

UMA PROPOSTA DIFERENCIADA DE ENSINO PARA O ESTUDO DA ESTEQUIOMETRIA

Eliana T. Hawthorne Costa*; Marilde B. Zorzi**

*Profª.PDE - Colégio Estadual “Alberto J. Byngton Junior” - NRE/Maringá
ethcosta@seed.pr.gov.br

**Profª.Orientadora - Departamento de Química – UEM /Maringá
mari.zorzi@hotmail.com

RESUMO

Muitos alunos encontram grande dificuldade na interpretação e resolução de problemas que envolvem cálculos estequiométricos, além de não associarem tal assunto com o seu cotidiano. Esta observação foi confirmada por vários autores, o que foi possível ser verificado ao se fazer a pesquisa bibliográfica para este trabalho. No estado do Paraná, por exemplo, em uma pesquisa realizada pela CRTE (Coordenação Regional de Tecnologia) junto às Escolas Estaduais do Núcleo de Ensino de Maringá em 2005, foi observado que a estequiometria representa o conteúdo de maior dificuldade de assimilação pelos alunos. Considerando as pesquisas realizadas e o problema observado, este artigo apresenta o relato de um projeto, que teve por intenção propor uma forma diferenciada de tratar este assunto, utilizando de diferentes estratégias e recursos para proporcionar ao estudante condições para que o mesmo pudesse construir aprendizagens significativas referentes ao tema trabalhado, compreendendo sua importância relacionada ao componente curricular Química, bem como sua relação com as demais áreas do conhecimento e com o cotidiano das pessoas. Este projeto também teve como objetivos o incentivo a pesquisa e a leitura científica, para despertar no aluno o interesse pela mesma e também proporcionar a participação deste na realização de experimentos investigativos, de modo que ele pudesse construir seu conhecimento por meio da interação entre pesquisar, refletir e fazer.

Palavras-chave: estequiometria; experimentação investigativa; ensino de química

ABSTRACT

Many students find great difficulty in interpreting and resolving problems involving calculations stoichiometric, in addition to not associate this issue with your daily life. This observation was confirmed by several authors, which could be checked when making a literature search for this work. In Parana State, for example, in a survey conducted by CRTE (Regional Coordination of Technology) with the Schools Centers State of the Education Nucleus of Maringa City in 2005, it was observed that the composition represents the content of greater difficulty of assimilation by the students. Considering the research conducted and the problem observed, this article presents the story of a project, that had the intention to propose a differentiate form to treat this subject, using of different strategies and resources to provide to the student conditions so that it could construct referring significant learning to the worked subject, understanding its importance related to the Chemistry curricular component as well as its relation with other areas of knowledge and the daily lives of people. This project also had as objective the incentive the research and scientific reading, to awaken in the interest init and also provide the participation of this in the accomplishment of investigative experiments, in way so that he could build their knowledge through interaction between researches, reflect and do it.

Keywords: stoichiometric; investigative experiments; teaching of chemistry.

INTRODUÇÃO

O ensino de Química tem sido motivo de muitas discussões e debates, em relação à forma de apresentar e trabalhar conteúdos, com a intenção de possibilitar a compreensão da Química e a sua relação como meio social das pessoas.

Como encontramos na proposta das Diretrizes Curriculares, de acordo com Maldaner(2003,p.144), acredita-se que o Ensino de Química deve ser voltado para construção e reconstrução dos conceitos científicos nas atividades de sala de aula. Isto implica em compreender o conhecimento científico e tecnológico para além do domínio estrito dos conceitos de Química.

Ainda encontramos também nas Diretrizes Curriculares que, de acordo com Oliveira (2001), os conceitos científicos devem contribuir para a formação de sujeitos que compreendam a ciência do seu tempo, tornando-se agentes de transformação da sociedade em que estão inseridos.

Durante os anos dedicados ao exercício do magistério, lecionando a disciplina de Química, foi possível observar que, os alunos encontram uma grande dificuldade na interpretação e resolução de problemas que envolvem cálculos estequiométricos, além de não associarem tal assunto com o seu cotidiano. Esta observação foi confirmada por várias pesquisas e, em uma delas, Migliato(2005) em sua dissertação de mestrado afirma: “A falta de materiais didáticos interfere especialmente no ensino da estequiometria, uma vez que diversos autores apontam este tópico como sendo dos mais difíceis de serem compreendidos pelos estudantes”.

No estado do Paraná, em uma pesquisa realizada pela CRTE junto às Escolas Estaduais do Núcleo de Ensino de Maringá em 2005, foi observado que a estequiometria representa o conteúdo de maior dificuldade de assimilação pelos alunos, quando em resposta a esta pesquisa, os professores da área elencaram este tópico como o mais difícil de aprendizagem.

Considerando as pesquisas realizadas e o problema observado, o projeto aqui relatado, teve por intenção propor uma forma diferenciada de tratar este assunto, utilizando de diferentes estratégias e recursos para proporcionar ao estudante condições para que o mesmo pudesse construir aprendizagens significativas referentes ao tema trabalhado, compreendendo sua importância relacionada ao componente curricular Química, bem como sua relação com as demais áreas do conhecimento e com o cotidiano das pessoas.

Este projeto também teve como objetivos o incentivo a pesquisa e leitura científica, para que despertasse no aluno o interesse pela mesma e também proporcionar a participação do aluno na realização de experimentos investigativos, de modo que ele pudesse construir seu conhecimento por meio da interação entre pesquisar, refletir e fazer.

O ENSINO DE QUÍMICA

A Química é uma ciência que apresenta fortes relações com as atividades desenvolvidas pelo ser humano, pois desempenha nelas papel de grande importância. Desta forma, é necessário reconhecer que o entendimento do significado real dos fenômenos químicos surgiu a relativamente pouco tempo, tendo em vista que foi a partir do século XVIII que a Química teve início no foro de ciência (Migliato 2005).

O grande progresso da Química neste último século tem gerado o surgimento de uma grandeza de processos tecnológicos nos mais diversos setores da atividade industrial. Como maior favorecido, e não raramente vítima das novas tecnologias, o homem moderno participa de um processo de intensas alterações, que vão da simples mudança na composição química de materiais utilizados na confecção de tecidos, utensílios domésticos ao surgimento de problemas ambientais, nunca antes supostos.

Diante desta situação, os educadores, em particular os ligados ao Ensino de Química, lutam ainda com problemas antigos da estrutura de ensino, em que habitualmente os alunos apresentam dificuldades de transpor o limite da compreensão dos fenômenos químicos, por meio do senso comum, para uma forma de interpretação complexa de fenômenos, cuja compreensão exige níveis de abstração só alcançados quando se está motivado para o aprendizado. Neste sentido, é um fato concordante que a experimentação deve ser um dos componentes básicos no ensino de Química, assim como foi no desenvolvimento do conhecimento químico e por isto tem sido objeto de atenção de vários pesquisadores, principalmente nos países desenvolvidos, (Serafim, 2005).

Atualmente, a preocupação com os problemas do ensino de química no nível médio tem sido, mais uma vez, objeto de atenção entre professores, pesquisadores e profissionais do ensino comprometidos com ideais de uma escola pública de qualidade.

Para Maldaner(1999), aprender química é compreender a química como ciência que recria a natureza, modifica-a, e, com isso, o próprio homem. Como atividade criativa humana, está inserida em um meio social, atende a determinados interesses de grupos sociais e se insere nas relações de poder que perpassam a sociedade. Saber química é, também, saber posicionar-se criticamente frente a essas situações.

Em cada reformulação das leis e elaboração de diretrizes para o ensino, procura-se definir novos objetivos e reformular os programas de cada disciplina que compõem o currículo do Ensino Médio. E também, procurando destacar as semelhanças e interligações com as demais áreas das ciências exatas, biológicas e humanas, para fazer com que o aluno tenha uma visão global dos fatos científicos, tendo em vista a necessidade de se apresentar a ciência como um todo (Serafim, 2005).

Como encontramos nas Diretrizes Curriculares de Química do Estado do Paraná, a Química deverá ser tratada com os alunos de modo a possibilitar o entendimento do mundo e a sua interação com ele. Cabe ao professor criar

situações de aprendizagem de modo que o aluno pense mais criticamente sobre o mundo e atue como agente de transformação na sociedade em que está inserido.

Encontramos também nas Diretrizes Curriculares que, de acordo com Bernardelli (2004), muitas pessoas resistem ao estudo da Química pela falta de um método que contextualize seus conteúdos. Muitos estudantes do Ensino Médio têm dificuldade de relacioná-los em situações cotidianas, pois ainda se espera deles a excessiva memorização de fórmulas, nomes e tabelas. O mesmo autor destaca que devemos criar condições favoráveis e agradáveis para o ensino e aprendizagem da disciplina, aproveitando, no primeiro momento, a vivência dos alunos, os fatos do dia-a-dia, a tradição cultural e a mídia, buscando com isso reconstruir os conhecimentos químicos para que o aluno possa refazer a leitura do seu mundo.

Segundo Rocha-Filho *et al.*(1988), existe uma barreira na capacidade dos alunos que iniciam o estudo de Química nos ensinos Fundamental e Médio em reconhecer, em nível microscópico, o caráter descontínuo da matéria e de suas entidades constituintes. Esse problema de aprendizado se deve à dificuldade, por parte dos estudantes, de visualizar corretamente o mundo microscópico e à ausência de referenciais que os ajudem nesse esforço de abstração. As conseqüências, que incluem problemas em entender os conceitos de átomo e elemento químico e em distinguir corretamente entre substâncias simples e compostas, se arrastam durante as séries seguintes do Ensino Médio.

Com o intuito de buscar soluções que facilitassem a compreensão integrada dos conceitos químicos nos níveis macroscópico, microscópico e simbólico, várias pesquisas foram realizadas, e diversas abordagens estão sendo propostas, inclusive o uso de meios informáticos e de modelos concretos, ambos com resultados muito satisfatórios.

ESTEQUIOMETRIA

Baseando-se no caráter histórico da química, a estequiometria teve início apenas no século XVIII com Jeremias Benjamin Richter (1762-1807), que foi aluno do filósofo Immanuel Kant, que acreditava que todas as ciências eram ramos da Matemática, e foi então que ele criou a expressão estequiometria (do grego: *stoikheion* = **elemento** / *estequiometria* = “**medida de elementos**”). Passados dez anos da morte de Lavoisier, Richter publicou três livros sobre as relações matemáticas, onde um deles era intitulado “*Anfangsgründe der Stöchiometrie*” (Esboços de estequiometria), que tinha como subtítulo “**A arte de medir elementos químicos**”. Em geral os químicos se entregavam às investigações quantitativas e admitiam tacitamente que os corpos tinham composições bem definidas. (Vidal,1970, apud Migliato 2005,p.3).

A estequiometria compreende as informações quantitativas relacionadas a fórmulas e equações químicas. Ela está fundamentada nas leis ponderais, principalmente na lei da conservação das massas e na lei das proporções fixas. A lei da conservação das massas segundo o *Tratado elementar de química*, escrito por Lavoisier e publicado 1789, pode ser enunciada: “*existe uma quantidade igual de matéria antes e depois do experimento; a qualidade e a quantidade dos elementos permanece precisamente a mesma e nada acontece além de mudanças e modificações nas combinações desses elementos*”. Já a lei das proporções fixas (Proust, 1799) pode ser enunciada como “*uma substância, qualquer que seja sua origem, apresenta sempre a mesma composição em massa*”. As leis ponderais, importantes para o estabelecimento da química como ciência, estão subjacentes à teoria atômica de Dalton, que é à base da explicação das relações ponderais nas reações químicas (Vanin,2005). Por meio de cálculos estequiométricos, se podem calcular as quantidades de substâncias que participam de uma reação química a partir das quantidades de outras substâncias. A estequiometria abrange todo ensino das reações químicas.

Alguns pesquisadores têm estudado e relatado a dificuldade dos alunos quanto à estequiometria, em diferentes aspectos. Gabel e Sherwood (1984) apresentam em seu trabalho que as maiores dificuldades dos alunos esta em

problemas envolvendo notação científica e também a relação microscópica. Yaroch (1985) estudou a dificuldade que os alunos possuem em balanceamento de equações químicas. Shimidt (1994) propôs um estudo descritivo para criar e testar estratégias para resolver questões em estequiometria com proporção de números para cálculos mentais rápidos e para identificar as estratégias utilizadas pelos estudantes ao resolver estas questões. Segundo este autor, o estudo pode ser muito válido para ajudar os estudantes na introdução de cálculos estequiométricos nas escolas.

Huddle e Pillay (1996) pesquisaram estudantes universitários de Química, submetendo-os a testes envolvendo estequiometria e estes, revelaram possuir dificuldades em compreender o assunto, para eles o tema é muito abstrato.

Boujaoude e Barakat (2000) identificaram e descreveram algumas dificuldades que os alunos apresentaram em cinco tópicos relacionados a estequiometria: quantidades molares, reagente limitante, conservação da matéria volume molar e coeficientes químicos em uma equação.

Migliato (2005), afirma em sua dissertação de mestrado que, dentre os assuntos que os alunos apresentam maior dificuldade de compreensão está à estequiometria. Segundo este autor, o grande problema que envolve a dificuldade de compreensão dos conceitos relacionados à estequiometria, é que ao discutir os fenômenos químicos, faltam abordagens no nível sub-microscópico, que exige maior abstração por parte dos alunos. Assim, pouca ênfase é dada pelos professores à compreensão do assunto por meio de recursos didáticos diferentes da tradicional utilização de lousa e giz. Ainda segundo Migliato, a falta de materiais didáticos interfere especialmente no ensino da estequiometria, uma vez que diversos autores apontam este tópico como sendo dos mais difíceis de serem compreendidos pelos estudantes.

De acordo com Pio (2006), as dificuldades dos alunos relacionam-se muito mais com a não compreensão dos conceitos envolvidos e das relações que eles estabelecem do que com as operações matemáticas envolvidas nos cálculos. *“As causas das grandes dificuldades de compreensão desses conceitos podem estar*

associadas ao pouco tempo dedicado ao desenvolvimento do pensamento no nível atômico-molecular, assim como à pouca compreensão da grandeza da constante de Avogadro – ponte essencial para a transposição entre os níveis macroscópico e microscópico – e a grandeza quantidade de matéria. Visando amenizar esse problema, julgamos ser de grande importância que os professores atribuam uma atenção especial aos conceitos envolvidos no ensino de cálculos estequiométricos”.

Professores, pesquisadores e profissionais da química operam apropriadamente entre as dimensões do conhecimento, enquanto estudantes têm dificuldade em estabelecer ligações entre esses níveis. Desta forma, parece bastante provável que a utilização de modelos, analogias e gráficos computacionais em situações estruturadas de ensino seja produtiva para os estudantes se apropriarem das formas de pensamento químico.

Para os autores, exemplos concretos devem ser utilizados para a introdução deste assunto para os estudantes. Também, deve-se levar em consideração que o aprendizado em pequenos grupos de alunos deve ser incentivado, para dar aos estudantes a oportunidade de identificarem e refletirem sobre suas concepções alternativas.

A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

Há mais de 2 300 anos, Aristóteles defendia a experiência quando afirmava que “quem possua a noção sem a experiência, e conheça o universal ignorando o particular nele contido, enganar-se-á muitas vezes no tratamento” (Aristóteles, 1979). Naquele tempo, já se reconhecia o caráter particular da experiência, sua natureza factual como elemento imprescindível para se atingir um conhecimento universal. O pensamento aristotélico marcou presença por toda a Idade Média entre aqueles que se propunham exercitar o entendimento sobre os fenômenos da natureza. Esse exercício desenvolvia-se principalmente num plano além da concretude do mundo físico, estabelecido como estava na lógica, um poderoso

instrumento de pensamento já conhecido dos gregos (Giordan,1999).

O trabalho experimental teve sua origem nas escolas há mais de cem anos, influenciadas pelas universidades, que já desenvolviam um trabalho experimental. Tinha por objetivo melhorar a aprendizagem do conteúdo científico, porque os alunos aprendiam os conteúdos, mas não sabiam aplicá-los (Galiazzi et al.).

O ensino experimental tem sido considerado um recurso útil para promover a aprendizagem de ciências. Pesquisas revelam, entretanto, que muitos professores apresentam uma visão simplista da experimentação, imaginando ser possível “*comprovar a teoria no laboratório*”; ou que a partir do laboratório se possa chegar à teoria. Desta forma, pode-se considerar que pouco contribuirá para a aprendizagem significativa (Zanon e Silva, 2000). Além disso, às vezes, as atividades experimentais quando realizadas, têm como objetivo verificar conceitos já lecionados, se tornando meramente uma coleta de dados, não levando em conta a interpretação dos resultados, não tendo características de um processo investigativo. Utilizar experimentos como ponto de partida, para desenvolver a compreensão de conceitos, é uma forma de dar condições ao aluno para participar de seu processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a perceber e a agir sobre o seu objeto de estudo.

Para Nanni (2004), a importância da abordagem experimental está na caracterização do seu papel investigativo e de sua função pedagógica em auxiliar o aluno na explicitação, problematização, discussão, enfim, na significação dos conceitos químicos. Diferentemente do que muitos possam pensar, não é preciso que haja laboratórios sofisticados nem ênfase exagerada na técnica de manuseio dos instrumentos, para a compreensão dos conceitos. É necessário perceber que o experimento faz parte do contexto de sala de aula e que não se deve separar a teoria da prática. Isso porque faz parte do processo pedagógico que os alunos se relacionem com os fenômenos sobre os quais se referem os conceitos a serem formados e significados.

Segundo Carvalho et al.,(1998) “A resolução de um problema pela experimentação deve envolver também reflexões, relatos, discussões, ponderações e explicações, características de uma investigação científica.”

As atividades envolvendo a experimentação no ensino de Química são um fator fundamental para o processo de ensino e aprendizagem dos diversos conteúdos do conhecimento científico – conceituais, procedimentais e atitudinais – no sentido de proporcionar a construção de inter-relações entre a teoria e a prática, bem como relações entre os conhecimentos prévios do aluno e os novos conceitos a serem trabalhados, como está contemplado nas Diretrizes Curriculares do Estado do Paraná, para o Ensino de Química.

As atividades experimentais devem proporcionar aos alunos oportunidades para desenvolver suas habilidades, atitudes e valores, além da (re)construção de conceitos, propiciar meios de motivá-los e envolvê-los aos temas estudados, proporcionando a compreensão e a interpretação de fenômenos do seu dia-a-dia, favorecendo o desenvolvimento do ensino e da aprendizagem. Para isso, as atividades experimentais devem, preferencialmente, serem trabalhadas através de atividades investigativas, que permitam testar as concepções prévias dos alunos, no sentido de promover uma evolução conceitual e metodológica e o desenvolvimento do pensamento científico.

Aprender química não é simplesmente introduzir conceitos, mas proporcionar aos alunos a reflexão sobre os conceitos usando os experimentos como ferramenta para construção e reconstrução das idéias apresentadas pelos alunos.

Grande parte dos professores concorda com a importância da experimentação no processo ensino-aprendizagem. Eles também acreditam ser ela uma forma de motivar e estimular os alunos a assistirem as aulas, como também ser uma maneira mais fácil e prática deles relacionarem os conceitos vistos em sala de aula com as situações do seu dia-a-dia. (Lima, 2004).

Segundo Mortimer et al(2000), as aulas de química (ciências) devem abranger articulações entre três dimensões do conhecimento: (1) o

fenomenológico ou empírico, (2) o teórico ou de modelos, (3) o representacional ou da linguagem. Entretanto, a atual realidade das aulas experimentais demonstra que os professores ainda atribuem objetivos, tais como: a motivação, o desenvolvimento de atitudes científicas, técnicas laboratoriais e o treinamento do método científico, entretanto, não se preocupam com a formação de conceitos e com desenvolvimento de habilidades. Assim, prevalece entre os professores a visão simplista da experimentação, onde o principal objetivo é o de motivar os alunos, melhorando assim as aulas e adquirir conhecimentos e técnicas científicas.

Com o objetivo de proporcionar ao aluno uma construção do conhecimento a partir do que já possuem no seu contato cotidiano, as atividades experimentais investigativas pretendem, despertar o interesse do aluno, estimular sua participação, em outras palavras, pretende-se valorizar a visão do conhecimento escolar como um saber mediador, dinâmico, provisório, capaz de articular o teórico com o prático, o ideal com o real, o científico com o cotidiano.

Para Zanon e Silva (2000), as atividades práticas podem assumir uma importância fundamental na promoção de aprendizagens significativas em ciências e, por isso, consideramos importante valorizar propostas alternativas de ensino que demonstrem essa potencialidade da experimentação: a de ajudar os alunos a aprender através do estabelecimento de inter-relações entre os saberes teóricos e práticos inerentes aos processos do conhecimento escolar em ciências.

METODOLOGIA E ESTRATÉGIAS DE AÇÃO

Este projeto foi aplicado a um grupo de alunos da 2ª Série do Ensino Médio do Colégio Estadual “Alberto J. Byington Junior”, de Maringá - PR.

A metodologia aplicada se fundamentou na pesquisa virtual, leitura, interpretação, experimentação investigativa e desenvolvimento da linguagem científica utilizando diferentes gêneros textuais.

A aplicação deste projeto foi feita em 05 módulos de 5 horas/aula, em período contra-turno. Foram convidados para participarem deste projeto 20 (vinte) alunos, dentre os quais, foi possível observar a presença de alunos com dificuldades de aprendizagem no conteúdo estequiometria e de alunos que manifestaram interesse em ampliar seus conhecimentos no conteúdo específico.

No início da aplicação deste projeto foi realizado um questionário com o intuito de investigar os conhecimentos prévios dos alunos a respeito do tema a ser estudado.

No **Módulo I e II**, cujo título era **Introdução ao Conceito de Proporções Constantes: Experimentação Investigativa e Pesquisa Virtual**, o objetivo era que, através de experimentos investigativos e pesquisa virtual os alunos pudessem perceber que existe uma relação ideal para que uma reação química ocorra. Foram trabalhados dois experimentos de forma investigativa, de modo que os alunos respondiam a questões prévias e, após o experimento novamente eram questionados sobre o mesmo assunto, podendo-se então perceber a evolução em seus conceitos. Assim, podendo-se desenvolver o caráter investigativo do experimento e observar as diferenças de suas formações de conceitos, antes e após o ocorrido. Neste módulo as reações desenvolvidas foram:

Experimento 1: Reação do Magnésio (Mg) com Ácido Clorídrico (HCl) 1mol/L

Este experimento foi realizado fazendo reagir Mg metálico com HCl 1mol/L (reação de deslocamento entre metal/ácido-simples troca), onde o objetivo era que os alunos descobrissem através da reação, variando as quantidades de Mg e mantendo a concentração do ácido constante, qual era a proporção ideal para a reação ocorrer. A figura 1 apresenta o esquema de como foi realizado o experimento, onde 50 mL de ácido era colocado dentro do erlenmeyer e dentro de um balão de borracha eram colocadas 0,6; 0,12 e 0,24 gramas de Mg metálico.



Figura 1 – Procedimento Experimental para a Reação HCl/Mg

Experimento 2: Reação do Iodeto de Potássio (KI) com Nitrato de Chumbo (II) [Pb(NO₃)₂]

Neste experimento os alunos realizaram uma reação de dupla troca, com formação de um composto insolúvel, o iodeto de chumbo (II) (PbI₂), conforme pode ser observado na figura 2, que apresenta um esquema desta reação. O objetivo neste experimento também era que os alunos chegassem às proporções ideais para a reação. Para isto, além da reação, os alunos utilizaram os dados e construíram um gráfico (altura do precipitado x relação iodeto/nitrato), através do qual encontraram a relação ideal para reação.

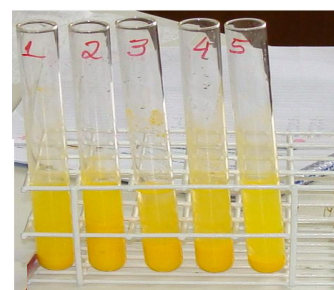


Figura 2 – Reação de Dupla Troca entre KI e Pb(NO₃)₂ 0,5 mol/L

Ainda neste módulo foi introduzida a pesquisa virtual, no laboratório de informática, como uma das ferramentas propostas a ser utilizadas no projeto.

Após a pesquisa foram utilizados modelos moleculares como material alternativo para o balanceamento de algumas reações químicas, conforme pode ser observado, como exemplo, na figura 3.



Figura 3 – Reação de síntese da água (H₂O), utilizando modelos moleculares.

No **Módulo III, “O Princípio da Conservação da Matéria”**, trabalhou-se o conceito de combustão através de experimentos investigativos, observando a combustão do papel, da palha de aço e da vela.

Experimento 3: Observação da Combustão de Alguns Materiais

Este experimento teve como objetivo fazer uma relação entre o experimento e a lei de Lavoisier, ou seja, a Lei da conservação da Matéria. Os alunos responderam questões a respeito dos materiais e pesquisaram a respeito dos mesmos, no laboratório de Informática. No laboratório de Química, o procedimento foi realizado através da obtenção das massas dos materiais, antes e após a combustão, conforme pode ser observado na figuras 4, e 5 que apresentam a combustão do papel e da vela, respectivamente.



Figura 4 – Combustão do Papel.



Figura 5 – Combustão da Vela.

Ainda neste módulo trabalhou-se a leitura e interpretação, através da pesquisa virtual, utilizando-se temas abordados nos experimentos e também foram pesquisados temas envolvendo o assunto abordado no projeto: Estequiometria e o Princípio da Conservação da Matéria.

A partir do **Módulo IV, “Pesquisando, Aplicando e Experimentando Estequiometria”**, os alunos começaram a construir o conceito de estequiometria. Inicialmente, utilizando a pesquisa virtual os alunos pesquisaram sobre estequiometria, seu conceito teórico, e relacionaram com os experimentos desenvolvidos e com as discussões anteriores. Na seqüência foram trabalhados exercícios de aprendizagem envolvendo estequiometria.

Neste Módulo os alunos tiveram a oportunidade de desenvolver um quarto experimento envolvendo estequiometria, que se encontra na revista química Nova na Escola (**QUÍMICA NOVA NA ESCOLA Experimento de Estequiometria N° 10, NOVEMBRO 1999**). Neste experimento 4, os alunos desenvolveram a curiosidade investigativa, pois eles o realizaram sozinhos, sendo somente observados pela professora. A figura 6 ilustra os materiais utilizados neste experimento.



Figura 6 – Materiais utilizados no Experimento nº4.

Após desenvolverem o procedimento, os alunos tiveram como atividade preparar uma forma de apresentação dos resultados e conclusão para os seus resultados, desenvolvendo assim, a linguagem científica, utilizando diferentes gêneros textuais, como por exemplo: exposição através de cartaz, apresentação de power point no computador, utilização da TV pendrive como recurso visual.

Na última etapa, o **Módulo V, “Aplicando os Conhecimentos Adquiridos”**, foi realizada a avaliação do projeto, onde os alunos fizeram uma pesquisa envolvendo um assunto contextualizado e em seguida um exercício de aplicação relacionado ao assunto da pesquisa e ao tema abordado no projeto. Ainda como parte da avaliação, os alunos responderam um questionário final que apresentava questões sobre o tema abordado e o projeto em questão.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Uma das formas de avaliação tanto do projeto como dos alunos, foi através de questionários, como já foi colocado na metodologia. Dessa forma, os resultados permitiram que comparássemos duas das questões que foram feitas aos alunos. Uma previamente: **“Como você classifica seu conhecimento quanto ao tema estequiometria”?** A outra no final do projeto: **“Em relação a sua aprendizagem inicial sobre o conteúdo abordado, você aprendeu um pouco mais (ótimo), continuou na mesma (regular) ou melhorou (bom)”?**

Considerando os questionários aplicados, colocamos em um gráfico os resultados das duas questões respondidas pelos alunos, a respeito do conteúdo abordado e apresentamos na figura 7, a seguir:

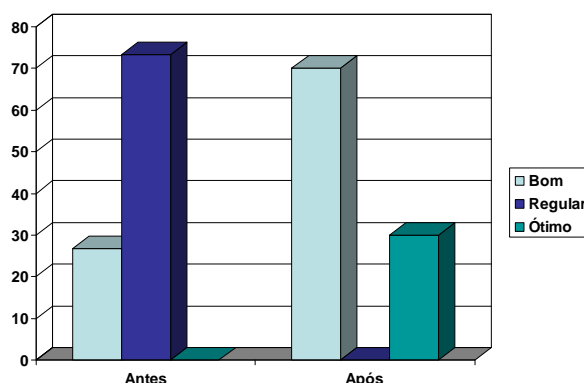


Figura 7 - Resultado do Questionário Avaliativo sobre o Conhecimento o dos Alunos Antes e Após a Aplicação do Projeto

Os resultados nos mostram, através dos dados obtidos nessa figura, que houve um crescimento na aprendizagem dos alunos em relação ao conteúdo abordado, pois, inicialmente aproximadamente 73% consideravam sua aprendizagem *regular* em relação ao conteúdo abordado e após a aplicação do projeto 70% dos alunos consideraram uma *melhora em sua aprendizagem*, ou seja, *bom*. Aproximadamente 27% dos alunos inicialmente responderam que apresentavam uma aprendizagem *boa*, e após a aplicação do projeto observamos

que 30% dos alunos consideraram um que *aprenderam um pouco mais* com o projeto, ou seja, uma aprendizagem considerada *ótima*. Estas observações foram possíveis de serem vistas no decorrer do projeto, nos momentos de desenvolvimento das atividades, pela participação e o envolvimento dos alunos com as atividades propostas.

Ainda no questionário final foram feitas outras perguntas em relação ao projeto e sua forma de aplicação e as respostas sempre foram positivas, como por exemplo:

Pergunta: “Qual sua avaliação sobre a forma de ensino do conteúdo através do projeto aplicado?”

Resposta: Para esta pergunta, 80% dos alunos responderam ótimo e 20% responderam bom.

Pergunta: “Qual momento do projeto chamou mais sua atenção?”

Resposta: “Os experimentos no laboratório” (100%)

Pergunta: “Por quê?”

Respostas: “... acho que foi quando nos colocamos em ação.”, “... quando nos interagimos no laboratório, realizando experiências...”,

Pergunta: “Você acha importante a utilização do computador como fonte de pesquisa e ensino nas aulas de química?”

Respostas: Sim (100%) “Sim, nos ajuda a aprender de uma maneira diferente.”, “... para pesquisa, leitura e interpretação dos conteúdos mais complicados...”

Além das questões respondidas nos questionários os alunos também mostraram crescimento em sua aprendizagem quando participaram da resolução de exercícios de aprendizagem envolvendo o conteúdo, e conseguiram resolver os exercícios utilizando os conceitos aprendidos.

CONCLUSÃO

A forma com que os conteúdos são trabalhados é fundamental para proporcionar a aquisição de conhecimentos significativos por parte do aluno. Estratégias diferenciadas de ensino como o incentivo a pesquisa, a leitura científica e a realização de experimentos investigativos, permitem que o aluno seja um sujeito ativo no seu processo de construção de conhecimentos pesquisando, refletindo e fazendo.

Este projeto fez parte de um projeto maior, que é o PDE (Programa de Desenvolvimento Educacional), cujo tempo de elaboração e execução foi de Março à Dezembro de 2008. Como mencionado anteriormente, a aplicação foi em o período contrário ao período de aula dos alunos e em cinco módulos e 5 horas/aula, o que prejudicou a participação de outros alunos interessados. Acreditamos que tenhamos resultados ainda melhores, quando este projeto for aplicado ao longo de todo período letivo e que, além de estequiometria, outros conteúdos possam ser trabalhados, utilizando a metodologia aqui proposta.

REFERÊNCIAS

BARAKAT H. and BOUJAOUDE, S., **Secondary School Students' Difficulties with Stoichiometry**. Sch. Sci. Rev. 81 (296) 91-98, 2000.

BERNARDELLI, M.S. **Encantar para Ensinar – Um Procedimento Alternativo para o Ensino de Química**. In: Convenção Brasil Latino América, Congresso Brasileiro e Encontro Paranaense de Psicoterapias Corporais, Foz do Iguaçu, 2004.

BLÜMKE, R.A., **Significação Conceitual e Experimental no Ensino de Física**, Rio Grande do Sul () Dissertação de Mestrado em Educação nas Ciências, UNIJUÍ

CARDOSO S.P., e COLINVAUX D., **Explorando a Motivação para Estudar Química** Química Nova, 23(2) p.401-404, 2000.

CARVALHO A.M.P., et al., **Termodinâmica: Um Ensino por Ação (Demonstrações Experimentais Investigativas)**, São Paulo: Fe/USP, p. 40-49, 1999.

CARVALHO, A.M.P, GIL-PEREZ, D. **Formação de Professores de Ciências**, 5ª ed., São Paulo: Cortez, 2001.

CAZZARO F., **Um Experimento Envolvendo Estequiometria**, QNEsc. Vol.nº10, Nov. 1999, disponível: <http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc10/exper3.pdf>

_____ **Estequiometria**, Wikipédia, a enciclopédia livre. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Estequiometria>, acesso em 10 de Junho de 2008.

GABEL, L. D., e SHERWOOD, R.D., **Anlyzing Difficulties with Mole-Concept Tasks by Using Familiar Analog Tasks**, J. Res. Sci. Teac., 21(8), 843-851,1984.

GALIAZZI, M. do C., ET al., **Objetivos das Atividades Experimentais no Ensino Médio: A Pesquisa Coletiva como Modo de Formação de Professores de Ciências**, *Ciência & Educação*, v.7, n.2, p.249-263, 2001.

GALIAZZI, M. do C e GONÇALVES, F.P **A Natureza Pedagógica da Experimentação: Uma Pesquisa na Licenciatura em Química**, *Quim. Nova*, Vol. 27, No. 2, 326-331, 2004.

GIORDAN M., **O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências**. Química Nova na Escola v.10 (Nov.) p. 43-49, 1999.

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ, SEED, **Diretrizes Curriculares de Química para o Ensino Médio**, Curitiba-PR, 2007.

HUDDLE, P. A., PILLAY, A. E. **An In-Depth Study of Misconceptions in Stoichiometry and Chemical Equilibrium at a South African University** Journal of Research in Science Teaching, v33 n1 p65-77, Jan 1996.

LIMA, M. B., e LIMA-NETO, de P., **Construção de modelos para ilustração de estruturas moleculares em aulas de química** Quím. Nova v.22 n.6 São Paulo nov./dez. 1999.

MALDANER, O. A. **A Formação Inicial e Continuada de Professores de Química: professor/ pesquisador**. 2. Ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2003. p.120.

MALDANER, O. A., **A Pesquisa como Perspectiva de Formação Continuada do Professor de Química**, Quím. Nova v.22 n.2 São Paulo mar./abr 1999.

MIGLIATO J.R.F., **Utilização de Modelos Moleculares no Ensino de Estequiometria para alunos do Ensino Médio**– Estequiometria – São Carlos (2005), Dissertação de Mestrado – UFSCar.

MORTIMER E.F. e MACHADO A.H., **A proposta curricular de Química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos** Quím. Nova v.23 n.2 São Paulo mar./abr 2000.

MORTIMER E.F. e MACHADO A.H., **Química Volume Único: Ensino Médio**, São Paulo, Scipione, p153-155, 2005.

PIMENTEL N. L., e CHAVES M.H. de O. **Uma Proposta Metodológica para o Ensino de Ácidos e Bases numa Abordagem Problematizadora**, Atlas do I Encontro nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências , ENPEC, 1997.

PIO, J.M., **Visão dos alunos do ensino médio sobre dificuldades na aprendizagem de cálculos químicos**, Belo Horizonte-MG (2006) Monografia de Licenciatura, UFMG.

_____Portal Educacional Dia-a-dia Educação. Disponível em:

<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/diadia/alunos>, acesso em 20 de Maio de 2008.

SCHIMIDT, H.J., **Stoichiometry Problem Solving in High School Chemistry**. Int. J. Sci. Educ. 16(2) 190-200, 1994.

SCHNETZLER R.P., **Construção do Conhecimento e Ensino de Ciências**, Brasília, 1992, nº55, ano 11.

SERAFIM, Jr. I. M., **O Envolvimento do Aluno no Processo de Ensino-Aprendizagem Durante a Realização de Atividades Experimentais**. São Carlos, Dissertação de Mestrado em Química, UFSCar., 2005.

VANIN, J. A., **Alquimistas e Químicos: o Passado, o Presente e o Futuro**, São Paulo, Ed. Moderna, 2ª edição p.32-43, 2005.

YARROCH, W.L., Student Understanding of Chemistry Equation Balancing. J. Res. Sci. Teach. 22(5) 449-59, 1985.

ZANON, Lenir B., SILVA, Lenice H. **A experimentação no ensino de Ciências**. In: **Ensino de Ciências : Fundamentos e Abordagens** - Organizadoras Roseli P. Schnetzler e Rosália M.R de Aragão, Campinas – Capes/Unimep : Vieira Gráfica e Editora Ltda., 2000. 120-153p.