

Lavoisier e a combustão: uma proposta para o Ensino de Química baseada na História e Filosofia da Ciência.

Lavoisier and the combustion: a proposal for the Chemical Education based in the History and Philosophy of the Science.

Caroline Morato Fabricio¹, Luciana Mamus Guimarães², Joanez Aparecida Aires³

¹ Bolsista do PIBID/Subprojeto Química - UFPR – *moratus@bol.com.br*

² Bolsista do PIBID/Subprojeto Química – UFPR –
lucianamamus@hotmail.com

³ Orientadora do PIBID/Subprojeto Química – UFPR – *joanez@ufpr.br*

Resumo

Este trabalho tem por objetivo apresentar uma proposta didática para o Ensino de Química, utilizando a História e Filosofia da Ciência (HFC). Foi elaborada por licenciandas do curso de química da UFPR, participantes do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). Nesta proposta são trabalhados aspectos da obra de Lavoisier, ressaltando a combustão e suas contribuições para a sociedade da época como químico e cidadão francês. Na fundamentação teórica buscou-se trabalhar a abordagem HFC com base nos autores Matthews (1995), Bastos (1998), Peduzzi (2001), Chassot (2008), Oki & Moradillo (2008), os quais utilizam esta abordagem em seus trabalhos. Espera-se que esta proposta promova maior participação e interesse dos alunos nas aulas de química, bem como motive os professores a compreenderem melhor a HFC para que utilizem essa abordagem nas suas aulas.

Palavras-chave: História e Filosofia da Ciência, Lavoisier, combustão.

Abstract

The objective of this work is to present a didactic proposal for the Teaching of Chemistry, using the History and Philosophy of the Science (HPS). The proposal was elaborated by UFPR chemistry graduating students, members of an Institutional Program of Grants for Teaching Initiation (PIBID). This proposal discusses some aspects of the work of Lavoisier, emphasizing combustion and his contributions to the society of the times as a chemist and French citizen. For that, HPS was approached based on the studies of Matthews (1995), Bastos (1998), Peduzzi (2001), Chassot (2008), Oki & Moradillo (2008), which use this approach in their work. It is hoped that this proposal will promote greater participation and interest of students in chemistry classes as well as motivate teachers to better understand the HPS to utilize this approach in their classrooms.

Key words: History and Philosophy of the Science, Lavoisier, combustion.

Introdução

O Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), Sub-projeto Química/UFPR, iniciado no primeiro semestre de 2010 e ainda em andamento, tem por

objetivo principal melhorar a formação inicial dos licenciandos do Curso de Química desta Universidade, bem como melhorar a formação dos professores que já estão atuando nas escolas da Rede Pública de Ensino do Estado do Paraná, visando, como objetivo final, a melhoria do ensino de química na Educação Básica. Para tanto, uma das etapas é a produção de material didático através da elaboração das Unidades Didáticas (U.D.), sendo que cada U.D. é composta por oito aulas.

Neste trabalho será apresentada primeiramente uma parte do referencial teórico sobre HFC que deu suporte à elaboração das U.D., a qual corresponde aos trabalhos de Matthews (1995), Oki & Moradillo (2008) Peduzzi (2001) e Bastos (1998). E, em seguida, apresentar-se-á a Unidade Didática desenvolvida, com os objetivos e metodologias de cada aula, bem como as considerações finais sobre o trabalho.

História e Filosofia no Ensino de Química

A História e Filosofia da Ciência (HFC) é um tema cada vez mais recorrente. Autores como Matthews (1995), Chassot (2008), Oki & Moradillo (2008) Peduzzi (2001), Bastos (1998), Malamitsa, Kokkotas & Stamoulis, (2005), Höttecke & Silva (2011), Martins (2006), Martins (2007) entre outros, defendem que a abordagem HFC pode contribuir para o enfrentamento de diversos problemas da área de Ensino de Ciência.

Nesse sentido, Matthews (1995), afirma que o Ensino de Ciências está em crise e que parte dessa crise se justifica em função de que o desenvolvimento desse ensino ocorreu de forma independente da História e da Filosofia da Ciência. Esta dicotomia entre Ensino de Ciências e HFC, tem provocado desinteresse pelas aulas, devido ao excesso de conteúdos, fórmulas e equações que não possuem significado, o que resulta na evasão tanto de alunos quanto de professores das salas de aula. A tentativa de mudança no Ensino de Ciências, de acordo com este autor, é a busca da superação do “mar de falta de significação”, o que tornaria as aulas mais desafiadoras, permitindo desse modo a formação de indivíduos mais críticos, no que diz respeito à sociedade em que vivem, lhes possibilitando fazer relações entre este ensino e problemáticas éticas, políticas, étnicas, sociais, econômicas e de significado pessoal.

O reconhecimento da contribuição da HFC para o ensino de ciências também é lembrado por Oki e Moradillo (2008), quando relatam que os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - PCNEM apresentam orientações com relação à abordagem HFC. Estes autores também consideram que a introdução da História da Ciência pode facilitar a mudança de concepções simplistas sobre a ciência além de contribuir para a humanização do ensino científico:

A HC é considerada conhecimento indispensável para a humanização da ciência e para o enriquecimento cultural, passando a assumir o elo capaz de ensinar menos para ensinar melhor. É deixada, aos curriculistas, a importante tarefa de promover reestruturações visando muito mais eliminar do que acrescentar conteúdos de ensino (OKI e MORADILLO, 2008 p.69).

Uma maneira de desenvolver o pensamento crítico nos alunos, segundo Malamitsa *et. al.* (2005), é por meio de debates sobre diferentes conceitos científicos. Dessa forma eles podem decidir em que acreditar, através de interpretação de dados, desenvolvendo argumentos e comparando as informações. Para esses autores é importante que os alunos tenham consciência que a Ciência passa por mudanças conceituais que confrontam com suas concepções alternativas.

Nessa mesma linha, Peduzzi, (2001), discute a utilização didática da História da Ciência citando Kuhn, o qual expressa sua preocupação com a transmissão do conhecimento científico

a partir da utilização quase que exclusiva de livros didáticos. Na visão de Kuhn, a abordagem da HFC presente nesses livros limita-se a alusões históricas, quase caricaturadas, sem apresentar o contexto da época, relacionando aspectos culturais, políticos, econômicos e tecnológicos. Sendo assim, os livros limitam-se a “priorizar os fatos e acontecimentos, fazendo menção a personagens que trouxeram contribuições relevantes para a estruturação e consolidação do novo paradigma” (PEDUZZI, 2001 p.152). Esta observação vai ao encontro da pesquisa de Höttecke & Silva (2011) que afirmam que os livros didáticos não apresentam suporte teórico para desenvolver esse tipo de abordagem sobre HFC.

Outro problema apresentado por Peduzzi, (2001), é que os livros enfatizam o paradigma vigente e, na tentativa de explicar o desenvolvimento da ciência, transmitem a falsa impressão de que o trabalho dos cientistas é linear e cumulativo, sem esclarecer aos alunos quais as dificuldades enfrentadas pelos cientistas para a consolidação do paradigma. Na visão deste autor, ter acesso aos clássicos históricos pode parecer uma solução, pois apresentam outras formas de manifestação de conhecimento. Porém, a utilização da história pode trazer outros problemas. Segundo Kuhn (apud Peduzzi, 2001):

[...] os estudantes [...] poderiam descobrir outras maneiras de olhar os problemas discutidos nos seus livros texto [...] mas onde também encontrariam problemas, conceitos e padrões de solução que as futuras profissões há muito descartaram ou substituíram (PEDUZZI, 2001, p.152).

De acordo com Peduzzi (2001, p.152), “a exposição à história poderia abalar ou enfraquecer as convicções do estudante sobre o paradigma vigente, sendo, portanto, danosa à sua formação”. Com isso, surge a dúvida em se trabalhar a partir da abordagem HFC, pois são textos complexos, que por tratar de teorias já descartadas, podem desmotivar o estudante. No entanto, Peduzzi (2001, p.156) também argumenta que “não é porque já foram descartadas que as teorias mais antigas devem, hoje, ser consideradas acientíficas”. Outro aspecto discutido por este autor é a subjetividade dos historiadores ao registrar os fatos, pois, “todo relato histórico é resultado de uma interpretação” (PEDUZZI, 2001, p155). Este aspecto é muito evidente, por exemplo, na lenda da maçã de Newton. Esta foi uma maneira de expressar os experimentos realizados pelo cientista, mas exclui todo o trabalho dedicado ao estudo, considerando que a ação do cientista é apenas o de “descobrir”, “desvelar” a natureza, como fruto de mero acaso. Uma das consequências desse tipo de abordagem, segundo Martins (2006) é que:

a ciência seria construída através de uma série de descobertas que podem ser associadas a datas precisas e a autores precisos. A história da ciência seria, essencialmente, um calendário repleto de descobertas e seus descobridores (MARTINS, 2006 p.186).

Todavia, justamente por causa dessas visões estereotipadas da ciência e do cientista que Bastos (1998) argumenta que o objetivo da abordagem sobre HFC é “fazer com que o aluno construa concepções mais elaboradas e realistas acerca da ciência e dos cientistas que possam subsidiar o exercício de uma cidadania consciente e atuante” (BASTOS, 1998 p.56).

Apesar das diversas argumentações em relação às contribuições que a HFC pode trazer ao Ensino de Ciências, a falta de material, bem como de propostas didáticas tem inviabilizado uma utilização mais ampla desta abordagem. É com base nessa premissa que este artigo tem por objetivo apresentar uma proposta didática para trabalhar com a HFC no Ensino de Química.

A Proposta Didática

Um dos objetivos da elaboração desta Unidade Didática (U.D.) foi utilizar textos clássicos sobre História da Química. Nesta proposta, o texto clássico utilizado foi o *Traité Élémentaire de Chimie* escrito por Lavoisier em 1789 e artigos relacionados a esta obra como: *Uma Revolução na Química*, (TOSI, 1989), uma homenagem ao segundo centenário da publicação da obra de Lavoisier e *A Revolução Química de Lavoisier: Uma Verdadeira Revolução?* (FILGUEIRAS, 1995). Estes dois últimos artigos apresentam traduções da obra de Lavoisier, que foram utilizadas para a elaboração da U.D.. No texto clássico estão reunidas várias teorias elaboradas por Lavoisier, dentre elas as teorias da combustão, selecionadas para a elaboração da U.D. A partir destes artigos e das reflexões sobre HFC e ensino de química, possibilitadas durante esta etapa, foi elaborado um conjunto de 8 (oito) aulas. Foi também elaborado um questionário inicial, composto por dez questões, sendo que destas, cinco diziam respeito à HFC e as demais foram relacionadas aos conteúdos de química específicos abordados na U.D.. As 8 (oito) aulas, que correspondem a Proposta Didática apresentada neste trabalho, são descritas a seguir.

Aula 1 – Aplicação do questionário inicial.

Na primeira aula deve-se aplicar o questionário inicial (Q.I), composto por 10 (dez) questões, das quais 5 (cinco) são sobre combustão, flogisto, Lavoisier e 5 (cinco) sobre concepções de ciência e cientista, contemplando as reflexões sobre HFC. O objetivo dessas questões é avaliar as concepções dos alunos sobre tais temas. Para ser obter um resultado mais autêntico, o Q.I deve ser respondido de forma individual, sem interferência do professor, tanto na interpretação das questões quanto nas respostas.

Quadro 1: Questionário inicial¹

1. O que é necessário para que uma vela queime?
2. O que o termo combustão significa para você? Cite exemplos de combustão?
3. No século XVIII, os cientistas desconheciam a composição do ar atmosférico, mas através de experimentos de combustão, perceberam que o ar sofria modificações. Para diferenciar esses tipos de ares, uma classificação foi criada: *ar puro*, para ar atmosférico, *ar vital*, para o ar absorvido na combustão e *ar fixo* para o ar que não participava da reação. Você conhece os gases que compõem o ar atmosférico? Quais gases estão relacionados ao ar vital e ao ar fixo?
4. No século XVIII muitos cientistas, inclusive Lavoisier, propuseram várias teorias pra explicar a combustão. Uma delas é a teoria do flogisto. Você saberia dizer o que essa teoria propõe? Caso saiba, com qual elemento químico podemos associá-la hoje?
5. Lavoisier e outros cientistas do século XVIII compreendiam que durante a respiração dos animais um *fluido elástico* passava pelos corpos. Considerando as trocas gasosas que ocorrem durante a respiração, quais substâncias estariam relacionadas ao *fluido elástico*? A reação de respiração pode ser considerada uma reação de combustão?
6. Você gostaria de ser cientista? Por quê?
7. Desenhe um cientista.
8. Para você, os cientistas colaboram uns com os outros, trocam informações ou trabalham sozinhos, isolados uns dos outros?
9. O fato de um produto ser comprovado cientificamente interfere na sua decisão de compra? Por quê?
10. Por que você acha que existem diferentes modelos atômicos?

¹ A análise das respostas dos questionários inicial e final serão apresentados em outro trabalho.

Aula 2 - O Contexto Histórico: A Revolução Francesa

Esta aula tem como objetivo discutir aspectos sociais, políticos, econômicos e culturais do período em que Lavoisier desenvolveu a teoria da combustão, proporcionando, portanto, uma abordagem contextualista do momento em que ocorreu o fato científico. Para tanto, a abordagem histórica e filosófica deve ser realizada através de dois vídeos², os quais retratam de forma detalhada a Revolução Francesa e o trabalho de Lavoisier nessa época. Antes do início dos vídeos deve-se solicitar aos alunos que anotem um fato, informação ou acontecimento presentes nos vídeos que lhes chamem a atenção, com o objetivo de buscar elementos que possam subsidiar as discussões sobre os aspectos contextualistas relacionados a Teoria da Combustão.

Aula 3 – A Biografia de Lavoisier

A terceira aula tem como objetivo discutir concepções de ciência e de cientista, buscando mostrar que a ciência é construída por pessoas comuns e não fruto do acaso de cientistas “malucos”. Para tanto deve-se destacar aspectos pessoais e sociais da vida de Lavoisier, cuja trajetória de vida fez com que ele se tornasse um dos cientistas que mais contribuiu para o desenvolvimento da Química Moderna.

Esta reflexão tem por base um texto, o qual deve ser dividido em quatro partes, cada uma relatando diferentes etapas da vida de Lavoisier. Nesta atividade os alunos devem ser organizados em quatro grupos para leitura e discussão de cada uma das partes. Para que todos conheçam o texto completo, cada grupo deve expor à turma o que foi lido e discutido nos pequenos grupos.

Durante a exposição dos grupos, o professor deve destacar aspectos do trabalho científico como a construção humana da ciência, o papel da mulher nessa construção, a não neutralidade da ciência e a influência da Revolução Francesa no meio científico em que foi elaborada a Teoria da Combustão, bem como esclarecer dúvidas e curiosidades dos alunos. O texto que deve ser utilizado nesta aula encontra-se abaixo, já dividido nas 4 (quatro) partes:

Textos 1 - Parte 1

Antoine Laurent Lavoisier nasceu em 26 de agosto de 1743, em Paris. Sua família era rica, de posses, seu pai era advogado e trabalhava como procurador no Parlamento da cidade. Quando sua mãe faleceu ele tinha 5 e sua irmã 3 anos. Isso fez com a família se mudasse para a casa da avó, que ajudou a criar as crianças.

Por influências do professor Jean-Etienne Guettard, famoso geólogo, que freqüentava a casa de sua avó, Lavoisier passou a se interessar por ciências e acompanhava o professor nas explorações geológicas do território francês. Mesmo se formando em direito (como seu pai) aos 21 anos de idade, ele seguiu cursos de professores renomados nas áreas de matemática, botânica, química e geologia. Aos 22 anos apresentou à Academia Real de Ciências um trabalho sobre os diferentes tipos de gesso. Um ano depois, em 1766, recebeu uma medalha de ouro por uma “Memória sobre os diferentes meios que podem ser empregados para se iluminar uma cidade”, trabalho que tratava sobre o comportamento e conveniência de diferentes combustíveis, apresentado em um concurso proposto pela Academia. Nessa época, a iluminação de Paris era feita através de lampiões e óleo.

² Os vídeos utilizados foram: Revolução Francesa e A Revolução Francesa, disponíveis em <http://www.youtube.com/watch?v=147mNZO-On8> e <http://www.youtube.com/watch?v=DHZ50gBGZJg>, acessados em 19/09/2010.

Textos 1 - Parte 2

Em 1768, os membros da Academia, sob influência de Guettard, indicam Lavoisier para assumir o posto de químico, mas o Rei escolhe o mineralogista Jars, pois os candidatos eram geralmente homens mais maduros, com um passado científico valioso ou que tivessem contribuído para o bem do Estado com uma obra prática. Entretanto, tendo em conta os desejos acadêmicos, criou-se, excepcionalmente, um posto acadêmico adjunto para Lavoisier, até que surgisse um posto vago. A situação de Lavoisier ficou regularizada no ano seguinte, com a morte de Jars.

Foi também em 1768 que Lavoisier ingressou na *Ferme Générale*, uma associação de financistas responsável por recolher imposto da população. Um valor correspondente a arrecadação dos impostos era antecipado ao Rei, no início do ano, sendo permitido o uso do dinheiro da coleta. Os *fermiers* eram malvistas pela população e considerados “sanguessugas públicos”. Esse ingresso causou surpresa entre os acadêmicos, o jovem Lavoisier parecia se preparar para uma vida puramente intelectual, mas ao se envolver com as finanças, demonstrava ambições menos desinteressadas. Para alguns, essa decisão se enquadrava perfeitamente dentro da decadência de valores morais própria desse século, outros dizem que ele teria declarado que dessa forma poderia conseguir recursos financeiros necessários ao desenvolvimento de suas pesquisas.

Através da *Ferme* Lavoisier conheceu Marie-Anne, filha de outro *fermier*, e em 1771 se casaram, ele com 28 e ela com 14 anos. Foi um casamento negociável pelo pai da moça para livrá-la de outro, imposto pelo influente e poderoso tio dela, inspetor geral de finanças. Ele queria casá-la com um homem bem mais velho que ela, um Conde, figura pouco recomendável e sem grande fortuna. Lavoisier era um excelente partido, jovem, rico, cheio de qualidades intelectuais, de rigor e honestidade. Ela terminou seus estudos depois do casamento, fato incomum para época. Como não tiveram filhos ela se tornou colaboradora de seu marido, acompanhando-o no seu trabalho. Foi ela a tradutora de importantes obras de químicos britânicos da época e os desenhos de muitas publicações foram realizados por ela. Madame Lavoisier era uma perfeita representante das mulheres do século XVIII que exibiam amor pelo saber, o entusiasmo pelas novas idéias e um refinado senso de sociabilidade.

Textos 1 - Parte 3

Em 1775, Lavoisier ingressa na Administração de pólvora e salitre. Nessa época a pólvora francesa era de má qualidade e, em um período de guerra, insuficiente. Diz-se que um dos fatores que conduziram a França a acabar com a Guerra dos Sete Anos e a aceitar as condições desfavoráveis no tratado de paz, foi a falta de pólvora do exército francês. Após um ano foi nomeado diretor e foi morar no Arsenal onde montou seu laboratório com os melhores equipamentos disponíveis na época. Seus instrumentos de precisão eram feitos pelos melhores artesãos da França, o que lhe assegurava resultados confiáveis, permitindo o desenvolvimento de novas teorias e a correção de concepções errôneas. Ali se reuniam os sábios franceses e os estrangeiros de passagem por Paris, para presenciar as históricas experiências que ele fazia com seus colaboradores.

Em 1785, Lavoisier foi nomeado diretor da Academia de Ciências. Quando começou a Revolução Francesa, Lavoisier tinha chegado ao ponto mais elevado da sua carreira científica, sendo reconhecido em seu país e no estrangeiro como um dos maiores sábios da França. Nesse período começaram os primeiros ataques contra a Academia, propôs que se excluíssem os acadêmicos suspeitos de opiniões contra-revolucionárias.

Lavoisier também era homem de idéias democráticas e progressistas. A partir de 1787, fez propostas avançadas como a abolição do trabalho pessoal e obrigatório, a instituição de

regulamentação que favorecessem liberdade de comércio, a fundação de uma caixa de seguros destinada a proteger o povo na miséria e na velhice, escreveu, em 1788, um longo memorando ao primeiro ministro no qual defendia firmemente o Terceiro Estado e propôs que o número de representante deste fosse equivalente ao da nobreza e clero juntos e que o voto fosse individual. Após um ano, foi eleito membro da Assembléia de representantes do município de Paris. Exerceu outros cargos administrativos, no Banco de Descontos, na Comissão de Moedas, na Comissão de Pesos e Medidas. Essas tarefas acabaram por afastá-lo de toda atividade científica.

Textos 1 - Parte 4

Em março 1793, Lavoisier teve que deixar o seu cargo como administrador da pólvora, devido a acusações sobre querer privar o povo de armas defensivas quando saiu de Paris com pólvora. Quase ao mesmo tempo, a Assembléia Constituinte acabou com o contrato da *Ferme Générale* e os *fermiers* passaram a ser perseguidos, acusados de desvio de dinheiro público e de venderem o tabaco com água (o processamento do tabaco com água era necessário para que as folhas não ficassem quebradiças). Escondido, Lavoisier buscou ajuda de amigos que ainda trabalhavam em órgãos públicos, mas nada fizeram a seu favor. Então, em novembro desse ano ele se entregou às autoridades. Em dezembro sua casa e laboratório foram selados e os aparelhos, pertencentes a Comissão de Pesos e Medidas, que utilizava em sua casa foram retirados. Houve tentativas para salvar Lavoisier da prisão, mas não deram resultado.

Três dias antes de ser executado, Lavoisier escreveu uma carta ao seu primo:

“Tive uma carreira razoavelmente longa, sobretudo muito feliz, e creio que a minha memória será acompanhada por algum pesar, possivelmente de alguma glória. Que poderia ter desejado de mais? Os acontecimentos nos quais me encontro envolvido me evitarão, provavelmente, os inconvenientes da velhice. Morrerei inteiro, é outra vantagem que devo adicionar à que já tive. Se experimento algum sentimento doloroso é o de não ter feito mais pela minha família, é o de estar totalmente desprovido de tudo e de não poder dar a ela e a vós nenhuma prova de meu apego e de meu reconhecimento. É verdade, então, que o exercício de todas as virtudes sociais, os serviços importantes à pátria, uma carreira utilmente empregada no progresso das artes e dos conhecimentos humanos não bastam para preservar-nos de um fim sinistro e de morrer como culpados! Vos escrevo hoje, porque possivelmente amanhã não me será mais possível fazê-lo e porque é um doce consolo ocupar-me de vós e das pessoas que me são caras nestes últimos momentos. Lembrai-me junto das pessoas que se interessam por mim que esta carta seja também para elas. É certamente a última vez que vos escrevo.”

Na tarde do dia 8 de maio Lavoisier foi guilhotinado. No dia seguinte, conta-se que Lagrange, um grande matemático, teria afirmado: “Não necessitaram senão de um momento para fazer cair essa cabeça e cem anos não serão suficientes para reproduzir outra semelhante.”

Aula 4 – Experimentação problematizadora

Na quarta aula será realizado um experimento sobre calcinação³. O objetivo é fazer com que os alunos observem a combustão de diferentes amostras e tentem explicar o porquê das mudanças de massa após serem calcinadas. Os alunos devem ser divididos em grupos, para que cada um realize o experimento com as duas amostras: esponja de lã de aço e algodão. Antes da realização do experimento os alunos devem responder as questões 1 e 2 do roteiro. Essas questões tem como objetivo verificar os conhecimentos prévios destes a respeito da

³ Adaptado do guia de aulas práticas de 2007 da disciplina Química Inorgânica o curso de Bacharelado e Licenciatura em Química da UFPR. Capítulo de Análise Térmica do livro “VOGEL – Análise Inorgânica Qualitativa. ed. Guanabara. Rio de Janeiro.”

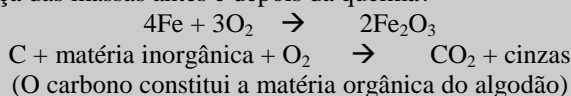
combustão. Após a execução do experimento devem responder a questão 3, para que se verifique a compreensão deles com relação aos resultados obtidos. A discussão dos resultados dos grupos deve ser realizada ao final da aula.

Quadro 2: Questões da aula experimental.

1. Você percebe alguma diferença entre o carvão que não foi queimado e aquele queimado, por exemplo, em uma churrasqueira? Quais?

2. Como você explica a ferrugem.

3. Analisando as equações químicas que representam as reações realizadas nesse experimento você saberia explicar o porquê da diferença das massas antes e depois da queima?



Experimento

Quadro 3: Lista de materiais e reagentes.

Materiais ⁴		Reagentes
Cadinho de porcelana	Bico de gás (Bunsen)	Espunja de lã de aço
Triângulo de porcelana	Pinça	Algodão
Argola	Dessecador	
Suporte universal	Balança analítica	

Procedimento

- Pesar o cadinho e anotar sua massa na Tabela 1;
- Colocar cerca de 500mg de esponja de lã de aço no cadinho;
- Anotar a massa do cadinho com a esponja de lã de aço na Tabela 1;
- Aqueça o cadinho, com o material, ao rubro por cinco minutos;
- Retire do fogo com a pinça e deixe esfriar no dessecador.
- Anote a massa do cadinho com o material (depois do aquecimento) na Tabela 1.
- Repita todos os procedimentos acima, substituindo a esponja de lã de aço por algodão.

Tabela 1: Registro das massas dos cadinhos vazios e com material antes e depois do aquecimento.

Material	CV	CMAA	CMDA
Espunja de lã de aço			
Algodão			

CV: cadinho vazio

CMAA: cadinho com material antes do aquecimento

CMDA: massa do cadinho depois do aquecimento

- Com os dados da Tabela 1 calcule as massas de material antes e depois do aquecimento, subtraindo a massa do cadinho vazio da massa do cadinho com material. Anote esses valores na Tabela 2.

Tabela 2: Registro das massas de material antes e depois do aquecimento.

Material	MMA	MDA
Espunja de lã de aço		

⁴ Quando o colégio não possuir balança analítica, pode-se substituir o cadinho por cápsula de porcelana e a massa dos materiais a serem pesadas pode ser 4 gramas. Para esse procedimento não é necessário o uso de dessecador. Quando o colégio não possuir bico de Bunsen pode-se realizar a queima direta sobre as amostras, utilizando, por exemplo, fósforos longos, como medida de segurança.

Algodão		
---------	--	--

MAA(material antes do aquecimento) = CMMA – CV

MDA (material depois do aquecimento) = CMDA – CV

Para a discussão dos resultados, deve-se desenhar no quadro de giz uma tabela, como a Tabela 2, para que todas as equipes possam anotar os seus dados.

Aula 5 – Discussão do Experimento

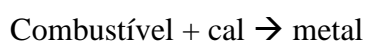
O objetivo desta aula é apresentar as teorias de Stahl e Lavoisier e fazer com que os alunos compreendam os resultados obtidos no experimento de calcinação. Para subsidiar as discussões deve ser entregue o texto 2, o qual aborda as teorias da combustão: o flogisto, de Stahl e o oxigênio, de Lavoisier. Através de equações químicas atuais procura-se explicar os resultados experimentais obtidos por esses cientistas no século XVIII. Neste momento o professor também pode contribuir com mais informações, fomentando as discussões.

Texto 2

Nessa época a teoria aceita por todos os químicos, quase sem exceção, e que explicava os fenômenos da combustão, da calcinação, etc, era a teoria do flogisto ou matéria do fogo, desenvolvida pelo médico alemão Stahl. A calcinação dos metais com formação da cal correspondente, conforme essa teoria, ocorria devido ao desprendimento de flogisto, “espírito ígneo”, e, de acordo com ela, os metais eram compostos por cal e flogisto, ao serem calcinados eram transformados em cal e o flogisto se desprendia.

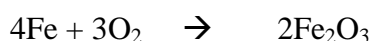


De forma semelhante, considerava-se que os combustíveis, como o carvão e os materiais oleosos, eram ricos em flogisto, que cediam ao ar no momento da combustão. Quando uma cal era aquecida com esses combustíveis, eles cediam parte do seu flogisto à cal e obtinha-se o metal.

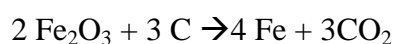
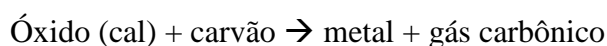


O aumento de peso observado durante a calcinação não parecia criar grandes problemas no começo, pois os equipamentos de medida ainda não possuíam precisão.

A partir de experiências bem controladas, medindo-se a variação de massa quando da combustão de várias substâncias simples com quantidades exatamente determinadas do oxigênio recém-descoberto, Lavoisier demonstrou que a queima é uma reação com o oxigênio.



O que era chamado de cal do metal na verdade era um novo composto, o óxido metálico. A regeneração da cal ao metal pode ser feita aquecendo-a com carvão porque, sendo este constituído pelo elemento químico carbono, formará gás carbônico por combinação com o oxigênio do óxido, deixando o metal livre.



Lavoisier indicou quatro fenômenos principais nos quais baseia a sua teoria: 1) em toda combustão se libera matéria do fogo e da luz; 2) a combustão não pode realizar-se senão

numa só espécie de ar, que ele designa ar puro. Em outros ares ou no vácuo os corpos em combustão se apagam; 3) em toda combustão há destruição ou decomposição do ar puro e o corpo queimado aumenta o peso tanto quanto a quantidade de ar destruído ou decomposto.

“Esses fenômenos se explicam de maneira muito feliz com a teoria de Stahl, mas é preciso supor que existe a matéria do fogo, o flogisto, nos metais, no enxofre e em todos os combustíveis. Mas se pode provar a existência do flogisto nessas substâncias aos partidários da teoria, eles caem num círculo vicioso: dizem que os corpos combustíveis contêm a matéria do fogo porque queimam e queimam porque tem matéria do fogo. Isso é explicar a combustão pela combustão”.

Lavoisier

Aula 6 – A luta contra a teoria do flogisto.

O objetivo desta aula é introduzir o conceito de paradigma e mostrar que existem diferentes interpretações sobre o mesmo objeto. Para explorar o conceito de paradigma, deve ser exposto um *slide* com a Figura 1. Os alunos devem ser indagados quanto à posição da face anterior do cubo. Em seguida devem receber cópias de trechos das publicações científicas de Lavoisier para que possam observar a ruptura do paradigma da época e a postura de Lavoisier frente a essas mudanças. Com essa abordagem espera-se propiciar uma reflexão sobre paradigmas e teorias vigentes.

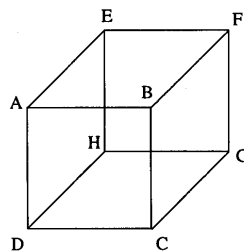


Figura 1: no cubo, tanto ABCD ou EFGH podem ser consideradas como face anterior

Texto 3 – Parte 1

“Ao atacar a doutrina de Stahl não pretendo substituí-la por uma teoria rigorosamente demonstrada, mas somente por uma hipótese que acho mais provável, mais conforme às leis da natureza, que considero conter explicações menos forçadas e menos contraditórias”.

Texto 3 - Parte 2

“Deduzi todas as explicações de um princípio simples: é que o ar puro, o ar vital, está composto por um princípio particular que lhe é próprio, que forma a sua base e que denominei *principe oxigine* combinado com a matéria do fogo e calor. Uma vez admitido esse princípio, as dificuldades principais da química parece haver se desvanecido e dissipado e todos os fenômenos se explicam como surpreendente simplicidade. Mas, se tudo se explica na química de uma maneira satisfatória sem recorrer ao flogisto, é infinitamente provável que esse princípio não exista, que seja um ser hipotético, uma suposição gratuita.”

Texto 3 - Parte 3

“Nesta memória não tive como outro objetivo que o de dar novos desenvolvimentos à teoria da combustão que publiquei em 1777, de fazer ver que o flogisto de Stahl é um ser imaginário, que todos os fenômenos da combustão e da calcinação se explicam de uma maneira muito mais simples e muito mais fácil sem flogisto que com flogisto. Não espero que

as minhas idéias sejam logo adotadas; pois aqueles que tem encarado a natureza sob um ponto de vista durante uma parte de sua carreira se adaptam com dificuldades às idéias novas. Entretanto, vejo com grande satisfação que os jovens que começaram a estudar a ciência sem preconceitos, que os geômetras e os físicos, não acreditam mais no flogisto no sentido apresentado por Stahl e olham essa doutrina como um andaime mais embaraçoso que útil para construir o edifício da ciência química.”

Aula 7 – Discussão das respostas do Q.I.

Na sétima aula as questões do Q.I. devem ser retomadas. Deve-se solicitar aos alunos que desenhem novamente um cientista, como na questão 7 do Q.I. Quando todos entregarem os desenhos deve-se realizar uma comparação com aqueles desenhados no início da execução da U.D.. Neste momento, eles próprios podem perceber se houve mudanças na sua percepção sobre a figura do cientista. Em seguida, para retomar a questão 1 do Q.I., relacionada ao que é necessário para que uma vela queime, deve-se realizar o experimento da queima da vela, de forma demonstrativa, de modo que os alunos percebam quais são os componentes necessários para que essa reação ocorra. Em relação ao experimento, deve-se acender duas velas, porém, sobre uma delas deve-se colocar um béquer. Como após alguns instantes esta vela apagará, este experimento dará suporte para a discussão sobre o papel do oxigênio como comburente nas reações de combustão.

Aula 8 – Aplicação do questionário final.

O objetivo desta aula é avaliar se houve mudanças na concepção dos alunos sobre os temas tratados na U.D. após o desenvolvimento das aulas. Nesta aula será aplicado um questionário final (Q.F.), composto por 9 (nove) questões, destas, 5 (cinco) são as mesmas do Q.I. (e 4 (quatro) mais específicas, relacionadas à Unidade Didática.

Quadro 3: Questionário final

1. Na sua opinião, uma mulher pode contribuir para o desenvolvimento da Ciência? Justifique.

2. Você acredita que interesses políticos podem contribuir para o desenvolvimento da Ciência? Justifique.

3. Com relação a divisão da sociedade em classes sociais, o século XXI está distante do século XVIII? Comente.

4. Escolha uma das figuras abaixo e descreva o que você vê. Como esse exemplo pode estar relacionado com a visão que se tem da Ciência?



5. O que o termo combustão significa para você? Cite exemplos de combustão?

6. No século XVIII, os cientistas desconheciam a composição do ar atmosférico, mas através de experimentos de combustão, perceberam que o ar sofria modificações. Para diferenciar esses tipos de ares, uma classificação foi criada: *ar puro*, para ar atmosférico, *ar vital*, para o ar absorvido na combustão e *ar fixo* para o ar que não participava da reação. Você conhece os gases que compõem o ar atmosférico? Quais gases estão relacionados ao ar vital e ao ar fixo?

7. No século XVIII muitos cientistas, inclusive Lavoisier, propuseram várias teorias pra explicar a combustão. Uma delas é a teoria do flogisto. Você saberia dizer o que essa teoria propõe? Caso saiba, com qual elemento químico podemos associá-la hoje?

8. Lavoisier e outros cientistas do século XVIII compreendiam que durante a respiração dos animais um *fluido elástico* passava pelos corpos. Considerando as trocas gasosas que ocorrem durante a respiração, quais substâncias estariam relacionadas ao *fluido elástico*? A reação de respiração pode ser considerada uma reação de combustão?

9. Para você, os cientistas colaboram uns com os outros, trocam informações ou trabalham sozinhos, isolados uns dos outros?

Considerações Finais

Propostas didáticas, utilizando a História e Filosofia da Ciência, podem configurar-se como uma das possibilidades para minimizar alguns dos problemas do Ensino de Ciências apontados por Matthews, (1995). Por meio de propostas como esta é possível explorar a humanização da ciência, discutindo questões políticas, culturais, sociais, econômicas e tecnológicas que podem facilitar a mudança nas concepções simplistas sobre ciência, como por exemplo, a do “cientista maluco” sem vida social, do trabalho linear e cumulativo do cientista, da ciência neutra e desinteressada e do trabalho exclusivamente masculino. Sendo assim, podem constituir-se em mais uma opção para o professor, complementar aos livros didáticos, uma vez que, via de regra, estes são utilizados de maneira quase que exclusiva nas aulas, tendo como agravante que nestes há uma maior preocupação com o produto do que com o processo de construção da ciência.

Referências

- BASTOS, Fernando. O ensino de conteúdos de história e filosofia da ciência **Revista Ciência & Educação**, 1998 5(1), 55-72.
- CHASSOT, Attico. **Sete escritos sobre educação e ciência**. São Paulo Editora Cortez, 2008
- FILGUEIRAS, Carlos Alberto Lombardi. A revolução química de Lavoisier: uma verdadeira revolução? **Química Nova**, 18 (2), 1995.
- HÖTTECKE, Dietmar; SILVA; Cibelle Celestino. Why Implementing History and Philosophy in School Science Education is a Challenge: An Analysis of Obstacles **Science & Education** vol 20, nº 3-4, 2011.
- LAVOISIER, Antoine Laurent. **Traité élémentaire de chimie**, 3ª edição 1801
- MALAMITSA, Katerina; KOKKOTAS, Panagiotis; STAMOULIS, Efthymios. The Use of Aspects of History of Science in Teaching Science Enhances the Development of Critical Thinking – a Proposal. In: INTERNATIONAL HISTORY, PHILOSOPHY, SOCIOLOGY & SCIENCE TEACHING CONFERENCE, Inglaterra: 2005.
- MARTINS, André Ferrera P. História e Filosofia da Ciência no Ensino: há muitas pedras nesse caminho... **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 24, n. 1: p. 112-131, abr. 2007.
- MARTINS, Roberto de Andrade. A maçã de Newton: história, lendas e tolices. In: SILVA, Cibelle Celestino (org) **Estudos de História e Filosofia das Ciências**: subsídios para a aplicação no ensino. Ed. Livraria da Física, 2006 p.167-189.
- MATTHEWS, Michael R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual da reaproximação **Cad. Cat. Ens. Fís.**, v12, n.3, dez. 1995. Original: Science & Education, (1), 11-47, 1992.
- OKI, Maria da Conceição Marinho; MORADILLO, Edílson Fortuna de O ensino da história da química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência. **Ciência & Educação**, v.14, n.1, p.67-88, 2008.
- PEDUZZI, Luiz Orlando de Quadro. Sobre a utilização didática da história da ciência. In: PIETROCOLA, Maurício (org) **Ensino de física**: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001 p. 151.
- TOSI,Lúcia. Lavoisier: Uma revolução na química. **Química Nova**, 12 (1), 1989.