o que está se propondo.

Por não ter nenhuma pessoa disponível para ajudar a carregar, lavar e guardar os materiais utilizados nas experiências, torna-se mais difícil a realização desse tipo de aulas. No colégio onde a investigação ocorreu, não há ninguém que possa ajudar nesses procedimentos. A professora / pesquisadora contava com a boa vontade dos alunos que ajudavam em todas as aulas para que os experimentos ocorressem.

A falta de interesse de alguns alunos em adquirir conhecimento torna-se mais uma barreira. Em alguns momentos, as aulas práticas são interessantes, mas na hora de explicar o ocorrido, os estudantes muitas vezes não querem saber da explicação do fenômeno. Isso desestimula os professores que têm o trabalho de preparar a aula antes, chega mais cedo para o preparo, e no momento da aula os discentes só se interessam pelo visual. Isso não é produtivo, pois aulas que só funcionam como espetáculo não atingem o objetivo educacional, podendo até fazer com que o aluno assista maior número de aulas, porém a construção do saber não é efetivada.

Em anos anteriores, com esse mesmo grupo de alunos, que estavam no 1º e 2º anos, foram realizados experimentos na tentativa de estimulá-los a construir o pensamento científico. No entanto, observou-se que, em sua maioria, os estudantes não de interessavam com a aquisição de conhecimento, e sim com o fenômeno visual. Diante dessa observação, foi desencadeada a proposta de aplicar a História da Ciência em conjunto com a experimentação

sendo uma tentativa de motivar os alunos à refletir sobre o que poderia estar acontecendo e o por quê.

Aulas inovadoras colaboram para que os alunos se interessem mais pelos estudos. Para isso, o docente tem que ser organizado, ter criatividade, muita força de vontade e determinação, pois se sabe que grandes obstáculos existem no caminho de qualquer profissional da educação, que pode ir desde a falta de limites dos alunos, passando pela falta de estrutura das escolas, principalmente se forem públicas, até a não colaboração da administração e/ ou colegas de trabalho.

Seguindo essa vertente, sabe-se que trabalhar ciência com apresentação de experimentos de forma adequada não é fácil, pois mesmo se todos os obstáculos para a realização de atividades experimentais forem superados, isso não traz garantia de que essas aulas serão efetuadas frequentemente. Entretanto, acredita-se que o retorno em relação ao aprimoramento dos estudantes seja muito gratificante.

Capítulo V - Panorama Político e Social no Século XVIII

Na Idade média, período que engloba do século V ao XV, o desenvolvimento do pensamento científico na Europa teve forte influência do pensamento cristão, ou seja, todo conhecimento teria bases fundamentadas na existência de Deus. Esse período teve como principais pensadores, Santo Agostinho e São Tomás de Aquino.

Nos séculos XV e XVI, em virtude das novas condições sócio-econômicas da Europa, ocorreu uma grande expansão cultural, que ficou conhecida como Renascimento. Nesse período, os currículos das universidades, até então voltados para as disciplinas teológicas, passaram a inserir estudos de filosofia, matemática e línguas. Na área de Ciências, tentava-se explicar os fenômenos sem a interpretação religiosa.

Durante os séculos XVI e XVII, o poder da igreja católica passou a ser criticado. Porém, aqueles que se mostravam contra a igreja, eram “julgados” no Tribunal da Inquisição, e muitos foram queimados na fogueira da Inquisição (BRAGA et al, 2000).

Com a chegada do absolutismo, surge nos séculos XVI e XVII uma nova estrutura política. O rei passou a ser a figura central com o apoio da burguesia, que tinha o interesse de desenvolver suas atividades comerciais, com a intenção de adquirir cada vez mais riqueza para os Estados. Uma das propostas para que houvesse o enriquecimento dos Estados foi o controle da economia e o aumento da produção de riquezas, excedendo o necessário para o consumo, sendo o restante exportado; e o ganho, “guardado”. Essa organização econômica foi chamada de mercantilismo, sendo exercida por vários países europeus no início do século XVIII (BRAGA et al, 2000).

Após alguns anos, a burguesia verificou que o absolutismo representava uma barreira para sua expansão, pois a política mercantilista era protecionista, e as taxas cobradas atrapalhavam a fabricação de seus produtos, não tendo a liberdade de negociação. Por esse motivo, eclodiu uma crise entre o absolutismo e a burguesia.

No Século XVII ocorreram grandes revoluções, tanto no campo filosófico quanto no científico, tendo o racionalismo e o empirismo como essência para as ações Iluministas do século XVIII. Segundo os adeptos do empirismo, o conhecimento provém apenas da observação do experimento realizado, nega os princípios do racionalismo, que prega a razão como a única forma de se chegar ao conhecimento da verdade. O movimento Iluminista é sucessor das Revoluções que começaram no século XVI (CHASSOT, 2004).

O Iluminismo ou Ilustração surgiu no século XVIII na Inglaterra, mas foi na França que ocorreu sua maior difusão. Essa filosofia condenava o Antigo Regime, combatendo o mercantilismo, sendo esse um impedimento para a expansão do capitalismo, não apoiava o poder da igreja que utilizava as verdades reveladas pela fé. Os Iluministas defendiam a autonomia intelectual apoiada pelo racionalismo, ou seja, a razão seria a principal fonte de

conhecimento, isto é, ninguém poderia impedir que os pensamentos fossem livremente expressados.

Os ideais Iluministas se resumiam na utilização da razão para explicar questões políticas, econômicas, sociais e religiosas, e na defesa da igualdade social, da liberdade e da justiça.

A França foi um dos países em que o Iluminismo se propagou com mais força. Após a morte do rei Luís XIV, em 1715, começa o renascimento da filosofia e da ciência nesse país e, com o movimento Iluminista, inicia-se uma separação entre a religião e a ciência. Nesse momento, as pesquisas científicas passaram a ser vistas como desenvolvimento social, e a religião, por sua vez, não poderia impedir que ocorresse o progresso desses trabalhos (PESSOA Jr, 2006).

Com o movimento Iluminista do século XVIII, também conhecido como século das Luzes, a autoridade religiosa é rompida fazendo com que a razão seja a principal marca desse movimento, abrangendo diversas áreas de conhecimento, como a científica, a filosófica, a artística, a literária e a política (CHASSOT, 2004).

Para os adeptos do Iluminismo, a filosofia e a religião não poderiam caminhar juntas, pois a igreja não priorizava a razão nas explicações dos fenômenos naturais. Pelo contrário, as explicações eram dadas por meios de “revelações” divinas, não podendo ser contestada, enquanto que os iluministas não toleravam mais que um determinado conhecimento não pudesse ser comprovado por meios racionais, contestando tudo que era místico.

Na área científica, os adeptos do Iluminismo buscaram banir todos os conceitos metafísicos de modo que o conhecimento que não utilizava a razão como base deveria ser extinto. Na Química, o principal pesquisador ilustrado foi o francês Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), que “fundou uma nova Química”, longe dos vestígios alquímicos, por isso foi considerado o “Pai da Química Moderna”.

A Enciclopédia (Encyclopédie) foi uma das principais obras científica do século XVIII, tendo seu primeiro volume publicado no ano de 1751 pelo escritor e filósofo francês Denis Diderot (1713-1784) e pelo filósofo, matemático e físico francês Jean le Rond d'Alembert (1717-1783). Essa obra teve como objetivo, concentrar conhecimentos de diversas áreas para que os homens das futuras gerações pudessem adquirir mais instruções, tornando-se pessoas melhores.

Aproximadamente foram 160 colaboradores, o projeto inicial seria uma tradução da Cyclopaedia de Chambers, mas no final foi transformada em uma obra original.

A Enciclopédia não foi a primeira publicação do gênero, em séculos anteriores já havia obras similares. Porém esta foi a mais completa até aquele momento e a mais importante do século das Luzes. Essa obra teve contribuição dos mais conceituados pesquisadores da

época, cada um colaborou escrevendo os verbetes de suas áreas específicas. Segundo (CHASSOT, 2004), esses colaboradores “pertenciam ao setor de atividade no qual se elaborava a nova ordem econômica e social”.

A alquimia espalhou-se pela Europa no século XV, atingiu o apogeu no século XVII e extinguiu-se lentamente no século XVIII, pois até o século XVII, a Química não era considerada ainda uma ciência, mas estava amplamente presente nas escolas de medicina através dos remédios. Durante o século XVIII a Química começa a perder sua dependência da medicina.

Nesse século, ocorre a chamada Revolução Química onde há a transição da Alquimia para a Química, sendo essa a partir desse momento considerada uma ciência. Vale destacar que pesquisas realizadas com concepções alquímicas, em séculos anteriores, foram de extrema importância para o nascimento da Química Moderna.

Capitulo VI – História da Química no Século XVIII

VI. 1 O Desenvolvimento da Química.

O estudo de Química nas universidades europeias foi criado a partir do século XVII, sendo essencial para os cursos de medicina. Desde então, as concepções alquímicas foram perdendo seu valor dando lugar às práticas ligadas aos remédios e às indústrias de vidro, cerâmica e artigos de metal, principalmente de ferro, aumentando as práticas metalúrgicas e de mineração. A Química precisava de resultados concretos, para que pudesse ser diretamente aplicada e não de teorias filosóficas.

No início do século XVIII, a Química tornou-se uma ciência propriamente dita onde simultaneamente os conceitos místicos e esotéricos da alquimia foram entrando em decadência. Os cursos de Química de vários países europeus, principalmente da França, começaram a atrair muitos alunos. Sendo assim, a pesquisa nessa área aumentou consideravelmente nesse século.

VI. 2 O Estudo dos "Ares"

O que conhecemos atualmente por gás era chamado de "ar" pelos pesquisadores do século XVII e XVIII, pois até então a nomenclatura gás não fazia parte do vocabulário científico. Assim, quando os cientistas escreviam "ares" eles estavam se referindo aos gases.

Os estudos sobre os "ares" foram desenvolvidos por muitos pesquisadores durante o século XVII. Um equipamento que se destacou na pesquisa dos ares foi a bomba de ar que serviu para provar a existência do vácuo, construída pelo engenheiro alemão Otto Von Guericke (1602-1628), onde segundo (ALFONSO-GOLDFARB, 2005),

> *"numa tentativa de retirar o excesso de água do vinho, a fim de retardar a sua deterioração, acaba por bombear o ar dos tonéis, através de um equipamento que, em consequência disto, se transforma na primeira bomba de vácuo já construída. Um equipamento de sucção bastante rudimentar que, dando provas da potencialidade da descoberta, conseguia manter duas esferas de latão tão firmemente unidas que nem mesmo duas parelhas opostas de cavalos conseguiam separá-las".*

Os Filósofos Naturais Robert Boyle (1627- 1691) e Robert Hooke (1635-1703) aperfeiçoaram o equipamento e construíram algumas dessas bombas para recolher os ares produzidos pelas transformações Químicas (BRAGA, et al 2000).

De acordo com (ALFONSO-GOLDFARB, 2005),

> *"a bomba de vácuo consistia em uma cúpula de vidro hermeticamente fechada por uma chapa de latão. A retirada de ar era feita através de uma bomba de cremalheira a pinhão, operada manualmente através de válvulas. Um barômetro era acoplado a ela, para efetuar as medidas da variação da pressão do ar. Uma*

> *pequena janela removível era usada para introduzir objetos a serem experimentados no vácuo".*

Boyle desenvolveu experiências colocando um camundongo e uma vela dentro de um recipiente, onde uma bomba de vácuo foi acoplada, e observou que após algum tempo, a vela apagava e o camundongo morria. Diante dos resultados dos experimentos, Boyle acreditou que alguma substância contida no ar seria essencial para a vida e para a combustão da vela. Ele formulou a hipótese do ar ter algum efeito nas reações de combustão.

Boyle realizou outras experiências: em uma delas, inseriu pólvora dentro de um vidro sem ar e concentrou luz solar através de uma lente; descobriu que não era necessária a presença do ar para que houvesse a combustão.

Outro pesquisador chamado John Mayow (1643-1679) também realizou um experimento com uma vela acesa e um camundongo vivo, invertendo um recipiente de vidro, evitando a entrada de ar. Após algum tempo, a vela estava apagada e o camundongo morto. Ele acreditou que o ar continha algo necessário para a combustão e a respiração (MARTINS, 2009). Esses experimentos foram muito importantes para o desenvolvimento dos estudos dos ares, pois serviram de base para a primeira Teoria Química sistemática e empiricamente fundamentada, a Teoria do Flogisto.

VI. 3 Teoria do Flogisto

A ideia de que existia algo a mais no fogo além do "próprio fogo" (um princípio material do fogo) surgiu no século XVII com o químico alemão Johan Joachim Becher (1635-1682). Becher acreditava que pudesse existir uma substância sólida, densa, que continha o princípio da combustão, que foi denominada por ele de "terra pinguis", que poderia estar presente nas substâncias combustíveis (MARTINS, 2009).

No século XVIII, um "iatroquímico" (simultaneamente médico e químico) alemão chamado Georg Ernest Stahl (1660-1734) expandiu as ideias de Becher e propôs uma teoria para explicar as reações químicas, tendo como principal foco as reações que ocorressem na presença do fogo.

Stahl comparou o fenômeno da calcinação[2] com a combustão da madeira, carvão, óleo e enxofre. Para ele, os dois fenômenos liberavam uma substância especial, o que levou a modificar a ideia de Becher do princípio material do fogo para a Teoria do Flogisto. O Flogisto ou flogístico seria a terra, uma substância material que agiria sobre o fogo, e o fogo seria um instrumento que ajudaria a reação ocorrer.

---

[2] Calcinação é o aquecimento de metais a altas temperaturas para produção da "cal" do metal, isto é seu óxido.

Para Georg Stahl, havia uma diferença entre Combustão e Calcinação (aquecimento dos metais), segundo a qual o processo de calcinação era reversível e o da combustão não. Essa diferença mostrava que existiam dois processos distintos (BRAGA, GUERRA, REIS, 2005).

Tempos depois, o flogisto também serviu para explicar o processo de respiração. De acordo com essa teoria, a função da respiração seria remover o flogisto do corpo, sendo assim, o ar não poderia ter flogisto.

A Teoria do Flogisto, explicava que um óxido metálico, quando aquecido na presença de carvão, absorvia o flogisto presente nesse, transformando-se no metal (óxido flogisticado). E quando o metal era aquecido, a explicação apresentada era que o mesmo (óxido flogisticado) perdia o "flogisto" e se transformava em óxido metálico (metal deflogisticado). Naquela época, esse tipo de reação em que ocorria o aquecimento do metal era chamado de calcinação, e qualquer óxido metálico era chamado de Cal. Pela explicação da teoria do flogisto, o metal era considerado um composto que poderia se transformar em outras duas substâncias, cal e o flogisto, ou seja, seria uma substância composta. E a cal seria uma substância simples que não poderia ser transformada em mais nenhuma outra por decomposição.

Resumindo:

Metal (cal + flogisto)	+	aquecimento forte (perde flogisto)	→	cal (óxido metálico) (metal deflogisticado)	+	flogisto

Cal (óxido metálico) (metal deflogisticado)	+	carvão (contem flogisto)	+	Aquecimento forte (cal absorve flogisto do carvão)	→	Metal

Essa teoria explicava, por exemplo, porque uma vela apaga depois de algum tempo dentro de um recipiente fechado. A explicação plausível para aquela época era que a vela liberava "flogisto" para o ar que se encontrava dentro do recipiente, e em um determinado momento, o ar ficava saturado de flogisto. Assim, a vela apagava, pois não poderia liberar mais flogisto, porque o ar não poderia mais recebê-lo.

A Teoria do Flogisto foi a primeira teoria de química sistemática e empiricamente fundamentada que surgiu na Europa. A interpretação dos experimentos até então realizados e a explicação de como novos compostos se formavam foram baseados no princípio dos quatro elementos aristotélicos (terra, ar, água e fogo), mesmo estando em pleno século XVIII (BRAGA et al, 2000).

Na França a teoria do flogisto apareceu em 1732, com a publicação de um “Curso de Química” seguindo os princípios de Stahl e Newton. Entretanto, em 1709, um francês chamado Claude Joseph Geoffroy (1685 - 1752) e Wilhelm Homberg (1652 – 1715), já tinham realizado experimentos parecidos com os que Stahl descreveu em sua teoria. Eles aqueceram o antimônio, o estanho, o chumbo e o mercúrio e observaram que seus produtos eram mais pesados do que os seus respectivos metais, sendo que o ocorrido com o antimônio era ainda mais curioso, porque ao mesmo tempo que a massa do produto aumentava, havia uma liberação de “ar”. A explicação de Geoffroy foi bem parecida com a Teoria do Flogisto, o que a diferenciava era a nomenclatura empregeda: o flogisto de Stahl foi denominado por Geoffroy de óleo, princípio inflamável ou terra vitrificável (BELL, 2007).

A Teoria do flogisto, defendida por Stahl, foi aceita até meados do século XVIII e era usada para explicar as transformações químicas daquela época, mas não utilizava uma relação quantitativa entre as massas das substâncias utilizadas nas reações químicas e as massas que eram obtidas na utilização das balanças, definiam os metais como compostos químicos, e não explicava claramente o que seria um elemento químico (OKI, 2004).

Os principais químicos do século XVIII desenvolveram suas explicações experimentais sempre à luz da Teoria do Flogisto, mas um deles chamado Lavoisier duvidou dessa teoria.

Stahl só visualizou a parte qualitativa das transformações, em nenhum momento foi observado que as massas das substâncias ficavam diferentes após o aquecimento. Esse fato da variação das massas foi totalmente negligenciado por Stahl. Naquela época a quantificação experimental não era uma prática consolidada. Apesar disso, a teoria de Stahl foi um grande avanço para aquele século, pois permitia interpretar um grande número de experiências, já que seus fundamentos eram racionais e não mais místicos como as explicações alquímicas.

VI. 4 O Recolhimento dos “Ares”

Um dos equipamentos desenvolvido no século XVIII que foi muito utilizado para recolher e estudar os ”ares” foi a cuba pneumática inventado pelo inglês Stephen Hales (1677-1761). Essa cuba consistia em um tubo de vidro fechado colocado invertido, tampando o material que liberava o “ar” a ser analisado, dentro de uma cuba também de vidro cheia de água. O objetivo era manter os “ares” existentes isolados do ar externo com a utilização da água.

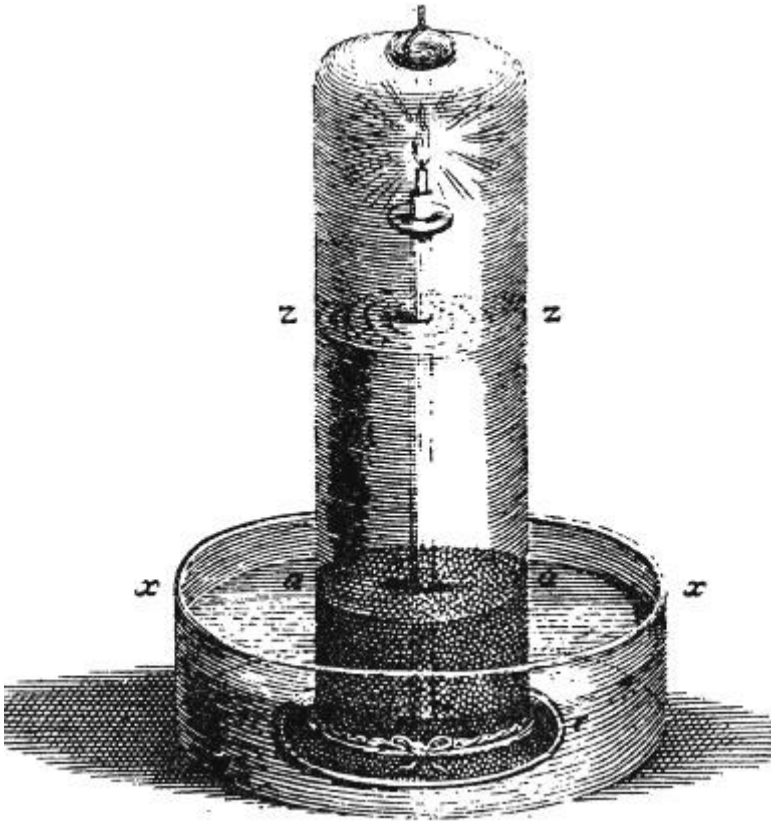


FIG. VI.1 – Imagem da Cuba pneumática utilizada por Stephen Hales

Esse equipamento foi utilizado por Hales, e das observações feitas do comportamento de um determinado “ar” surgiu o conceito de ar fixo. Foram feitas diversas experiências para que fosse recolhido o “ar fixo” liberado da destilação, da fermentação e até da respiração. As experiências consistiam em aquecer uma determinada substância (carvão, madeira, plantas etc.) dentro da cuba pneumática e, após algum tempo, observar as características do ar liberado pela substância aquecida. Hales conseguiu observar que o ar que era liberado de substâncias efervescentes tinha a propriedade de apagar a chama. Ele acreditava que existiam vários “ares”. Esses “ares” diferentes foram observados, mas não foram denominados por Hales.

Os experimentos realizados com o “ar” da respiração mostraram que esse ar era uma substância nociva. Ao fazer experimentos com plantas, foi observado que essas absorviam um tipo de ar e liberavam grande quantidade de outro ar.

VI. 5 O “Ar Fixo”

O médico britânico Joseph Black (1728-1799), em seus experimentos com a bomba de ar, conseguiu observar que ao aquecer a magnésia alba (atualmente denominado de carbonato de magnésio – $MgCO_3$) e o calcário, as massas dessas substâncias ficavam menores e

desprendia um tipo de “ar”. Black mediu a massa desse ar e depois mediu a massa da Cal formada a partir do calcário e observou que a soma do ar + Cal era igual à massa de calcário inicial.

Durante três anos, Black realizou vários experimentos e concluiu que o ar fixado na cal era irrespirável e não alimentava a combustão, e acreditou que esse ar fosse liberado na respiração, na fermentação e na combustão (VINCENT, 1996).

O ar produzido na respiração, na fermentação e na combustão foi denominado, por Black de “ar fixo” (atualmente é conhecido como gás carbônico), pois estava fixado nas substâncias aquecidas. Ele concluiu também que a massa perdida estava associada ao ar liberado e explicou que calcário menos o ar fixo seria a cal.

Ar fixo (Joseph Black)

Calcário - Ar fixo → Cal

Calcário → Cal + Ar fixo

VI. 6 O “Ar Inflamável”

No ano de 1766, o inglês Henry Cavendish (1731-1810) fez experimentos com ácidos clorídrico e sulfúrico que atacavam os metais ferro, zinco e estanho e verificou a liberação de um determinado “ar”, que era incolor, que tinha a propriedade de pegar fogo e queimava sem deixar nenhum resíduo. Cavendish conseguiu isolar, diferenciar e identificar esse ar que tinha o princípio da “inflamabilidade”, assim foi denominado por ele, de “ar inflamável” (atualmente conhecido como gás hidrogênio – H_2) (VINCENT, 1996). Esse ar pesquisado por Cavendish foi considerado como sendo flogisto puro.

Cavendish também realizou vários experimentos com ar e água e concluiu que, na composição da água, existia alguma substância do ar.

VI. 7 O “Ar Deflogisticado”

O químico inglês Joseph Priestley (1733-1804), ativista político e pastor da Igreja Unitarista, também desenvolveu experimentos utilizando as cubas pneumáticas. Com sua residência situada próxima a uma fábrica de cerveja, realizou muitos experimentos com o ar produzido nessa fábrica, que era o “ar fixo”, verificando que esse ar fixo poderia ser dissolvido na água em uma determinada pressão para produzir água gaseificada. Suas experiências o

levaram a verificar a existência de outros “ares”, e o mais importante foi o ar deflogisticado (atualmente denominado de gás oxigênio – O_2).

Em 1774, Priestley aqueceu “mercúrio calcinado” (atualmente denominado de óxido de mercúrio) que possui a coloração vermelha e observou que essa substância liberava um “ar” incolor e que quando colocava uma vela para queimar na presença desse “ar”, a chama ficava mais brilhosa e queimava por mais tempo. Quando um camundongo foi colocado na presença desse “ar”, ele sobreviveu o dobro do tempo que sobreviveria no “ar comum”. Priestley fez um teste com ele mesmo, também respirou esse “ar” liberado pelo “mercúrio calcinado” e sentiu que o ar era mais “puro” do que o “ar comum”.

A conclusão de Priestey foi que o ar liberado pelo “mercúrio calcinado” era muito melhor que o “ar comum”. Ele explicou esse fenômeno utilizando os conceitos da Teoria do Flogisto. Para Priestey, o ar recolhido seria um ar totalmente sem o flogisto, então foi denominado, por ele, de “ar deflogisticado”.

O sueco Carl Wilhelm Scheele (1742-1786), em 1772 já havia concluído que existia o “ar deflogisticado”, através do aquecimento de várias substâncias, mas não publicou suas observações e conclusões. Esse cientista escreveu um único livro sobre a Química do ar e do fogo, mas seu trabalho não chegou a ser publicado. Os equipamentos utilizados por Scheele eram mais simples do que os usados por Priestley. Mesmo assim, Scheele conseguiu concluir igualmente a Priestley, a existência do “ar deflogisticado”. Porém o denominou de “ar de fogo”. As explicações dadas por Scheele sobre esse ar, segundo (CROUZET, 1995), foi que

> *“o calor e a luz eram compostos de flogisto e do “ar do fogo” (ar deflogisticado de Priestley ou gás oxigênio atualmente). O flogisto e o ar do fogo são pesados, mas sua composição pode resultar um corpo sem gravidade! Este torna-se tão sutil que é capaz de atravessar o vidro e desvanecer-se, primeiro sob a forma de calor, e depois no estado de luz!”*

Os experimentos de Scheele foram valiosos, mas em sua teoria não havia uma explicação plausível.

As explicações de Scheele, assim como as de Priestley, foram baseadas na Teoria do Flogisto.

Com a evolução da Química experimental e o conhecimento de novos compostos, a Teoria do Flogisto entrou em crise e uma das causas foi o desenvolvimento da Química Pneumática, que comprovou a existência do oxigênio. Outro fator que contribuiu para o insucesso dessa Teoria foi à observação das diferentes relações de massa quando diferentes corpos eram aquecidos na presença do ar. Em alguns casos, quando as substâncias eram submetidas ao aquecimento suas massas aumentavam e, em outros casos, suas massas

diminuíam. Esse comportamento diferenciado dos compostos não era explicado pela Teoria do Flogisto, levando ao descrédito dessa teoria e tendo como consequência o seu declínio (OKI, 2004).

Diante das contradições entre a Teoria do Flogisto e a experimentação, Lavoisier introduziu muitas mudanças conceituais na Química.

VI. 8 Lavoisier x Flogisto

O francês Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), em 1754 teve oportunidade de ingressar no Colégio Mazarino, que tinha um currículo exigente com estudos humanísticos e também de matemática e de ciências. Após sete anos de estudos nesse Colégio, Lavoisier foi estudar direito, concluindo o curso em 1764. Mesmo assim, nunca deixou de lado o interesse pela ciência, passando a frequentar cursos livres e círculos científicos que existiam naquela época. Sendo assim teve contato com estudos e pesquisadores que ajudaram diretamente em seus estudos sobre as transformações químicas, como relata (FILGUEIRAS, 2002):

> *"estudou botânica com Bernard de Jussieu (1699-1777), eletricidade com Jean Antoine Nollet (1700-1770), matemática e astronomia com Nicolas Louis de La Caille (1703-1762), mineralogia e geologia com Jean-Etienne Guettard (1715-1786), química com Guillaume François Rouelle (1703-1770) e anatomia na Escola de medicina. Também foi importante em sua formação o filósofo Etienne Bonnot de Marly de Condilac (1715-1780), cuja lógica teve profunda influência na construção de suas teorias".*

No ano de 1765 ocorreu um concurso na Academia das Ciências sobre a melhor maneira de iluminar as ruas de uma grande cidade. Lavoisier fez experimentos em um lugar escuro com diversos tipos de lamparinas e combustíveis e chegou à conclusão que a melhor substância para utilizar na iluminação seria o azeite de oliva, sendo premiado pela Academia.

Durante os meses de junho a novembro de 1767, Lavoisier acompanhou Gettard em uma expedição mineralógica. Nessa viagem, estabeleceu o Atlas mineralógico da França. A partir daí, Lavoisier teve vários empreendimentos ligados ao governo como financista e como cientista, mas, para desempenhar a função de cientista, ele teria que ser membro da Academia de Ciências. Na primeira tentativa de ingressar na Academia no ano de 1766, Lavoisier foi preterido, e Louis Claude Cadet de Gassicourt (1731-1799) foi nomeado.

Em 1768, Lavoisier passou a fazer parte da Ferme Générale (fazenda geral, que em Latim significa firma ou pagamento fixo), que era uma sociedade que negociava com o governo a cobrança de taxas e impostos, ficando os seus membros com uma comissão das taxas cobradas ao povo. Para a população essa sociedade, não era bem vista, mas para Lavoisier era uma grande vantagem, pois ele poderia se dedicar à Química e investir em equipamentos com os "lucros" da cobrança de impostos, promovendo o progresso da ciência. Nesse mesmo

ano de 1768, Lavoisier entrou para a Academia com um posto de adjunto criado especialmente para ele.

Ao mesmo tempo, em seu laboratório particular, realizou um experimento que serviria para contestar a transmutação de água em terra proposta pelo pesquisador belga Jan Baptista van Helmont (1577-1644).

Helmont realizou uma experiência com um salgueiro. Plantou um salgueiro que tinha 5 libras de massa em uma quantidade de terra que pesava 200 libras. Durante 5 anos, colocou apenas água no salgueiro. Após esse período, verificou que a massa do salgueiro havia aumentado para 269 libras, e a quantidade de terra ficou praticamente sem alteração (FILGUEIRAS, 2002).

Para Helmont, o aumento da massa só poderia ser por causa da transmutação da água em terra, que ele considerou o crescimento do salgueiro como terra.

Lavoisier realizou uma experiência que serviu como contestação da teoria de Van Helmont, que consistia em uma espécie de destilação da água.

Um recipiente com água foi aquecido, até a água passar para o estado de vapor, logo após condensada foi recolhida em um balão. A massa de todo o conjunto utilizado foi medida no início e no final do experimento; Lavoisier observou que as massas inicial e final não sofreram alteração. Os resultados dessa experiência de Lavoisier não estavam de acordo com a teoria de Van Helmont, na qual Helmont acreditava que a água poderia se transformava em terra.

Em 1769, com a morte de um dos membros da Academia, Lavoisier deixou de ser adjunto e passou a fazer parte oficialmente da mesma.

No ano de 1771, Lavoisier casou-se com Marie-Anne- Pierrete Paulze na qual se tornou esposa e colaboradora de seus trabalhos científicos, pois Marie-Anne sabia Latim e inglês, que a possibilitava traduzir os trabalhos publicados fora da França e, para complementar, sabia desenhar muito bem, mostrando através de suas ilustrações os experimentos realizados pelo seu marido.

Lavoisier após estudos aprofundados sobre a Química que era explicada através dos quatro elementos (ar, água, terra e fogo), teve um olhar diferenciado para a Teoria do Flogisto. Inicialmente, Lavoisier utilizou em suas experiências conceitos que iam ao encontro dos fundamentos dos quatro elementos. Em 1772, chegou a abordar o aumento das massas no aquecimento dos metais pela Teoria do Flogisto, pois acreditou em um momento que o flogisto

poderia ter massa negativa, mas, após muitos estudos e observações, ele colocou em dúvida tais conceitos. Pouco tempo depois, a teoria utilizada para explicar o fenômeno da combustão que até então era vista como o desprendimento de luz e calor contido no corpo combustível, ou seja, a combustão liberava o flogisto, ficou sem crédito para Lavoisier, pois a explicação dele foi exatamente inversa; na combustão a fonte de calor não está no flogisto e sim no ar que foi chamado por ele de calórico (VINCENT, 1996).

Alguns anos mais tarde, Lavoisier acreditou que a Teoria do Flogisto tivesse fundamentos metafísicos, onde o passado alquímico ainda estava por perto. Sua intenção a partir daquele momento era justamente banir esses pensamentos “mágicos” e construir uma Química com bases científicas coerentes e comprovadas experimentalmente.

Antoine Lavoisier, com a ajuda de sua esposa Marie-Anne- Pierrete Paulze Lavoisier, que traduziu todos os experimentos realizados por Boyle, Stahl, Scheele, Priestley, Cavendish e muitos outros, analisou os experimentos que já haviam sido realizados, propôs vários outros e tentou mostrar uma base diferente das teorias até então existentes.

Diante de alguns experimentos realizados, foi observado que, após o aquecimento, algumas sustâncias sofriam alteração em suas massas. Por exemplo, quando o fósforo, o enxofre, o mercúrio e o estanho foram aquecidos, suas massas aumentaram consideravelmente, e quando o carvão e a madeira foram queimados, suas massas diminuíram, outros cientistas já haviam observado esse fenômeno desde o século XVII, mas a explicação utilizada até então era baseada na Teoria do Flogisto.

Lavoisier utilizou uma explicação diferenciada da Teoria do Flogisto. Nesse momento, ele acreditava que seria incoerente uma substância aumentar de massa perdendo algo, nesse caso o flogisto. Sua ideia era de que o aumento de massa deveria ser por causa da absorção de alguma outra substância, e não da liberação do “flogisto”. Essa substância poderia ser o ar ou algum outro componente que estivesse presente no ar, pois para Lavoisier, o ar não era uma substância simples, segundo (BELL, 2007), Lavoisier escrevera: “O ar não é um elemento separado. É um composto químico. É água transformada em vapor, ou, para ser mais preciso, resulta da combinação de água e a matéria do fogo.” Inicialmente houve uma interpretação confusa entre a evaporação da água pelo calor e a composição do ar.

Lavoisier explicava que o fato dos metais aquecidos aumentarem de massa não poderia ter perda de flogisto. Se esse fato fosse verdadeiro, o flogisto teria que ter valor negativo, pois como que uma substância que é liberada vai fazer com que a outra fique com uma massa maior. Nessa época, a ideia de que poderia existir flogisto negativo já não fazia mais parte das

concepções de Lavoisier. Mesmo acreditando que a Teoria do Flogisto estava errada, ele não sabia explicar, até aquele momento, o que tornava a massa das substâncias maior.

Outro pensamento que Lavoisier refutou foi a explicação dada por Priestley sobre o ar deflogisticado e sobre o ar fixo dada por Black. Ele não acreditava que esses "ares" fossem modificações do ar, mas até então não tinha uma explicação plausível para outra teoria.

Lavoisier pesquisou também sobre vários outros fenômenos tais como a análise da água, a combustão, a natureza dos ácidos e a teoria do calor, mas o seu maior interesse foi o estudo dos ares.

Acreditando que as teorias daquela época estavam erradas, e com grande expectativa de encontrar uma explicação que pudesse "abraçar" todos os fenômenos observados sem utilizar a Teoria do Flogisto, Lavoisier encomendou novos equipamentos de laboratório e balanças com precisão maior. Sobre esse aspecto, (VANIN, 2005) comenta que

> *"É importante destacar que Lavoisier montou seu laboratório com os melhores equipamentos disponíveis na época. Encomendava seus instrumentos de precisão aos melhores artesãos da França. Esse instrumental assegurava resultados corretos e de grande confiabilidade".*

Com esses equipamentos Lavoisier fez diversos experimentos, alguns já realizados por outros cientistas e outros diferentes, mas o objetivo principal era trabalhar quantitativamente com as substâncias utilizadas.

Nos anos de 1770, a explicação dos experimentos realizados utilizando a combustão foi dada por Lavoisier sem basear-se na Teoria do Flogisto. Ele explicou que não existia nenhuma matéria do fogo nos corpos que na Teoria de Stahl, seria o flogisto, o que existia era o ar que entrava em contato com os corpos e realizava a combustão. É interessante destacar que as experiências utilizadas por ele foram iguais ou parecidas com as que já tinham sido realizadas, o que de fato diferenciou Lavoisier dos outros cientistas foi apenas a explicação fornecida. Segundo (VINCENT, 1992), "a vitória do oxigênio sobre o "ar deflogisticado" deve-se não à modificação dos resultados da experiência de Priestley, mas a mudança na interpretação da experiência".

Em 1774, um farmacêutico chamado Pierre Bayen conseguiu produzir diferentes óxidos metálicos. Ele realizou experimentos nos quais transformou o óxido de mercúrio em metal sem a necessidade de utilizar o carvão. Essas observações não estavam de acordo com a Teoria do Flogisto.

Em setembro desse mesmo ano, Scheele enviou uma correspondência para Lavoisier dando todos os "passos" dos seus experimentos e indicando o que Lavoisier deveria fazer para

a conclusão dos estudos sobre o “ar deflogisticado” ou “ar de fogo”, pois seus equipamentos eram precários e não foram suficientes para o término de suas pesquisas. Lavoisier tinha em seu laboratório equipamentos de excelente qualidade (lentes maiores e balanças mais precisas, por exemplo) com os quais poderiam realizar as experiências propostas por Scheele. Lavoisier nunca respondeu à carta de Scheele, deixando incógnito se ele recebeu ou não a carta e se recebeu, seguiu as instruções, interpretou de modo diferenciado e ficou com os “créditos”, sem mencionar o nome de Scheele.

No mês seguinte ao envio da carta de Scheele, Priestley visitou Paris e jantou com Lavoisier, sua esposa e uma equipe de cientistas, contou sobre seus experimentos e resultados, descrevendo as características do novo “ar deflogisticado” produzido por ele.

Lavoisier com a ajuda de sua esposa, uma espécie de assessora, que orientava seu marido para fazer os experimentos, observou que o óxido de mercúrio quando aquecido junto com o carvão, produzia um tipo de “ar” e, quando aquecido com lentes sem a presença de carvão, produzia outro tipo de “ar”.

No ano de 1775, Lavoisier concluiu que o “ar” produzido quando o óxido de mercúrio era aquecido com lentes e sem o carvão, seria o mesmo “ar” que reagia com o metal, que naquele momento ele acreditou que fosse o ar atmosférico.

No ano de 1777, Lavoisier apresentou o trabalho “Sur la combustion en général” à Academia em uma sessão pública. Nesse momento inicial, não houve a ruptura da Teoria do Flogisto, o que ocorreu foi apenas uma explicação inversa dessa Teoria, ou seja, para a Teoria do Flogisto, com o aquecimento das substâncias o flogisto seria liberado, com a explicação de Lavoisier, o ar combina-se com a substância, libertando a matéria do fogo denominada por ele de calórico. Assim explica (VINCENT, 1992), “O calórico fornece igualmente uma peça mestra na batalha contra o flogisto porque permite a Lavoisier explicar a produção de calor ou de luz na combustão”.

Os argumentos apresentados por Lavoisier, até esse momento, não foram suficientes para que a Teoria do Flogisto fosse refutada. A “luta” para que o flogisto fosse derrubado levou mais algum tempo após a apresentação do trabalho “Sur la combustion en général”.

Lavoisier utilizou uma metodologia diferenciada dos outros cientistas em suas experiências. A quantidade de massa inicial e a quantidade de massa no final das substâncias foram medidas e comparadas. Lembrando que Lavoisier era “cobrador de impostos”, pode-se associar que a ideia de medir e fazer contas estavam bem ligadas à vida desse cientista, mas na vida dos outros cientistas não.

A hipótese de Lavoisier era que a matéria se conservava, ou seja, várias transformações nas substâncias poderiam ocorrer, mudança de estado, de cor ou de forma, mas a quantidade de matéria não poderia aumentar ou diminuir, deveria permanecer constante.

Partindo da hipótese da conservação da matéria, Lavoisier realizou alguns experimentos que utilizava balanças precisas e recipientes de vidro fechado que Stephen Hales já havia utilizado em seus experimentos. Desse modo era verificada a massa do conjunto (recipiente fechado + substâncias) antes da transformação e do conjunto (recipiente fechado + substâncias) após a transformação.

No ano de 1781, os pesquisadores Priestley e John Waltire observaram que na combustão do hidrogênio formavam-se vapores de água, mas toda a explicação do experimento e observações foi dada à luz da Teoria do Flogisto, pois, para esses cientistas, o ar inflamável seria o flogisto. Cavendish também conseguiu reproduzir o experimento que sintetizava a água e suas explicações também foram baseadas na Teoria do Flogisto.

Lavoisier estudou os experimentos de Priestley, John Waltire e Cavendish e no ano de 1783, juntamente com Pierre Simon Laplace que desenvolveu um instrumento que comprovou o fluxo de calor nas transformações químicas, o calorímetro, Lavoisier e Laplace conseguiram realizar uma experiência produzindo água, e explicaram o que ocorria nessa transformação.

Esses pesquisadores utilizaram uma cuba pneumática com mercúrio no lugar da água, já prevendo a produção da água, colocaram os dois “ares” formadores da água, o “ar inflamável” e o “ar deflogisticado” dentro da cuba e queimaram a mistura, após observaram a síntese da mesma e compararam a quantidade de “ares” adicionados com a quantidade de água formada. Desse modo, conseguiram definir a proporção correta da água. Com essa experiência, foi comprovado que a água não é uma substância simples e sim a combinação de dois gases.

Com esse experimento, Lavoisier denominou o ar inflamável de hidrogênio, que significa formador de água, e o ar deflogisticado de oxigênio, que significa formador de ácido, pois Lavoisier imaginou que todos os ácidos tinham o oxigênio em sua composição (hoje em dia sabe-se que existem ácidos que não tem o oxigênio em sua composição, por exemplo, ácido clorídrico – HCl, ácido bromídrico – HBr).

Em 1785, Lavoisier com o auxílio de Meusnier, projetou um equipamento novo, denominado de gasômetro. Com esse aparelho, Lavoisier conseguiu sintetizar a água e depois decompô-la novamente em dois “ares”, no oxigênio (que significa formador de ácido) e

hidrogênio (que significa formador de água). Lavoisier apresentou seus experimentos à Academia e comprovou que a água não é uma substância simples e sim um composto.

Comparando as massas dos produtos e reagentes das transformações químicas, Lavoisier instituiu a Lei da conservação das massas, ou seja, a quantidade de massa inicial dos reagentes das transformações químicas é igual à massa final dos produtos.

Quando Lavoisier expôs as pesquisas realizadas com a colaboração de Laplace, em que a Teoria do Flogisto era refutada, houve uma resistência por parte dos estudiosos que defendiam a Teoria do Flogisto.

Diante dos experimentos realizados utilizando equipamentos que pudessem recolher e medir as quantidades de reagentes e produtos envolvidos nas transformações, Lavoisier comprovou sua Teoria da conservação das massas, que ficou mais conhecida com a famosa frase: “Na natureza nada se cria nada se perde, tudo se transforma” e levou definitivamente a Teoria do Flogisto a sua falência, banindo todo pensamento metafísico e destituindo a água, o ar e o fogo da condição de elemento.

Lavoisier é considerado o “Pai da Química Moderna”, pois depois de muitos estudos e experimentos, propôs em conjunto com Guyton de Morveu, Berthollet e Foucroy, o projeto de uma nova nomenclatura, sendo todos os compostos encontrados até aquele momento “rebatizados” no método de nomenclatura Química de modo que ficassem livres de vestígios alquímicos.

Capitulo VII – Estrutura da Educação Pública Estadual do Rio de Janeiro

A Secretaria de Educação do Estado do Rio de Janeiro criada em 1938, inicialmente como Secretaria da Educação e Saúde Pública, tem em seu regimento de 1975, a missão de assegurar ensino de qualidade à população fluminense em busca da formação de cidadãos críticos e participantes, tendo como objetivo promover o ensino público de qualidade, de acordo com a lei nº. 9394/96 de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) cabe ao Estado executar uma política educacional para que o ensino público seja democrático e de qualidade, promovendo às crianças, jovens e adultos condições para o desenvolvimento sociocultural integral (SEEDUC/RJ, 2012).

A educação estadual é regida por ações político–administrativas dos governantes, ou seja, para que haja um ensino de qualidade, são necessários recursos financeiros e planos educacionais bem estruturados pela Secretária de Educação (SEEDUC).

A Educação do Estado do Rio de Janeiro, na cidade do Rio abrange, em sua maioria, estudantes do Ensino Médio, nesse segmento a idade regular dos alunos deveria estar entre 15 e 18 anos, mas o que se vem observando nas pesquisas realizadas (PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio) é que a idade dos discentes que estão matriculados no ensino médio das escolas da rede estadual de educação varia de 15 a 50 anos podendo em alguns casos ultrapassar essa idade máxima. Em alguns colégios existe o curso que abrange o Ensino para Jovens e Adultos (EJA), mas a grande maioria abrange o curso regular.

Na escola onde a pesquisa foi realizada, a idade dos alunos varia entre 15 e 50, mas os estudantes participantes da investigação têm entre 17 e 53 anos, nesse colégio, o EJA ainda não foi implementado, ou seja, todas as turmas existentes nessa Unidade Escolar são do curso regular.

Segundo o censo escolar do Ministério da Educação de 2009, 40% dos jovens entre 15 e 17 anos que deveriam estar no ensino médio, estão cursando ainda o ensino fundamental e 9% não estudam mais. Entre os jovens com idade entre 18 e 24 anos, que deveriam estar cursando o ensino superior, 14% está no ensino fundamental e médio.

Parte das causas desse atraso escolar é o grande número de repetência em conjunto com a interrupção temporária, seja por condições financeiras, doença, falta de incentivo, gravidez, etc.

Durante alguns anos, a Prefeitura do Rio de Janeiro, que é responsável por grande parte do ensino fundamental I e II neste Município, para que os alunos não ficassem com

defasagem idade/série escolar, adotou a política de que os alunos do ensino fundamental não poderiam ser reprovados nem no 1º e nem no 2º segmento, mesmo se esses não tivessem habilidades e competências correspondentes para cursarem a série posterior (SCHWARTZMAN, 2011).

O sistema de aprovação automática[3] pode ter diminuído a defasagem idade/série, entretanto, gerou outro problema anos mais tarde, depois que os estudantes foram promovidos para séries posteriores sem saber o mínimo necessário, ocorrendo a defasagem de conhecimento/série, resultando em muitos casos, a conclusão do ensino fundamental sem que o aluno soubesse por exemplo, as quatro operações matemáticas básicas e sem conseguir ler e interpretar um mínimo texto.

Os alunos da rede pública estadual já tinham grande dificuldade para acompanhar os estudos devido aos seus problemas socioeconômicos que interferem diretamente no rendimento escolar. Entretanto o sistema de aprovação automática refletiu negativamente na educação do ensino médio estadual, pois um grande número de estudantes concluiu o ensino fundamental sem ter as exigências mínimas necessárias para que pudessem acompanhar o ensino médio, fazendo assim com que o nível de abandono e de repetência fosse excessivo, pois quando o aluno não consegue acompanhar o que o professor expõe, ele fica desestimulado, e na maioria dos casos desiste de estudar.

Com a aprovação automática[3] no ensino fundamental, criou-se uma grande dificuldade no aprendizado dos alunos quando chegaram ao ensino médio, pois os discentes não conseguem acompanhar os novos conteúdos, isso faz com que haja um desinteresse grande pelos estudos, além de todas as outras barreiras que o aluno enfrenta para estar na escola, o fato da grande dificuldade de aprendizagem devido à falta de base, desestimula muitos estudantes, gerando uma grande evasão nas escolas públicas estaduais, principalmente se o curso for noturno.

Em alguns casos, os estudantes não abandonam o curso, mas escolhem determinadas disciplinas que têm mais facilidade de aprender e frequentam apenas aquelas “eleitas” por eles, acabando reprovados, outros alunos são flutuantes, ou seja, assistem às aulas em uma semana, faltam em outra e assim por diante, gerando também a reprovação.

Em algumas situações, as escolas estaduais transformam-se em ponto de encontro para amigos, os alunos utilizam a porta da escola para conversar e namorar, no horário em que deveriam estar assistindo aula.

[3] A aprovação automática estabelecia a modificação dos conceitos que eram atribuídos aos discentes na política anterior, que até então eram cinco: *Ótimo, Muito Bom, Bom, Regular e Insuficiente*. Essa política estabeleceu apenas três: *Muito Bom, Bom e Regular*, impossibilitando a reprovação. (TURA e MARCONDES, 2011).

As condições socioeconômicas dos estudantes tornam-se outro fator que contribui para a evasão escolar, em muitos casos, os alunos arranjam emprego que coincide com o horário escolar ou têm dificuldade para chegar ao colégio devido ao transporte, não conseguindo chegar no horário da aula.

A falta de incentivo familiar é outro ponto a ser destacado, na maioria dos casos os pais desses alunos não têm o grau de escolaridade muito alto, então se seus filhos não atingirem um nível muito alto de escolaridade, seus pais acham normal o filho parar de estudar ou estar cursando o ensino médio com idade avançada. Sobre esse aspecto, (SCHWARTZMAN, 2011), escreveu que “de maneira geral, quanto mais pobres as crianças e menos educados seus pais, pior seu desempenho escolar, mesmo que as escolas sejam boas e os professores dedicados e bem formados”.

Diante desse quadro de desvantagens, pode-se perguntar: qual o papel do ensino médio, principalmente o noturno, na vida dos estudantes das escolas estaduais? De acordo com (BARRETO e MARTINEZ, 2010)

> *“os jovens buscam progredir seus estudos, por razões que giram em torno da certificação para o trabalho, da necessidade ou não de aligeirar os estudos, preocupados com uma formação considerada mais “completa” para ingressar na universidade ou num outro curso tentando recuperar o tempo perdido”.*

Ou seja, alguns estudantes estão interessados apenas em conseguir o diploma, não estão se importando se vão aprender ou não algo, outros se preocupam com o ensino, pois pretendem passar para uma faculdade ou para um curso com formação técnica, porém sabem que as barreiras são muitas e a maioria não consegue ultrapassá-las, tendo como resultado o abandono dos estudos.

Em alguns casos os discentes se matriculam apenas para ter direito ao transporte gratuito, pois entram na escola para recarregar o cartão da passagem do ônibus (RIO CARD), que geralmente, fica localizado no pátio e muitas vezes não entram nas salas, só assistem aula novamente quando o cartão é bloqueado devido ao excesso de falta.

O programa Bolsa Família[4] é outro fator que contribui para que alguns alunos com menos de 18 anos frequentem as aulas, entretanto, quando esses estudantes obrigados, para não perder a Bolsa, estão em sala, em sua maioria, não se interessam pelas aulas e em alguns casos perturbam muito, atrapalhando a aprendizagem dos poucos interessados em adquirir conhecimento.

[4]O Programa Bolsa Família (PBF) é um programa de transferência direta de renda que beneficia famílias em situação de pobreza e de extrema pobreza em todo país.
O benefício é concebido às famílias que tenham, sob sua responsabilidade, crianças e adolescentes entre 0 e 18 anos, matriculados na escola (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO SOCIAL, 2013 e CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2013)

O discurso de que a educação pública é democrática e que há vagas para todos não resolve o problema do ensino, as dificuldades em conciliar trabalho, família e tarefas educacionais que os estudantes enfrentam, não são resolvidas com o número de vagas nas escolas.

Formar cidadão com o mínimo necessário para que ingresse no mercado de trabalho, ou no caso de discentes que já trabalham, dar condição para que esses progridam profissionalmente, oferecendo o básico para que estes possam ingressar em uma universidade, com o cenário da rede pública estadual, fica complicado para a equipe pedagógica escolar.

Mesmo que o professor tenha uma excelente formação, esteja se especializando, haja boa vontade e a escola tenha recursos adequados, é muito difícil estimular esse tipo de aluno.

Quando determinados conteúdos são dados, alguns estudantes têm a sensação que o professor está “falando em outra língua”, para o aluno que não aprendeu no ensino fundamental o mínimo necessário para que ele pudesse ser promovido às séries posteriores, ou seja, não tem base, fica muito difícil acompanhar às aulas que necessitam de pré-requisitos para que sejam compreendidas.

Para que exista um ensino com qualidade mínima nas escolas da rede estadual é necessário que os colégios possuam equipamentos e instalações adequadas, dando condições para que o profissional da educação seja motivado a cumprir seu papel, pois se o aluno não tem condições e em muitos casos nem vontade de aprender, e a estrutura da escola é precária, o trabalho docente passa a ser muito árduo e difícil de cumpri-lo.

Os Professores devem ser comprometidos e capacitados para o trabalho que estão se propondo a realizar, porém só isso não faz com que haja uma educação de qualidade, além de depender da vontade e do esforço do estudante de querer aprender, é necessário que o docente tenha melhor remuneração, para que possa trabalhar menos, tendo mais tempo para aprimorar suas aulas e para se especializar em suas respectivas áreas.

Mesmo assim, não adianta a escola ter todas as condições necessárias para o bom funcionamento e os professores com formação adequada e dispostos a transmitir um ensino de qualidade, se os estudantes não têm o interesse no aprendizado, ou melhor, o interesse até pode existir, mas eles não querem se esforçar para aprender, acreditando que ter conhecimento é apenas estar na sala de aula, sem fazer nenhum exercício e sem estudar.

Diante desse cenário da educação estadual, tentou-se com a investigação/intervenção incentivar os alunos de uma das escolas estaduais do Rio de Janeiro, de forma que eles

pudessem acompanhar, sem muitas dificuldades, as aulas de Química, com a intenção de amenizar a estrutura conturbada na qual os estudantes convivem.

Capitulo VIII – Cenário da Pesquisa

VIII. 1 Estrutura do Colégio

VIII. 1. 1 Histórico

O colégio no qual realizou-se a investigação, fica localizado no Bairro da Piedade, zona norte da Cidade do Rio de Janeiro, funcionando no turno da noite com os alunos matriculados na rede pública estadual de educação e durante o dia com os estudantes da rede pública municipal do Rio de Janeiro.

Foi fundado em 1968, tendo sua regulamentação apenas em 1973, funcionando até 1974 somente com ensino fundamental I (primário, naquela época). Em 1975 começou a funcionar o 2º segmento do ensino fundamental (ginásio, naquela época), coexistindo os dois segmentos. Em 1978, o ensino fundamental I foi extinto, passando a instituição funcionar apenas com o ensino fundamental II.

No ano de 1998, foi formada a primeira turma de 1º série do ensino médio, coexistindo novamente dois segmentos (fundamental II e médio), em 2002 não havia mais o ensino fundamental II, passando a escola a funcionar apenas com as três séries do ensino médio regular.

VIII. 1. 2 Quadro Funcional

A atual Gestora está na escola desde 1975, onde ingressou como professora I (primário, na época) e em 1981, já concluído seu curso de Pedagogia, assumiu o cargo de Supervisora pedagógica, ficando nesse cargo até 1990 quando assumiu a Direção da Unidade Escolar.

A secretária da escola concluiu o ensino fundamental II nessa instituição e o ensino médio em uma escola particular. Prestou concurso para e rede Estadual de Educação para o cargo de servente, porém fez um curso de secretariado com recursos da Unidade Escolar e atualmente exerce a função de secretária escolar.

Nessa instituição há 28 funcionários, sendo que destes, 17 são docentes e 10 são funcionários administrativos e de apoio. A escola tem apenas uma diretora e não possui orientador pedagógico. O colégio tem capacidade para 210 alunos, porém a quantidade de alunos matriculados é 177, mas apenas aproximadamente 120 têm frequência regular.

A professora/pesquisadora foi admitida no cargo de Professor Docente I da SEEDUC - RJ em abril de 2008, tendo a carga horária de 16 h semanais, correspondente à 4 tempos de

planejamento e 12 tempos em sala de aula em 6 turmas, sendo a carga horária de Química em cada série, na Rede Estadual de Educação do Rio de Janeiro, de dois tempos semanais. Neste ano sua matrícula foi lotada nesta escola, porém existiam somente 4 turmas disponíveis para aula de Química, tendo a docente que complementar a carga horária em outra Unidade Escolar da Rede Estadual, no ano seguinte, com a saída de uma professora de Química, essa educadora passou a administrar todos os 12 tempos de aula nessa escola. Sendo o quinto ano que a professora/pesquisadora trabalhou nesse colégio, a maioria dos participantes da pesquisa foi aluno dessa professora na 1ª e 2ª séries.

Nos anos anteriores, foram trabalhados em sala experimentos que serviam para demonstrar o que a professora explicava sem ser utilizada qualquer abordagem histórica. Foi observado que com esse tipo de abordagem experimental, os alunos participavam da aula, entretanto grande parte, na semana seguinte, já não sabia explicar o ocorrido nos experimentos realizados, lembravam apenas do fenômeno, ou seja, não conseguiam aprender o motivo da ocorrência do fenômeno. Essa foi uma das inquietações que levaram essa docente a trabalhar de forma diferenciada nas aulas de Química, pois não adiantava a aula ser “legal”, se o objetivo principal que era a aquisição de conhecimento, não acontecia.

VIII. 1. 3 Espaço Físico

O prédio onde funciona o colégio é compartilhado com uma Escola Municipal, ou seja, o imóvel pertence à Secretaria de Educação Municipal da cidade do Rio de Janeiro, onde durante o dia funciona o ensino fundamental I e II da rede pública municipal e à noite o prédio é ocupado pelo Ensino Médio da rede estadual de educação. Parte dos alunos matriculados à noite estudou em anos anteriores na Escola Municipal que funciona nesse prédio.

Na entrada do colégio, existe um pátio grande descoberto, que é utilizado como estacionamento, próximo a esse pátio há uma quadra poliesportiva coberta, junto a esse espaço, no 1º andar encontramos outro pátio menor, porém coberto.



FIG. VIII.1 - Foto da Entrada da Escola



FIG. VIII.2 - Foto do Pátio descoberto com a quadra ao fundo



FIG. VIII.3 – Foto do outro lado do Pátio descoberto



FIG. VIII.4 – Foto do Pátio coberto

Estão localizados ao redor do pátio coberto, a secretaria, a direção e a sala dos professores da Escola Municipal, que ficam fechadas à noite, a secretaria e a direção do Colégio Estadual que funciona a partir das 18h, o auditório que é utilizado eventualmente e o refeitório com a cozinha que não é utilizado à noite, pois não é servido comida para os alunos, a merenda consiste em achocolatado ou suco em caixinha e biscoito, bolo ou iogurte.

Nesse mesmo pavimento, existe um banheiro para os docentes que fica localizado dentro da diretoria do colégio estadual, dois banheiros (masculino e feminino) para os alunos do Município, que ficam trancados à noite, e apenas mais um banheiro utilizado pelos estudantes do turno da noite, que fica trancado com chave e só pode ser usado mediante resgate da mesma.

No segundo pavimento do prédio, existem 17 salas, onde apenas 11 estão disponíveis para a escola noturna, uma delas funciona como sala dos professores e multimídias. Nessa sala ficam guardados os armários dos professores, os livro didáticos e paradidáticos, uma televisão com DVD, um mini laboratório de ciências (Biologia, Física e Química), um quadro branco e algumas mesas e cadeiras.

Existe uma divisória na sala de multimídias para configurar um espaço para o Laboratório de informática, que dispõe de 12 computadores comportando no máximo 20 alunos. Esse espaço somente é utilizado eventualmente, quando algum professor faz alguma atividade com a turma, os alunos e os professores não podem entrar na sala se houver alguma atividade proposta, mesmo se estes estiverem em tempo vago, esse espaço fica trancado, e somente é aberto quando há algum trabalho.



FIG. VIII.5 – Foto do 2º pavimento (lado esquerdo)



FIG. VIII.6 – Foto do 2º pavimento (lado direito)



FIG. VIII.7 – Foto da Sala Multimídia



FIG. VIII.8 – Foto da Sala Multimídia (outro ângulo)

As outras 10 salas são disponíveis para a acomodação das turmas existentes na escola. Nessas salas, existem dois murais que pertencem às turmas diurnas do ensino fundamental, dois ventiladores que nem sempre estão funcionando, um quadro branco, um projetor, que não funciona, fixo no teto, uma mesa para o professor e aproximadamente 35 mesas e 35 cadeiras para os alunos, sendo que em grande parte em situação precária.

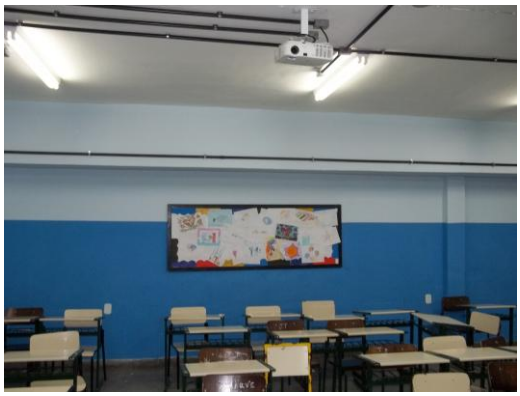


FIG. VIII.9 - Foto da Sala de aula



FIG. VIII.10 - Foto da Sala de aula (outro ângulo)

Até o final do ano de 2011, havia dez turmas no colégio, no início de 2012 duas turmas foram extintas, ficando a escola com apenas 8 turmas, quatro de 1º série, duas de 2º série e duas de 3º série.

Em maio de 2012 mais duas turmas de 1º série foram extintas, isso fez com que os alunos que frequentavam, tanto das turmas que foram extintas como das que permaneceram e "acolheram" os alunos das turmas extintas, ficassem mais desestimulados, pois houve mudança de professores, diferença de conteúdos e aumento do número de alunos por turma, o que dificultou ainda mais o aprendizado.

Nesse 2º pavimento, há ainda uma sala que funciona como laboratório de ciências para as turmas da escola diurna, mas o colégio noturno não tem acesso a ele, ou seja, para esse turno não há uma sala que se possa utilizar como laboratório. Se algum docente quiser fazer algum experimento, esse tem que ser feito dentro da sala de aula. A falta de espaço específico para as aulas experimentais dificultou o trabalho realizado na pesquisa.



FIG. VIII.11 - Foto da Porta do Laboratório de Ciências

Existe na escola, um "micro laboratório" de física, química e biologia, que consiste em um "carrinho" com 60 cm de largura, 100 cm de comprimento e 80 cm de altura, onde ficam guardados vários equipamentos e reagentes de laboratório, separados em "maletas" e organizados por disciplina, reagentes e vidrarias, que podem ser usados por qualquer professor dessas disciplinas, independente da série que lecione, com experimentos demonstrativos, pois os materiais estão em pequenas quantidades.



FIG. VIII.12 - Foto do Micro laboratório

Quando o professor precisa utilizar algum desses materiais, ele tem que chegar mais cedo à escola para poder organizar os equipamentos e após a utilização lavar e guardar tudo que foi utilizado, não existe um funcionário que “arrume e organize” o material, eventualmente um dos funcionários de apoio, obrigado pela direção, ajuda na limpeza dos materiais.

Esse esquema de chegar mais cedo para preparar os materiais e sair mais tarde porque tem que deixar tudo limpo e arrumado é uma das grandes dificuldades que os professores têm de programar aulas experimentais, pois em muitos casos esse tempo não existe, em sua maioria os docentes trabalham em várias escolas para poder complementar sua renda e sua carga horária, não conseguindo chegar mais cedo, ou não pode ficar até mais tarde, pois no dia seguinte tem que acordar muito cedo para trabalhar em outra escola.

Com esse micro laboratório pôde-se realizar os experimentos utilizados nesse trabalho de pesquisa, pois os reagentes e alguns equipamentos utilizados que não são encontrados facilmente em mercados ou farmácias foram encontrados no micro laboratório.

Em relação aos equipamentos tecnológicos para uso em sala de aula, a instituição possui um data show, um notebook e outro aparelho que é um “computador” que tem um projetor acoplado, esses equipamentos ficam guardados na diretoria e quando algum professor precisa utilizar, tem que chegar mais cedo para levar para a sala de aula e montar o equipamento, que é pesado, e no final da aula tem que desmontar e guardar toda a aparelhagem novamente na diretoria.

Não há necessidade de se fazer uma reserva prévia para a utilização dessas tecnologias, pois o número de professores diário é pequeno (aproximadamente 6 por dia) e não corre-se o risco de mais de dois professores utilizarem o projetor no mesmo dia, pois esses aparelhos são pouco utilizados pelos docentes, sendo muito trabalhosa e demorada a

montagem e desmontagem dos mesmos, ficando o professor desestimulado e consequentemente sem vontade de utilizá-los, por isso são pouco os educadores que fazem uso desse equipamentos.

O fato de não haver uma sala onde o equipamento já fique montado ou um funcionário que possa montar a aparelhagem quando se quer utilizar a projeção, é um fator que dificulta a utilização desses equipamentos, prejudicando o trabalho do professor.

Outro fator que prejudica o andamento das aulas é o horário do início das mesmas, o horário oficial da escola é 18h, entretanto os alunos que trabalham, que são a maioria, só conseguem chegar à escola entre 18:30 e 18:45h, fazendo com que os tempos de aula fiquem mais curtos.

A frequência irregular dos estudantes também interfere diretamente no andamento das aulas, quando um aluno falta muito, ao retornar parece um “peixe fora d’água”, não entende quase nada do que está se passando e muitas vezes atrapalha o andamento do curso, pois fica perguntando sobre assuntos tratados anteriormente fazendo com que a aula não progrida.

Esse é o cenário onde a pesquisa foi realizada, pode-se perceber que existem grandes dificuldades de se realizar aulas diferenciadas, porém muitas dessas barreiras foram ultrapassadas para que as aulas histórico-experimentais ocorressem, tendo como esperança que os estudantes participassem e compreendessem melhor os conteúdos abordados.

Capitulo IX – Proposta metodológica

Esse trabalho teve como principal objetivo a analise da seguinte questão: Uma abordagem histórica com a utilização de experimentos no ensino da química possibilita aos estudantes da rede pública estadual maiores envolvimento e compreensão dos temas trabalhados?

Essa pesquisa não teve a pretensão de solucionar o problema da educação na rede pública estadual do Rio de Janeiro, nem o problema do ensino de Química e nem a falta de interesse que os estudantes têm no aprendizado, pois sabe-se que as causas desses problemas são múltiplas, e as soluções envolvem aspectos sociais, econômicos e políticos que não estão ao alcance de um simples trabalho acadêmico.

O que se pretendeu com essa investigação foi tentar dar suporte às aulas de Química em uma escola pública da rede estadual de ensino do Rio de Janeiro.

Com esta proposta, tentou-se aumentar o interesse dos estudantes pelas aulas de Química fazendo com que eles conseguissem aprender os conteúdos sem precisar decorar muitos nomes ou fórmulas e sem parecer que estavam sendo “torturados” nas aulas dessa disciplina, de modo que visualizassem a importância desse aprendizado.

Se o aluno coseguir relacionar o ensino dessa Ciência com as questões econômicas, políticas e sociais, interligando o conhecimento adquirido em sala de aula com o mundo fora da escola, faz com que ocorra a melhora do seu desenvolvimento cognitivo.

O trabalho consistiu em uma investigação qualitativa onde segundo (BARDIN, 2011),

> *“A abordagem qualitativa corresponde a um procedimento mais intuitivo, mas também mais maleável e mais adaptável a índices não previstos, ou à evolução das hipóteses, já que permite sugerir possíveis relações entre um índice da mensagem e uma ou diversas variáveis do locutor (ou da situação de comunicação).”*

E (BOGDAN e BIKLEN, 1994) colocam que:

> *“as estratégias mais representativas desse tipo de investigação são a observação participante e a entrevista em profundidade. Os dados recolhidos nessa análise são ricos em pormenores descritivos relativamente a pessoas, locais e conversas, e de complexo tratamento estatístico. A maioria dos estudos qualitativos é conduzida com pequenas amostras”.*

No caso dessa investigação, as pessoas, o local e a quantidade que foram analisados detalhadamente são, respectivamente, os alunos da 3ª série do ensino médio do curso regular noturno, a sala de aula de uma escola da rede pública estadual do Rio de Janeiro localizada na

Zona Norte do Município do Rio de Janeiro e duas turmas totalizando 39 alunos, sendo 25 de uma turma (3001) e 14 alunos da outra (3002).

De acordo ainda com (BOGDAN e BIKLEN, 1994)

> *"a investigação qualitativa tem cinco características que estão relacionadas a seguir: 1- Na investigação qualitativa a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal; 2- A investigação qualitativa é descritiva; 3- Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos; 4- Os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva; 5- O significado é de importância vital na abordagem qualitativa".*

Nesse trabalho, o investigador foi a própria professora da turma, ou seja, foi o instrumento principal da investigação. A pesquisa partiu da observação em sala de aula, da descrição do comportamento dos alunos diante de aulas relacionadas à História da Química com abordagem experimental e a análise de material respondido pelos alunos durantes as atividades desenvolvidas nas aulas.

Nessa investigação a professora/pesquisadora, por ser a responsável pelas aulas de Química, presenciou todas as situações ocorridas durante a aplicação das etapas da pesquisa, ou seja, teve contato direto com todos os participantes da investigação.

Houve a preocupação em registrar o desempenho dos estudantes ao tentarem resolver os problemas propostos em cada aula, onde (LUDKE e ANDRÉ, 1986) chamam a atenção para esses registros descrevendo que "*nos estudos qualitativos há sempre uma tentativa de capturar a "perspectiva dos participantes", isto é, a maneira como os informantes encaram as questões que estão sendo focalizadas".* Esses registros são de suma importância para a descrição da pesquisa.

A investigação consistiu na utilização da História da Química no século XVIII, envolvendo seus aspectos sociais, políticos e econômicos, trabalhando em conjunto com a experimentação, sendo demonstrada de forma problematizadora, ou seja, utilizando a metodologia da problematização, onde se desenvolve atitudes reflexivas tanto intelectuais como sociais nos discentes (GIANNASI e BERBEL, 1998). Um dos objetivos foi o desenvolvimento, na medida do possível, da construção do saber pelos estudantes, onde esses possam utilizá-lo para a tomada de decisões em problemas que envolvam a sociedade como um todo e às vezes em seus interesses particulares. Sobre esse aspecto, (ERTHAL e LINHARES, 2009) mostram que relatos de pesquisas em sala de aula com suporte na história das ciências são fundamentais para estimular nos professores o interesse pelo assunto e a utilização das ideias em sala de aula, fomentando com isso a formação de um pensamento crítico nos estudantes.

E (QUEIROZ et al, 2001) escreveram que

> *"a história do conhecimento científico na cultura ocidental é marcada por um longo debate acerca da possibilidade de se garantir um conhecimento confiável sobre a realidade. A experimentação colaborou para a cristalização de uma imagem abrangente e segura do modo como o mundo funcionava, segundo o paradigma newtoniano que se tornou predominante até o final do século XIX."*

Trabalhando com a história da ciência junto com experimentos que serviram como base para discussão dos estudantes, a professora pesquisadora não teve como interesse principal os resultados e produtos da pesquisa, o que foi analisado com grande ênfase foi o desenvolvimento do trabalho, descrevendo o comportamento e atitudes dos participantes da pesquisa ao lidar com métodos pedagógicos diferentes do que estão acostumados.

A intenção dessa pesquisa foi explorar a capacidade de pensar dos discentes para que os mesmos pudessem desenvolver visões críticas a respeito da ciência em seu cotidiano, de modo que conseguissem analisar e tomar atitudes conscientes em situações reais. Inicialmente, foram aplicados questionários individuais e escrito com perguntas gerais relacionadas à vida pessoal dos participantes da pesquisa, apêndice 1, como, por exemplo, "Se o aluno trabalha e onde?", "*esse tipo de questionamento é de suma importância, pois ajuda na organização e orientação na hora de recolher os dados à medida que a pesquisa vai decorrendo"* (BOGDAN e BIKLEN, 1994) e outros questionários, apêndice 2, com perguntas mais específicas sobre os conteúdos abordados em sala de aula com o objetivo de ajudar os estudantes na compreensão do que estava sendo abordado e na reflexão sobre assuntos sociais onde puderam comparar a relação cotidiana, colaborando com uma visão mais crítica do mundo.

Os questionários relacionados aos dados pessoais foram respondidos individualmente, a maioria dos questionários específicos dos conteúdos abordados foi respondido em grupo, apenas os dois últimos, que foram utilizados como uma espécie de revisão de todos os conteúdos abordados, estava relacionando à História da Química, reação de combustão e Lei de Lavoisier, a opinião sobre as aulas diferenciadas e a opinião sobre o que eles pensam a respeito dos cientistas foram respondidos individualmente.

Anotações do comportamento dos estudantes e observações registradas ao longo dos experimentos e aulas expositivas foram analisadas do seguinte modo: Os questionários gerais onde tinham perguntas da vida particular dos estudantes, foram os primeiros dados analisados, sendo assim, através do estudo das características do alunado foram produzidos os questionários de conteúdos específicos. Após cada aula, de acordo com as respostas dadas pelos alunos os outros questionários foram produzidos. O comportamento e a fala dos estudantes foram registrados através de fotografias e de anotações feitas no momento das

aulas.

O objetivo do recolhimento dos dados gerais foi identificar algumas das causas do desinteresse dos alunos pelos estudos ou as dificuldades que os estudantes que não conseguiram alcançar a série posterior têm ou tiveram. Esses dados serviram também para fazer uma análise dos motivos que levam os alunos a abandonarem os estudos em uma determinada fase de suas vidas.

Inicialmente os estudantes seriam divididos em grupos e separados pelas seguintes categorias: alunos que nunca foram reprovados, alunos que ficaram afastados da escola por muito tempo e alunos que nunca ficaram afastados, mas que repetiram muitas vezes a série.

Essas categorias seriam classificadas de modo que os estudantes agrupados tivessem mais ou menos o mesmo nível de conhecimento em relação aos conteúdos de ciências.

Se fossem colocados alunos que nunca pararam de estudar junto com alunos que ficaram muitos anos afastados da sala de aula e retornaram à escola nesse ano, por exemplo, a defasagem entre um e outro em relação aos conteúdos de Química especificamente, poderia ser muito grande e os resultados poderiam ficar mascarados.

Como as respostas seriam dadas em grupo, o aluno que está estudando Química a dois anos consecutivos tenderia saber mais os conteúdos abordados e conduzir o grupo com suas próprias respostas, de modo que ocorreria pouca ou nenhuma discussão e sim respostas individuais daquele aluno, fazendo com que um dos objetivos do trabalho que é a discussão para a resolução dos problemas propostos não fosse eficiente.

Outro fator importante para a divisão dessas categorias foi o interesse pelos estudos, por exemplo, se um indivíduo parou de estudar por questões familiares, mas sempre teve vontade de retornar aos estudos, porém somente conseguiu voltar agora, seria provável que seu interesse pelo conhecimento fosse maior do que aquele aluno que nunca ficou fora da escola, permanecendo na sala de aula obrigado pelos seus responsáveis, ou aquele que voltou para escola só porque o trabalho está exigindo o diploma, por exemplo. Sendo assim se esses alunos pertencessem ao mesmo grupo, a discussão não ocorreria de forma eficaz, sendo novamente um trabalho com poucas discussões.

Os alunos reprovados várias vezes, seriam colocados no mesmo grupo porque em muitos casos a reprovação ocorre pela grande dificuldade de aprendizagem que os estudantes têm ou por motivo de “bagunça” dos próprios alunos em sala de aula. Sendo assim se esses alunos trabalhassem juntos ficaria mais fácil haver uma discussão onde todos poderiam participar e entender as colocações dos outros colegas, isso tornaria a construção do

conhecimento mais eficiente e ajudaria também na hora da análise dos dados.

Diante dessas características observadas pela análise dos questionários pessoais, foi proposto aos estudantes que se agrupassem nessas respectivas categorias. Entretanto, quando foi anunciado o modo de separação, os participantes da pesquisa pediram, ”por favor,” para que os grupos fossem formados por “amizade”, independente de idade, afastamento da escola ou reprovação, ou qualquer outro critério de semelhança. Então o pedido foi aceito e os grupos foram formados pelos próprios alunos.

Mesmo com os grupos organizados de forma heterogênea e sem critério em relação aos dados pessoais, o fato dos educandos estarem em seus respectivos círculos de amizade, em nenhum momento atrapalhou a dinâmica do trabalho aplicado.

Entretanto, nos resultados das respostas não pode-se saber, pois se nos grupos existiam alunos com diferentes características, e as questões foram respondidas em grupo, não pode-se fazer a avaliação se os alunos com dificuldades tiveram muita ou pouca influência nas respostas.

Porém, ao analisar os questionários finais que foram respondidos individualmente, verificou-se que os alunos com dificuldade tiveram o maior índice de erro, e os com menos dificuldades um índice maior de acertos. Sendo assim, o fato dos próprios alunos formarem seus grupos não alterou o objetivo principal da pesquisa, que era a observação do comportamento dos estudantes diante de cada situação proposta.

Após a decisão de como os grupos seriam constituídos, os estudantes foram divididos em grupos de 4 e 5 componentes.

Na análise das respostas dos questionários foi observada a capacidade de reflexão dos estudantes diante de situações problematizadoras propostas nas aulas expostas. Nesse contexto, (FRASER e GONDIN, 2004)

> *“escreveram que a entrevista na pesquisa qualitativa, ao privilegiar a fala dos atores sociais, permite atingir um nível de compreensão da realidade humana que se torna acessível por meio de discursos, sendo apropriada para investigações cujo objetivo é conhecer como as pessoas percebem o mundo.”*

Ao analisar os dados recolhidos foi observado como cada grupo de estudantes trabalha com situações problemas em seu cotidiano, demonstrando ou não quais os conhecimentos de Química que estes conseguem associar com questões sociais em seu dia a dia, pôde-se perceber também se esses alunos conseguem desenvolver uma visão mais crítica, aguçando sua curiosidade e criatividade.

IX. 1 Metodologia de Pesquisa

Foram apresentados alguns experimentos associando-os aos fatos históricos do desenvolvimento da Química do século XVIII durante algumas aulas consecutivas, do seguinte modo: a pesquisa foi dividida em 7 etapas, cada uma corresponde a um dia de aula, cada aula com aproximadamente 1 hora de duração.

Na 1ª etapa, os alunos responderam a um questionário com seus dados pessoais, na etapa 2, realizou-se um experimento com duas velas, onde ambas foram tampadas, sendo uma com um copo de vidro grande e a outra com um copo de vidro pequeno, ao final havendo uma discussão sobre os conteúdos abordados. No 3º dia foi apresentada a teoria do flogisto e ao mesmo tempo foi realizado um experimento queimando um pedaço de magnésio e outro aquecendo o óxido de ferro (III) junto com palitos de fósforo. No 4º dia foi apresentado o desenvolvimento do estudo dos “ares”. No 5º, dois objetos foram queimados, palha de aço e folha de papel, e as massas inicial e final das substâncias foram comparadas e discutidas. No 6º, outro experimento com bicarbonato de sódio e vinagre dentro de uma garrafa foi realizado, ocorrendo novamente discussão entre os participantes da pesquisa. Na etapa final, houve uma discussão e uma revisão de todos os conteúdos abordados. A partir dessas aulas foi efetuada uma investigação para analisar o impacto da proposta colocada em prática.

IX. 2 Apresentação das Aulas

IX. 2. 1 Aula 1

A etapa 1 ocorreu no 1º dia de aula do ano letivo. A maioria dos estudantes já tinha sido aluno da professora/pesquisadora em algum momento, então a parte da apresentação entre aluno-professor foi praticamente dispensada, com exceção dos poucos estudantes que entraram no colégio naquele momento. Nessa aula, foi apresentada a proposta das aulas diferenciadas que iriam ocorrer durante aquele bimestre. Foi comunicado que aquele trabalho fazia parte de um projeto de mestrado, onde a professora atuaria também como pesquisadora durante todo o bimestre, e após os resultados da pesquisa, dependendo dos mesmos, essas aulas diferenciadas seriam inseridas nas aulas da 3ª série dos anos posteriores. Por isso eles deveriam responder todos os questionários com a maior sinceridade, tanto os que se referiam aos dados pessoais, como os que estavam relacionados com os conceitos abordados e os que faziam alusão a satisfação das aulas diferenciadas.

Foi avisado que os questionários serviriam como guia para pesquisa e não como avaliação para que fosse atribuído algum conceito, a média final do bimestre foi atribuída pela quantidade de aulas frequentadas. Porém se o aluno faltasse muitas aulas, que é o “normal”

nessa escola, ele teria que fazer um trabalho sobre os assuntos trabalhados como se fosse uma “recuperação”. Essa foi uma tentativa de fazer com que a frequência dos discentes aumentasse, mesmo sabendo que a maior parte das ausências não está relacionada ao modo de avaliação (presencial ou não) e que os principais motivos são pessoais.

Sendo a média daquele bimestre relacionada com a presença, notou-se que alguns estudantes, que diversas vezes ficavam conversando na porta da escola e não assistiam aulas, passaram a ser mais frequentes. Porém, aqueles alunos que faltam por motivos pessoais, como: trabalho, doença, família etc. continuaram faltando, porém deram satisfação sobre o decorrido na aula seguinte como forma de justificar a falta. Quando a justificativa era comprovada, com atestado médico, declaração do trabalho etc. as faltas eram abonadas, mas se não houvesse a comprovação, as explicações serviam apenas como satisfação.

IX. 2. 2 Aula 2

Na segunda aula, após a análise dos questionários sobre os dados pessoais que os alunos preencheram na aula anterior, as turmas foram divididas em grupos de 4 e 5 componentes cada. Foi entregue um questionário sobre o experimento que seria realizado, e antes da execução do mesmo, os materiais utilizados foram apresentados e foi provocada uma discussão sobre o que poderia acontecer se dois copos fossem colocados de forma que tampassem duas velas acesas, após realizou-se o procedimento, que consistia em:

- Duas velas iguais e do mesmo tamanho, foram acesas, em seguida dois copos de vidro, de tamanhos diferentes, foram invertidos e colocados por cima de cada vela de modo que as duas ficaram completamente tampadas, como mostra a foto a seguir.



FIG. IX.1 – Foto das duas velas iguais acesas



FIG. IX. 2 – Foto das duas velas tampadas com copos diferentes

Após serem tampadas, as velas apagaram, sendo que a com o copo maior apagou alguns segundos mais tarde.

Durante a realização do experimento, também houve discussão sobre os resultados obtidos, sendo esses registrados no questionário, recebidos no início da aula.

Após o término da experiência, houve mais discussão sobre a explicação do que ocorreu. No final, foi recolhido um questionário de cada grupo que serviu para a análise de dados da investigação.

O que se pretendeu com o questionário foi fazer com que os alunos refletissem sobre as explicações prováveis dos fenômenos ocorridos na experiência, incentivando-os à busca do conhecimento, sendo o papel do professor apenas de facilitador.

Sobre esse aspecto (FRANCISCO Jr et al, 2008) orientam

> *"que o professor deve organizar a discussão não para fornecer explicações prontas, mas almejando o questionamento das posições assumidas pelos estudantes, fazendo-os refletir sobre explicações contraditórias e possíveis limitações do conhecimento por eles expressados".*

Nesse sentido, o papel de mediador assumido pelo professor foi apenas de orientar as respostas. Em nenhum momento foi explicado por ele o que ocorreu, os discentes queriam que fosse "mostrada" a resposta certa para aquelas questões, mas foi acertado que durante aquele bimestre eles participariam das aulas sem que o professor explicasse algo, e no final a turma em conjunto tiraria suas próprias conclusões. Caso alguma delas estivesse "errada" o professor daria a explicação do fenômeno.

IX. 2. 3 Aula 3

No terceiro dia de aula, foi entregue outro questionário sobre a Teoria do Flogisto colocando em discussão o desenvolvimento da mesma.

Inicialmente, foi apresentada aos alunos a ideia do princípio da combustão na qual o químico alemão Johan Joachim Becher (1635-1682) acreditava e denominou de "terra pinguis". Porém não foi mencionada a palavra combustão, e sim queima. Após, foi "relembrado" um pouco sobre o movimento iluminista que surgiu no século XVIII, onde o objetivo principal era acabar com a razão religiosa da época medieval, de modo que uma nova forma de pensar com bases mais racionais abrisse caminhos para o desenvolvimento da ciência, onde novos livros foram escritos com concepções iluministas banindo toda a base metafísica, (BRAGA et al, 2000) "base de sustentação apoiada em alguma explicação ou elemento da natureza que não possa ter sua existência confirmada por meios experimentais".

Em seguida, foi apresentado o alemão Georg Ernest Stahl (1660-1734) e uma parte de sua vida pessoal, descrevendo que ele foi um "iatroquímico" (simultaneamente médico e químico), médico do Rei da Prússia (atualmente, Alemanha) e como tal ocupou altos cargos acadêmicos, adquirindo assim grande influência, onde expandiu as ideias de Becher e propôs

uma teoria para explicar as reações químicas, tendo como principal foco as reações que ocorressem na presença do fogo.

Foi apresentada a Teoria do Flogisto, que explicava que quando ocorria a queima de uma vela, por exemplo, a chama liberava uma “substância” que Stahl denominou de “flogisto”. Se fosse um metal, o aquecimento fazia com que ele liberasse o flogisto para ser transformado em óxido daquele metal, e quando o óxido de metal era queimado em presença de carvão ou madeira, esses “doavam” flogisto para o óxido fazendo com que voltasse a ser metal.

Essas apresentações foram feitas em PowerPoint, projetadas no data show e explicadas oralmente.

A Teoria do Flogisto foi relacionada com o experimento realizado na aula anterior, demonstrando a explicação dada por Stahl sobre aquele fenômeno, pois para Stahl a vela apagava porque ao ocorrer a queima, uma substância denominada por ele de flogisto era liberada para o ar, quando a vela foi tampada a chama apagou porque o ar ficou saturado de flogisto e não “aguentou” mais recebê-lo.

A vela com o copo maior demorou mais para apagar porque a quantidade de ar dentro dele era maior fazendo como que uma maior quantidade de flogisto fosse recebida, sendo assim, a chama da vela no copo grande liberava mais flogisto. No momento da aula, houve um debate entre os grupos sobre a explicação dada por Stahl em relação o experimento com as velas.

Em um segundo momento, foram realizadas duas experiências, a queima de um metal (magnésio) para que fosse transformado em óxido de magnésio e a queima do óxido de ferro III junto com palitos de fósforo para que fosse transformado no metal ferro e em seguida os fenômenos foram relacionados com os experimentos que Stahl realizou.

Esses dois experimentos foram realizados com o objetivo de instigar o “espírito” investigativo dos estudantes. As experiências que fizeram parte da terceira etapa estão relacionadas abaixo.

No primeiro experimento, aqueceu-se um metal (magnésio – Mg) para que fosse transformado em um óxido, nesse caso o óxido de magnésio (MgO), o procedimento realizado está descrito a seguir:

1 – Um pedaço de magnésio foi fixado na pinça de madeira e colocado na chama da lamparina, após alguns minutos o magnésio emitiu uma luz intensa e segundos depois, se transformou em um “pó branco”, o óxido metálico.

2 – O óxido produzido foi recolhido e mostrado para todos os grupos.



FIG. IX. 3 – Foto do Início de Queima do Magnésio



FIG. IX. 4 – Foto do Final da Queima do Magnésio

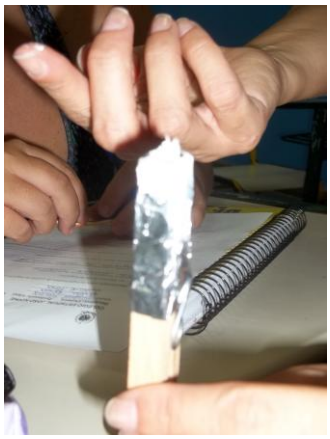


FIG. IX. 5 – Foto do Produto da Queima do Magnésio

A segunda experiência foi a produção de um metal (ferro) através do aquecimento do óxido de ferro (III) com um palito de fósforo, o procedimento realizado está descrito a seguir:

1- Os alunos passaram um imã no recipiente que continha óxido de ferro (III) e verificaram que não ocorre atração magnética entre o imã e o oxido;

2- Um palito de fósforo foi imerso em um frasco contendo óxido de ferro (III), fazendo com que o óxido de ferro (III) aderisse à superfície do mesmo;

3- O palito preparado anteriormente foi aceso e queimou durante alguns segundos;

4- A substância produzida foi recolhida em um “pratinho” de alumínio;

5- Um imã foi aproximado do material produzido;

6- Foi observado que ocorreu uma atração entre o produto final e o imã, comprovando a formação do ferro metálico.



FIG. IX. 6 - Foto da Observação do produto sendo atraído pelo imã

No final da execução dos procedimentos, foi pedido que os alunos tentassem associar a Teoria do Flogisto com os fenômenos observados. Após alguns minutos de discussão, foi perguntado para os estudantes se concordavam ou não com Stahl justificando suas respostas.

O objetivo da apresentação da teoria do flogisto e a realização dos experimentos foi fazer com que os alunos conseguissem refletir que o desenvolvimento da ciência não acontece de uma hora para outra e que importantes pesquisadores podem defender teorias que futuramente poderão ser refutadas. Assim (CHAGAS, 2000)

> *"defende que na evolução da Química nota-se que a teoria tem sofrido mudanças bruscas com o passar do tempo, verdadeiras revoluções, porém a prática tem se modificado de forma mais ou menos contínua, às vezes mais rápida ou mais lentamente, porém sem grandes saltos".*

IX. 2. 4 Aula 4

No quarto dia de aula, houve a apresentação do desenvolvimento do estudo dos gases (O_2, CO_2 e H_2) e de outros pesquisadores, foi exibido algumas das características pessoais desses personagens, seus experimentos e resultados, sempre alertando que todos até então, de alguma, forma usavam a Teoria do Flogisto como base para seus estudos, foram eles: Stephen Hales, Joseph Black, Carl Wilhelm Scheele e Joseph Priestley.

Inicialmente, no data show, houve a apresentação do inglês Stephen Hales mostrando que ele desenvolveu um aparelho denominado cuba pneumática que foi muito utilizado nos estudos dos ares no século XVIII. Esse equipamento tinha a função de recolher os "ares" que eram liberados da fermentação e da respiração. Hales observou e descreveu as características desses ares recolhidos, esses apagavam a chama e eram nocivos. Foram citados também os

experimentos realizados com plantas, descrevendo que essas absorviam um tipo de “ar” e liberavam grande quantidade de outro “ar”.

Após Hales, foi apresentado o ar fixo, que foi um dos primeiros “ares” a ser identificado e denominado pelo médico inglês Joseph Black, na experiência do aquecimento da Magnésia alba, na qual foi observado o desprendimento de um “ar” (denominado de ar fixo por Black). A diferença de massa inicial e final das substâncias e o experimento do tratamento com ácido que liberou o mesmo “ar fixo” foram explicados em sala. Porém não foram colocadas fórmulas de compostos e reações, pois naquela época ainda não existiam as fórmulas dos compostos. Além disso, os alunos não tinham base suficiente para entender através de fórmulas o que estava sendo exposto.

O sueco e farmacêutico Carl Wilhelm Scheele (1742-1786) foi apresentado junto com os experimentos realizados por ele. Foi descrito, como exemplo, o aquecimento do mercurius calcinatus (óxido de mercúrio) em 1772, que produziu o ar que foi denominado por Scheele de “ar de fogo”, e o comportamento da chama em presença desse ar foi observado e registrado.

Foi explicado sobre o “Tratado sobre o ar de fogo” publicado em 1777 por esse pesquisador e também comentado sobre uma determinada Carta que Scheele teria enviado à Lavoisier em 1774, relatando os experimentos e os resultados da produção do ar de fogo em detalhes. Lavoisier nunca respondeu a carta de Scheele, deixando a dúvida se realmente a correspondência lhe tinha sido entregue.

Lavoisier refez diversos experimentos, porém não se sabe se a carta de Scheele foi usada como guia ou se sua esposa recebeu a correspondência e a utilizou como guia, mas nunca mostrou a Lavoisier ou se realmente o casal não teve acesso à correspondência. (DJERASSI e HOFFMANN, 2004).

Nesse momento, Lavoisier foi apenas citado como um certo pesquisador, não foi relatado nada sobre ele, pois futuramente se comentaria sobre esse estudioso, expondo detalhes de sua vida pessoal e profissional.

Depois de Scheele, foram mostrados as características de Joseph Priestley (1733-1804), químico inglês e pastor presbiteriano, que frequentou escolas paroquiais e estudou línguas, matemática e filosofia natural. Casou-se com Mary Wilkinson que era filha e irmã de donos de siderurgia na Inglaterra do século XVIII. Realizou os mesmos experimentos de Scheele em 1774, porém não sabia da existência dos estudos de Scheele. Aqueceu também o óxido de mercúrio e observou que o “ar” produzido por esse aquecimento tinha a propriedade de reavivar a chama, esse ar foi inalado pelo próprio Priesley, que sentiu que era mais puro que o

ar comum. Esse ar foi denominado por Priesley de “ar deflogisticado”, ou seja, ar desprovido de flogisto, já que ele não apagava o fogo, pelo contrário, a chama ficava mais intensa. Neste mesmo ano, Priestley foi à Paris e contou para Lavoisier, sua esposa e para um grupo de cientistas, sobre seus experimentos e resultados, descrevendo as características do novo “ar deflogisticado” produzido por ele.

Em outro momento, Priesley isolou o “ar fixo” liberado pela fermentação e constatou que esse ar se dissolvia na água a uma determinada pressão, produziu assim a água gaseificada. Nesse caso, o que facilitou essas observações foi a localização de sua residência, que era próxima a uma fábrica de cerveja, o preparo dessa bebida consiste na fermentação de açúcares sendo esses transformados em álcool e gás carbônico, que naquela época não tinham essa denominação. Todas as explicações referentes aos fenômenos observados foram dadas à luz da Teoria do Flogisto.

Após as apresentações, foi provocada uma discussão sobre como ocorreu a evolução científica dos respectivos gases, fazendo com que os educandos se colocassem no lugar dos pesquisadores de modo a fazer com que eles refletissem a respeito do desenvolvimento da Química. No final, os grupos responderam a um questionário que relacionava o que foi relatado em aula com os estudos atuais, ou seja, foi pedido que fosse associado as interpretações dos pesquisadores ao cotidiano dos estudantes.

IX. 2. 5 Aula 5

No quinto dia, ocorreu uma discussão sobre o desenvolvimento dos estudos de Lavoisier, realizando ao mesmo tempo um experimento com a queima de dois objetos, palha de aço e folha de papel.

Inicialmente, foi realizada uma revisão dos principais experimentos e resultados dos pesquisadores citados anteriormente. Após ocorreu uma discussão sobre o que aconteceria com a massa de uma folha de papel e a de um pedaço de palha de aço após a queima das mesmas. Depois de discutir, foram realizados os dois procedimentos, a queima de uma folha de papel e a de um pedaço de palha de aço, associando às experiências e observações feitas no Século XVIII, sempre lembrando para os alunos que experimento como esse e outros parecidos e várias observações foram realizados por diversas pessoas, em variados momentos e por diversas vezes, sendo as interpretações diferenciadas dependendo de cada época.

Em seguida, foi relatado que alguns pesquisadores já haviam observado essa diferença das massas, mas até aquele momento a explicação estava relacionada com a Teoria do Flogisto. Depois de todas as discussões e explicações sobre a diferença das massas, onde o

procedimento da queima foi realizado, verificou-se a diminuição da massa da folha de papel e o aumento da massa da palha de aço após a queima. Foi discutido com a turma sobre os resultados e possíveis explicações para o ocorrido. Nesse momento, o nome de Lavoisier foi citado novamente, mas nada foi falado sobre a vida desse pesquisador.

Nessa aula, foi citada a Lei da conservação das massas, porém não foi explicado o que seria essa Lei e nem quem a construiu.

Essa aula teve como objetivo aguçar o interesse pela investigação e desenvolver o pensamento científico de cada equipe. Quando se pediu para cada grupo dar suas respectivas explicações, fez com que os estudantes raciocinassem a respeito daquela situação, dando oportunidade para que fosse resolvido um “problema” onde a professora em nenhum momento explicou nada sobre o ocorrido; as interpretações foram apenas mediadas pela mesma.

Os procedimentos realizados estão relacionados a seguir:

Inicialmente, duas folhas de papel A4 foram amassadas e cada uma foi colocada em um dos pratos da balança de “pratos”, construída com o objetivo de realizar o experimento com balança do “mesmo” formato das balanças do século XVIII. Alguns alunos (os mais novos de idade) relataram que não conheciam esse tipo de balança e que era a primeira vez que utilizavam algo parecido.



FIG. IX. 7 – Foto da balança vazia



FIG. IX. 8 – Foto da balança com duas folhas de papel

Após equilibrar a balança verificando que as massas das folhas eram iguais, uma das folhas de papel foi queimada;

Depois da queima, as cinzas do papel foram colocadas na balança novamente para que as massas das folhas antes e depois fossem comparadas, foi observado que a massa da folha queimada (cinzas) é menor que a folha sem queimar;

Logo após, dois pedaços de palha de aço foram colocados na balança, cada pedaço em um dos pratos, assim a balança foi equilibrada.



FIG. IX. 9 – Foto da balança com Bombril antes da queima.

Um dos pedaços de palha de aço foi queimado, depois o produto formado e a palha de aço sem queimar foram recolocados na balança novamente para que pudessem ser comparadas. Foi observado que a massa da palha de aço queimada é maior do que a palha de aço sem queimar;



FIG. IX. 10 – Foto da balança com Bombril após a queima.

Antes, durante e após a realização dos experimentos, foi proposto que os estudantes pensassem como se fossem “pesquisadores do século XVIII” e dissessem o que achavam que iria acontecer após a queima dos objetos. Depois, foi perguntado qual seria a explicação para os fatos observados. O objetivo dessa discussão foi trabalhar com o desenvolvimento do pensamento científico dos alunos.

IX. 2. 6 Aula 6

Na sexta etapa, outra experiência foi realizada em conjunto com a discussão da Lei de conservação das massas associando com os experimentos anteriormente realizados e com os fatos históricos apresentados.

Características da vida pessoal do pesquisador francês Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), foram descritas para os estudantes, relatando que ele nasceu em uma família com boas condições financeiras, tendo oportunidade de estudar nas melhores escolas da França, sendo uma delas o Collège Mazarin, que era muito famoso pelos seus cursos de ciência. Formou-se advogado como seu pai, mas continuou a se dedicar às ciências. Naquela época, existiam muitos cursos de ciências fora das universidades, frequentavam esses cursos políticos e cientistas que participavam do movimento iluminista.

Lavoisier seguiu a carreira científica em conjunto com a carreira política, pois era cobrador de impostos e como tal fazia parte da Ferme Générale (fazenda geral), que era uma sociedade que negociava com o governo a cobrança de taxas e impostos, ficando os seus membros com uma comissão das taxas cobradas ao povo. Isso fazia com que existisse uma relação entre essa sociedade e o desenvolvimento da ciência, pois com os lucros das taxas Lavoisier pôde investir em novos equipamentos mais sofisticados para o estudo científico.

Em 1771, Lavoisier se casou com Marie-Anne- Pierrete Paulze, que era filha de outro membro da Ferme Générale. Marie teve oportunidade de estudar outros idiomas e também pintura com um dos maiores pintores da época, esse aprendizado foi muito útil para os trabalhos científicos, pois ela ilustrou os experimentos e os equipamentos utilizados por Lavoisier em suas pesquisas e o ajudou com a tradução de trabalhos publicados em outros idiomas que foram essenciais para o desenvolvimento do trabalho de Lavoisier.

Em um segundo momento, foi feito uma revisão da aula anterior em relação à diferença de massa após a queima das substâncias. Logo depois, foram apresentados materiais (balança (dessa vez, uma balança “moderna”, digital), bicarbonato de sódio, vinagre, garrafa de plástico e tubo de ensaio) para que fosse realizada a reação do vinagre com o bicarbonato de sódio para produzir gás carbônico. O objetivo era verificar a massa dos materiais antes e após a realização do experimento, depois que ocorreu a realização de todo o procedimento, houve discussão sobre os resultados do mesmo.

Logo após, foi pedido aos alunos que propusessem um método diferente com os mesmos materiais para comparar os resultados. O experimento foi realizado novamente com a diferença que a garrafa estava fechada. No final foi verificado que as massas inicial e final ficaram praticamente inalteradas.

Após a verificação do resultado do experimento, fez-se uma discussão sobre a explicação do ocorrido. Em seguida, foi relatado que Lavoisier remontou várias vezes os experimentos realizados pelos outros pesquisadores e outras vezes experiências de sua autoria em parceria com outros estudiosos da ciência.

Para finalizar, foi relatado como Lavoisier construiu a Lei da Conservação das massas, ou Lei de Lavoisier, explicando o fenômeno da combustão que segundo a Teoria do Flogisto supunha-se que ocorria a liberação do flogisto. Porém na explicação de Lavoisier o “ar deflogisticado” era absorvido na combustão.

Lavoisier explicou esse fenômeno inversamente ao que se acreditava até então, ou seja, quando ocorre a combustão, não há liberação de nenhuma substância, o que ocorre é a retenção do “ar deflogisticado” que foi denominado por Lavoisier de oxigênio. Segundo (VINCENT, 1992), “a vitória do oxigênio sobre o “ar deflogisticado” deve-se não à modificação dos resultados da experiência de Priestley, mas a mudança na interpretação da experiência”.

Partindo da hipótese da conservação da matéria, Lavoisier realizou alguns experimentos que utilizavam balanças precisas e recipientes de vidro fechado que Stephen Hales já havia utilizado em seus experimentos. Desse modo, era verificada a massa do conjunto (recipiente fechado + substâncias) antes da transformação e do conjunto (recipiente fechado + substâncias) após a transformação. A observação da conservação das massas foi explicada por Lavoisier da seguinte forma: se uma reação ocorrer em recipiente hermeticamente fechado, a massa inicial se conserva ficando a massa final igual a inicial, por isso o nome Lei da conservação das massas.

Essas pesquisas levaram Lavoisier a refutar a Teoria do Flogisto e ser considerado por muitos com o fundador da Química Moderna.

O procedimento realizado pelos alunos teve as seguintes etapas:

1- Em uma garrafa de plástico, foi colocada uma quantidade de vinagre, não foi determinada a quantidade, os alunos escolheram aleatoriamente;

2- Em um tubo de ensaio foi colocado bicarbonato de sódio, a quantidade também foi aleatória;

3- Foi pedido que uma das alunas segurasse a garrafa com vinagre em uma das mãos e o tubo de ensaio com o bicarbonato na outra e depois que subisse na balança, a massa da aluna + garrafa + tubo de ensaio foi anotada;

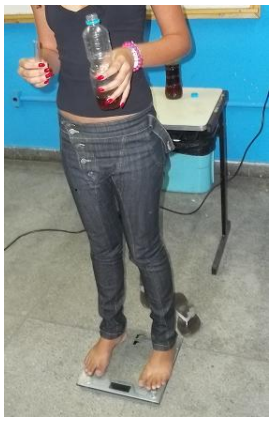


FIG. IX. 11 – Foto da aluna na balança
com vinagre na garrafa e tubo de ensaio
com bicarbonato de sódio.

4- Após, a voluntária desceu da balança e fez com que o bicarbonato do tubo de ensaio entrasse em contato com o vinagre da garrafa;

5- Depois que as substâncias acabaram de reagir, a estudante novamente subiu na balança e verificou que a massa final era um pouco menor do que a inicial.



FIG. IX. 12 – Foto da reação do vinagre
com o bicarbonato de sódio na garrafa sem
tampa

6- Foram discutidas possíveis possibilidades para a massa ter ficado menor;

7- Em seguida foi sugerido pela professora, que a experiência fosse repetida de modo diferenciado para que o valor inicial fosse igual ao final;

8- Diante do “desafio” os alunos chegaram à conclusão de que a garrafa tinha que estar fechada, alegando que seria uma forma que prenderia o “gás” produzido dentro da garrafa, fazendo com que a massa ficasse igual;

9- Em seguida o experimento foi realizado de acordo com o que eles “pediram”;

10- Foi colocado novamente um pouco de vinagre na garrafa e uma quantidade de bicarbonato de sódio no tubo de ensaio;

11- Inseriram o tubo de ensaio dentro da garrafa de maneira que o bicarbonato não entrasse em contato com o vinagre;

12- A garrafa foi tampada;

13- Outra aluna subiu na balança com o conjunto na mão (Garrafa com vinagre, tubo de ensaio com bicarbonato de sódio e a tampa);



FIG. IX. 13 – Foto da aluna na balança com a garrafa tampada.

14- Depois que a garrafa estava “bem vedada”, foi virada de cabeça para baixo rapidamente, com o objetivo de fazer com que o bicarbonato de sódio entrasse em contato com o vinagre;



FIG. IX. 14 - Foto da Garrafa com tubo de ensaio após a reação do vinagre com o bicarbonato de sódio.

15- Após alguns minutos, a massa de todo o sistema (garrafa + bicarbonato + tubo de ensaio + tampa + aluna) foi verificada, o resultado foi bem próximo do inicial.

Ao final dos experimentos foram debatidas questões com os conceitos trabalhados para saber se os estudantes realmente conseguiram entender o procedimento e suas explicações, pois se a maioria das respostas dadas estivesse de acordo com o esperado, poderia ser um indicativo de um bom entendimento.

IX. 2. 7 Aula 7

Na aula final, foram relembradas todas as etapas anteriores com suas respectivas reações. Porém dessa vez as fórmulas e as reações foram demonstradas, o objetivo não era fazer com que os alunos decorassem nenhuma delas, e sim associarem cada uma com o que foi estudado nas aulas anteriores, entendendo os conceitos de cálculos químicos e de reações de combustão de compostos orgânicos.

Dois questionários individuais foram aplicados, um com questões relacionadas aos conceitos trabalhados e outro em relação a opinião das aulas diferenciadas. No primeiro questionário, foi pedido para que o estudante se identificasse, porém no segundo, foi pedido justamente o contrário, que eles não se identificassem de forma alguma, pois essa foi uma forma adequada para que as respostas sobre a opinião fossem as mais sinceras possíveis.

Não adianta promover aulas interativas onde a criatividade e a curiosidade do alunado é aguçada se ao final do trabalho os alunos não conseguem ver um significado concreto daquele conteúdo. Por isso, fazer uma analise para avaliar o quanto os componentes dos grupos entenderam o processo é essencial para a investigação mostrando se esse tipo de abordagem (histórico – experimental) é eficiente e se ajuda a melhorar às aulas de Química.

Capítulo X – Resultados e discussões

X. 1 Comportamento dos Alunos Durante as Aulas

A etapa 1, onde os participantes da pesquisa foram submetidos a um questionário com dados pessoais foi uma aula muito tranquila. Todos os alunos responderam às perguntas sem nenhuma reclamação e ouviram com atenção todas as explicações de como seriam as aulas daquele primeiro bimestre.

Na semana seguinte, ocorreu a segunda etapa da investigação, lembrando que às aulas de Química eram semanais.

O horário da aula de Química da turma 3002 começava “oficialmente” às 18:00 h e terminava às 19:30 h, mas a maioria dos alunos só chegava à escola por volta das 18:50 h, pois a maioria ia direto do trabalho para o colégio, dependendo de transporte público para chegar. Isso fazia com que quase sempre os alunos se atrasassem, sendo assim, a aula se estendia até aproximadamente 19:50 h, fazendo com que os outros tempos de aula também se iniciassem com atraso e assim quase todos os tempos passavam a ter aproximadamente 1h de duração.

No 2º dia de aula onde o experimento da vela foi aplicado, na turma 3002, onde no diário de classe constavam 18 alunos matriculados, apenas 9 alunos estavam presentes.

Foram formados dois grupos, um com quatro e outro com cinco componentes e os alunos escolheram os seus respectivos grupos. A divisão ficou mais ou menos por “idade”, pois no grupo com 4 alunos estavam os alunos mais novos e no outro estavam os mais “velhos”, os grupos foram formados pela afinidade entre os colegas.

No início da atividade, os componentes dos grupos conversaram pouco, uma das características dessa turma é o “rodízio” de alunos presente nas aulas, ou seja, nunca estão todos os alunos; em um determinado dia estão presentes nove alunos e no outro dia, mesmo que o número de presentes seja o mesmo, os estudantes presentes não são os mesmos 9 do dia anterior. Isso fez com que os aprendizes tivessem uma postura mais individualista, pois não havia um entrosamento muito grande na hora de fazer trabalhos em grupo.

Aparentemente, quando foi mostrado o material que seria utilizado para a realização do experimento, o grupo formado pelos alunos “mais novos” achou o experimento “bobo”. Porém, na hora que foram “lançadas” algumas questões eles participaram com empolgação.

Antes da realização do experimento, foi perguntado se algum deles já havia feito a experiência da vela; três deles afirmaram terem realizado. Quando foi perguntado o que iria acontecer, mesmo os outros 3 que ainda não haviam realizado esse experimento, achavam que ao tampar as velas, elas se apagariam.

Quando foi perguntado se as velas iriam apagar ao mesmo tempo, os três alunos que já haviam realizado o experimento, relataram exatamente o que aconteceria.

Após a realização da experiência, foi pedido para que fosse explicado o ocorrido. Alguns componentes responderam que era a falta de oxigênio, outros por causa da parafina, outros não se manifestaram. Para causar mais discussão, foi perguntado se fosse retirado o pavio, se ocorreria a queima. Nesse momento, os componentes dos grupos começaram a discutir sobre as suas respectivas respostas. No final, houve uma participação efetiva dos nove alunos.

Todas as perguntas feitas para a discussão com a turma foram respondidas também, em grupo, nos questionários aplicados.

Na turma 3001, onde no diário de classe constavam 26 alunos matriculados, apenas 18 alunos estavam presentes, na 2ª etapa.

Essa é uma turma que a maioria dos discentes estuda na mesma classe desde a 1ª série do ensino médio. Além disso, grande parte está em sala com frequência, fazendo com que os alunos tenham um entrosamento muito forte. Isso dificultou um pouco na hora da separação dos grupos, pois eles queriam que o número de componentes dos grupos fosse maior do que 5, alegando que eram “muito amigos” e que não poderiam se separar. No final, aceitaram agrupamentos de no máximo 5 componentes por grupo. O agrupamento foi feito por eles, a interferência da professora foi apenas no controle do número máximo de alunos por grupo. Foram formados 5 grupos, um com 5 componentes, três com 3 componentes e um com 4 componentes.

O horário da aula “oficial” era das 21:00 h ás 22:15 h. Porém a aula começou às 20: 50 h e terminou às 21: 55 h. No início da aula, os estudantes se mostraram “curiosos”, observaram a montagem do experimento e fizeram algumas “piadinhas” em relação ao material utilizado.

Algumas perguntas sobre os experimentos foram efetuadas pelos educandos. A maioria dos alunos se manifestou mostrando que estavam interessados em “adivinhar” o que iria acontecer.

Antes da realização do experimento foi perguntado se algum deles já havia feito essa experiência; grande parte não havia realizado, entretanto, quando foi perguntado o que deveria acontecer ao se colocar os copos tampando as velas, a maior parte achou que as velas se apagariam rapidamente. Em algumas das respostas dadas pelos grupos, houve divergência de opiniões entre os componentes do próprio grupo.

Quando foi perguntado se as velas iriam apagar ao mesmo tempo, alguns acreditaram que sim, outros achavam que não iriam apagar e uma quantidade pequena não se manifestou.

Após a realização da experiência, foi solicitada uma explicação do ocorrido. A maioria respondeu que era pela falta de oxigênio, apenas um grupo achou que era por causa da parafina, teve um aluno que não se manifestou.

Para causar mais discussão, foi perguntado se fosse retirado o pavio, se ocorreria a queima. Nesse momento, como na turma 3002, os participantes da pesquisa começaram a discutir sobre as suas respectivas respostas. No final, houve a participação da maioria dos alunos presentes da investigação.

No terceiro dia, as turmas estavam juntas devido a falta de um professor. Na turma 3002, estavam presentes 9 alunos, sendo que 3 deles não estavam na aula anterior, esses alunos formaram outro grupo com 3 componentes. Na turma 3001, havia 20 alunos, sendo que os alunos de um dos grupos de 3 componentes não compareceram e os alunos que não estavam na aula anterior foram alocados nos grupos já existentes.

A professora entrou na sala por volta das 19:40 h e liberou as turmas por volta das 21:30h. A programação daquele dia, era a apresentação da Teoria do Flogisto em Power point sendo projetada no data show. Infelizmente, não foi possível utilizar a projeção, pois havia incompatibilidade do data show com o computador utilizado naquele momento, a apresentação ocorreu diretamente na tela do computador. Por esse motivo, aproximadamente 20 minutos de aula foram “perdidos” para a montagem da aparelhagem que não funcionou.

No inicio da aula, foram revisados alguns conceitos do movimento Iluminista, pois na 2ª série o professor de história trabalhou esse assunto com as turmas, porém, quase ninguém lembrava do que se tratava. Depois, houve a apresentação dos estudos sobre a queima e a Teoria do Flogisto, tentando relacionar com o experimento da aula anterior. Logo após, dois experimentos que serviram para explicar a mesma, foram efetuados. Antes da realização do primeiro procedimento, o material utilizado (fita de magnésio) foi entregue a cada grupo e perguntado “com o que parecia aquele metal?” A maioria dos alunos respondeu que deveria ser alumínio, pois é o metal do cotidiano mais parecido com o metal utilizado.

Após a discussão sobre o que deveria ser aquele material, imediatamente o mesmo foi colocado em contato com a chama da lamparina e observou-se a liberação de uma luz incandescente e, depois de alguns segundos, houve a formação de uma substância branca (óxido de magnésio), cada grupo observou o composto formado e descreveu o que havia acontecido. A experiência realizada foi associada à explicação da Teoria do Flogisto, que explicava que um determinado metal (óxido flogisticado), quando aquecido, perdia o "flogisto" e se transformava em óxido metálico (metal deflogisticado).

Na hora da apresentação da Teoria do Flogisto e dos experimentos apenas um estudante que estava presente pela primeira vez, naquele ano, baixou a cabeça como se estivesse muito entediado com a aula, os outros estavam aparentemente atentos às explicações. Porém, alguns estavam com a fisionomia de que não estavam entendendo muita coisa, mas a maioria estava participando e fazendo perguntas tanto da parte histórica quanto da parte experimental.

No segundo procedimento, antes da queima do óxido de ferro (III), foi entregue aos grupos o frasco contendo essa substância e um imã.

No 1º grupo mostrado, um aluno ao observar o composto utilizado na experiência disse imediatamente: "esse negócio é igual ferrugem". Após esse comentário, os outros observaram e concordaram com ele. Foi pedido que o imã fosse colocado próximo ao óxido de ferro (III) para que os componentes dos grupos observassem que esse composto não é atraído pelo mesmo.

Após a discussão sobre as características do óxido de ferro (III), um palito de fósforo foi imerso em um frasco contendo o mesmo, fazendo com que o óxido de ferro (III) aderisse a sua superfície. O conjunto (óxido de ferro (III) + palito de fósforo) foi queimado na chama da lamparina, resultando em um "pó escuro" que foi atraído pelo imã.

Ao observar que a substância produzida foi atraída pelo imã, uma aluna de outro grupo perguntou imediatamente: "isso se transformou no ferro que tinha inicialmente?"

Outros componentes dos grupos falaram que não tinham entendido. Nesse momento, a professora relacionou novamente a experiência com a Teoria do Flogisto que explicava que um óxido metálico quando aquecido na presença de carvão (que nesse caso foi utilizado o palito de fósforo), absorvia o flogisto presente nesse, transformando–o no metal (óxido flogisticado).

Alguns comentários surgiram como: "agora entendi, o ferro que estava no óxido virou ferro sozinho"; "professora, pode fazer isso com qualquer metal?"

Muitos alunos não se manifestaram, foi perguntado se eles tinham alguma dúvida, alguns responderam que não, os outros não responderam nada.

No momento da realização do 2º experimento, novamente o aluno que assistiu aula apenas naquele dia não prestou atenção. Os outros estudantes observaram atentamente. Essa aula não fluiu como foi programada, pois a utilização da projeção apresentou problemas, porém acredita-se que tenha sido proveitosa, pois os estudantes participaram igualmente como na aula anterior.

Na 4ª etapa, as turmas estavam separadas, até às 18:50 h estavam presente apenas 3 alunas na turma 3002. Após esse horário, o restante que assistiu aula naquele dia chegou; no total, foram dez estudantes. No início, como forma de revisar o que foi trabalhado no dia anterior, a Teoria do Flogisto foi apresentada outra vez, com a diferença da projeção no data show, que nessa aula já estava funcionando.

Depois da revisão foram apresentados os filósofos naturais que realizaram os estudos dos ares e seus respectivos equipamentos, resultados e aspectos de suas vidas pessoais. Foi explicado que a palavra “ar” naquela época era utilizada para se referir aos nossos gases atuais. Sugiram perguntas como: “Como funcionava a cuba pneumática?” “Se aquele gás que a planta respirava era o oxigênio?” “Como conseguia colocar fogo com tudo tampado?”

Foi perguntado para os alunos se eles sabiam que com uma “lente” poderia se colocar fogo em algum material? Todos responderam que sabiam. Em relação aos “ares”, os únicos nomes que lembravam eram oxigênio e gás carbônico, não sabiam da existência de mais nenhum gás.

Na turma 3001, a aula começou no seu horário normal, estavam presentes 17 alunos, quase todos os mesmos da aula anterior. Ocorreu também no início, como forma de revisar o que foi trabalhado na semana anterior, a Teoria do Flogisto foi apresentada novamente, só que desta vez, projetada com data show.

Nessa aula os alunos estavam mais participativos do que na aula anterior, perguntas de curiosidade foram feitas pelos estudantes, antes mesmo que a professora relatasse: “Que ano Sthal fez a Lei?” “Onde ele nasceu?” “Ele era rico?” “Era casado?” “Tinha filhos?”

Na 5ª aula, as turmas estavam novamente juntas, pois um professor que estava com o conteúdo adiantado “doou” o tempo de aula para que o trabalho fosse aplicado com mais tranquilidade. Na turma 3002, estavam presentes 8 alunos, sendo que duas das alunas entraram na Escola naquela semana e na turma 3001 havia 17 alunos, sendo que um deles,

apesar de estar matriculado desde o início do ano, estava presente pela primeira vez na aula de Química.

Inicialmente, houve uma revisão do que foi trabalhado na etapa anterior, depois ocorreu uma discussão sobre o desenvolvimento dos estudos de Lavoisier, porém, sem mencionar o nome desse pesquisador, foi realizado ao mesmo tempo um experimento com queima de dois objetos, palha de aço e folha de papel.

Após a colocação das duas folhas de papel na balança, uma em cada prato, foi avisado que uma das folhas seria queimada. Antes da professora perguntar se a massa após a queima seria igual, menor ou maior, o aluno que estava presente pela primeira vez naquele dia comentou: “Quando eu era pequeno, colocava fogo no jornal e ele voava.” após a pergunta de qual massa iria ficar menor, imediatamente esse aluno respondeu: “O queimado, se depois ele voa, então é porque fica mais leve”.

Uma aluna acreditou que o papel queimado iria ficar mais pesado, porém o restante do grupo dela achava que iria ocorrer o contrário.

Um aluno de outro grupo comentou que “a balança do lado do papel queimado vai levantar”, se referindo que iria ficar mais leve. No final, a maioria achou que iria ficar mais “pesado”, porém, não sabiam justificar a resposta.

Depois que foi realizado todo o procedimento e verificado que a massa do papel queimado era menor do que a do outro, os participantes da pesquisa ficaram mais entusiasmado do que no início.

No segundo procedimento, alguns estudantes acharam que a palha de aço ficaria mais leve após a queima, imaginando que o resultado fosse o mesmo da queima da folha de papel. Entretanto, outros discentes acharam que não iria ficar menor porque a palha de aço não vira cinzas, então a professora perguntou como eles sabiam que não virariam cinzas, um aluno respondeu: “Quando eu acendia isso na minha casa, virava uma luz e depois ficava cheio de Bombril”, outro aluno respondeu: “É mesmo fica tudo iluminado, agora eu lembrei”

Após a execução do procedimento da queima da palha de aço, verificou-se que a palha de aço queimada tinha a massa maior do que a normal. Alguns educandos bateram palma, pois ficaram felizes de terem “adivinhado” o que iria acontecer, “Viu, não falei que ia ficar mais pesado, adivinhei”.

Quanto à causa do fenômeno ocorrido, poucos alunos deram explicações plausíveis, mas pôde-se avaliar que houve a participação de praticamente todos os estudantes.

Na 6ª etapa, as aulas ocorreram separadas, porém, houve uma inversão no horário das aulas, a professora pediu autorização para a direção e permissão para os colegas de equipe para que ocorresse a troca dos tempos para facilitar a utilização dos materiais, pois se as aulas ocorressem nos seus respectivos horários (1º e 3º tempo), a professora não teria tempo suficiente para arrumar os materiais e ainda dar aula no 2º tempo para outra turma da 2ª série sobre outro tema. Tanto a direção quanto os colegas imediatamente entenderam o motivo e concordaram com a troca.

A aula da turma 3001 ocorreu no 2º tempo e estavam presentes 16 alunos. A da turma 3002 ocorreu no último tempo onde havia 10 estudantes.

No início da aula, nas duas turmas, foi relembrado tudo que foi apresentado nas aulas anteriores, inclusive os pesquisadores e seus experimentos. Nesse momento houve a apresentação de Lavoisier assim como alguns de seus trabalhos e alguns detalhes de sua vida pessoal. Tudo foi projetado com data show.

Após, foram apresentados os materiais que seriam utilizados no experimento daquela aula e foi perguntado aos alunos se a reação que ocorreria com a junção dos reagentes deixaria a massa maior, menor ou igual? Nesse momento, na turma 3001, praticamente todos os alunos queriam “adivinhar” o que iria acontecer, apenas um aluno achou que a massa no final seria menor, cinco estudantes disseram que a massa ficaria igual e dez acreditavam que a massa ficaria maior.

No final do procedimento, os alunos que “acertaram” que iria ficar menor, ficaram felizes e um deles disse: “Não falei, meu grupo é muito bom”. Quando foi pedido para dar a explicação do resultado, poucos chegaram a uma resposta plausível, mas tentaram explicar com empolgação.

Algumas perguntas sobre a construção da balança surgiram, como por exemplo: “Em que ano, quem construiu?” O aluno que perguntou sobre a balança é um estudante que tem muita dificuldade de aprendizagem e é muito calado, o interesse dele causou surpresa entre os próprios colegas.

Foi verificado por alguns estudantes que houve a liberação de um gás, porém 2 alunos perguntaram se “Aquilo que está saindo é gás carbônico”?

No segundo procedimento, os estudantes demoram aproximadamente 5 minutos para perceber que a garrafa deveria estar fechada para que a massa ficasse igual ou próxima da inicial. Depois das observações, os grupos tiraram suas conclusões e escreveram no questionário entregue no início da aula.

Depois de tudo, foram explicados detalhes dos experimentos de Lavoisier e suas conclusões.

Na turma 3002, nem todos os educandos tentaram adivinhar o que deveria ocorrer, mas a maioria que opinou disse que seria maior, uma ainda arriscou e comentou: “Vai ficar maior porque vai liberar um gás, então aumenta a massa”. Depois da realização do procedimento, os alunos demoraram alguns minutos para entender que o gás liberado saiu e por isso a massa ficou menor.

O tempo que os alunos levaram para decidir que a garrafa deveria estar fechada para que a quantidade de massa fosse igual ou parecida com a inicial foi de aproximadamente 10 minutos. Após a realização do segundo procedimento, os participantes da pesquisa responderam o questionário distribuído no início da aula.

Foram explicados detalhes dos experimentos de Lavoisier e suas conclusões como na turma 3001.

Na última etapa, a aula começou 19:40 h e terminou aproximadamente 21:10 h. As turmas estavam juntas, mas os alunos não estavam mais em grupo, inicialmente foram revisadas todas as etapas da aula anterior.

Num segundo momento, algumas reações que foram realizadas durante as etapas anteriores foram apresentadas com suas respectivas fórmulas. Um aluno da turma 3002 que tem grande dificuldade de aprendizagem comentou: “Lembro da transformação do magnésio que ficou pó branco, que era óxido, não era?”

Explicou-se a Conservação da matéria através das massas dos elementos químicos, das reações apresentadas. Inicialmente, poucos alunos participaram do debate, porém, no decorrer da aula pôde-se perceber que mais de 90% dos presentes estavam participando.

Depois, se falou da importância das reações de combustão e apresentou-se alguns compostos orgânicos e suas respectivas reações de combustão.

A seguir estão alguns exemplos do que foi apresentado:

Massa dos reagentes	=	Massa dos produtos
2 Mg + O_2	→	2 MgO
48 g + 32 g	→	80 g
24 g + 16 g	→	? g

Combustão do gás metano

$CH_4 + 2\ O_2$	→	$CO_2 + 2\ H_2O$
16 g + 64 g	→	44 g + ? g

Combustão do álcool etílico

$C_2H_5OH + 3\ O_2$	→	$2\ CO_2 + 3\ H_2O$
46 g + 96 g	→	88 g + ? g

Foi perguntado para a turma quem deveria receber o título de “Pai da Química”, aproximadamente 1/3 achou que deveria ser Scheele e Black, 1/3 “votou” em Stahl, 1/3 daria o título a Lavoisier e uma aluna “votou” na esposa de Lavoisier.

A maioria dos alunos não acredita que Lavoisier tenha sido um “gênio”, um aluno disse: “Ele só conseguiu descobrir tudo porque ele era rico e desenvolveu o que os outros fizeram”.

No final, os alunos responderam os questionários sobre os conteúdos, e o que eles entendem a respeito da natureza da ciência e a opinião sobre as aulas diferenciadas. Os questionários foram respondidos individualmente, e aparentemente os estudantes não tiveram dificuldade, pois todos terminaram de respondê-lo em menos de 15 minutos.

X. 2 Resultados e Análise dos Questionários

Após as apresentações sobre o desenvolvimento da Química no século XVIII, a realização dos experimentos e as discussões geradas em sala de aula, foi efetuada, pela pesquisadora, uma análise geral dos questionários respondidos em grupo e individualmente, dos registros efetuados no caderno de anotações e das fotografias tiradas no momento das aulas. Foi utilizado o mecanismo da análise de conteúdo (AC) onde (BARDIN 2011), descreve que esse tipo de abordagem

> *“visa o conhecimento de variáveis de ordem psicológica, sociológica, histórica e etc., por meio de um mecanismo de dedução com base em indicadores reconstruídos a partir de uma amostra de mensagens particulares, a AC procura conhecer aquilo que está por trás das palavras sobre as quais se debruça, buscando outras realidades por meio de mensagens”.*

Diante dessa análise, os grupos foram separados em três categorias. Esse tipo de agrupamento chamado de processo de categorização por (MORAES, 2003) é um processo no qual as respostas dos questionários e o comportamento de cada grupo da pesquisa são divididas em categorias definidas, sendo cada formada por elementos semelhantes identificados na fala e /ou escrita dos grupos e/ou alunos.

E (BARDIN, 2011) escreveu ainda que "*As categorias são classes, as quais reúnem um grupo de elementos (unidades de registro, no caso da análise de conteúdo) sob um título genérico, agrupamento esse efetuado em razão das características comuns destes elementos".*

Inicialmente, o agrupamento seria feito pelo método dedutivo como (MORAES, 2003) descreve, sendo o método de divisão onde as categorias são definidas mesmo sem examinar o *corpus* do texto, pelo fato da separação dos alunos por grupos ser apenas de acordo com as respostas do primeiro questionário. Entretanto, como os próprios alunos não quiseram essa separação por motivos pessoais, as categorias foram selecionadas pelo método indutivo onde (MORAES, 2003) descreve que é o método onde o *corpus* do texto é analisado para que seja definida cada categoria, ou seja, as características foram analisadas primeiro e após essa análise o processo de categorização foi realizado. As categorias são:

1 - Grupo com grande facilidade de entendimento – foram colocados nessa classificação os grupos que responderam com coerência a maioria das questões;

2 - Grupo com menor facilidade de entendimento - foram colocados nessa classificação os grupos que responderam com coerência algumas questões;

3 - Grupo com dificuldade de entendimento - foram colocados nessa classificação os grupos que responderam sem coerência a maioria das questões.

No total, havia oito grupos, 5 na turma 3001 e 3 na turma 3002, dois desses grupos foram classificados na categoria 1, sendo um grupo da turma 3001 e um da turma 3002. Na categoria 2 foram colocados dois grupos da turma 3001 e na categoria 3 ficaram dois grupos da 3001 e dois grupos de 3002.

Nas respostas dadas pelos componentes alocados na categoria 1, existiam termos como por exemplo, "a chama apaga por causa do oxigênio", "o copo pequeno irá apagar primeiro por conter menor oxigênio" que mostram que os alunos já tinham estudado em algum momento conteúdos relacionados com os conceitos abordados.

Nos grupos das categorias 2 e 3 esses termos mais científicos apareceram em algumas frases curtas como: "oxigênio do fogo" ou "chama do oxigênio", sendo que na maioria das vezes que estava escrito, os grupos da categoria 1 haviam comentado algo parecido antes deles escreverem.

X. 2. 1 Questionário com Dados Pessoais

Ao se analisar os questionários com as características pessoais dos estudantes, foram

obtidos os seguintes resultados: A faixa etária dos participantes da pesquisa era de 17 a 53 anos, a idade em que eles ingressaram na escola varia de 2 a 8 anos. Esse resultado comprova a heterogeneidade da turma, isto é, na mesma classe, estudantes com faixa etária muito diferenciada e começando a vida escolar também com idade muito avançada faz com que o nível de conhecimento entre eles seja desigual, dificultando a aprendizagem.

Desses participantes, 5 nunca foram reprovados na escola e os outros que ficaram reprovados, em sua maioria, repetiram de ano mais de uma vez. Os principais motivos citados pelos alunos para que ocorressem as reprovações estão relacionados a seguir:

1- Distância da escola;

2- Bagunça;

3- Falta de interesse deles;

4- Problemas de saúde;

5- Dificuldade de aprendizagem;

6- Faltar aulas;

7- Abandono;

8- Casamento;

9- Falta de estudo;

10- Complexo;

11- Não saber ler e escrever;

12- Falta de interesse do professor para explicar.

Analisando os motivos das reprovações, verificou-se que apenas os itens, 5 (dificuldade de aprendizagem), 11 (não saber ler e escrever) e 12 (falta de interesse do professor), são problemas relacionados diretamente à Instituição escolar, pois as outras causas estão relacionadas com aspectos sociais que a Escola não pode resolver. Porém, a dificuldade de aprendizagem pode estar também relacionada aos aspectos sociais, vai depender de cada caso.

Dentre esses educandos, 14 ficaram fora da escola durante pelo menos 1 ano, sendo que um deles ficou 22 anos e um outro ficou 20 anos sem estudar, as causas relatadas foram:

1- Gravidez;

2- Exército;

3- Trabalho;

4- Distância da escola;

5- Condições financeiras;

6- Falta de interesse;

7- Preguiça.

Observou-se que as causas que levaram os estudantes a pararem de estudar foram problemas socioculturais e econômicos, demonstrando novamente que a resolução dessas questões não está ao alcance da direção da escola e nem dos professores, e sim na forma da administração das políticas públicas.

A maioria dos aprendizes estuda nesse colégio a três anos, sendo que um deles estuda a nove anos e um outro a dez anos; uma pequena quantidade está nessa escola entre um e dois anos.

Quanto às expectativas dos estudantes ao ingressarem nesse colégio, as respostas foram: “Fazer faculdade e prova para polícia civil”; “Aprender um pouco mais”; “Ser melhor na vida”; “Meus pais mandaram”; “Bom ensino”; “Fazer boa prova do ENEM”; “Diploma”; “Fazer amigos”.

Essas respostas identificam que nem todos os alunos que se matriculam na escola têm como objetivo adquirir conhecimento. Isso explica a falta de interesse deles em assistir as aulas, de executar qualquer tipo de tarefa que “dê trabalho” para ser elaborada ou que exija um pouco de esforço fazendo com que qualquer situação pessoal seja a causa para o abandono.

No total 23 alunos trabalham, e as profissões citadas, com suas respectivas cargas horárias diária foram:

1- Caixa de churrascaria, indeterminada;

2- Atendente de loja, 8 horas;

3- Servente de pedreiro, 7 horas;

4- Operador de caixa, 8 horas;

5- Administrador de Lan House, 6 horas;

6- Auxiliar de operação de loja de roupas, 6 horas;

7- RH da Companhia de Desenvolvimento Industrial do RJ, 6 horas;

8- Operador de Telemarketing, 6 horas;

9- Entregador de depósito de bebidas, 10 horas;

10- Faturamento de Prime, 11 horas;

11- Costumer Care da Nextel Telecomunicações, de 6 a 8 horas;

12- Chefe de obra, 9 horas;

13- Aprendiz de supermercado, 4 horas;

14- Balconista de laticínios de mercado, 8 horas;

15- Auxiliar de creche, 8 h e 40 min;

16- Eletricista, 10 h;

17- Jovem aprendiz de rede de supermercado, não sabe;

18- Montadeira, 4 h e 30 min;

19- Locutor de comércio, 8 horas;

20- Auxiliar de cozinha de comércio, 9 horas;

21- Auxiliar de serviços gerais da prefeitura, 10 horas;

22- Cozinheira de restaurante, 8 horas.

Um aluno não escreveu a profissão e nem sua carga horária.

Verificou-se que dentre as profissões citadas, algumas delas exigem muito esforço físico, e em alguns casos, o profissional trabalha mais de 8 horas diárias. Isso faz com que o aluno chegue à aula muito cansado, dificultando o aprendizado.

Dentre os participantes, 11 deles têm filhos, a quantidade varia de um a seis filhos, e a idade desses filhos varia de 1 a 18 anos. Isso identifica que além dos estudos alguns alunos

também tem que se dedicar aos filhos, exigindo mais empenho para que ocorra a aprendizagem.

O último item do questionário perguntava o que os estudantes pretendiam fazer após o término do ensino médio? As respostas foram:

1- Faculdade de administração;

2- Curso técnico de administração;

3- Não sabe;

4- Faculdade;

5- Faculdade de Educação física;

6- Faculdade de medicina ou curso técnico;

7- Faculdade;

8- Arrumar um emprego melhor para ganhar um pouco mais;

9- Curso técnico de massoterapeuta;

10- Ensino superior;

11- Curso técnico e tentar um lugar que tenha estabilidade;

12- Ser paraquedista;

13- Curso técnico de enfermagem;

14- Nada;

15- Terminar o curso técnico em segurança do trabalho e fazer uma faculdade;

16- Faculdade;

17- Faculdade de marketing empresarial;

18- Vou pensar;

19- Faculdade;

20- Faculdade de culinária;

21- Faculdade de Educação física;

22- Cursos de gastronomia;

23- Faculdade de pedagogia;

24- Curso ou faculdade;

25- Faculdade de direito;

26- Estudar;

27- Algum curso;

28- Enfermagem;

29- Engenharia;

30- Faculdade, mas ainda não decidi de que;

31- Prova para faculdade, trabalhar e fazer cursos;

32- Enfermagem.

Nesse questionário, a identificação do aluno era opcional, porém quase todos se identificaram.

Com a analise desse primeiro questionário, pôde-se identificar alguns dos motivos da falta de interesse e da dificuldade que grande parte dos educandos dessa instituição tem em adquirir conhecimento.

Observou-se que alguns estudantes iniciaram sua vida escolar com idade acima da idade normal, causando, desde o início, a defasagem série/idade; em alguns casos, a reprovação e o afastamento da escola, por causa de condições financeiras, doença, distância do colégio e dificuldade de aprendizagem, também contribuíram para aumentar defasagem série/idade.

Esses fatores identificam o perfil dos alunos das Escolas Públicas Estaduais do Rio de Janeiro citadas em capítulos anteriores. O fato de alguns discentes ficarem muito tempo afastados das salas de aula faz com que a dificuldade para acompanhar as aulas seja maior.

Analisando sobre outro aspecto, se os alunos ingressaram no colégio sem interesse de adquirir conhecimento, como foi relatado por alguns, entrou no colégio porque os pais mandaram, porque só quer o diploma ou porque quer fazer amigos, faz com que as aulas

muitas vez não sejam proveitosas, mesmo que o professor se esforce, pois, se o educando não está interessado na aula fica muito difícil fazer com que ele aprenda algo.

Porém, se visualizarmos esse problema de forma diferenciada, acredita-se que, em alguns casos, os estudantes ingressaram no ensino médio, provavelmente, com a mesma impressão que tinham no ensino fundamental, de que não faz diferença se vão aprender ou não algo, pois no final do ano, irão passar de série por causa da aprovação automática. Como consequência, alguns professores se aproveitam dessa situação e não incentivam os educandos ao aprendizado, fazendo com que suas aulas sejam desinteressantes propositalmente para que os aprendizes frequentem poucas aulas. Por esse motivo, mesmo os docentes que pretendem fazer com que os estudantes adquiram conhecimento têm uma grande dificuldade.

Outra barreira que o aluno tem que enfrentar é a conciliação de tempo para o trabalho, família e escola, já que muitos deles trabalham e/ou têm filho ou filhos. Isso faz com que o tempo para o estudo praticamente não exista, atrapalhando a aprendizagem.

A pretensão do que eles vão fazer após o término do ensino médio é outro fator preocupante, apenas em relação a alguns, pois não querer fazer nada ou não saber o que vai fazer pode significar que aquilo não terá valor para sua vida, diminuindo interesse pelas aulas. Entretanto, para aqueles que pretendem seguir os estudos de alguma forma, faculdade, curso técnico ou concurso público, mesmo que as aulas não sejam interessantes, eles acreditam que apenas os conceitos relacionados a carreia que irão seguir serão úteis para sua vida e não todos, sendo outro obstáculo para ser superado.

X. 2. 2 Questionários Histórico-experimental

X. 2. 2. 1 Questionário do Experimento com as Velas

No questionário referente ao experimento com as duas velas, ao responder o que faz com que a chama de uma vela fique acesa, quatro grupos responderam que era por causa do oxigênio, um da categoria 1, dois da categoria 2 e um da categoria 3, os outros grupos responderam o pavio e/ou a parafina da cera.

Na segunda questão que perguntava se iria acontecer alguma modificação se dois copos, um pequeno e outro grande, fossem emborcados em cada vela? Todos os grupos responderam que sim.

Quando foi pedido para explicar o que iria acontecer ao tampar a vela com o copo grande e depois a outra com o copo pequeno, cinco grupos escreveram que a vela tampada com o copo menor iria apagar primeiro, os dois da 1ª, um da 2ª e dois da 3ª categoria, porém apenas três

citaram que era por causa da quantidade do oxigênio, 1 de cada categoria: “Tampada com o copo grande irá apagar depois do copo pequeno, por conter oxigênio. Tampada com o copo pequeno irá apagar primeiro por conter menos oxigênio”. “Tampada com o copo grande apaga por falta de oxigênio. Tampada com o copo pequeno a mesma coisa”. “Apagará, no grande demora um pouco mais por ter mais oxigênio. O pequeno apagará por ter menos.”

Depois de respondida as três primeiras perguntas, foram executados os procedimentos: as velas foram tampadas, em seguida, os alunos descreveram o que ocorreu, as descrições foram de acordo com o decorrido: “As duas apagaram, mas a do copo pequeno apagou primeiro”. “Apagou, mas o copo pequeno apagou primeiro”. “A vela do copo pequeno apagou primeiro do que a vala do copo grande.”

Após, houve uma discussão com toda a turma, posteriormente, foi pedido que todos escrevessem a explicação do ocorrido, todos os grupos conseguiram escrever as explicações corretas, as respostas dos grupos classificados na 1ª categoria foram: “*A vela do copo maior comporta mais O2 do que a do copo menor, por isso a vela do copo maior demora mais tempo para apagar”; “*Apagou porque acabou o oxigênio dentro do copo e o copo pequeno apagou porque tinha menos oxigênio do que no copo grande”.

Ao analisar esse questionário, observou-se que houve uma “evolução” das respostas iniciais para as finais, demonstrando que de modo geral, os grupos, sem a interferência do professor, porém com discussão entre os próprios colegas, conseguiram refletir sobre o fenômeno ocorrido.

X. 2. 2. 2 Questionário sobre a Teoria do Flogisto e os Experimentos com Óxido de Ferro (III) e Magnésio

Na 3ª aula onde foi apresentada a Teoria do Flogisto e logo após, realizou-se a queima do magnésio e do óxido de ferro (III). Pediu-se inicialmente para que fosse descrita a aparência dos materiais utilizados. Nesse aspecto, todos os grupos conseguiram descrever corretamente as características físicas das substâncias utilizadas, uns com mais detalhes outros com menos, um dos grupos da categoria 3 não estava presente. Aspectos físicos da fita de magnésio: “Solido, prateado, metálico”. “solido, cor prateada, material frágil, tem uma parte lisa e outra áspera”.

Quando foi perguntado o que ocorreria após a queima da fita de magnésio, quatro grupos acreditaram que o metal iria derreter e os outros achavam que iria escurecer e virar pó.

No item posterior, pedia-se para que os participantes da pesquisa descrevessem o que ocorreu durante e após a queima da substância; a descrição completa de tudo o que aconteceu

não foi relatada por nenhuma das equipes, mas tudo o que foi descrito estava correto, apenas faltaram alguns detalhes. Os grupos da categoria 1 descreveram melhor, "*Quando o magnesio pegou fogo, saiu faisca e fumaça."; "primeiro a fita ascendeu tipo uma pequena chama e ao ascender essa luz saiu pequena faicas e o magnésio virou cinzas"*

Quanto à explicação do que ocorreu, considerou-se apenas uma resposta pouco satisfatória, que foi respondida pelo grupo da categoria 1 da turma 3002 "*aconteceu uma reação química ao contato do magnésio resultando em pequenas faíscas"*, o restante estava sem coerência.

Ao descrever o aspecto do óxido de ferro (III), foi perguntado o que iria acontecer após seu aquecimento, as respostas foram as mais diversificadas e nenhuma chegou próximo ao que aconteceu. Após o aquecimento, todos os estudantes conseguiram observar que a substância formada foi atraída pelo ímã.

A explicação mais plausível do que ocorreu foi dada apenas por um grupo, também da categoria 1, porém da 3001, *" o fogo fez a quebra das particulas tornando- o magnetisado",* os outros grupos descreveram o que ocorreu sem dar explicações. Uma das equipes da categoria 2 não respondeu.

Quando foi perguntado se a explicação de Stahl (Teoria do Flogisto) em relação à queima do magnésio estava de acordo com as explicações atuais, apenas uma equipe da categoria 3 respondeu com coerência "*Sim, apenas com o passar dos anos aperfeicuo mais e resultado e o mesmo pois tudo que ele escreveu a anos atrás acontece"* e outros dois, da categoria 1 chegaram próximo. "*Não. Porque com o passar dos anos o homem descobriu outras substâncias"; "Sim, porque foi dito por ele acontece, mais hoje tem mais possibilidade de descobrir mais reações*".

No caso da explicação de Stahl em relação ao óxido, apenas dois grupos responderam com coerência, um da categoria 1, "*Sim. Para aquela época*" e outro da categoria 3, "*Sim, porque após a queima o óxido virou um metal*".

Foi pedido que cada grupo desse uma nomenclatura para o processo da "queima" das substâncias, caso as equipes fossem "Stahl", dos grupos que responderam os seguintes nomes foram propostos: "Teoria do oxicarvomento (a queima do carvão, oxigênio e o aquecimento)"; "Teoria do fogo"; "Teoria do magnetico, porque o trióxido de ferro fica magnético"; "Flomistagem, porque tem haver com o fogo e misturas"; "Teoria do magnefogisto, porque tem a mistura do magnetismo com o fogo"; "teoria da chama".

Observou-se nesse questionário que as equipes não conseguiram compreender muito bem o ocorrido, pois a maioria das respostas não foi satisfatória, porém tratando-se de criatividade, eles trabalharam bem no último item.

X. 2. 2. 3 Questionário sobre o "Ar Fixo" e o "Ar Deflogisticado"

No questionário sobre o ar fixo e o ar deflogisticado, perguntava quais eram as características desses ares. Nesse item, os alunos não tiveram muita dificuldade de responder, pois as respectivas características foram apresentadas com detalhes anteriormente, quando foram apresentadas as explicações dos experimentos realizados pelos pesquisadores.

As outras questões pediam para que esses ares fossem relacionados com os "gases" atuais; quatro equipes conseguiram relacionar corretamente que o ar fixo corresponde ao gás carbônico, um da categoria 1, um da categoria 3 e os dois da categoria 2. Todos os grupos associaram o ar deflogisticado ao gás oxigênio.

Com esses resultados, pode-se notar que os estudantes, de modo geral, conseguem associar a ciência passada com o conhecimento que foi adquirido no decorrer de suas vidas.

X. 2. 2. 4 Questionário sobre a Queima do Papel e da Palha de Aço

Na etapa seguinte, onde ocorreu a queima do pedaço de papel e da palha de aço, o primeiro item perguntava se a massa do papel após a queima ficaria maior, menor ou igual à massa inicial? Todos os grupos responderam que a massa iria ficar menor, e a justificativa foi que o papel se transformaria em cinzas, por isso a massa seria menor. Entretanto, na hora da discussão, alguns alunos acreditavam que a massa ficaria igual e outros achavam que ficaria maior, mas como as respostas eram em grupo, a maioria "venceu". Algumas das respostas escritas pelas equipes: "*Menor, porque vai virar cinza e assim a massa em relação anterior ficará menor, mais leve etc."; "O papel ficará menor pois ele vai queima e diminuir sua matéria."; "Fica menor porque o papel vai vira cinzas."*

No segundo item, pedia a explicação do ocorrido, três equipes, as duas da categoria 1 e uma da 2 conseguiram dar explicações próximas da correta, como por exemplo: "*Pois pela queima do papel; algumas matérias se tornam gases e assim aquela massa inicial fica composta por matéria que o fogo não queima totalmente e assim sua massa fica menor"*; "*O fogo evaporou a massa de papel*"; "*Ficou mais leve depois da queima porque diminui a quantidade de oxigênio.*" Mesmo com conceitos errados, essas explicações foram as mais coerentes.

No item seguinte, perguntava se a massa da palha de aço após a queima da mesma ficaria maior, menor ou igual à massa inicial? Apenas um grupo da categoria 1 e dois da categoria 2 responderam que a massa ficaria maior, mas não conseguiram justificar. Quanto à explicação do porque ficou mais pesado, nenhum grupo conseguiu chegar a uma resposta próxima da "correta".

Observou-se nessa análise, que os estudantes tiveram muita dificuldade para entender que algumas substâncias, quando são queimadas, absorvem oxigênio e ficam mais pesadas.

X. 2. 2. 5 Questionário sobre a Reação do Bicarbonato de Sódio com Vinagre

Na 6ª etapa da pesquisa, onde efetuou-se a reação do bicarbonato de sódio com o vinagre, a primeira pergunta do questionário era: Após a reação do bicarbonato de sódio com o vinagre a massa dos produtos será maior, menor ou igual à massa inicial? Dois grupos responderam que a massa seria menor, sendo que apenas um deu justificativa plausível como: "*menor – porque com o efervecente a massa vai ser evaporada"; "Menor. Porque está liberando gás com a tampa aberta*". Mesmo com conceitos errados em relação a evaporação e a produção de gás, a justificativa pode ser considerada plausível. A outra equipe não justificou a resposta, escreveu apenas "Fica menor".

O segundo item do questionário dessa etapa, pedia para que os alunos propusessem outro método para que o resultado fosse diferente do inicial. Em conjunto, a turma propôs que o tubo de ensaio fosse colocado dentro da garrafa e esta fosse fechada com a tampa. Depois que a garrafa estivesse tampada, ela foi virada de cabeça para baixo e o bicarbonato de sódio entrou em contato com o vinagre. Quando foi perguntado se a massa seria maior ou igual, todos os grupos responderam que seria igual. Na justificativa, apenas um grupo da categoria 1 respondeu corretamente "*Igual. Porque a massa se mantem presa".*

Quando foram questionados se com os resultados dos experimentos realizados em sala, eles seriam capazes de determinar a Lei de Lavoisier? Dois grupos, um da categoria 1 e outro da categoria 2 chegaram próximo, um deles escreveu: *"Lei da mesma massa inicial*" e outro escreveu: "*Lei da massa*".

Nesse questionário percebeu-se que a maioria dos discentes conseguiu entender a Lei da conservação da massa ou Lei de Lavoisier, mesmo não conseguindo explicar com detalhes.

X. 2. 2. 6 Questionários Individuais

Na última etapa da pesquisa, os estudantes responderam individualmente a um questionário; as perguntas eram bem parecidas com o que foi trabalhado ao longo das aulas

anteriores, porém os participantes não estavam mais agrupados. Nesse dia as turmas estavam juntas e 29 participantes estavam presentes.

No primeiro item do questionário, perguntava-se o que era necessário para que ocorresse a queima de uma vela, 23 alunos responderam com coerência: “Tem que ter oxigênio para vela ficar acesa”, “É necessário o ar e o oxigênio”.

No segundo item, pedia-se para explicar por que a massa do papel após a queima fica menor, 13 estudantes deram explicações plausíveis, como exemplo: “Porque quando queima o papel o resto foi pro espaço “gás”.”; “porque o gás carbônico foi para o ar.”; “Porque liberou CO_2 (gás carbônico)”, porém somente quatro foram totalmente corretas.

A terceira pergunta pedia a explicação do aumento da massa da palha de aço após a queima, 14 participantes da pesquisa explicaram de forma plausível, exemplo: “Por que absorveu oxigênio”; “porque o oxigenio ficou concentrado”; “Porgue “abissorveu” o ar”.

Quando foi perguntado qual foi a Lei que Lavoisier construiu, apenas 4 discentes responderam com coerência. “lei da “consevação” da massa”; “A Lei de Lavoisier é a Lei que revolucionou a química. Na natureza nada se cria, nada se perde tudo se transforma.” “resultado final com o mesmo da partida inicial” “Lei da conservação da massa”. Outros dois estudantes responderam: “Lei da massa” e Conservação”.

A questão posterior pedia para explicar o que é a combustão, 11 alunos deram explicações razoáveis, como: “É a queima do oxigênio e é transformado em gás carbônico”; “oxigênio → gás carbônico e água”; “A queima do oxigênio que se transforma em gás carbônico”.

A questão 6 era: Pode ocorrer combustão em qualquer lugar ou em qualquer tipo de material? 14 alunos responderam que sim, 3 não responderam e o restante escreveu que não, porém nenhuma justificativa foi satisfatória.

O item 7, pedia para que fosse dado um exemplo de combustão no dia a dia, 17 alunos apresentaram com coerência exemplos como: “O fogão com o gás de cozinha”; “respiração dos seres vivos”; “fogueira”.Outros 2 educando responderam: “a fotossíntese que acontece com a planta”. Dois deixaram em branco e o restante estava sem sentido.

A questão 8 era: Você acha que ocorre combustão no nosso organismo? Se a resposta for positiva especifique onde. 13 pessoas deram respostas aceitáveis, exemplo: “em queima no aparelho “digistivo” (digestão)”; “Sim, porque ocorre tipo um filtro sugamos oxigênio e soltamos gás carbônico.”;“Sim, respiramos oxigênio e liberamos gás carbônico e há água no nosso corpo”; Sim, respiramos oxigênio e liberamos gás carbônico”.

Em algumas respostas do questionário sobre os conteúdos abordados, foi percebido textos bem parecidos e dois completamente iguais, indicando que alguns alunos se “comunicaram” antes de escreverem suas respectivas respostas.

Analisando os resultados desse questionário, pôde-se perceber que se fosse uma prova, mais de 70% dos estudantes que responderam, teria o grau acima de 6,0, ou seja, tiveram um rendimento considerado razoável, levando em consideração que a média da escola é 5,0 e que de modo geral, se não for passado nenhum trabalho para ajudar na nota, os estudantes não conseguem atingir esse grau na média.

No final da etapa 7, foi aplicado um questionário para saber a opinião dos discentes a respeito do interesse destes em relação às aulas diferenciadas. Foi pedido que os seus respectivos nomes e turmas não fossem registrados, para evitar qualquer tipo de constrangimento, pois o que era de extrema importância naquele questionário era a veracidade das respostas.

O primeiro item pedia para que fosse marcada a quantidade de aulas que cada aluno assistiu, obteve-se como resultado: 9 alunos assistiram todas, 9 assistiram entre 4 e 5 aulas, e o restante assistiu 3 ou menos.

O segundo item perguntava se as aulas sobre história da Química foram interessantes, apenas um aluno respondeu que não e a justificativa foi “Porque do jeito que foi eu não aprendi muito”, esse aluno foi um dos que assistiu a todas as aulas. O restante achou interessante e justificaram da seguinte forma: “Foram muito interessante. Pra sabermos como os cientistas chegaram a conclusão”; “Sim ter um conhecimento do dia a dia”; “Sim, pois descobrimos os verdadeiros cientistas”; “Sim. Porque a gente aprendeu a história da química”

A questão 3 perguntava o que cada um conseguiu aprender com aquelas aulas 5 alunos relataram que aprenderam muito pouco, alguns responderam que aprenderam muito, mas apenas um especificou o que: “Eu aprendi o sistema da balança”; Outros responderam “sim”, porém poucos justificaram: “Sim, além de “alimentar” o interesse pela matéria como um todo”.

Na quarta questão, pedia-se para os alunos relatarem se esse tipo de aula com conteúdo histórico era mais ou menos proveitosa, 1 aluno não respondeu e 3 disseram que foram menos proveitosas, o restante respondeu que foram mais proveitosas. Exemplo de algumas respostas: “Menos proveitosas. Por que sem a matéria no caderno esquemos, e com a matéria podemos ler e reler sempre que precisar.” “Sim, pois “aprendemo” o porque e de onde foi criado”; “São mais porque você conhece a história da matéria”; “São proveitosas, além de saber a verdadeira história chegamos a conclusão com o esforço do nosso pensamento”

No item 5, perguntava se as aulas com experimentos foram mais ou menos proveitosas, 3 estudantes não responderam, outros 3 disseram que foram menos proveitosa e o restante respondeu que foram mais proveitosas. As respostas foram: “Menos proveitosas. O por que eu acho muito chato”; “proveitosas. Por que nos estamos conhecendo coisas e experiencias novas.”; São mais proveitosas, porque temos a oportunidade de ver as reações químicas”; “mais proveitosa, porque vendo consigo guardar na memória melhor.

No último item, perguntava-se como deveriam ser as aulas de química? Sem abordagem histórica e sem experiência; com abordagem histórica e com experiência; apenas com abordagem histórica; apenas com experiência; não faz diferença. 16 alunos marcaram a opção aulas com abordagem histórica e com experiência; 3 alunos marcaram aulas apenas com abordagem histórica; 6 alunos marcaram aulas apenas com experiência; 4 alunos marcaram que não faz diferença.

Ao analisar esse questionário, pode-se concluir que a maioria dos discentes prefere aulas com conteúdos históricos em conjunto com a experimentação, mesmo aqueles que assistiram poucas aulas.

No questionário sobre a construção científica, o primeiro item perguntava o que o estudante achava necessário para estudar ciência? As principais respostas foram: “Gostar muito de ciência”, “Ter conhecimento”; “Ter paciência”; “Tem que saber pensar”; “Ser curioso”; “Ter Conhecimento”; “Força de vontade”.

A questão seguinte era para dizer se eles achavam que os cientistas eram gênios ou pessoas comuns, apenas dois participantes da pesquisa responderam que são gênios, e os outros deram respostas como: “São pessoas comuns, apenas estudam bastante para ter um ótimo resultado”; “Pessoas comuns. Apenas com Qi a mais chamados dedicação, amar o que faz e estudar muito e ter perseveranca. Qualquer pessoa consegue ser um gênio”; “Acredito que são pessoas comuns, por que ser gênio é um rótulo, conhecimento acumulado que acaba sendo destaque.”; “ são pessoas comuns, em que são pessoas estudiosas procuram sempre ter ideias diferentes, de juntar uma coisa com a outra.”

No 3º item, perguntava se eles concordavam ou discordavam da frase: Os cientistas nunca falham. Um aluno deixou em branco e três concordaram com a frase, porém as justificativas não foram coerente, exemplo: “Eu concordo por quê tudo mundo já falham alguns dia.” Os outros discordaram justificando dessa forma: “eu discordo, porque como dizem por ai “somos humanos”, ou seja “somos falhos”, e também acho que para concluir ou provar um pesquisa o mesmo teve falhas.”; “Discordo, pois todo mundo nessa vida pode até tenta não erra mais

ninguém e perfeito.” ; “Discordo, porque a ciência não é exata.”; “Discordo, para chegar a uma pesquisa que dê certo tem que ter falhas até para chegar a uma tese.”

A 4ª pergunta era: Você acha que a ciência é feita de uma hora para outra? Novamente dois alunos responderam que sim e suas justificativas não foram coerente: “Sim porque a ciência é muito interessante.”; “Sim, porque sempre é descoberta um coisa “estudo” novo”. As outras respostas que foram negativas tiveram as seguintes justificativas: “Não. Cada pesquisa científica tem que ser estudada com cautela”; “ não. Por que tem ciências que demora anos para ser descoberta.”; “Não, pois tem muitas experiências que demoram anos para chegar o resultado certo ou o esperado pelos cientistas.”; “Não, porque é preciso fazer várias experiências”; “não a ciencia e feita por muitos estudos e pesquisas.”; “Não porque para fazer uma ciência tem que ter muito estudo”; “Não, a ciência leva tempo de estudo, conhecimento e técnica.”

No penúltimo item, perguntava se eles gostariam de ser cientista? Cinco alunos disseram que sim, e suas justificativas foram: “Sim por quer é muito interessante; “Sim fazer esperiência dependendo cria um anti-virus da aids”; “gostaria para ter esperiencias de o aprender coisas diferentes, para ficar por dentro das formulas”; No dia a dia em alguns momentos sim, por hobby (das experiências), como profissão não, por que não é um desejo e/ou vontade minha”; “Sim. Para inventar um remédio para curar doenças”.

Os que responderam que não queriam ser escreveram o seguinte: “Não Por quê não tenho tempo e vou ser sincera paciência.”; “Não, por quê eu não gosto da matéria de ciência”; “Não porque tenho uma outra opição de carreira”; “Não, pois acho essa vida de cientista muito doida eles devem dormir e acordar pensando em alguma experiência que ainda não achou o resultado”; “Não tenque quebrar muito a cabeça”; “Não. Porque não tenho curiosidade”.

A 6ª questão era: Para que uma pessoa se torne um estudioso da ciência é necessário: E as principais respostas foram: “Força de vontade; fazer uma boa faculdade; muito estudo; ter gosto pela matéria; tempo disponível; curiosidade; paciência”.

Pelo questionário sobre a construção científica pode-se perceber, que a imagem de ciência distorcida, de forma geral, não existe mais no pensamento desses estudantes.

Vale ressaltar que as respostas dos alunos foram transcritas exatamente como estavam escritas, inclusive com os erros de português e dos símbolos químicos. Pode-se considerar que a escrita de grande parte dos estudantes é de difícil entendimento, observou-se que muitas palavras que estavam escritas nas perguntas foram “copiadas” erradas e a redação de modo geral não tem muita coerência, acredita-se que se as perguntas fossem orais, talvez os

estudantes conseguissem explicar melhor, pois muitas vezes eles podem saber o que aconteceu e a explicação, porém não conseguem escrever direito.

XI - Considerações finais

A História da Ciência, quando trabalhada com o objetivo de fazer com que a aula seja “engraçada”, sem nenhuma preocupação em apresentar o desenvolvimento da construção científica, pode ser visualizada, por alguns professores, como uma metodologia desnecessária, sendo que, em alguns casos, ainda pode atrapalhar o desenvolvimento cognitivo dos estudantes.

Entretanto, se o objetivo for a utilização da HC de forma construtiva, onde o estudante é estimulado a construir seu próprio conhecimento, esse método passa a ser de suma importância para a abordagem de conceitos científicos. Nessa investigação a utilização da História da Ciência foi considerada uma boa ferramenta para o ensino de Química.

Na pesquisa foi constatado que a História da Ciência utilizada em sala de aula de forma contextualizada, onde os fatos são apresentados de forma séria, comprovando a importância do desenvolvimento científico, ajuda na construção do conhecimento e estimula os estudantes ao aprendizado de modo geral, não apenas na área de Ciências Naturais, como em outras áreas de conhecimento.

Foi observado que os educandos, em sua maioria, participaram de todas as aulas com vontade de responder as questões trabalhadas. Acredita-se que a proposta diferenciada motivou os estudantes a se interessarem um pouco mais pelas aulas de Química, pois de modo geral, parte desses alunos não tem “esperanças” de que são capazes de aprender essa disciplina. Porém, como houve a participação efetiva desses aprendizes, eles começaram a perceber que essa matéria não é um “bicho de sete cabeças” e entenderam que estão aptos para aprender qualquer disciplina, desde que haja frequência e participação nas aulas, que tenham atenção no que está sendo trabalhado e que as aulas tenham significado, sendo provocativas e criativas.

Vale lembrar que desde o primeiro dia de aula, onde foi exposto que as aulas daquele bimestre seriam com caráter histórico – experimental, não houve nenhuma resistência por parte dos alunos. Admite-se que naquele momento uma expectativa para que as aulas de Química fossem “sem sofrimento” deve ter ocorrido, pois um dos participantes da pesquisa comentou: “Oba, não vai ter mais aqueles nomes esquisitos?”

O questionário com os dados pessoais foi aplicado para que se pudesse avaliar as condições sociais dos participantes da pesquisa, tentando detectar as principais causas do desinteresse pelo ensino, não apenas pela Química. Identificando as causas, pôde-se diminuir o problema, lembrando que em nenhum momento foi pretensão dessa pesquisa solucionar os

problemas do ensino nessa unidade escolar, nem tão pouco da Rede Estadual de Educação do Estado do Rio de Janeiro, tentou-se apenas amenizar, pois é muito difícil instruir alguém que não tem interesse em aprender, mesmo que o professor se esforce muito em “modernizar” suas aulas, se os motivos do desinteresse não estiverem somente na escola, não adianta inovar a metodologia aplicada. Por isso, o questionário inicial foi de suma importância, se fosse detectado que o problema da maioria estivesse concentrado apenas na escola, no modo de apresentação das aulas, “tudo estaria resolvido”, mas não foi o verificado com os resultados dos questionários.

Em quase todos os momentos a professora serviu apenas como mediadora, pois poucas vezes foi explicado algo concretamente por ela. De modo geral, os estudantes foram instigados a responderem as perguntas dos próprios colegas, desenvolvendo assim o raciocínio e a cooperação entre os participantes da pesquisa. Verificou-se que dessa forma alguns aprendizes que, geralmente, não participavam das aulas, no decorrer do trabalho estavam se manifestando, mesmo de forma tímida, dando opinião e desenvolvendo seu senso crítico.

Pela análise das respostas dos questionários individuais, observou-se que os discentes provavelmente tiveram uma aprendizagem concreta dos conteúdos estudados, pois a maioria respondeu grande parte das questões com coerência. Foi levado em consideração que os educandos não estudaram com “antecedência”, pois eles não sabiam que seriam “avaliados”. Isso mostra que, no decorrer das aulas, parte dos conceitos trabalhados foram assimilados sem a pressão de que deveriam “decorar” para tirar boa nota na prova.

Normalmente, os estudantes não conseguem responder questões que são trabalhadas diversas vezes em sala de aula. Em vários momentos, percebeu-se que esses alunos leem, mas não assimilam o que leram ou, quando compreendem o que está escrito, não conseguem escrever de forma clara o que eles querem dizer, talvez se as avaliações fossem orais eles até conseguiriam se expressar melhor.

Observou-se nas aulas histórico-experimentais que as explicações emitidas oralmente muitas vezes estavam bem coerentes, demonstrando que os participantes estavam entendendo, na medida do possível, os conteúdos trabalhados.

Entretanto, ao escrever aquilo que foi explicado, muitas vezes não dava para entender, algumas vezes porque a letra era ilegível, outras porque o texto estava totalmente desconexo, e em alguns casos a ortografia estava muito errada, sem se conseguir saber o que deveria estar escrito.

Na última etapa, quando foi trabalhado com os cálculos das massas dos reagentes e produtos das reações realizadas, foram utilizadas as expressões mais simplificadas possíveis, para que a falta dessa competência não interferisse muito nos resultados.

Nessa etapa foi identificada a grande defasagem que os alunos das escolas Públicas Estaduais do Rio de Janeiro têm em relação às ferramentas mínimas necessárias para que esses consigam prosseguir nos estudos, sendo uma das causas a política da aprovação automática adotada no Ensino fundamental.

A falta de domínio da linguagem e da matemática gerou uma dificuldade para que os alunos entendessem determinados conceitos, esse foi um dos motivos pelo qual não foram aplicados textos históricos para os alunos interpretarem.

Nos momentos que foram necessários conhecimentos matemáticos para a resolução das questões, cálculos com números decimais não foram utilizados. Nos anos anteriores, a professora tentou trabalhar com esse grupo de alunos conceitos que envolviam cálculos, e foi constatado que os estudantes têm muita dificuldade em resolver as operações básicas da matemática, principalmente multiplicação e divisão.

Para evitar “desânimo”, somente foram utilizadas operações simples, que não envolviam números decimais, sinalizando que o objetivo das aulas não era ensinar as operações fundamentais da matemática, e sim fazer com que os alunos entendessem os conceitos trabalhados. Mesmo entendendo que a resolução das operações matemáticas é de suma importância, naquele momento não cabia “paralisar” a aula para ensinar conteúdos que os estudantes já deveriam dominar desde o ensino fundamental I.

O fato de quase todos os aprendizes participarem das aulas contextualizadas mostrou que aumentou a interação aluno-aluno e aluno-professor, pois na 1ª e 2ª série o curso era direcionado muitas vezes apenas para os alunos interessados, porque somente esses debatiam algumas coisas com a educadora. No caso das aulas diferenciadas praticamente todos os alunos expuseram suas opiniões, acredita-se que o fato de estarem arrumados em grupo e de terem sido apresentados a situações contextualizadas aumentou o diálogo entre alunos e professora.

Apesar dos resultados obtidos na avaliação não fizessem parte do objetivo da pesquisa, o fato de mais de 50% dos participantes conseguirem responder com coerência várias questões relacionadas com os conteúdos abordados, considera-se um bom resultado, se comparado com os anos anteriores, onde a maioria dos discentes quase não conseguia atingir a média para a aprovação.

Os resultados foram melhores do que o esperado, pois normalmente esse grupo tem rendimento muito baixo, “obrigando” a docente passar muitos trabalhos para ajudar a complementar a média final, acredita-se que não seria necessário a maioria dos estudantes fazer algum tipo de trabalho para complementar a nota, caso a avaliação da pesquisa servisse como nota. Lembrando que esse dado só pôde ser comparado porque grande parte dos participantes da pesquisa foram alunos da professora/pesquisadora desde a 1ª série do ensino médio.

Comparando com os dois anos anteriores, onde as aulas não eram com abordagem histórica, mas com aplicação de experimentos, onde as respostas, de forma geral, não eram coerentes com o que as questões pediam, ou então eram “decoradas” do que a professora tinha escrito no quadro, pode-se notar que a abordagem histórico-experimental foi mais proveitosa. Entretanto, os problemas das aulas de Química dessa escola não foram solucionados, lembrando que o objetivo do trabalho não era solucionar e sim tentar amenizar.

Considera-se que foi amenizado, alertando que os transtornos da educação não podem ser resolvidos apenas com uma pesquisa e com aulas diferenciadas, seja qual for o tipo de abordagem. As dificuldades que os estudantes encontram na aprendizagem, na maioria das vezes, são de caráter sócio-cultural, não podendo a instituição escolar, o professor ou as aulas diferenciadas acabar com todas as barreiras. Entretanto, pode-se afirmar que, mesmo não sendo o ideal, a aplicação das aulas diferenciadas foi de grande valia tanto para os estudantes como para a professora, pois a mudança de comportamento e de atitude da maioria dos aprendizes mostrou que se houver um trabalho contínuo pode-se formar cidadãos mais ativos na sociedade.

A proposta da aula histórico-experimental, de modo geral, conseguiu fazer com que alguns estudantes tivessem suas visões ressaltadas em relação à natureza da ciência. Notou-se que houve evolução das respostas iniciais que foram resolvidas em grupo, da aplicação da pesquisa, com as respostas finais que foram respondidas individualmente.

Acredita-se que em sua maioria, os participantes da pesquisa conseguiram associar questões trabalhadas nas aulas ao seu cotidiano, fazendo com que os conceitos apresentados fossem mais concretos.

Foi observado também que as aulas diferenciadas com abordagem histórico–experimental se tornaram uma importante prática pedagógica para estimular o estudo de Química, fazendo com que o aprendiz dê significado a essa disciplina conseguindo desenvolver seu raciocínio.

Conclui-se que a interação história–experimentação aliada a uma perspectiva investigativa amplia elementos sobre a natureza da ciência, apesar de não atingir todos os alunos e nem resolver a maioria dos transtornos que existem na instituição onde se realizou a pesquisa.

Como os resultados da pesquisa mostraram que a abordagem histórico-experimental não soluciona os problemas, porém abranda, pretende-se continuar trabalhando com essa metodologia nos próximos anos com os alunos da 3ª série dessa Instituição. Todavia, esse trabalho só poderá ser repetido se a unidade escolar oferecer condições mínimas para a execução do mesmo, pois muitas dificuldades foram encontradas para a realização dessa proposta, entretanto, na medida do possível algumas barreiras somente foram ultrapassadas com a colaboração dos alunos e a boa vontade da pesquisadora, outras estão longe de serem eliminadas.

Referências Bibliográficas

ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria. **Da Alquimia à química.** São Paulo: Landy, 2005.

ALLCHIN, D. “Pseudohistory and Pseudoscience”. **Science & Education,** n. 13. pp. 179–195, 2004.

ATAÍDE, M. C. E. S.; SILVA, B.V.C.; “As metodologias de ensino de ciências: contribuições da experimentação e da História e Filosofia da Ciência”. **HOLOS**, Ano 27, v. 4, 2011.

BARATIERI, Stela Mari; BASSO, Nara Regina de S.; BORGES, Regina Maria R.; COSTA FILHO, João B. “Opinião dos estudantes sobre a experimentação em química no ensino médio”; **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 3 n. 3, pp. 19-31, 2008.

BARDIN, L., **Análise de conteúdo** , Tradução: Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro, São Paulo, Edições 70, 2011.

BARBOSA, Rejane M. N.; JÓFILI, Zélia Maria S. “Aprendizagem cooperativa e ensino de Química – parceria que dá certo”. **Ciência & Educação** v.10, n.1, pp. 55-61, 2004.

BARRETO, Mírian C. de A., MARTINEZ, Silvia A. “Vantagens e desvantagens do/no ensino médio noturno sob o olhar do jovem regular e da EJA”. In: **1º Seminário de Educação para Jovens e Adultos da PUC – RJ**, 06 a 09 de out. 2010.

BELL, Madison Smartt. **Lavoisier no ano um**, o nascimento de uma nova ciência numa era de revolução. São Paulo: Companhia das letras, 2007.

BENEDETTI FILHO, Edemar; BENEDETTI, Luzia P. dos S. “Experimentação em química como processo motivador da ciência”. **Udesc em ação**, v. 5, n. 1, Santa Catarina, 2011.

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei nº 9394, Brasília, 20 dez. 1996

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, Brasília, 2002.

BOGDAN, R; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**. Portugal, Porto Editora , 1994.

BUENO, R. de S. M. ; KOVALICZN, R. A. ; “O Ensino de Ciências e as dificuldades das atividades experimentais”. 2008. Disponível em <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/23-4.pdf.> Acesso em: 01 set 2012.

BRAGA, Marco; FREITAS, Jairo; GUERRA, Andreia; REIS, José Claudio. **Lavoisier e a ciência do Iluminismo.** 3ª ed. São Paulo: Atual, 2000.

BRAGA, Marco; GUERRA, Andreia; REIS, José Claudio. “Abordagem histórico-filosófica para o eletromagnetismo no ensino médio”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21. pp. 224-248, ago. 2004.

BRAGA, Marco; GUERRA, Andreia; REIS, José Claudio**. Breve história da ciência moderna.** Das Luzes ao sonho do doutor Frankenstein (século XVIII). Vol.3. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2005.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. Disponível em <http://www.caixa.gov.br/voce/social/transferencia/bolsa_familia/como_receber.asp> Acesso em: 02 de abril de 2013.

CARDOSO, Sheila. P e COLINVAUX, Dominique. “Explorando a Motivação para Estudar Química”. **Química Nova**. v. 23, n. 2, pp. 401-404, 2000.

CHALMERS, Alan. **O que é ciência afinal?** Tradução: Raul Fiker. 1 ed. São Paulo: Brasiliense, 1939.

CHAGAS, Aécio P. “O ensino de aspectos históricos e filosóficos da química e as teorias ácido-base do século XX”. **Química Nova**, v. 23, n. 1, pp. 126- 133, 2000.

CHASSOT, Attico. **A Ciência através dos tempos**. 2ªed. São Paulo: Moderna, 2004.

CROUZET, Maurice. **História Geral das Civilizações,** O século XVIII, o último século do Antigo Regime. Vol. 11. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995.

EL-HANI, Charbel Niño. Notas sobre o ensino de História e Filosofia da Ciência na Educação científica de nível superior. In: Silva, Cibelle Celestino (Org.). Estudos de História e Filosofia das Ciências: Subsídios para Aplicação no Ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006. pp. 3-17.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

DJERASSI, Carl; HOFFMANN, Roald. **Oxigênio**. Tradução: Maar, Juergen Heinrich. Rio de janeiro, Vieira & Lent, 2004.

ERTHAL, João Paulo C.; LINHARES, Marília P. “História da ciência em sala de aula: o que tem aparecido em nossas revistas?” In: **VII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS**, Atas, Florianópolis, 2009.

FILGUEIRAS, Carlos A. L. **Lavoisier**, O estabelecimento da Química Moderna. São Paulo: Odysseus, 2002.

FORATO, Thaís. C. M.; MARTINS, Roberto. A.; PIETROCOLA, Maurício. “Historiografia e Natureza Da Ciência na sala de aula”. **Caderno Brasileiro de Ensino Física**, v. 28, n. 1: pp. 27-59, abr. 2011.

FORATO, Thaís. C. M.; MARTINS, Roberto. A.; PIETROCOLA, Maurício. “Prescrições historiográficas e saberes escolares: alguns desafios e riscos”. In: **VII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS**, Atas, Florianópolis, 2009.

FRANCISCO Jr, Wilmo E.; FERREIRA, Luiz Henrique; HARTWIG, Dácio Rodney. “Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de ciências”. **Química Nova na Escola**, n.30, pp. 34-41, Nov. 2008.

FRASER, Márcia T. D.; GONDIM, Sônia Maria G. “Da fala do outro ao texto negociado: discussões sobre a entrevista na pesquisa qualitativa”. **Paidéia**, v. 14, n.28, pp. 139-152, 2004.

GALIAZZI, Maria do Carmo; GONÇALVES, Fábio P. “A Natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em Química”, **Química Nova,** Vol. 27, N. 2, pp. 326-331, 2004.

GALIAZZI, Maria do Carmo; ROCHA, Jusseli Maria de B.; SCHMITZ, Luiz Carlos; SOUZA, Moacir L.; GIESTA, Sérgio; GONÇALVES, Fábio P. “Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências”. ***Ciência & Educação***, v.7, n.2, pp.249-263, 2001.

GIANNASI, Maria Julia.; BERBEL, Neusi Aparecida N.; “Metodologia da problematização como alternativa para o desenvolvimento do pensamento crítico em cursos de educação continuada e à distância”. **Informação & Informação**, Londrina, v. 3, n. 2, p. 19-30, jul./dez. 1998.

GIL PÉREZ, Daniel; MONTORO, Isabel F.; ALÍS, Jaime C.; CACHAPUZ, Antônio; PRAIA, João. “Para uma imagem não deformada do trabalho científico”. **Ciência & Educação**, v.7, n.2, p.125-153, 2001.

GIORDAN, Marcelo; “O papel da Experimentação no ensino de ciências”. **Química Nova na Escola**, n. 10, Nov. 1999.

GUIMARÃES, Cleidson C. “Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa” **Revista Química Nova na Escola**. v. 31, n. 3, pp. 198 – 202, agosto 2009.

KUHN , Thomas.S. **A estrutura das revoluções científicas**; tradução Boeira, Beatriz Vianna; Boeira, Nelson. 9ª ed. São Paulo: Perspectiva, 2007.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E.D.A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. Temas Básicos de Educação e Ensino. São Paulo: EPU, 1986.

MACHADO, Patrícia F. L.; MÓL, Gerson de S. “Experimentando Química com Segurança”. **Química Nova na Escola,** v. 27, pp. 57- 60, fev. 2008.

MARTINS, Roberto A. “Os estudos de Joseph Priestley sobre os diversos tipos de “ares” e os seres vivos”. **Filosofia e História da Biologia**, v. 4, pp. 167- 208, 2009.

MARTINS, André F. P. “História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho”. **Caderno Brasileiro de Ensino Física**, v. 24, n. 1, pp. 112-131, abr. 2007.

MARTINS, Roberto de A. A história das ciências e seus usos na educação. In: Silva, Cibelle Celestino (Org.). Estudos de História e Filosofia das Ciências: Subsídios para Aplicação no Ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006. pp. XXI – XXIV

MASÓN, Neusa Teresinha; MOREIRA, Marco Antonio; “Um estudo exploratório sobre a contribuição de visões epistemológicas contemporâneas na transformação das concepções de professores de física atuantes”; **Tecné, Episteme y Didaxis**, n.º 22; pp. 5-31, 2º sem. de 2007.

MATTHEWS, Michael. R.; “História, Filosofia e Ensino de Ciências: A tendência atual de reaproximação”. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, pp. 164-214, dez. 1995.

MC COMAS, W. F. “Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science”, **Science & Education** n. 17, pp. 249–263, 2008.

Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à fome (MDS). Disponível em <http://www.mds.gov.br/bolsafamilia> Acesso em: 02 de abril 2013

MORAES, Roque. “Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva”. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.

MORTIMER, Eduardo F.; SANTOS, Wildson L. P. “A dimensão social do ensino de química – um estudo exploratório da visão de professores” In: **II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências** pp. 1 – 9. Valinhos, SP, Set.1999.

OKI, Maria da Conceição M. “Paradigmas, Crises e Revoluções: A História da Química na Perspectiva Kuhniana”. **Química Nova na Escola** v. 20, pp. 32 -37, Nov. 2004.

PAIXÃO, F.; CACHAPUZ, A. “Mudanças na prática de ensino da Química”. **Química Nova na Escola** n.18, pp. 31-36, Nov. 2003.

PESSOA Jr, Osvaldo. O dogmatismo científico de tradição materialista. In: Silva, Cibelle Celestino (Org.). Estudos de História e Filosofia das Ciências: Subsídios para Aplicação no Ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006. pp. 41- 57.

QUEIROZ, Glória. R. P. C.; GUIMARÃES, Luiz Alberto F.; FONTE BOA, Marcelo C. “O Professor Artista-Reflexivo de Física, a Pesquisa em Ensino de Física e a Modelagem Analógica”. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 3, p. 86-98, Porto Alegre, 2001.

SANTOS, Wildson L. P.; SCHNETZLER, Roseli P. “Função Social: o que significa o ensino de química para formar cidadãos?” **Química Nova na Escola,** n. 4, Nov. 1996.

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Disponível em <http://www.rj.gov.br/web/seeduc/exibeconteudo?article-id=140730> Acesso em: 19 de agosto 2012.

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Disponível em <http://www.rj.gov.br/web/seeduc/exibeconteudo?article-id=140722> Acesso em: 19 de agosto 2012.

SCHWARTZMAN, Simon. “Melhorar a educação no Rio de Janeiro: um longo caminho”; In: André Urani e Fabio Giambiagi, Rio – A Hora da Virada, Rio de janeiro, Elsevier, 2011, pp. 227-241. <http://www.schwartzman.org.br/simon/virada.pdf> Acesso em: 20 ago. 2012.

TURA, Maria de Lourdes R.; MARCONDES, Maria Inês. “O mito do fracasso escolar e o fracasso da aprovação automática”. **Cadernos de Educação**, Faculdade de Educação, Programa de Pós Graduação em Educação,Universidade Federal de Pelotas, v. 38, p. 95-118, Pelotas, janeiro/abril 2011.

VANIN, José A. **Alquimistas e químicos: O passado, o presente e o futuro**. 2ª ed. Moderna, São Paulo, 2005.

VINCENT, Bernardette B.; STENGERS, Isabelle. **História da Química.** Instituto Piaget, Portugal,1992.

VINCENT, Bernardette B. Lavoisier: uma revolução científica. In: Serres, Michel (Org.). Elementos de uma História da Ciência. Lisboa: Terramar, 1996.

Apêndice 1

Aula 1

Questionário para análise dos dados pessoais

Dados Pessoais:

Idade:_____ Sexo: _____

Com quantos anos você entrou na escola? _____

Você já foi reprovado em alguma série? Qual ou quais? _____

Em sua opinião, qual o principal motivo que o levou à reprovação? _____

Você ficou algum tempo sem estudar antes de entrar no ensino médio? _____

Quanto tempo?_____

Se a resposta do item anterior for positiva, quais os motivos que o fizeram parar de estudar? _____

_____

Quanto tempo você estuda nesse Colégio Estadual: _____

Quais as suas expectativas ao ingressar nesse Colégio? _____

Você trabalha? _____

Caso a resposta anterior seja positiva:

Que tipo de estabelecimento você trabalha? _____

Qual função exerce? _____ Quantas horas por dia? _____

Você tem filho?_____

Caso a resposta anterior seja positiva.

Quantos? _____

Qual a idade dele (s)? _____

O que pretende fazer após o término do ensino médio? _____

Nome: (opcional) _____

Apêndice 2

Aula 2

Discussões do Experimento da Vela.

COMPONENTES DO GRUPO:

1- _____ 4-_____

2- _____ 5- _____

3- _____ 6-_____

1- Em sua opinião, o que faz com que a chama de uma vela fique acesa?

_____

_____

2- Em sua opinião, irá acontecer alguma modificação se dois copos, um pequeno e outro grande, forem emborcados em cada vela? _____

3- Se a resposta for positiva, descreva o que você acha que irá ocorrer quando a vela for tampada com o:

a) Copo grande _____

_____

b) Copo pequeno _____

_____

4- Descreva se aconteceu algo quando as velas foram tampadas.

_____

_____

5- Dê uma explicação para o ocorrido.

_____

_____

6- Tudo o que aconteceu foi ao mesmo tempo?

_____

7- Dê uma explicação para o comportamento das velas em relação à resposta anterior?

_____

_____

Aula 3

Questionário sobre os experimentos da queima do magnésio e a queima do óxido de ferro (III).

A) Queima da fita de magnésio:

1- Descreva os aspectos físicos da fita de magnésio:

_____

_____

2- Em sua opinião, o que ocorrerá quando a fita de magnésio for queimada?

_____

_____

3- Descreva os aspectos físicos da fita de magnésio após a sua queima:

_____

_____

4- Em sua opinião, qual seria a explicação do que ocorreu com a fita de magnésio após sua queima?

_____

_____

_____

B) Queima do óxido de ferro (III) na presença do carvão:

5- Descreva os aspectos físicos do trióxido de ferro:

_____

_____

6- Em sua opinião, o que ocorrerá quando o óxido de ferro (III) for aquecido em presença de carvão?

_____

_____

7- Descreva os aspectos físicos do trióxido de ferro após a queima:

_____

_____

8- Dê uma explicação para o resultado do experimento da reação da queima do óxido de ferro (III) com o carvão.

_____
_____
_____
_____

C) Explicação de Georg Ernest Stahl:

9- Você acha que a explicação de Georg Ernest Stahl em relação ao experimento da queima do magnésio está de acordo com as explicações atuais? Justifique sua reposta.

_____
_____
_____

10- Você concorda com a explicação dada por Georg Ernest Stahl em relação à reação do óxido metálico com o carvão? Justifique sua resposta.

_____
_____
_____

11- Se você fosse Georg Ernest Stahl e tivesse que dar a nomenclatura ao processo da “queima” das substâncias, que nome você daria a essa Teoria? Justifique sua resposta.

_____
_____
_____

Aula 4

Questionário sobre o ar fixo e deflogisticado

1- Quais as características do “ar fixo”?

_____

_____

2- O “ar fixo” denominado por Joseph Black está associado a que gás atualmente? Justifique sua resposta.

_____

_____

3- Quais as características do “ar deflogisticado”?

_____

_____

4- O “ar deflogisticado” denominado por Joseph Priestley está associado a que gás atualmente? Justifique sua resposta.

_____

_____

_____

Aula 5

Questionário da queima do papel e da palha de aço.

1- Em sua opinião, a massa do papel após a queima ficará maior, menor ou igual à massa inicial? Justifique sua resposta.

_____

_____

_____

2- Em sua opinião, qual seria a explicação do resultado da massa após a queima do papel?

_____

_____

_____

3- Em sua opinião, a massa da palha de aço após a queima da mesma ficará maior, menor ou igual à massa inicial? Justifique sua resposta.

_____

_____

4- Em sua opinião, qual seria a explicação do resultado da massa após a da queima da palha de aço?

_____

_____

Aula 6

Questionário da Lei de Lavoisier

1- Após a reação do bicarbonato de sódio com o vinagre a massa dos produtos será maior, menor ou igual à massa inicial? Justifique sua resposta.

_____
_____
_____

2- Utilizando os mesmos materiais que o experimento anterior, proponha um método de análise para que o resultado obtido seja diferente do inicial.

_____
_____
_____

3- Em sua opinião, nessa outra proposta de experimento, a massa dos produtos será maior, menor ou igual à massa inicial? Justifique sua resposta.

_____
_____
_____

4- Com a observação dos resultados de vários experimentos, Lavoisier comprovou uma determinada “Lei”. E você, com os resultados dos experimentos realizados em sala, seria capaz de determinar alguma “Lei”? Se a resposta for positiva, descreva essa Lei e dê um nome para a mesma.

_____
_____
_____

5- Lei de Lavoisier: _____

Aula 7

Questionário final sobre história da química, reação de combustão e Lei de Lavoisier.

1- O que é necessário para que ocorra a queima de uma vela?

_____

_____

2- Explique por que a massa do papel após a queima ficou menor?

_____

_____

3- Explique por que a massa da palha de aço após a queima ficou maior?

_____

_____

4- Qual é a Lei que Lavoisier Construiu?

_____

_____

5- Explique o que é a combustão?

_____

_____

6- Pode ocorrer combustão em qualquer lugar ou em qualquer tipo de material?

_____

_____

7- Dê um exemplo de combustão no seu dia a dia.

_____

8- Você acha que ocorre combustão no nosso organismo? Se a resposta for positiva especifique onde.

_____

_____

Opinião sobre as aulas de Química diferenciadas.

1- Marque às aulas sobre a História da Química que você assistiu:

( ) 1ª Experiência com duas velas.
( ) 2ª Apresentação da teoria do flogisto, experimento da queima do magnésio e do trióxido de ferro.
( ) 3ª Narração do desenvolvimento do estudo do ar fixo e do ar deflogisticado.
( ) 4ª Realização do experimento da queima da palha de aço e do papel.
( ) 5ª Experiência com bicarbonato de sódio e vinagre e apresentação da Lei de Lavoisier.
( ) 6ª Cálculos realizados nas reações e reações de combustão

2- As aulas sobre a História da Química foram interessantes? Justifique sua resposta.

_____

_____

3- O que você conseguiu aprender com essas aulas?

_____

4- Em sua opinião, as aulas com o conteúdo de História da Química são mais proveitosas, menos proveitosas ou não fazem nenhuma diferença? Justifique.

_____

_____

5- Em relação aos experimentos, você acha que as aulas são mais proveitosas, menos proveitosas ou não fazem nenhuma diferença? Justifique.

_____

_____

6- Em sua opinião, como deveriam ser as aulas de química?

( ) Sem abordagem histórica e sem experiência.
( ) Com abordagem histórica e com experiência.
( ) Apenas com abordagem histórica.
( ) Apenas com experiência.
( ) Não faz diferença.

Questionário sobre a construção científica.

1- O que você acha que é preciso para estudar ciência?

_____

_____

2- Em sua opinião os cientistas são gênios ou pessoas comuns? Justifique sua resposta.

_____

_____

3- Você acha que os pesquisadores nunca falharam?

_____

_____

4- Você acha que a ciência é feita de uma hora para outra? Justifique sua resposta.

_____

_____

5- Você gostaria de ser um cientista? Por quê?

_____

_____

6- Para que uma pessoa se torne um estudioso da ciência é necessário:

_____

_____