

Produção de hidrogênio a partir de materiais alternativos por alunos do Ensino Médio

D. O. Santos¹; G. S. Silva²

¹*Departamento de Química, Universidade Federal de Sergipe, CEP 49100-000, São Cristóvão-SE, Brasil*

²*Universidade Federal de Sergipe, CEP 49100-000, São Cristóvão-SE, Brasil*

daniloos@ufs.br;

(Recebido em 09 de fevereiro de 2015; aceito em 31 de maio de 2015)

Este trabalho tem o propósito de apresentar uma atividade experimental para a produção de hidrogênio através da reação do alumínio, água e hidróxido de sódio. A mesma foi desenvolvida por alunos do 2º Ano do Ensino Médio de uma escola pública no Agreste Sergipano. Apesar de não ter uma estrutura de laboratório e outras necessidades no ambiente escolar, o docente trabalhou a experimentação com os estudantes a partir de materiais alternativos. O experimento desenvolvido foi considerado um sucesso, mostrou-se ser uma alternativa viável e ecologicamente correta para a produção deste gás, porém em uma escala industrial deve-se pensar como será realizado o armazenamento deste material visto que apresenta um grande desafio para a produção e distribuição do gás hidrogênio como fonte de energia.

Palavras-chave: Estudantes, experimentos, materiais alternativos.

Hydrogen production from alternative materials for high school students

This work aims to present an experimental activity for the production of hydrogen by reaction of aluminum, water and sodium hydroxide. This activity was developed by students of the 2nd high school year at a public school in Sergipe. Even without laboratory structure and other needs, the teacher worked experimentation with students from alternative materials. The developed experiment was considered a success, proved to be a viable and Eco-Friendly alternative to the production of this gas, but on an industrial scale should be considered as there will be the storage of this material, since it presents a major challenge for the production and distribution of hydrogen gas as an energy source.

Keywords: Students, experiments, alternative materials.

1. INTRODUÇÃO

Diante do atual cenário mundial, com perspectiva de extinção das reservas de combustíveis fósseis e dos impactos ambientais oriundos destas fontes de energia há a busca de novas matrizes energéticas menos agressivas ao meio ambiente. O hidrogênio é umas das promissoras fontes de energia para o futuro. Sua queima resulta, apenas, na formação de água e liberação de energia. Além disso, o hidrogênio é o elemento mais abundante da Tabela Periódica, apresenta valores energéticos elevados, alta reatividade e não é tóxico (COSTA, 2010; CRUZ, 2010; SILVA *et. al.*, 2009).

A principal vantagem na substituição dos derivados do petróleo pelo hidrogênio como combustível é a ausência de emissão de gases poluentes como produto da sua queima, este produz apenas água. O hidrogênio não é encontrado livre na natureza. Para sua utilização é necessário isolá-lo (COSTA, 2010; CRUZ, 2010).

Entretanto, a produção, transporte, armazenamento e distribuição do hidrogênio, ainda, apresentam dificuldades devido à falta de infraestrutura instalada. Há a necessidade de estudos nesta área para seu uso em escala industrial (COSTA, 2010; CRUZ, 2010; SILVA *et. al.*, 2008).

O hidrogênio é utilizado em célula combustível, reações orgânicas de hidrogenação, fabricação de amônia, gás de maçarico para soldas a altas temperaturas, combustível para foguetes espaciais e produção de ácidos inorgânicos. Existem vários processos de produção de hidrogênio como com uso de microrganismos, fontes elétricas, termoquímica e a partir da reação química do metal alumínio, água e uma base forte (COSTA, 2010; CRUZ, 2010; SILVA *et. al.*, 2009). Este último processo tem apresentado destaque porque o hidrogênio produzido pode ser utilizado para abastecer células combustíveis e motores. A vantagem desse processo é

a espontaneidade da reação química, diminuindo o custo de produção, além disso, o alumínio e o subproduto da reação a alumina (NaAlO_2) são materiais que podem ser reciclados.

A produção de combustíveis é um tema gerador utilizado nas aulas de química. Neste âmbito, a produção de hidrogênio torna-se um tema atual e interessante para ser utilizado na sala de aula. Diante da possibilidade de se trabalhar o conteúdo Transformações Químicas o professor utilizou a temática discutida acima e uniu com a possibilidade de aproximar os estudantes do processo de aprendizagem, propondo pesquisas, realização de experimentos. O intuito é tornar o aluno um sujeito ativo no ambiente escolar, capaz de reconhecer, compreender distintos fenômenos.

A utilização do tema gerador produção de hidrogênio aproxima o conhecimento científico de situações reais. Neste momento, visualiza-se que “[...] o ensino deveria estar associado a uma realidade próxima do aluno, na tentativa de conectar as experiências cotidianas com o pensamento reflexivo”. (SILVA, MACHADO e TUNES, 2010, p. 232).

Além de discutir assuntos atuais nas aulas de químicas, podem-se desenvolver atividades experimentais relacionados a tal tema gerador. A utilização da atividade experimental desenvolvida na escola não deve ser restrita a escola com laboratórios de Ciências. As atividades podem ser desenvolvidas em sala de aula e com materiais alternativos.

É preciso compreender que “[...] se quisermos que nossos alunos realmente aprendam, temos de criar um ambiente intelectualmente ativo, organizando grupos cooperativos, que possam gerar um intercâmbio entre alunos” e que “[...] a investigação científica deve envolver reflexão, relatos, discussões, ponderações e explicações”. (TRIVELATO e SILVA, 2011, p. 74).

A atividade experimental proporciona ao docente e alunos um trabalho investigativo capaz de facilitar o entendimento de fenômenos, instigar o gosto pela pesquisa, observação, análises, formulação de conclusões, dentre outros.

O desenvolvimento de trabalhos em grupo seja em sala de aula ou no ambiente externo a escola gera ganhos tanto para o docente como para os alunos. Quanto ao trabalho colaborativo entre os estudantes é possível compreender os benefícios por meio de Coll Salvador (1994) e Colaço (2004):

[...] 1) socialização (o que inclui aprendizagem de modalidades comunicacionais e de convivência), controle dos impulsos agressivos, adaptação às normas estabelecidas (incluindo a aprendizagem relativa ao desempenho de papéis sociais) e superação do egocentrismo (por meio da relativização progressiva do ponto de vista próprio); 2) aquisição de aptidões e habilidades (incluindo melhoras no rendimento escolar); e 3) aumento do nível de aspiração escolar. (COLL SALVADOR, 1994 e COLAÇO, 2004 apud DAMIANI, 2008, p. 222).

É perceptível que o trabalho entre pares proporciona ampliações gerais e específicas dos indivíduos envolvidos, as quais favorecem não apenas na aprendizagem como no desenvolvimento pessoal para o contexto social.

A experimentação é uma ferramenta bastante rica em abrangência. Desde que a mesma não seja utilizada no ambiente escolar apenas para fins de comprovação, a mesma deve ser encarada e desenvolvida com propósito de investigar. Distintos são os entendimentos do uso da atividade experimental em sala de aula por parte do professor. Muitas precisam ser revistas e analisadas para facilitar seu planejamento e execução com o propósito de obter resultados satisfatórios.

É preciso entender como descrito por Silva, Machado e Tunes (2010) que a experimentação:

[...] como atividade, ela possui uma finalidade em si mesma, a saber, permite, por sua estrutura e dinâmica, a formação e o desenvolvimento do pensamento analítico, teoricamente orientado. [...] ela enseja a possibilidade de fragmentação do objeto concreto em partes, o reconhecimento destas e a sua recombinação de um modo novo. (SILVA, MACHADO e TUNES, 2010, p. 240).

Partindo destas ideias se faz necessário que o professor seja capaz de desenvolver atividades experimentais sem estar ligado apenas ao pensamento de que experimentos só podem ser

realizados em laboratórios equipados, que o currículo impossibilita o uso desta ferramenta de ensino ou qualquer outra ideia negativa.

Galiazzi e Gonçalves (2004) descrevem que,

O desenvolvimento da pesquisa em sala de aula em grupo com alunos, que sempre envolve questionamento, argumentação e validação, tem mostrado ser um espaço profícuo de enriquecimento das teorias sobre os processos, sempre complexos, de ensino e aprendizagem presentes em sala de aula. (GALIAZZI e GONÇALVES, 2004, p. 326).

A prática pedagógica do docente não pode se tornar algo engessado, o mundo dos jovens/adolescentes muda diariamente e o novo, instigante, deve fazer parte das aulas de química.

O docente precisa usufruir da experimentação também com o propósito de conhecer quais são os entendimentos, dúvidas, dificuldades trazidos pelos alunos para sala de aula.

Qualquer trabalho em sala ou fora desse ambiente pode proporcionar a realização de pesquisas, discussão, trabalho em grupo. Todas essas possibilidades são meios de trabalhar o social.

Este trabalho tem o objetivo de apresentar uma proposta desenvolvida pelo professor - autor - para ensinar o conteúdo de Transformações Químicas com alunos do 2º Ano do Ensino Médio, utilizando-se de discussões do tema gerador, desenvolvimento de pesquisa por parte dos estudantes, construção e realização de experimento em sala de aula com materiais alternativos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento da atividade com a experimentação teve início no momento das discussões em sala de aula sobre o conteúdo de Transformações Químicas. Foi proposto pelo professor que os alunos da turma realizassem uma pesquisa de experimentos referente ao tema em foco e principalmente que o experimento encontrado sobre reações químicas apresentasse relação com temas atuais.

O trabalho apresentou as seguintes etapas:

1º O professor pediu que os alunos formassem grupos e pesquisassem experimentos sobre Transformações Químicas com temas atuais;

2º Os alunos mostraram ao professor quais seriam os experimentos realizados em sala de aula, caso o docente aprovasse a experiência, os discentes preparariam sua apresentação;

3º Os alunos realizaram o procedimento experimental em sala de aula, neste momento, ocorreram às discussões sobre os conceitos científicos presentes em cada apresentação;

4º Discussão dos resultados das experiências e dos trabalhos apresentados;

5º A avaliação foi realizada mediante a apresentação e discussão das atividades experimentais.

Um experimento realizado foi - A produção de hidrogênio - que ocorreu através da reação do alumínio, água e hidróxido de sódio.

Os alunos produziram hidrogênio com materiais alternativos. A reação foi realizada com os seguintes materiais:

- ✓ Garrafa PET,
- ✓ Bexiga para coleta e armazenagem do gás formado.
- ✓ A fonte de alumínio foi papel de alumínio, utilizado como embalagem de alimentos e
- ✓ NaOH foi a soda cáustica comercial.

O experimento produzido pelos estudantes é semelhante ao esquema apresentado na Figura 1.

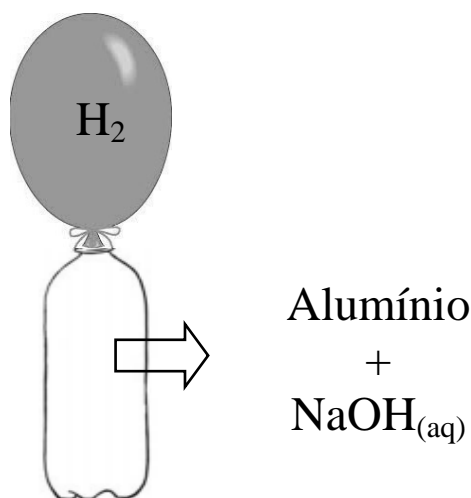


Figura 1: Esquema montado para a produção de H_2 .

A seguir serão descritos os dados obtidos e as discussões realizadas em sala de aula com os alunos, sobre:

- ✓ A pesquisa realizada
- ✓ Construção do experimento
- ✓ Conteúdos específicos
- ✓ Resultados obtidos

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todo o processo de pesquisa, desenvolvimento do experimento, explicação de conteúdo foi compreendido pela participação efetiva tanto do docente como alunos. Distintos experimentos foram encontrados/selecionados pelos estudantes no decorrer da pesquisa, a partir destes surgiram dúvidas, análises e a escolha de um experimento que atendia aos requisitos:

- Experimento realizado com materiais alternativos e
- Discussão de Tema Atual.

Nesta atividade, os alunos formaram grupos e pesquisaram experimentos que atendessem aos requisitos exigidos pelo professor. As atividades em grupo fornecem um estímulo e troca de ideias entre os discentes, uma interação e engajamento maior nas atividades na sala de aula e fora da escola. Após o tempo predeterminado, os alunos apresentaram seus experimentos na sala de aula e discutiram os temas envolvidos naquelas experiências. O experimento que chamou atenção dos estudantes foi à produção de hidrogênio com materiais alternativos.

Os próprios estudantes montaram o experimento, conforme Figura 2, com materiais de fácil aquisição e manuseio. Para esta experiência, os alunos preparavam 200 mL de solução saturada de Hidróxido de Sódio. No preparo desta solução em água, os alunos perceberam aumento na temperatura do recipiente utilizado, a garrafa PET. Neste momento, o professor os interrompeu e discutiu o desenvolvimento de energia térmica e consequente aumento da temperatura, indicando tratar de um processo de natureza exotérmica. O docente discutiu os tipos de reação, endotérmica e exotérmica, tema que ainda não tinha sido apresentado em sala de aula. Além disso, foram abordados neste momento, os tipos de soluções, insaturada, saturada e saturada com corpo de fundo.



Figura 2: Experimento para a produção de H_2 .

A segunda etapa do experimento foi cortar papel alumínio para colocá-lo no recipiente com o NaOH e fechar o recipiente com uma bexiga para coleta de um dos produtos da reação, o gás hidrogênio. Ao demonstrar como colocariam o papel alumínio para reagir, ocorreu mais uma interferência do professor para discutir outro conteúdo inerente ao experimento, à influência da forma como o papel seria colocado na velocidade da reação química. Neste momento, os alunos relataram que a reação ocorria com maior velocidade quando o papel era cortado em finos pedaços, quando eles testaram com bolas grandes de papel alumínio, a reação se processou lentamente. Diante do exposto, o docente explicou que para que a reação ocorresse, as partículas dos reagentes devem entrar em contato, chocando-se de maneira efetiva e com energia mínima necessária. Desta forma, quanto mais fragmento estiver o papel alumínio, maior será a quantidade de partículas que entrarão em contato, aumentando a probabilidade de ocorrerem choques efetivos e elevando a velocidade da reação. O professor também alertou que aumentando a superfície de contato não elevaria a quantidade de produto no final da reação, apenas intensifica a velocidade.

Neste experimento, os alunos apresentaram a reação química ocorrida entre a solução aquosa de Hidróxido de Sódio e Alumínio, conforme descrita abaixo:



Ao apresentar a equação química, o professor fez alguns questionamentos sobre estequiometria da reação química, tais como: *Se vocês aumentarem a quantidade de alumínio, aumentará a produção de hidrogênio? E se aumentar o volume de solução de NaOH, aumentará a produção de hidrogênio?*. Aproveitando esta discussão, o conteúdo Soluções foi revisado com os alunos. Foi questionado o que seria uma solução saturada de hidróxido de sódio, como preparar solução insaturada, a diluição de solução, concentração de solução. Estes questionamentos foram respondidos, não só pelos alunos que estavam apresentando o referido experimento, mas por todos os alunos, incentivando a troca de informações e interação entre os todos os estudantes da turma.

No decorrer da atividade experimental algumas características, observações foram percebidas e realizadas pelos estudantes com posteriores explicações e discussões com o professor, sobre reação do alumínio com o hidróxido de sódio como:

- ❖ Produção do fenômeno denominado efervescência devido à liberação do hidrogênio.
- ❖ A coloração preta na solução após a reação. Essa coloração pode ser do subproduto da reação, o óxido de alumínio.
- ❖ A reação é exotérmica, ou seja, libera calor.

Além do tema transformação química, com este experimento pode-se discutir outros conceitos, tais como:

- ❖ Estequiometria de reações químicas,
- ❖ Termoquímica,
- ❖ Estados físicos da matéria,
- ❖ Densidade de gases.

Este último tema impressionou os alunos visto que o balão quando amarrado para que o gás não se desprendesse apresentou densidade menor que a do ar atmosférico e menor que a densidade do ar encontrado em bexigas para festas (Figura 3). Os alunos relataram que o assunto densidade fora abordado no 1º ano do Ensino Médio e sabiam que o balão com gás com menor densidade que a densidade do ar atmosférico flutuaria, conforme o experimento apresentado. No entanto, o grupo destacou a instabilidade do hidrogênio e sua facilidade de explosão.



Figura 3: Demonstração da flutuação do balão de hidrogênio.

Outro tema debatido com os estudantes foi à dificuldade de armazenagem do gás hidrogênio visto que apresenta elevada reatividade e pode ocasionar acidentes. Tal fato pode ser percebido por eles ao utilizar-se de um balão com pequena quantidade de hidrogênio e aproximar com segurança, uma chama de vela. O balão instantaneamente explodiu devido à alta reatividade do hidrogênio. Por isso, foi descrito e discutido a dificuldade encontrada para o seu armazenado, a produção apesar de em pequena escala mostrou ser de fácil concretização. Entretanto, se aumentasse a quantidade do produto final seria necessário encontrar uma maneira de armazená-lo sem provocar acidentes.

Pensando na segurança de todos, o balão com o produto final foi amarrado a um cordão de tamanho considerável, o qual estava prendido a um local fixo. Com o auxílio de um tubo de PVC, em sua extremidade colocou-se a vela acesa e aproximou-a da bexiga.

Nas Figuras 4 e 5 pode-se verificar uma das oportunidades que os alunos deste grupo tiveram para observar/demonstrar o que foi descrito anteriormente.



Figura 4: Aproximação da chama da vela na bexiga.



Figura 5: Explosão imediata.

As observações realizadas pelos estudantes no decorrer na montagem e execução do experimento possibilitaram a interpretação de distintas ideias trazidas por eles ou discutidas em sala de aula com o professor.

A molécula do hidrogênio é muito instável e pequena, por isso o gás consegue penetrar na parede de alguns recipientes podendo resultar em vazamentos, o que no caso do hidrogênio sendo um elemento muito inflamável pode causar explosões.

Alguns conceitos básicos da Química tornam-se imprescindíveis na interpretação de fenômenos como a experiência apresentada, embora não apareçam explicitamente relacionados no currículo escolar de cada ano letivo. A contextualização, com a produção de hidrogênio, foi tratada pelos alunos e demonstrou que este tema contribuiu para uma abordagem não segmentada da Química, no qual o interesse inicial era a discussão do tema Transformações Químicas e ocorreram discussões de conteúdos de anos letivos distintos do atual dos alunos.

A utilização deste tema gerador, a produção de hidrogênio, foi importante para alterar a ideia dos alunos que a Química é causadora de problemas ambientais, sendo associada a aspectos negativos e prejudiciais ao meio ambiente e a sociedade. A busca de Transformações Químicas que formassem materiais utilizados pela sociedade proporcionou aos alunos outra visão da ciência estudada.

Desta forma, os discentes perceberam que com a Química alguns problemas atuais podem ser solucionados e que este conhecimento científico é indispensável para obter soluções para os grandes problemas que afligem a humanidade atualmente.

Toda e qualquer aprendizagem precisa ser destacada. Galiuzzi e Gonçalves (2004, p.329) descrevem: “Acreditamos que o importante em qualquer situação pedagógica é que os alunos enriqueçam seus conhecimentos após o desenvolvimento de uma atividade.”

Para a compreensão e desenvolvimento do conteúdo abordado os estudantes foram sujeitos importantes no processo de ensino-aprendizagem. Participaram das aulas levando as informações obtidas, dúvidas geradas pelas pesquisas, realização do experimento para entendimento de todo processo envolvido na reação.

4. CONCLUSÃO

O ensino de Química através do tema gerador a produção de hidrogênio com uma abordagem dialógico-problematizadora foi viável. Os alunos apresentaram motivação para o estudo, pesquisando, tentando resolver a situação problema proporcionando uma aprendizagem mais prazerosa e significativa.

A utilização de tema gerador atrelado ao ensino de química com a utilização de atividade experimental em sala de aula mostrou eficiência para o progresso dos alunos, efetividade na participação no processo de ensino-aprendizagem.

Toda a organização proporcionou aos estudantes aproximação com a pesquisa, análise de experimentos viáveis, discussões em grupo, maior relação com o docente, construção e realização do experimento, dentre outros.

Além do conceito de Transformações Químicas, a partir do experimento realizado outros temas foram abordados e conectados favorecendo um ensino de química não fragmentado e sem significado.

O experimento produzido pelos alunos com a produção de hidrogênio a partir do papel de alumínio e da soda cáustica foi realizado com sucesso. O processo demonstrou ser uma alternativa viável e ecologicamente correta para a produção deste gás, porém em uma escala industrial deve-se pensar como será realizado o armazenamento deste material visto que apresenta um grande desafio para a produção e distribuição do gás hidrogênio.

5. AGRADECIMENTOS

A todos os alunos da turma.

-
1. Costa, J. B. Mestrado “Produção Biotecnologia de Hidrogênio, Etanol e outros produtos a partir do glicerol da reação de formação do biodiesel”. UFRGS, Instituto de química, Porto Alegre, 2010.
 2. Cruz, F. E. “Produção de Hidrogênio em Refinarias de Petróleo: Avaliação Energética e Custo de Produção.” Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.
 3. Damiani, M. F. Entendendo o trabalho colaborativo em educação e revelando seus benefícios. Editora UFPR – Educar, Curitiba, n. 31, p. 213-230, 2008.
 4. Galiuzzi, M. do C., Gonçalves, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química. *Química Nova*, vol. 27, Nº 2, p. 326-331, 2004.
 5. Silva, A. M. S.; Linardi, M., Relatório “Hidrogênio Nuclear – Possibilidades para o Brasil”. IPEN, Centro de Células a Combustível e Hidrogênio, São Paulo, 2008.
 6. Silva, G. M.; Silva, L. G. M.; Oiknine, L.; Dasoler, T. S., Departamento de Engenharia Química e Alimentos “Produção Biotecnológica de Hidrogênio”. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Santa Catarina, 2009.
 7. Silva, R. R., Machado, P. F. L., Tunes, E. Experimentar Sem Medo de Errar. In: Santos, W. L. P., Maldaner, O. A. (org.). *Ensino de Química em Foco*. Ijuí: Editora Unijuí, p. 231-261, 2010.
 8. Trivelato, S. F.; Silva, R. L. F. *Ensino de Ciências*. Carvalho, A. M. P. (Coord.) - Coleção Ideias em Ação –. São Paulo: Cengage Learning, 2011.