

A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UTILIZANDO A QUÍMICA COMO PROPOSTA PARA EXPERIMENTAÇÃO NO MESTRADO DE ENSINO DE CIÊNCIAS

Higino Nascimento de Carvalho¹

Jadinéia Leandro Leite²

Régia Chacon Pessoa De Lima³

Josimara Cristina Carvalho Oliveira⁴

Oscar Tintorer Delgado⁵

RESUMO: As atividades experimentais, quando bem elaboradas e desenvolvidas, desempenham um papel fundamental na aprendizagem de Ciências. O presente artigo tem como objetivo analisar como a disciplina de experimentação para o ensino de ciências contribui na formação dos mestrandos do curso de Mestrado em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Roraima, e de que forma essa disciplina permite que os mestrandos percebam o potencial das atividades experimentais na explicação da ciência. Para isso foram realizadas anotações do que foi observado durante as aulas da disciplina, anotações que buscaram responder as perguntas: qual a reação dos estudantes ao realizarem a experimentação? Quais os resultados alcançados com a experimentação? A inclusão do experimento contribuiu para melhor aprendizado e discussão do conteúdo da disciplina? As anotações foram realizadas durante uma das aulas ministradas no decorrer da disciplina, onde os estudantes foram direcionados a realizar os experimentos de transformações químicas e aferirem suas observações a partir dessa experiência vivida. A partir da análise das anotações realizadas, encontrou-se elementos que evidenciam a importância da experimentação para o ensino de ciências e como essa estratégia de ensino pode contribuir para o processo de apropriação do conhecimento científico. Percebeu-se, ainda, a contribuição das discussões que foram geradas, na apropriação de conceitos científicos.

Palavras chave: conhecimento científico, ensino de ciências, experimentação, transformações químicas.

SUMMARY: Experimental activities, when well developed and developed, play a key role in science learning. The purpose of this article is to analyze how the experimental discipline for science education contributes to the training of the masters of the MSc course in Science Teaching at the State University of Roraima and how this discipline allows the masters to realize the potential of experimental activities in the explanation of science. In order to do this, notes were taken of what was observed during the classes of the discipline, notes that sought to answer the questions: what is the reaction of the

¹Esp. Em Informática na Educação pelo Instituto Federal do Amazonas. higinonascimento@hotmail.com

²Licenciada em Química pela Universidade Estadual de Roraima. jadylleite@gmail.com

³Dsc. em Química pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP – Araraquara/SP (2000). Josi903@tahoo.com.br

⁴Dsc. em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2009). regiachacon@ig.com.br

⁵Dsc. Em Física pela Universidade Central de Las Villas de Cuba. tintorer@bol.com.br

students in carrying out the experimentation? What are the results of experimentation? Did the inclusion of the experiment contribute to a better learning and discussion of the content of the discipline? The notes were taken during one of the classes taught during the course, where the students were directed to carry out the experiments of chemical transformations and to verify their observations from this lived experience. From the analysis of the notes, we have found elements that highlight the importance of experimentation for science teaching and how this teaching strategy can contribute to the process of appropriation of scientific knowledge. It was also noticed the contribution of the discussions that were generated, in the appropriation of scientific concepts.

KEYWORDS: scientific knowledge, science teaching, experimentation, chemical transformations.

INTRODUÇÃO

Educar tem se revelado cada vez mais um desafio com uma infinidade de formas e possibilidades, algumas se mostram eficazes, outras nem tanto, aquelas que se mostram eficazes para determinado grupo de pessoas, nem sempre tem se revelado com a mesma eficácia quando o grupo muda, e da mesma forma, as que se revelam não tão eficazes para um grupo, para outro se mostra uma verdadeira aliada do processo educacional. Para que o ensino atinja aprendizagens significativas, talvez seja necessário repensarmos nossas estratégias de ensino e fazer da sala de aula um ambiente de pesquisa, no qual sejamos protagonistas de novas abordagens e constantes avaliadores desse processo.

Uma das estratégias traçadas e que tem se apostado muito nos últimos anos, é investir no ensino de ciências utilizando como uma das ferramentas, a experimentação, visando uma apropriação do conceito científico como ele o é. Quando se trata de disciplinas das áreas de física, química e biologia, por exemplo, percebe-se o desprazer dos discentes em se relacionar com os conteúdos, e a repulsão a estas, isso se deve muito a prática docente, que muitas vezes tem contribuído para esse total desinteresse, e a experimentação pode ajudar a contribuir com a transformação dessa realidade.

De acordo com Giordan (1999) e Suart (2008) é de conhecimento dos professores de Ciências o fato da experimentação despertar o interesse dos estudantes. Sem o interesse, será difícil encontrar nesses alunos, elementos que os farão se apropriar de maneira eficaz do conhecimento científico. Porém, muitas vezes é atribuído à experimentação um papel que não lhe cabe. Se referindo às dificuldades em aprender conceitos científicos e a relação disso com os experimentos, Suart (2008, p. 10) afirma

que “muitos professores atribuem as atividades experimentais a solução dessas dificuldades e acabam limitando alguns de seus pontos positivos, como a construção de conceitos[...].”

Silva et al. (2011, p. 235) explicam que “A experimentação no ensino pode ser entendida como uma atividade que permite a articulação entre fenômenos e teorias. Desta forma, o aprender Ciências deve ser sempre uma relação entre o fazer e o pensar.” Complementando, Lima et al. (2011, p. 858) também explicam que o processo de construção dos conceitos científicos “envolve a apropriação, pelos estudantes, dos novos modos de falar e pensar o mundo.” Ensinar a ciência utilizando o seu contexto teórico, sem deixar de experimentar contextualizando para a realidade dos discentes, trará vida para a ciência, vida essa que se faz necessário para uma apropriação significativa do conhecimento.

A experimentação traz consigo a característica de fazer com que os alunos se sintam como parte do processo de fazer ciência, e não apenas meros espectadores da ciência, possibilitando a esses discentes o pensar na ciência, associando com o seu cotidiano, uma vez que esses experimentos em sua grande parte envolvem coisas do dia a dia de seus alunos. Porém muitos docentes não tem adotado esse tipo de estratégia em suas aulas, são diversas as justificativas dadas por estes, dentre elas, segundo Moura (2008) alegam, que a infraestrutura das escolas públicas não é favorável, visto que, em sua maioria, não possuem laboratórios, vidrarias, reagentes, procedimentos experimentais; além do número excessivo de estudantes, inexistência de carga horária destinada à preparação e desenvolvimentos destas aulas, chegando até a mencionar a falta de preparo para atuarem em laboratórios.

Os PCNs tratam como indispensável a presença da experimentação ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em ciências, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis.

É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável. Isso inclui retomar o papel da experimentação, atribuindo-lhe uma maior abrangência para além das situações convencionais de experimentação em laboratório. (Brasil, 1998).

O que obrigatoriamente leva os educadores a reverem as abordagens mais tradicionais, evitando-se “experiências” que se reduzem à execução de uma lista de procedimentos previamente fixados, cujo sentido nem sempre fica claro para o aluno.

O objetivo da disciplina experimentação para o Ensino de Ciências, vai de encontro ao que o PCN tem apontado como indispensável para melhor compreensão do conhecimento científico, que é proporcionar aos estudantes uma experiência que vai além do quadro branco e livro didático. Tal experiência, pode ser proporcionada aos estudantes de várias maneiras, a saber: experimentos com utilização de software educacional, experimentos com utilização de materiais de baixo custo que poderão ser trabalhados em sala de aula, experimentos com utilização de matérias sofisticados, quando existe um laboratório que possibilita tal atividade, dentre outras.

A disciplina mencionada, ocorre no laboratório de Universidade Estadual de Roraima, onde foi também desenvolvida a pesquisa, laboratório este que está aquém das necessidades exigidas para se trabalhar a experimentação de maneira eficaz, mais que este fato não impossibilitou a realização de atividades experimentais, e nem a contextualização do conhecimento envolvido em tais atividades experimentais. Para isso as docentes responsáveis pela disciplina trabalharam um roteiro contendo as instruções iniciais de quatro experimentos envolvendo o conteúdo de transformações químicas, onde foram explicados os objetivos e como se deveria proceder, posteriormente foi solicitado que os alunos realizassem as atividades e fizessem suas anotações, e o que conseguiram observar a cada experimento realizado.

METODOLOGIA

A SEQUÊNCIA DE AULAS ENVOLVENDO O TEMA TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS

A sequência se deu através da realização de procedimentos experimentais visando à identificação das transformações químicas, através de características visíveis como mudança de cor, liberação de um gás (efervescência), formação de um sólido (precipitado) aparecimento de chama ou luminosidade, bem como do rearranjo dos átomos presentes. Essa sequência foi realizada em quatro horas aulas com quatro experimentos.

Portanto tem-se como objetivo geral, verificar se a utilização da experimentação

durante as aulas de ciências, poderão contribuir para melhor absorção do conhecimento científico por parte dos estudantes? Os objetivos específicos foram: Verificar experimentalmente como ocorre às transformações químicas; identificar o tipo de reação envolvida; identificar os reagente e produtos envolvidos na reação; e equacionar as reações químicas, utilizando as fórmulas corretas e o balanceamento adequado. O tempo disponibilizado para o desenvolvimento do tema foi cerca de quatro horas-aula.

OS PASSOS DO TRABALHO

Todas as aulas foram registradas com fotos e anotações em cadernos. Para esse trabalho usamos as anotações realizadas nos cadernos dos discentes. Apesar de terem mestrandos de formações diferentes, por se tratar de um mestrado em ensino de ciências, a saber: pedagogos, físico, químicos, biólogos e Licenciados em Informática, ainda assim, percebeu-se certa sintonia do grupo e baixa dificuldade na realização dos procedimentos orientados pelas docentes, apesar de se tratar de um conteúdo da área de química.

Os comandos quanto a realização dos experimentos eram todos orientados pelas professoras da disciplina de experimentação para o ensino de ciências, as docentes orientavam o processo e deixava os alunos executarem conforme a orientação, permitindo após a realização de cada procedimento experimental discutir sobre o que observaram e realizar as devidas anotações.

Os experimentos que nortearam as discussões realizadas nas aulas estão descritos a seguir, na mesma sequência em que foram realizados ao longo das quatro horas de aula.

EXPERIMENTO 1

1.1) Reagentes e materiais:

Os reagentes utilizados foram: cloreto de sódio ($\text{NaCl}_{(aq)}$) e nitrato de prata ($\text{AgNO}_{3(aq)}$).

Os materiais foram: pipeta graduada, tubo de ensaio, bastão de vidro, papel de filtro, funil e erlenmeyer.

1.2) Procedimento:

Usando a pipeta graduada foi colocado 5 mL de solução de cloreto de sódio em um tubo de ensaio; depois foi medido 5 mL de solução de nitrato de prata que foi adicionado ao mesmo tubo de ensaio. Percebemos de imediato a mudança de cor e a formação de precipitado.

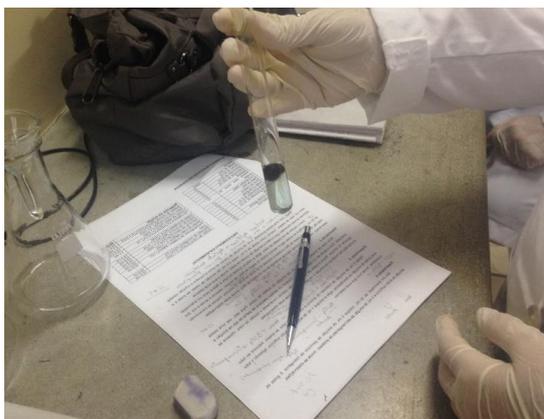


Figura 1: mestrandos realizando os experimentos. Fonte: retirada pelos autores.



Figura 2: observando a reação. Fonte: retirada pelos autores.

Em seguida agitamos a mistura com o bastão e filtramos com o uso do papel de filtro. Colocando o papel de filtro em exposição a luz solar, durante 15 minutos, percebemos a mudança de cor onde passou de branco para cinza (tipo cor de prata).

EXPERIMENTO 2

2.1). Reagentes e materiais:

Os reagentes utilizados foram sulfato de cobre ($\text{CuSO}_{4(\text{aq})}$) e palha de aço (liga metálica constituída predominantemente por Ferro - Fe).

Os materiais foram: pipeta graduada, tubo de ensaio e bastão de vidro.

2.2) Procedimento:

Com a pipeta graduada foi medido 5 mL de solução de sulfato de cobre (cor azul) e transferido para o tubo de ensaio. Depois foi adicionado ao tubo, com o uso do bastão de vidro, um pedacinho de palha de aço que ficou em repouso durante 15 minutos. Decorrido esse tempo retiramos a palha e observamos que houve oxidação da palha de aço.

EXPERIMENTO 3

3.1). Reagentes e materiais:

Os reagentes utilizados foram hidróxido de amônio, fenolftaleína e ácido sulfúrico.

Os materiais foram pipeta graduada e tubo de ensaio.

3.2) Procedimento:

Utilizando a pipeta foi transferido 5 mL de solução de hidróxido de amônio para o tubo de ensaio. Em seguida adicionamos 2 gotas de fenolftaleína, agitamos a mistura e depois acrescentamos 1 mL de solução de ácido sulfúrico, onde foi agitado o tubo novamente.

EXPERIMENTO 4:

4.1). Reagentes e materiais:

Os reagentes utilizados foram: peróxido de hidrogênio (H_2O_2), ácido sulfúrico (H_2SO_4) e permanganato de potássio ($KMnO_4$)

Os materiais foram: pipeta graduada, erlenmeyer.

4.2) Procedimento:

Utilizando a pipeta foi medido 50 mL de solução de peróxido de hidrogênio e transferidos para um erlenmeyer. Em seguida foram adicionadas 5 gotas de solução de ácido sulfúrico e 2 mL de solução de permanganato de potássio.

Com isso, percebemos mudança de cor (quando adicionamos o permanganato de potássio a mistura passou a ter coloração roxa, que em seguida foi descolorando e novamente se tornando incolor), além de formação de bolhas com liberação de gás.

RESULTADOS OBTIDOS NOS EXPERIMENTOS:

Buscando responder aos objetivos específicos da pesquisa em cada experimento realizado, a saber: verificar como ocorre às transformações químicas; identificar o tipo de reação envolvida; identificar os reagentes e produtos envolvidos na reação; e equacionar as reações químicas, utilizando as fórmulas corretas e o balanceamento

adequado. Optou-se por apresentar os resultados obtidos em cada experimento de maneira individualizada, conforme ordem de realização de cada procedimento.

RESULTADO OBTIDO NO EXPERIMENTO 01:

Na realização do experimento 01 observou-se as transformações químicas a partir das características apresentadas como mudança de cor e formação de precipitado, onde podemos caracterizar as reações, conforme abaixo:

Reação de precipitação e dupla troca $\text{NaCl}_{(aq)} + \text{AgNO}_{3(aq)} \rightarrow \text{AgCl}_{(s)} + \text{NaNO}_{3(aq)}$

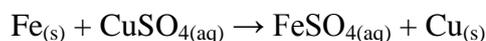
Nesta reação percebemos a formação do precipitado cloreto de prata. Trata-se de um sal sólido branco cristalino, insolúvel em água e fotossensível quando submetido a aquecimento ou exposição de luz, conforme reação abaixo.

a) Reação endotérmica (absorve energia – fotólise (luz) e de decomposição. Luz $2\text{AgCl}_{(aq)} \rightarrow 2\text{Ag}_{(s)} + \text{Cl}_{2(g)}$ Com a exposição a luz solar percebemos que houve o rápido escurecimento da substância, pois houve o desprendimento de gás cloro e a formação da prata metálica.

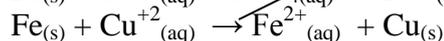
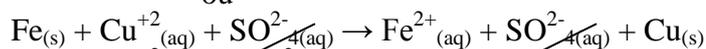
2.3) RESULTADO OBTIDO NO EXPERIMENTO 02:

O experimento demonstra a formação de ferrugem, pois houve o depósito de cobre metálico sobre a palha de aço, que passou a apresentar uma camada avermelhada. Isso quer dizer que houve transferência de elétrons entre os átomos, íons ou moléculas das substâncias reagentes. Isso significa que ocorre simultaneamente uma oxidação e uma redução, ou seja, perda e ganho de elétrons, respectivamente; pois os elétrons que são perdidos por um átomo, íon ou molécula são imediatamente recebidos por outros.

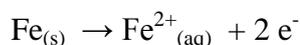
Vejamos a equação:



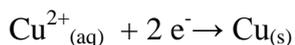
ou



Observamos que o ferro metálico ($\text{Fe}_{(s)}$) perde dois elétrons e se transforma no cátion $\text{Fe}^{2+}_{(aq)}$, que fica na solução aquosa. Assim, podemos dizer que o ferro sofreu uma oxidação, isto é, perdeu elétrons.



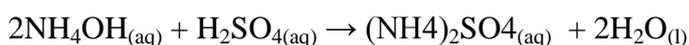
Ao mesmo tempo, o cátion cobre ($\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$), que estava presente na solução aquosa, recebeu esses dois elétrons transferidos do ferro e passou a ser cobre metálico ($\text{Cu}_{(\text{s})}$). Os cátions $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$ eram responsáveis pela coloração azul da solução. Assim, à medida que eles vão sendo consumidos a solução torna-se incolor. O metal cobre formado deposita-se sobre a palha de aço e forma a camada de cor avermelhada mencionada.



Com isso, podemos afirmar que se trata de uma reação de oxi-redução.

3.3) RESULTADO OBTIDO NO EXPERIMENTO 03:

No experimento 03 verificamos a presença de um ácido reagindo com uma base, formando sal e água, ou seja, uma reação de neutralização. Ocorre que primeiramente foi adicionado fenolftaleína a base hidróxido de amônio, onde se percebeu a mudança de cor (incolor para róseo), e isso se deu devido a fenolftaleína ser um indicador ácido-base, ou seja, tem por característica ficar incolor em meio ácido e rosado em meio básico (que é o caso do hidróxido de amônio). Essa reação é reversível, pois ao se alterar o pH do meio ele mudará de cor. Isso ocorreu quando adicionamos o ácido sulfúrico que reverteu a cor da solução para incolor. Vejamos a reação através da equação abaixo:

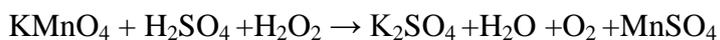


Na adição de duas gotas de fenolftaleína aos 5 mL de solução de hidróxido de amônio, em um tubo de ensaio, observou-se a cor rósea da mistura, demonstrando, o caráter básico do hidróxido de amônio. Quando foram adicionados 1 mL de solução de ácido sulfúrico, observou-se a mudança de coloração outra vez para incolor, indicando o ponto de viragem, caracterizando assim numa reação de neutralização, cujos produtos foram sal e água.

4.3) RESULTADO OBTIDO NO EXPERIMENTO 04:

Durante a realização do experimento 04 observamos uma reação entre o permanganato de potássio (KMnO_4) que reage com o peróxido de hidrogênio – água oxigenada – (H_2O_2) em meio ácido. A solução de permanganato é violeta (roxa), mas,

com o tempo, observa-se que ocorre uma descoloração da solução, que libera gás oxigênio. Essa reação pode ser representada pela seguinte equação:



Após o balanceamento temos:



Podemos afirmar que se trata também de uma reação de oxi-redução, pois houve transferência de elétrons uma vez que o oxigênio oxidou (perdeu elétrons) e o manganês reduziu (ganhou elétrons).

DISCUSSÕES A PARTIR DOS RESULTADOS OBTIDOS

O fato dos alunos dessa disciplina serem graduados em áreas distintas “Física, Química, Pedagogia e Informática”, foi algo que levou as professoras a se preocuparem com os tipos de experimentações utilizadas, uma vez que poderiam ser aplicadas tanto com alunos da educação infantil e fundamental, como do ensino médio. Isso foi algo muito significativo, tendo em vista ser esse mesmo o papel do professor, conhecer a realidade dos seus alunos, para planejar e executar uma aula que produza os efeitos esperados, ou seja, o conhecimento.

Observou-se que a identificação do conhecimento prévio que os alunos possuem a respeito do conteúdo que seria abordado, foi fundamental para nivelar a turma quanto ao conhecimento das reações químicas, tal conhecimento prévio foi obtido utilizando questionamentos diversos e discussão, o que resultou em grande integração dos grupos e entusiasmo para realizar e observar as transformações propostas.

Tornou possível verificar que mesmo aqueles estudantes de áreas alheias a Química, conseguiram assimilar o conteúdo trabalhado pelas docentes durante a realização da disciplina, o que mostra a importância da experimentação durante os estudos de ciências, nos diferentes níveis de escolaridade.

Ao chegar no final da atividade experimental que envolveu os quatro experimentos descritos acima, algumas observações merecerem destaque: Os mestrandos participantes das disciplinas, se envolveram a ponto de discutir e relacionar as transformações químicas com o dia-a-dia deles; Os experimentos trouxeram o foco das atenções para o conteúdo, observou-se que todos os mestrandos envolvidos na disciplina, permaneceram focados na realização dos experimentos e realizando anotações do que puderam observar.

Por ser uma turma de mestrandos, podia-se esperar que o envolvimento, o entusiasmo, e a surpresa “espanto” não fossem tão presentes. No entanto, foram mantidos e considerados tão intensos quanto numa turma de ensino médio, uma vez que a cada experimento realizado surgiam respostas a vários questionamentos previamente apontados.

Diante disso, pudemos compreender que a experimentação não se trata apenas de um momento de comprovação de uma teoria previamente estudada e que isso não é regra (teoria-prática), pois considerando que ciência é observação, nada melhor do que a observação para formação dos próprios conceitos a cerca de um determinado assunto (prática-teoria).

A respeito do que deve vir primeiro: teoria-prática ou prática-teoria, existem ainda muitos professores que pensam ser possível comprovar a teoria através da prática, imaginando ser esta a função da experimentação no ensino. O correto seria imaginar o inverso: que através da prática realizada pelos alunos, se consiga chegar “por descoberta”, a uma determinada teoria, ou a repensar a teoria que foi estudada anteriormente, ou até mesmo tentar compreender um determinado conteúdo antes da teoria (SILVA; ZANON, 2000)

E foi nesse sentido que a aula foi realizada, procurando fazer descobertas, para acontecimentos e fatos presentes em nosso dia a dia, orientando-se pela prática indutiva e utilizando uma série de passos consecutivos e característicos, tais como: observação e experimentação, generalização indutiva, formulação de hipóteses, tentativa de verificação, comprovação ou recusa e obtenção de conhecimento objetivo. Assim, a concepção de Ciência é empirista indutivista para os alunos e também para os professores (SILVA; ZANON, 2000)

Deste modo, os resultados foram muito satisfatórios, pois de acordo com as manifestações dos alunos, o procedimento durante as atividades foi o de procurar criar situações em que os discentes pudessem explicitar suas ideias e confrontá-las com outras em discussão, na tentativa de facilitar a interação entre os conhecimentos prévios e os conceitos a serem aprendidos, a partir da descoberta através dos experimentos realizados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou identificar a contribuição da experimentação na apropriação do conhecimento científico a partir de acontecimentos e fatos cotidianos e com o uso de materiais de fácil acesso.

É possível responder, após observações realizadas, que a utilização da experimentação durante as aulas da disciplina “a experimentação para o ensino de ciências”, foram de grande importância para melhor absorção do conhecimento científico por parte dos estudantes participantes da disciplina.

Como se pode imaginar, uma aula diferenciada com o uso de técnicas inovadoras geralmente desperta o interesse dos estudantes e isso não foi diferente nessa turma de mestrandos. Para os experimentos realizados foram utilizadas técnicas simples para identificação das reações químicas a partir da observação de fenômenos como mudança de cor, liberação de gás, aumento de temperatura, formação de precipitado, entre outros. No entanto, foi exigida a apresentação da equação química correspondente a cada tipo de reação observada, devidamente balanceada. Isso gerou nos estudantes o entendimento que aquele experimento realizado pode-se resumir numa equação química e que, a partir dela, conseguiremos explicar variados conteúdo dessa disciplina tão fascinante e surpreendente.

Destaca-se aqui a importância de enxergar a experimentação como uma atividade problematizadora que leve o aluno a pensar e a refletir sobre o problema em pauta, possibilitando a interação desses com os demais colegas de escola e a comunidade, tornando o aprendizado mais significativo e prazeroso, uma vez que os novos conhecimentos se relacionam com os já adquiridos.

Deste modo, podemos afirmar que os experimentos realizados foram de grande valia para despertar nos estudantes um maior interesse pelo estudo da ciências, bem como pelo conhecimento científico, tendo em vista que a ciência é uma construção completamente humana, movida pela fé de que, se sonharmos, insistirmos em descobrir, explicarmos e sonharmos de novo, o mundo de algum modo se tornará mais claro e toda a estranheza do universo se mostrará interligada e com sentido. (FONSECA, 2001).

REFERÊNCIAS

BRASIL. (1999) Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio – MEC/SEMTEC. BRASÍLIA: MEC.

- FONSECA, M.R.M. Completamente Química: Química Geral, São Paulo, 2001.
- GIORDAN, M. O Papel da experimentação no ensino de ciências. *Química Nova na Escola*. n. 10, p. 43-49, 1999.
- SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W. L. P. e MALDANER, O. A. (Org.). *Ensino de Química em Foco*. Ijuí: Editora Unijuí, 2011, p. 231-262.
- SILVA, L. H. A.; ZANON, L. B. A experimentação no ensino de ciências. In: SCHNETZLER, R.P.; ARAGÃO, R. M. R. *Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens*. Piracicaba: CAPES/UNIMEP, p.120-153, 2000.
- SUART, R. C. Habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em atividades experimentais investigativas. *Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências)*. 218 p. Instituto de Física, Instituto de Química, Faculdade de Educação e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- LIMA, M. E. C. C.; JÚNIOR, O. A.; CARO, C. M. A formação de conceitos científicos: reflexões a partir da produção de livros didáticos. *Ciência & Educação*. v. 17, n. 4, p. 855871, 2011.
- MOURA, G. N. Visões e virtudes pedagógicas do ensino experimental da química: o que dizem professores de química que utilizam a experimentação em suas aulas práticas pedagógicas? *Dissertação (Mestrado em Educação)*. 65 p. Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento da Educação Científica e Matemática, Universidade Federal do Pará, Belém, 2008.