

UNIVERSIDADE SAGRADO CORAÇÃO

RENATO TELES DA SILVA

**LAVOISIER, PRIESTLEY E A DESCOBERTA DO
OXIGÊNIO: OS DRAMAS HUMANOS CONDUZINDO A
MÃO DA CIÊNCIA**

BAURU
2012

RENATO TELES DA SILVA

**LAVOISIER, PRIESTLEY E A DESCOBERTA DO
OXIGÊNIO: OS DRAMAS HUMANOS CONDUZINDO A
MÃO DA CIÊNCIA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Centro de Ciências Exatas e
Sociais Aplicadas como parte dos requisitos
para obtenção do título de bacharel em
Química, sob orientação do Prof. Ms. Dorival
Roberto Rodrigues

BAURU
2012

S5868L	<p data-bbox="545 1314 846 1346">Silva, Renato Teles da</p> <p data-bbox="545 1381 1276 1514">Lavoisier, Priestley e a descoberta do oxigênio: os dramas humanos conduzindo a mão da ciência / Renato Teles da Silva -- 2012. 42f.: il.</p> <p data-bbox="597 1556 1243 1587">Orientador: Prof. Ms. Dorival Roberto Rodrigues.</p> <p data-bbox="545 1623 1276 1724">Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química) – Universidade Sagrado Coração – Bauru – SP.</p> <p data-bbox="545 1759 1276 1827">1. Lavoisier. 2. Priestley. 3. Oxigênio. 4. História. 5. Ciência. I. Rodrigues, Dorival Roberto. II. Título.</p>
--------	--

RENATO TELES DA SILVA

**LAVOISIER, PRIESTLEY E A DESCOBERTA DO OXIGÊNIO:
OS DRAMAS HUMANOS CONDUZINDO A MÃO DA CIÊNCIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas da Universidade do Sagrado Coração como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Química, sob orientação do Prof. Ms. Dorival Roberto Rodrigues

Banca Examinadora:

Prof. Ms. Dorival Roberto Rodrigues
Universidade do Sagrado Coração

Prof. Ms. Roger Marcelo Martins Gomes
Universidade do Sagrado Coração

Prof^a. Ms. Setsuko Sato
Universidade do Sagrado Coração

Bauru, 27 de Junho de 2012.

Dedico este trabalho a todos que sempre acreditaram nos meus sonhos, especialmente à minha agora esposa Viviane por ter pacientemente aguardado o final de minha graduação para que pudéssemos formar um casal aos olhos de Deus.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter ouvido minhas orações, por ter me concedido coragem e suas graças e por não ter me deixado desistir diante das dificuldades.

Aos meus pais Osvaldo e Maria, por terem me dado amor e carinho e por sempre me compreenderem, além de todo o apoio psicológico e financeiro constante. Também sou grato às minhas irmãs Francine e Franciele, por também fazerem parte desta trajetória, com paciência e incentivos carinhosos.

Agradeço especialmente à Zilor Energia e Alimentos por ter me concedido a oportunidade de cursar o ensino superior através do programa de bolsas “Aprender Sempre”.

Ao meu orientador Ms. Dorival Roberto Rodrigues, por toda a paciência, dedicação e respeito ao me ajudar tanto na elaboração deste trabalho.

Aos meus amigos que conquistei durante toda a minha graduação, especialmente ao Éder Fernando Luciano, que sempre me apoiou e me ajudou até aqui.

E a minha esposa Viviane, que teve paciência, compreensão e sempre esteve presente ao meu lado.

"As descobertas já conseguidas se devem ao acaso e à experiência vulgar mais do que à ciência." (Francis Bacon)

RESUMO

Os registros historiográficos clássicos, em particular os relativos à História da Ciência, têm uma tendência de resumir as biografias dos cientistas apenas aos momentos bem sucedidos e às grandes descobertas, dando pouca ou quase nenhuma atenção ao caminho muitas vezes tortuoso trilhado pelo pesquisador na busca pelo sucesso. Este proceder pode levar a uma interpretação errônea de que o conhecimento científico nasce pronto, ou é obtido da noite para o dia por mentes privilegiadas e sobre-humanas. O presente trabalho tem como foco principal destacar os aspectos humanos – pessoais e relativos ao ambiente em que o cientista vive - como fortes fatores influenciadores do fazer científico. O intento aqui é de mostrar que os cientistas são passíveis de brigas, desonestidades, altruísmos, ousadias, ganâncias que muitas vezes dirigem o leme de suas pesquisas em direção a sucessos memoráveis ou a fracassos retumbantes. O embate entre Lavoisier e Priestley na precedência da descoberta do oxigênio se presta como pano de fundo da discussão proposta neste trabalho,

Palavras-chave: Lavoisier. Priestley. Oxigênio. História. Ciência.

ABSTRACT

Classics historiographical records, particularly those related to the History of Science have a tendency to summarize the biographies of scientists only to successful moments and great discoveries, paying little or no attention to the often tortuous path trodden by the researcher in to the quest for success. This attitude may lead to a wrong impression that the scientific knowledge is born ready, or is obtained in the blink of an eye of beautiful and supernatural minds. This paper focuses primarily in highlight the human aspects – personal or related to the environment in which the scientist lives - as strong factors that influence the scientific work. The intent here is to show that scientists are capable of fighting, dishonesty, altruisms, daring and greed which often drive the rudder of their researches towards resounding successes or memorable failures. The clash between Lavoisier and Priestley in the precedence of the discovery of oxygen provides the background of the discussion proposed in this paper.

Keywords: Lavoisier. Priestley. Oxygen. History. Science

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	09
2 LAVOISIER	14
3 JOSEPH PRIESTLEY	23
4 DIVERSOS TIPOS DE ARES	27
4.1 A DESCOBERTA DO OXIGÊNIO	33
5 CONCLUSÃO	37
REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

"O descobrimento é o primeiro passo na evolução de um homem ou de uma nação." (Oscar Wilde)

Podemos dizer que a busca pela evolução – no sentido de se atingir um estado de maior conforto, saúde, justiça social, enfim, de pleno desenvolvimento de suas capacidades - é a maior saga da humanidade, pois desde o momento perdido na história em que o ser humano se conscientizou de sua existência e de seu talento de criação, há relatos dos seus feitos e de suas conquistas. A ciência é um dos principais motores desta busca incessante pelo aprimoramento da humanidade, e esta força motriz envolve pessoas, empresas, laboratórios e governantes em todos os extratos da sociedade. Neste cenário, surgiram grandes nomes, célebres pessoas como Lavoisier, Newton, Darwin, Freud e tantos outros que, movidos por paixões pessoais, pressões empresariais, comprometimento político e pela busca da fama e sucesso mudaram o mundo com suas descobertas científicas. Essas pessoas são conhecidas pelos seus feitos, pelas suas descobertas, por suas pesquisas em diversas áreas, mas o que poucas vezes é relatado é o que está nos bastidores da vida de cada cientista, ou seja, a vida pessoal de cada um, suas falhas e defeitos, os aspectos humanos de sua trajetória, as dificuldades que tiveram em suas pesquisas ou até mesmo o momento histórico em que cada um viveu e que catalisou o trabalho no caminho de novas descobertas.

De acordo com Farias (2005) na história da ciência em particular, a tendência de resumir as biografias apenas aos momentos bem sucedidos, pode levar a uma interpretação errônea de que o conhecimento científico já nasce pronto e acabado, fruto da clarividência de uns poucos iluminados. Contudo tal coisa não é verdade e, normalmente, o conhecimento termina sendo obtido após muitas idas e vindas, avanços e retrocessos, numerosos erros e equívocos. Neste processo, todos terminam por ter direito ao seu quinhão de ilusões e fracassos, mesmo aqueles posteriormente lembrados unicamente por seu triunfo.

Raramente os cientistas são vistos como pessoas comuns na sociedade, ou seja, que são passíveis de desonestidades, brigas, romances, de ganância por fama e dinheiro, e até mesmo, custa se aceitar a ideia de que o cientista tenha um coração que é embalado por todo tipo de paixão humana.

Segundo Farias (2005), a história da química, padece dos mesmos problemas observados nos registros históricos clássicos. Assim, tende-se sempre a mitificar determinadas figuras, apontando-lhes apenas os êxitos e momentos de brilho e destaque, talvez até pela necessidade de resumir-lhes a obra e existência muitas vezes em poucas páginas, de qualquer forma “varrendo para debaixo do tapete” seus insucessos, bem como todo o conjunto de eventos, não raras vezes casuais, que as conduziram a glória. Contudo o relato de erros e equívocos dos grandes cientistas, além dos dramas sofridos em suas vidas pessoais, longe de diminuí-los, os engrandece, conferindo ao feito científico sua dimensão humana.

Observando a história da ciência notamos que a química não é como a concebemos hoje. Antes do advento da química moderna, existiu a alquimia, atividade que começou a se desenvolver por volta do século III a.C. em Alexandria, o centro de convergência da época e de recriação das tradições gregas, pitagóricas, platônicas, estoica, egípcias e orientais. A alquimia deve sua existência à mistura de três correntes: a filosofia grega, o misticismo oriental e a tecnologia egípcia. Obteve grande êxito na metalurgia, na produção de papiros e na aparelhagem de laboratório. De acordo com Lima e Silva (2001) era vista de duas formas: para uns, era uma filosofia hermética, uma doutrina espiritual, arte sagrada ou ciência oculta, e para outros, era vista como um método, uma técnica que se fundia em um conjunto coerente de ideias relativas à constituição da matéria e à formação de substâncias. E, também, os “cientistas” do tempo da alquimia não eram como os conhecemos hoje; existiam muitos que buscavam melhorar a sociedade em que viviam, através de pesquisas sobre como poderiam curar doenças, desenvolver métodos para observar os astros (visto que na época se acreditava que os elementos químicos conhecidos eram regidos pelos planetas), desenvolver novas armas e técnicas de guerra. Mas também existiam alquimistas que acreditavam em conseguir extrair da terra o embrião que geraria o ouro que os tornaria ricos e poderosos. E assim a alquimia veio se arrastando até meados do século XVIII, quando se registraram na Inglaterra os primeiros indícios da Revolução Industrial.

A partir dos primeiros sinais da Revolução Industrial, houve uma expansão muito grande, não somente na área da química, mas em vários outros setores do conhecimento humano. Uma verdadeira corrida para explicar os fenômenos da natureza e pela busca de novos produtos que pudessem ajudar e melhorar a vida do ser humano se deu nesta época. Mas, no início dessa expansão, houve muitas

controvérsias na química, visto que estavam caindo por terra as ideias dos quatro elementos proposto por Empédocles e defendidos por Aristóteles (terra, fogo, ar e água) ou os três princípios de Paracelso (os componentes fundamentais de todos os objetos da natureza eram formados por enxofre, mercúrio e sal, combinados em diferentes proporções). (PORTO, 1997).

Com o florescer das ideias do Iluminismo¹ surgiu um novo perfil de cientista; mais aberto para o mundo, capaz de aceitar opiniões e compartilhar ideias e experiências, de publicar seus feitos e suas descobertas em livros e periódicos. A ideia de um cientista bruxo, ou feiticeiro, começou a cair por terra, e a sociedade estava exigindo pessoas preocupadas com o bem estar comum

Com o decorrer da Revolução Industrial, houve a Revolução Química, que foi uma transição da química antiga, cujos cientistas ainda tinham algumas raízes fundadas na alquimia através da teoria do flogístico e o surgimento da química moderna através de Lavoisier e o grupo de cientistas contemporâneos a ele. Novas e revolucionárias ideias trouxeram outra roupagem para a química, instigando grandes discussões e obrigando a revisão de muitas teorias. (CUNHA FILHO, 1984).

Muitos cientistas contaram com o apoio de seus cônjuges em seus trabalhos, como é o caso de Claudine (Poulet) Picardet que, após a morte de seu esposo (general Picardet) em 1796, casou-se em 1798 com o químico Louis Bernard Guyton de Morveau. Guyton propôs um sistema de nomenclatura baseado na composição química das substâncias, cujos exemplos são os sufixos *ito* e *ato*, inovações do seu sistema de nomenclatura. Antes da morte do general, Claudine já atuava como assistente de Guyton, realizando atividades no laboratório, e fazendo diversas traduções (italiano, alemão, sueco e inglês) de uma série de textos de grande importância para que Guyton e seus contemporâneos estivessem em sintonia com o que de melhor e inovador se fazia na química europeia. (FARIAS, 2005).

Outro caso é a participação da esposa de Lavoisier, que logo após se casar, com apenas 14 anos de idade, se interessou pelos trabalhos científicos de seu esposo, tornando-se hábil a ponto de participar dos trabalhos de laboratório. Com o profundo conhecimento em línguas, sobretudo inglês e latim, Madame Lavoisier

¹ No século XVIII, uma forma corrente de pensamento começou a tomar conta da Europa defendendo novas formas de conceber o mundo, a sociedade e as instituições. O chamado movimento iluminista aparece nesse período como um desdobramento de concepções desenvolvidas desde o período renascentista, quando os princípios de individualidade e razão ganharam espaço nos iniciais da Idade Moderna. Tal maneira de relacionar-se com o mundo contribuiu para o desenvolvimento dos saberes no campo da Física, da Matemática, da Biologia e da Química. (SOUZA, c2012)

traduziu inúmeros trabalhos que foram de fundamental importância para os estudos subsequentes de Lavoisier (que não era muito bom em línguas). (FARIAS, 2005).

Nestes dois exemplos citados, as mulheres se mostraram como coadjuvantes na história, apoiando seus maridos e os auxiliando em tarefas nas quais eles tinham um ponto fraco. Mas outro momento da história que foi um divisor de águas foi a participação de Marie Curie e sua filha mais velha Irène Joliot-Curie, que atuaram na história da química como verdadeiras protagonistas e quebraram inúmeras barreiras. Marie Curie foi a primeira mulher a ganhar o tão desejado Prêmio Nobel de Química em 1911 pela descoberta dos elementos Rádio e Polônio. Além de fazerem a diferença no meio científico, mãe e filha atuaram fortemente na vida política entre 1936 e 1939. De acordo com Farias (2005), Irène colaborou contra os movimentos antifascistas e trabalhou com associações pacifistas organizada por mulheres. Depois da rendição francesa para a Alemanha em 1940, permaneceu em Paris ao lado de seu marido, Frédéric Joliot, que havia ingressado em um movimento de resistência, e em 1944, foi enviada juntamente com os seus filhos para Suíça, uma vez que a organização de resistência temia represálias, caso Frédéric fosse preso.

Ainda com o intuito de citar a dimensão humana de personalidades da química, devemos mencionar a história do químico Fritz Haber (1868-1934). Segundo Farias (2005) as consequências de suas atividades e implicações de natureza ética de suas descobertas fazem dele um personagem dos mais controversos. Haber foi um homem de notável inteligência, de sentimentos fortemente nacionalistas. Em certo sentido, pelo falso moralismo da comunidade científica de seu tempo, sua conduta teria sido, de alguma forma, considerada menos digna que a dos presidentes e primeiros-ministros dos países envolvidos na primeira guerra mundial. O químico se dedicou à produção de armas de guerra e sua trajetória suscita a questão ressaltada por Farias (2005): seria ele menos ético, por exemplo, que aquele que trabalha para uma multinacional produtora de caros medicamentos, disponibilizados muitas vezes para poucos afortunados? Observando de outro ponto, poderíamos talvez supor que, caso a Alemanha tivesse vencido a primeira grande guerra, Haber fosse lembrado como um grande patriota e grande químico que, com o uso de seus conhecimentos, conseguiu encontrar armas que reduziram o número de mortes, minimizando as consequências de um conflito sem precedentes. Farias (2005) ainda argumenta que os aliados também utilizaram armas químicas. Quem foram os químicos que as produziram.

Este trabalho tem por objetivo discutir o poder de influência das características idiossincráticas e do ambiente em que um cientista está inserido nas suas escolhas de pesquisas, nos seus êxitos e fracassos, enfim, no modo com que ele trilha o seu caminho acadêmico. Para atingir o objetivo a que nos propomos discutiremos a influência dos fatores pessoais e do meio sócio-político-econômico no processo científico. Para tanto, nos embasaremos o momento histórico em que se deu a descoberta do oxigênio e nos meandros percorridos por Lavoisier e Priestley nesta busca científica.

2 LAVOISIER

"A descoberta consiste em ver o que todo mundo viu e pensar o que ninguém pensou." (Jonathan Swift)

Antoine Laurent Lavoisier nasceu em Paris, no dia 26 de agosto de 1743, durante o reinado de Luis XV, penúltimo Bourbon a governar o país durante o período Absolutista². Sua família era considerada de classe média alta, Seu pai era Jean Antoine, advogado, que exercia o cargo de procurador no Parlamento de Paris; sua mãe Emilie Punctis, faleceu quando Lavoisier tinha cinco anos. Lavoisier teve uma irmã, dois anos mais jovem que ele que morreu com apenas 15 anos. Com o falecimento de sua mãe, Lavoisier e seu pai foram morar com a avó, Sra. Punctis e a tia materna Constance, que proporcionaram ao menino Antoine uma infância e adolescência de bons tratos e cuidados. (TOSI, 1989).

A família de Lavoisier pertencia à nobreza francesa, por esse motivo lhe rendeu uma ótima educação. Estudou nas melhores escolas da época, dentre elas o *College Mazarin*. Depois de finalizar os estudos nessa instituição, entrou na universidade e licenciou-se em direito no ano de 1764, mas nunca veio a exercer a atividade de advogado. (TOSI, 1989).

O edifício onde funcionava o *College Mazarin* é ocupado hoje pelo *Institut de France* na margem do Rio Sena, de frente para o Palácio do Louvre e sua bela arquitetura é mostrada na figura abaixo.



Figura 1 - *College Mazarin* atual *Institut de France*
Fonte: INSTITUT..., ([19-?])

² O Absolutismo vigorou na França entre os séculos XVI e XVIII, período conhecido como Antigo Regime – ou *Ancien Regime*, para os franceses. Trata-se de uma longa fase da história monárquica francesa, dominada em sua maior parte pela dinastia Bourbon. O ápice do Absolutismo francês ocorreu sob o reinado de Luis XIV. Seu extenso governo foi o modelo do Antigo Regime francês, tendo influenciado outras monarquias europeias, suas contemporâneas. (ANGELO, c1996-2012)

Além de estudar direito, durante a universidade, Lavoisier interessou-se pelo mundo das ciências, o que o motivou a seguir diversos cursos de professores com grande expressão na época, como o botânico Bernard de Jussieu (1699-1777), o matemático Nicholas Louis de Lacaille (1713-1762), o professor de química Guillaume François Rouelle (1703-1770) e o geólogo Jean Etienne Guettard (1715-1786). Outro ícone que contribuiu para a formação científica de Lavoisier foi Etienne Bonnot de Marly de Condillac (1715-1780), que lhe ensinou os princípios de lógica que Lavoisier adotou na construção de seus tratados que seriam lançados anos depois. (TOSI, 1989).

Nos primeiros anos de sua carreira, Lavoisier fez várias expedições geológicas no território francês, sempre acompanhando o geólogo Guettard, sendo a mais famosa delas a de 1767, que durou de junho a novembro do mesmo ano. Durante as viagens Lavoisier fazia várias anotações sobre as condições meteorológicas, praticava coleta de rochas, minerais e também se interessava pelas características agrícolas e industriais das regiões que visitava. (STRATHERN, 2002).

Aos 23 anos, Lavoisier começou a demonstrar seu talento, tendo sido gratificado pelo rei após um concurso da *Academie des Sciences* sobre meios para iluminação artificial em Paris. Na ocasião não ficou em primeiro lugar, mas seu trabalho foi muito admirado e ganhador de uma condecoração de ouro. Para realização dos ensaios, Lavoisier revestiu um quarto inteiro de papel preto, para que na ausência de luz, lhe fosse possível fazer diversas observações sobre diferentes tipos de lâmpadas. (STRATHERN, 2002).

Já em 1768, os membros da *Academie des Sciences* (antiga *Academie Royale des Sciences*), elegeram o nome de Lavoisier como primeiro na lista (graças à influência de Guettard), para uma vaga que surgiu após a morte de um integrante da academia. O rei, entretanto, escolheu para ocupar a vaga, o mineralista Gabriel Jars, mas graças aos prestígios alcançados por Lavoisier, a academia criou um posto de acadêmico adjunto, até que uma vaga surgisse, fato que se regularizou no ano seguinte com a morte do próprio Jars. (BELL, 2007).

Alguns dias após a sua nomeação na academia, Lavoisier optou por ingressar no mundo dos negócios. Utilizou parte de sua herança para comprar uma sociedade na “*Ferme Générale*”, uma empresa privada cuja atividade financeira era a exclusividade de cobrar os impostos de cunho nacionais com base em comissões. Os métodos de cobrança utilizados pelos coletores de impostos do “*Ferme*” eram

corruptos e motivados por lucros, e por esse motivo, faziam da instituição uma das mais cruéis e desprezadas da época. Mas Lavoisier não assumiu o posto de coletor de impostos, e sim apenas um cargo administrativo na empresa. Uma das desculpas de Lavoisier por participar do “*Ferme*”, era que desejava que seu investimento gerasse renda suficiente para permitir as suas pesquisas científicas. (STRATHERN, 2002).

A entrada de Lavoisier na sociedade do “*Ferme*” ocasionou um estranhamento entre seus companheiros da *Academie des Sciences*. De acordo com Tosi (1988) o geômetra Fontaine (um dos integrantes da *Academie des Sciences*) disse para academia a fim de acalmar os ânimos e atenuar o estranhamento que surgiu, que se Lavoisier fosse o mais rico, “melhor seriam a recepção e os jantares oferecidos em sua residência”. A entrada de Lavoisier no mundo dos negócios evidenciaria algumas ambições pessoais, mesmo que fossem em segundo plano, já que tinha as pesquisas científicas sempre em primeiro lugar. O trabalho de Lavoisier no “*Ferme*” era enorme, visto que necessitava ausentar-se durante alguns meses de Paris para efetivação dos negócios. (STRATHERN, 2002).

A entrada de Lavoisier no “*Ferme*”, não lhe trouxe apenas dinheiro, também lhe rendeu um casamento, realizado no dia 16 de dezembro de 1771, com Marie-Anne Pierrete Paulze, filha do financista Jacques-Alexis Paulze, homem rico e influente da época que também era integrante da instituição. Na ocasião do casamento, Marie tinha acabado de completar 14 anos e Lavoisier tinha 29 anos. (TOSI, 1989).

De acordo com a literatura, Lavoisier e Marie tiveram um casamento bastante feliz, pois Marie, apesar da pouca idade, terminou os estudos depois de casar-se e não teve filhos, dedicando-se inteiramente ao trabalho do marido. Madame Lavoisier, mostrou-se uma excelente colaboradora para as pesquisas científicas e realizou a tradução de diversos periódicos da época, principalmente de químicos britânicos. Também teve papel importante como desenhista, pois foi autora das ilustrações do livro mais famoso de Lavoisier: *Traité Elementaire de Chemie*. (TOSI, 1989)

Madame Lavoisier era vista como uma das mulheres da época mais influentes na França, pelo fato de se dedicar ao saber, a uma relação estável e, ao mesmo tempo, conservar o amor ao seu esposo apesar de seus trabalhos e viagens. De acordo com Strathern (2002), se não fosse o apoio de Marie, Lavoisier não teria tido

tempo nem energia para levar adiante sua bem-sucedida carreira administrativa, que lhe permitiu acumular a fortuna que financiou seus projetos científicos e humanitários.

Com sua carreira em plena expansão, Lavoisier logo se tornou sócio majoritário do “*Ferme*”, e na Academia de Ciência, foi indicado para diversos comitês, inclusive para o aperfeiçoamento de armas e munições da França. Foi com este propósito que Lavoisier foi indicado para diretor da Administração da Pólvora, cargo que incluía residir em uma excelente casa em Paris. Sua função no cargo era de melhorar a qualidade da pólvora, além de reduzir custos e aumentar a produtividade. Mas também foi nesse local em que Lavoisier elaborou e construiu um laboratório totalmente equipado com o que tinha de mais moderno na época e financiado com recursos próprios. (STRATHERN, 2002).

Depois de ter seu laboratório pronto, Lavoisier abriu as portas de sua casa para toda pessoa que se interessasse por ciência e tivesse algo para compartilhar ou aprender com suas experiências. Por esse motivo sua casa era frequentada por grandes nomes da ciência como Priestley, Watt e Blagden da Inglaterra, Ingenhousz da Holanda, Franklin dos Estados Unidos e Felice Fontana da Itália, e outros célebres da época. O novo laboratório de Lavoisier, cujos equipamentos estão impecavelmente conservados e ainda funcionais no *Musée des Arts et Métiers* de Paris, ilustrado na Figura 2 a seguir, foi o palco em que o cientista melhorou a qualidade e aumentou a produção da pólvora, conquistas que possibilitaram à França obter diversas vitórias em conflitos por toda Europa. (ARGENTIÈRE, 1945)



Figura 2 - Equipamentos do laboratório de Lavoisier no Museu de Artes e Ofícios em Paris
Fonte: A REVOLUÇÃO...,(2011)

De acordo com Strathern (2002) foi em seu novo laboratório que Lavoisier e sua mulher posaram para o célebre retrato feito por Jacques-Louis David³ (1748-1825) (Figura 3), o mais importante pintor da época. Apesar de seu formalismo como retrato de sociedade do “grande cientista e sua mulher”, a pintura transmite a sintonia e a cumplicidade entre os membros do casal. Lavoisier está sentado, escrevendo à sua mesa forrada de veludo vermelho, sobre a qual se encontram várias peças de vidro de aparelhagem química. Marie-Anne está inclinada sobre ele, a mão levemente pousada sobre o ombro do marido, que, com o rosto semivirado, contempla o dela. Ele usa uma peruca elegante e enverga um peitilho de rendas na moda com punhos, calções elegantemente cortados e meias combinando; enquanto ela traja um exuberante vestido de noite longo de tafetá azul adornado com fitas. As

³ (30/08/1748 – 29/12/1825) foi um pintor francês de grande influência no estilo neoclássico, considerado o pintor de destaque da época. Na década de 1780 sua marca cerebral da pintura de história marcou uma mudança no gosto longe da frivolidade rococó em direção a uma austeridade clássica e gravidade, em sintonia com o clima moral dos anos finais do Antigo Regime. David mais tarde tornou-se um apoiante ativo da Revolução Francesa e amigo de Maximilien Robespierre, e foi efetivamente um ditador das artes durante a República Francesa. Preso após a queda de Robespierre do poder, ele se alinhou ainda outro regime político após a sua libertação, o de Napoleão I. Foi nessa época que ele desenvolveu seu “estilo império”, notável por seu uso de cores quentes venezianas. David teve um grande número de alunos, tornando-se a mais forte influência na arte francesa do século XIX. (JACQUES..., c2002-2012)

peças da aparelhagem reluzentemente precisas mostram o pleno controle do cientista sobre seu trabalho. Tem-se a impressão que até o grande e frágil balão pousado de lado junto ao sapato afivelado dele não corre risco algum de ser quebrado. Este é um retrato do cientista como um homem de razão, conduzindo seus experimentos precisamente medidos num laboratório limpo, bem iluminado, assistido por sua esposa respeitavelmente trajada. Não pode ter sido sempre assim; deve ter havido dias de frustração e de vapores acres, com mãos na cabeça e tubos rachados a desarrumar as bancadas, mas a mensagem do quadro é clara: estão encerrados para sempre os dias do alquimista solitário escondido entre os vapores sufocantes de seu cubículo. Agora a química é uma ciência civilizada.



Figura 3 – Quadro de Sr. Lavoisier e sua esposa, por Jacques-Louis David
Fonte: JACQUES...(c2002-2012)

De acordo com os relatos escritos por Madame Lavoisier e relatados no livro de Strathern (2002), Lavoisier era um homem que seguia uma rotina rigorosa: acordava por volta das seis horas da manhã e trabalhava até por volta das oito horas da noite. Durante o dia se dividia entre os negócios na “*Ferme Générale*”, na Administração da Pólvora e nos comitês da *Academie des Sciences*. Às sete horas da noite se dedicava a mais três horas de estudo científico, e reservava os domingos para suas experiências. Oferecia ocasionalmente jantares em sua residência no Arsenal para ilustres pessoas do meio científico e intelectuais da época como numa certa ocasião em que, reuniu Thomas Jefferson e Benjamin Franklin. Depois do jantar os convidados eram levados ao laboratório para uma demonstração dos últimos achados de Lavoisier. (BELL, 2007).

A carreira científica de Lavoisier no campo da química e física foi muito rica. Seus trabalhos deram início ao que hoje chamamos de Química Moderna e, sob olhares do século XXI, algumas de suas pesquisas e seus resultados podem parecer exóticos como a comprovação de que a água não se transformava em terra, estudo que o fez destilar ininterruptamente durante 101 dias uma amostra de água em temperatura constante, e no final obter um sólido no fundo do balão, que ficou comprovado ser vidro proveniente do material utilizado na destilação. Por este e outros experimentos colocou em debate a teoria do flogístico (corpos combustíveis possuíam uma matéria chamada flogístico, liberada ao ar durante os processos de combustão (material orgânico) ou de calcinação⁴ (metais)). Suas ideias sobre a conservação de massa em um sistema isolado se tornaram uma das leis fundamentais da Química. (BELL, 2007).

Dentre tantas descobertas, pesquisas e trabalhos realizados por Lavoisier, pode-se destacar uma que foi, na opinião de muitos autores, a mais polêmica, envolvendo dois ícones da ciência: o próprio Lavoisier e Priestley: a descoberta do oxigênio. Lavoisier afirmava ter descoberto um novo elemento constituinte do ar, e Priestley afirmava ser o descobridor deste mesmo elemento, porém com outro nome “ar desflogisticado” (visto que era defensor da teoria do flogístico). Este assunto será abordado neste trabalho. (BELL, 2007).

⁴ Processo de aquecimento de corpos sólidos para provocar sua decomposição, mas sem oxidação pelo ar atmosférico. O calcário (carbonato de cálcio) ao ser calcinado transforma-se em cal viva (óxido de cálcio) e gás carbônico. (GRUPO..., [c20-?])

O ano de 1789 é tido pelos historiadores como o início da Revolução Francesa. O povo tomou de assalto a Bastilha e diversos eventos levaram à morte do rei Luis XVI por decapitação. Lavoisier encontrou-se em uma situação delicada, pois era membro de duas instituições ligadas ao antigo governo: *Academie des Sciences* e a *Ferme Générale*. Lavoisier continuou como diretor da Administração de Pólvora no Arsenal, mesmo com o novo regime, sempre se dedicando e fazendo o melhor que podia num ambiente hostil, visto que a euforia da época era grande, e o derramamento de sangue na revolução aumentava. Por pertencer a *Academie des Sciences*, Lavoisier acabou por conquistar desafetos. (STRATHERN, 2002).

Vários anos antes, um jornalista havia apresentado um artigo sobre a natureza do fogo à academia, com esperança de fazer parte de seu quadro de membros. No artigo o jornalista relatava um experimento com uma vela acesa em um espaço fechado, e a extinção da chama ocorreria, segundo ele, pelo fogo ter aquecido o ar em sua volta, fazendo aumentar a pressão dentro do recipiente. Mas Lavoisier informou o jornalista que ele estava equivocado, e que seu artigo não tinha mérito científico. O jornalista sentiu-se insultado por essa rejeição desatenciosa, e por esse motivo Lavoisier teria feito um inimigo que jamais o esqueceria. (STRATHERN, 2002).

Em 1791, o jornalista em questão Jean-Paul Marat, se tornou um dos líderes jacobinos, defensores extremistas do que mais tarde se tornaria o Governo do Terror⁵. De acordo com Strathern (2002), Marat atacou Lavoisier publicamente no jornal jacobino *L' Ami du Peuple*. Qualificou-o de “charlatão... químico aprendiz” que “se proclama o pai legítimo de toda descoberta. Como não tem nenhuma ideia própria, baseia-se inteiramente nas de outrem”. É possível que essa visão áspera e resignada de Marat sobre a contribuição de Lavoisier para a ciência contivesse um grão de verdade, mas logo ficou claro que Marat pretendia mais do que fornecer um corretivo para a posteridade. Estava muito mais interessado no destino atual desse “banqueiro explorador ... coletor de impostos chefe ... esse lordezinho que tinha uma

⁵ Período mais polêmico da Revolução Francesa, (setembro 1793 a julho de 1794). Organização sistemática e a institucionalização de um conjunto de instituições repressivas – lei dos suspeitos, Tribunal Revolucionário entre outras – sob a ditadura do Comitê de Salvação Pública – órgão executivo que controlava as decisões governamentais – e do Comitê de Segurança Geral – órgão que controlava a polícia. Seus dois principais líderes: Saint-Just e Robespierre. O Terror teve fim em 28 de julho de 1794 quando Robespierre foi guilhotinado junto com Saint-Just e outros correligionários. (SANTANA et al. c2009)

renda anual de 40.000 libras”. Marat concluiu dizendo: “Quisera que ele tivesse sido pendurado num poste de luz durante a noite”.

Após dois anos do ocorrido Marat e os jacobinos chegaram ao poder e o Terror imperou na França. Logo Marat seria assassinado pela simpatizante girondina Charlotte Corday. Jacques-Louis David retratou a morte de Marat numa pintura que esta representada na figura 4, a seguir.



Figura 4 - A morte de Marat, por Jacques-Louis David
Fonte: JACQUES...(c2002-2012)

Em 1793, seria preso Lavoisier. Apesar das tentativas sem sucesso de Madame Lavoisier em favor do marido, ele foi julgado, condenado à morte e guilhotinado no dia 08 de maio de 1794. (STRATHERN, 2002).

3 Joseph Priestley

"A primeira coisa que um bom cientista faz quando está diante de uma descoberta importante é tentar provar que ela esta errada." (Albert Camus)

Joseph Priestley nasceu em 1733, em uma cidade pequena chamada Birstall Fieldhead, próxima à cidade de Leeds na Inglaterra. Era filho primogênito de um alfaiate; sua mãe morreu quando ele ainda era criança, e foi adotado por sua tia paterna aos nove anos, pouco tempo antes do segundo casamento do seu pai. Priestley tinha um problema que lhe fez sofrer por toda a sua vida: a gagueira. (MARTINS, 2009).

Quando jovem não teve instrução formal, estudou com um ministro dissidente da igreja inglesa local, e tinha um talento para idiomas, o que lhe permitiu aprender francês, alemão, italiano, latim e hebraico. Em 1758 abriu uma escola, onde além de ensinar inglês, realizava algumas experiências científicas. (MARTINS, 2009).

Casou-se com Mary Wilkinson, filha de um importante personagem na Revolução Industrial Inglesa, e teve três filhos. (MARTINS, 2009).

Priestley até então tinha tido uma intensa vida literária, pouco voltada à ciência, e publicou diversos tratados de gramática inglesa, história e algumas conclusões de pesquisas no campo da química. Mas apesar de ser muito inteligente e ter ótimo desempenho no campo acadêmico, se importava muito com o sofrimento da humanidade, assim como muitos cientistas antes dele, e considerava o trabalho religioso muito mais importante que o científico. Muitos experimentos de Priestley mudaram o curso da química, mas sempre sua compaixão foi inspirada pela religião (STRATHERN, 2002).

Priestley se tornou um ministro unitarista da igreja inglesa e, de início, praticava ciência apenas como hobby. Em 1756 suas simpatias pelos colonizadores americanos o puseram em contato com Benjamim Franklin, outro grande cientista com fortes convicções religiosas. (MARTINS, 2009).

Foi aos 34 anos que a vida científica de Priestley começou a emergir. Franklin o convenceu a levar sua ciência mais a sério e pesquisar sobre eletricidade, campo no qual obteve algum sucesso. Publicou "*The History and Present State of Electricity*" em 1767, em que cita teorias da época e descreve suas próprias experiências. Neste trabalho, Priestley incentiva as pessoas a se tornarem também

cientistas. No ano seguinte publica o livro “*A Familiar Introduction to the Study of Electricity*”, uma versão mais popular da obra anterior, pois queria tornar a história da eletricidade inteligível para o público que não dominava conhecimentos especializados. Por suas pesquisas no campo da eletricidade ingressou na *Royal Society of London*. (BELL, 2007).



Figura 5 – Retrato de Joseph Priestley pintado por Ellen Sharples – 1794
Fonte: PRIESTLEY..., (c2010)

As pesquisas mais profundas de Priestley na química começaram quando ele assumiu o comando de uma paróquia em Leeds, próximo a uma cervejaria. Foi ali que iniciou uma investigação sobre os gases, que eram provenientes dos tanques de fermentação da casa ao lado, que lhe proporcionou uma ampla visão do que ele chamava de “ar fixo” (dióxido de carbono). Recolheu uma amostra desse gás e observou que um camundongo colocado nesse gás morria, uma chama se apagava, e era mais pesado do que o ar atmosférico. Priestley melhorou as técnicas e conseguiu coletar uma amostra mais pura do “ar fixo” borbulhando o mesmo em água, obteve uma “água agradável”, pois era refrescante e efervescente. Ou seja Priestley criou o que chamamos hoje de água gasosa, que é amplamente utilizada no mundo inteiro na indústria de refrigerantes. (STRATHERN, 2002).

Foi aí que Priestley seguiu uma recomendação de Cavendish (outro cientista da mesma época e simpatizante de Priestley), e começou a coletar seus gases

provenientes de experiências científicas em mercúrio. Isso lhe permitiu descobrir diversos gases que se dissolviam em água, como óxido de nitrogênio, cloreto de hidrogênio e dióxido de enxofre. (STRATHERN, 2002).

Priestley também prosseguiu com as suas pesquisas no campo da eletricidade, descobriu que o carvão vegetal é condutor de eletricidade, anteviu a lei do quadrado inverso da atração elétrica e estabeleceu uma relação entre eletricidade e mudanças químicas. (MARTINS, 2009).

Mas foi utilizando o mercúrio para captação dos gases, que em 1774, descobriu que quando aquecido ao ar, o mercúrio formava cinzas com cor de tijolo. Priestley colocou uma amostra dessas cinzas em um balão e a submeteu a calor brando, utilizando os raios do sol através de uma lente de aumento. Foi aí que observou alguns glóbulos prateados de mercúrio que começavam a aparecer no meio da cinza vermelha, e simultaneamente um gás era gerado. Priestley o caracterizou de “um ar superior”, pois possuía algumas propriedades notáveis. (MARTINS, 2009).

Após essa descoberta foi a Paris, onde se encontrou com Lavoisier e demais cientistas, e relatou a eles suas pesquisas. Foi neste momento que Priestley ajudou Lavoisier a ter mais uma prova para derrubar o flogístico, que explicava até então a combustão⁶ pela existência de um fluido nas substâncias combustíveis. (BELL, 2007)

Além das pesquisas sobre química e eletricidade, Priestley desempenhou um papel importante na biologia, quando publicou também em 1777 o periódico “*Observations On Respiration and The Use of the Blood*”, uma pesquisa onde estabeleceu conexões entre o fluxo metabólico da respiração vegetal e as necessidades energéticas dos animais. Neste trabalho explicava com certa clareza de ideias que as plantas convergiam a energia da luz em energia química, liberando o “ar desflogisticado” e fixando o “ar fixo”. (MARTINS, 2009).

Em 1790 publicou mais um periódico que se chamava: “*Diferentes Espécies de Ar*”, e em 1792 publicou: “*História das Corrupções do Cristianismo*”. (MARTINS, 2009).

⁶ Reação química em que um dos reagentes geralmente é um oxigênio (comburente) e o outro é um combustível. É uma reação de oxi-redução que libera energia calorífica e luminosa no espectro visível. (GRUPO..., [c20-?])

Priestley era político e partidário, com ideais da Revolução Francesa, das causas separatistas dos colonos americanos e da separação da igreja e estado. Sempre defendeu os princípios da Revolução, da liberdade civil e religiosa. Esses fatores e opiniões lhe tornaram inimigo da Inglaterra e o fizeram levar uma vida atribulada; teve sua casa e seu laboratório queimados por uma multidão movida por motivos políticos após a morte de Luís XVI e declaração de guerra a França em 1793. Por esses motivos, foi obrigado a fugir, e embalou todos os seus equipamentos de laboratório que restaram e foi forçado a migrar para os Estados Unidos, onde foi recebido com honra por parte das sociedades científicas e religiosas. (BELL, 2007).

Estabeleceu-se em Northumberland, no estado da Pensilvânia, e reiniciou suas pesquisas com o apoio de Benjamin Franklin. Foi nos Estados Unidos que Priestley, simpatizante do movimento de independência deste país, viveu a última década de sua vida até 06 de fevereiro de 1804, quando veio a falecer. (MARTINS, 2009).

4 Diversos Tipos de Ares

"Grandes descobertas e progressos invariavelmente envolvem a cooperação de várias mentes."
(Alexander Graham Bell)

Lavoisier já tinha uma ideia do que poderia ser a obra de sua vida. Tratava-se, de nada menos, que a destruição da teoria do flogístico, então dominante. Só não imaginava que teria várias dificuldades com a sociedade científica da época. A razão das dúvidas de Lavoisier, a respeito desta teoria, se encontrava no fato de que os metais e outras substâncias, quando se oxidam, aumentavam o peso ao invés de perdê-lo. Para os partidários do flogístico, este fenômeno estava perfeitamente justificado. O flogístico – acreditavam – teria um peso negativo e, portanto, uma substância da qual ele se desprende, aumentava de peso. Para Lavoisier isto era uma suposição inaceitável. (LEONARD, 1956).

De modo mais sofisticado, a teoria do flogístico oferecia uma explicação análoga para a calcinação dos metais. Seus adeptos presumiam que os metais fossem substâncias compostas e que, com a calcinação, se decomposessem em suas partes integrantes, o óxido pesado e o flogístico. (MASON, 1964).

Lavoisier percebeu logo que um problema tão fundamental não poderia ser resolvido facilmente. Teria que construir sua nova teoria desde os seus alicerces, repetindo as famosas experiências do passado, nas quais repousavam as teorias então dominantes. Graças a "*Ferme Générale*", que fornecia as condições financeiras ele pode enfrentar esta tremenda tarefa e, assim, se pôs a trabalhar. (LEONARD, 1956).

Diferente de Priestley, que jamais planificou um trabalho, diferente de Cavendish, que considerava a ciência como um esporte absorvente. Lavoisier, ao iniciar seus trabalhos, traçava um plano definido. Cada nova descoberta servia para preparar o terreno para as seguintes. Com a única exceção de Boyle, que agia segundo as mesmas normas, Lavoisier foi o primeiro químico que via o problema como um todo. Compreendeu que em sua obra não havia lugar para as teorias baseadas e iluminadas por fatos vacilantes, e não corria cegamente atrás de descobertas sensacionais, porém vagas. (LEONARD, 1956).

A estrutura acadêmica da comunidade intelectual europeia do século XVIII estimulava uma consciência crescente da responsabilidade individual e o

reconhecimento por descobertas novas. As descobertas do mundo alquímico, como possam ter ocorrido, nunca foram anunciadas tão sonora ou lucidamente. A codificação metafórica dos textos alquímicos constituía um meio de proteger o conhecimento. Os protoquímicos do século XVII e XVIII apresentaram abertamente seus resultados e interpretações. Mas também plagiaram o trabalho uns dos outros com entusiasmo desenfreado. (BELL, 2007).

Preocupado com suas descobertas, Lavoisier depositou aos cuidados do secretário da Academia de Ciências em 1º de Novembro de 1772, anotações lacradas (com intuito de manter protegidas as informações até a sua publicação), que tratavam de experimentos realizados em outubro daquele ano. Os resultados dos experimentos confirmavam que quando o fósforo queimava, aumentava de peso, e que a calcinação do enxofre produzia um aumento de peso similar. Tais aumentos de peso haviam sido observados antes, mas costumavam ser explicados distorcendo-se a teoria do flogístico de Stahl. Para Lavoisier, fazia pouco sentido que uma substância ganhasse peso perdendo flogístico (ou qualquer outra coisa). Lavoisier começou a formular, que o enxofre e o fósforo estivessem absorvendo algo, ao invés de liberá-lo durante a calcinação ou combustão. Este “algo” devia ser o ar ou algum componente do ar, visto que ninguém fora capaz de encontrar na natureza um exemplo de peso negativo, e os métodos cuidadosamente quantitativos haviam-lhe demonstrado que, quaisquer que fossem as transformações por que possa atravessar a matéria, ela permaneceria sempre com o mesmo peso que antes. (LEONARD, 1956).

À semelhança de qualquer cientista moderno no encaço de uma patente, uma cura ou a glória de um prêmio importante, Lavoisier sentiu a pressão da competição. A nota lacrada mostra seu medo de revelar sem querer sua ideia a um dos colegas franceses; e de fato químicos franceses – Guyton de Morveau e Pierre-Joseph Macquer, entre outros – estavam ocupados nesse campo promissor. Claro que, como o gás ainda não havia sido propriamente definido, nenhum dos competidores sabia que era o oxigênio aquilo que estavam tentando descobrir, mas todos entendiam que algo importante poderia ser aprendido da química pneumática – a química do ar. (BELL, 2007).

Uma visão retrospectiva mostra que a concorrência mais forte a Lavoisier vinha de fora da França, e ele devia saber disso em 1772. Ele tinha vários motivos

para estar ciente do progresso dos químicos pneumáticos britânicos, não apenas Hales e Black, mas também cada vez mais, de Joseph Priestley. (BELL, 2007)

Priestley era uma personalidade rebelde em quase todos os aspectos, e não compartilhava da mentalidade sistemática de Lavoisier, mas era um colecionador entusiasmado de fatos curiosos, e algumas de suas descobertas foram bastante originais para atrair a atenção de contemporâneos tão veneráveis como Benjamin Franklin, mesmo antes que os franceses percebessem. Em uma das suas peregrinações, Priestley foi vizinho de uma cervejaria na cidade de Leeds, onde observou que o processo de produção de cerveja emitia quantidades copiosas do ar fixo que acabaria sendo definido como dióxido de carbono. Ele não imaginou que havia descoberto esse gás – Joseph Black, em 1757, havia mostrado que a respiração produzia este ar fixo não respirável – mas dedicou certa energia a explorar suas propriedades. O trabalho de Priestley mostrou que aquele ar fixo não prestava para combustão ou respiração, mas que a respirabilidade e a capacidade de alimentar uma chama poderiam ser restauradas por plantas crescendo nele. (BELL, 2007)

A ciência moderna descobriu que o ar atmosférico se compõe de cerca de 80% de nitrogênio, cerca de 20% de oxigênio e menos de 1% de diversos outros gases, como argônio, metano, dióxido de carbono, criptônio, e amônia (Figura 6).

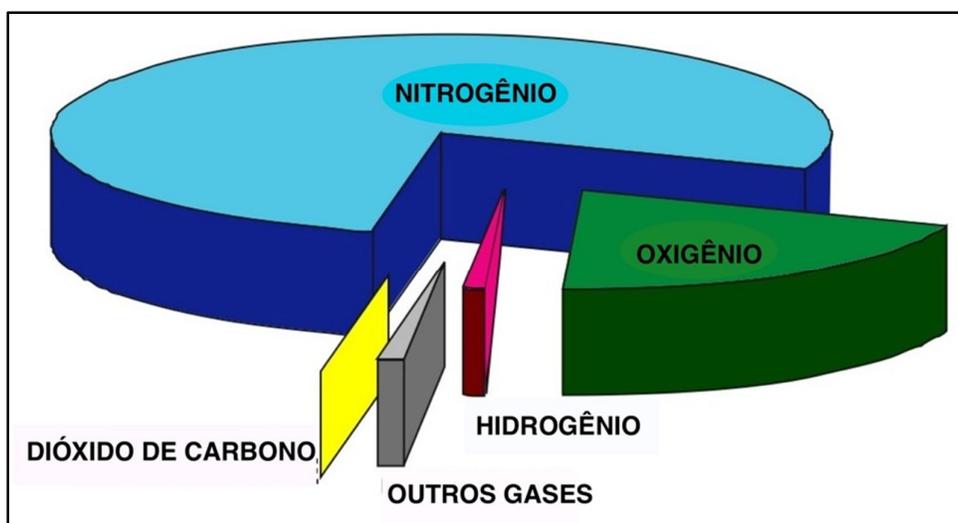


Figura 6 - Composição relativa do ar atmosférico
Fonte: SUBAQUATICOS..., ([20-?])

A teoria de Lavoisier e os experimentos que a respaldaram abriram a porta para essa análise. Antes do trabalho de Lavoisier, o conceito de ar atmosférico era às vezes mais simples, outras vezes mais complicado, mas nunca tão preciso. (BELL, 2007)

No sistema aristotélico, o ar era um dos quatro elementos e como tal, entendidos como irredutível. Paracelso descartou essa teoria dos quatro elementos a favor de sua *tria prima* de mercúrio, enxofre e sal. Van Helmont simplificou a proposição de Paracelso para uma “*teoria de um elemento*”, com a água como princípio fundamental e base de todas as transmutações materiais. Becher, que deu um rumo diferente de Van Helmont às ideias de Paracelso, substituiu a *tria prima* por ar, terra e fogo, mas considerou o ar não como um elemento, e sim como um agente ou instrumento das misturas químicas. Os protoquímicos do século XVII elaboraram essas noções a ponto de, no início do século XVIII, a doutrina geralmente aceita ser menos uma teoria dos elementos do que uma teoria instrumental em que a água, ar e o fogo eram entendidos como agentes, e não componentes da mudança física. Georg Stahl, cujas teorias químicas predominavam na época em que Lavoisier entrou em cena, concebeu o ar atmosférico como quimicamente inerte e incapaz de entrar em combinações químicas. (BELL, 2007)

Ainda sobre os estudos sobre os ares, Lavoisier fez diversas experiências no decorrer do ano de 1773 com carbonatos de cálcio e de metais alcalinos, e com os óxidos metálicos. Estudou os fenômenos de efervescência dos carbonatos sob a ação dos ácidos, as precipitações dos sais metálicos pelos carbonatos e hidróxidos alcalinos, a redução dos óxidos metálicos pelo carvão, a formação dos óxidos por aquecimento dos respectivos metais sob uma campânula de mercúrio, e a combustão do enxofre e fósforo. Como consequência pressentiu o papel do carbono na redução dos óxidos e o de uma parte do ar atmosférico na oxidação do metal. Todos esses resultados foram comunicados a academia em abril e julho e publicados no mês de dezembro de 1773 sob o título: “*Opuscules Physiques et Chimiques*”. O volume começava com um resumo dos conhecimentos anteriores sobre os ares. Em sua publicação havia muita confusão sobre os dados e os conhecimentos eram incertos. O hidrogênio, identificado por Cavendish, produzido pela ação do zinco, do ferro ou estanho sobre ácido sulfúrico, conhecido como ar inflamável, era confundido muitas vezes com os gases que se desprendem de pântanos e de certas fermentações. Priestley, em uma memória lida na *Royal*

Society em março de 1772, tinha dado algumas informações sobre o ar inflamável e o ar fixo e havia anunciado a descoberta do óxido nítrico, o qual chamou *ar nítrico*. (TOSI, 1989)

Nos *Opuscules*, Lavoisier já questiona as interpretações sobre os diversos tipos de ares, e concordava que havia necessidade de realizar novas experiências para chegar a uma conclusão definitiva. Afirmava que todas as vezes que uma cal metálica passa do estado de cal ao de metal, havia desprendimento de um “fluido elástico”, do mesmo modo, que toda vez que um metal passava do estado de metal ao de cal, havia absorção desse mesmo fluido, e a própria calcinação avançava proporcionalmente a quantidade dessa absorção. E ainda na mesma publicação acrescentou uma suposição de que todo ar que respiramos não é capaz de formar óxidos metálicos, mas encontra-se na atmosfera um fluido elástico particular que se encontra misturado com ar, que no momento em que se esgota esse ar na campânula (onde se faz a reação) a calcinação não pode mais ocorrer. E para finalizar Lavoisier demonstra experimentalmente nessa obra que o fluido elástico obtido pela reação do mercúrio com carvão é idêntico ao ar fixo obtido por Black, pela reação dos ácidos sobre pedras calcárias. (TOSI, 1989).



Figura 7 – Lentes Utilizadas por Lavoisier para experimentos de redução e calcinação no ano 1775
Fonte: WORLD..., (c2003-2012)

Ainda no ano de 1772, Lavoisier juntamente com Macquer (1718-1784) e Cadet (1731-1799) fez experiências sobre a destruição do diamante, muito delas com vidro ardente (lente que concentrava a luz do sol) (Figura 7). Este dispositivo também foi utilizado nos estudos da calcinação dos metais e redução dos óxidos. Em julho de 1773, fez a redução do óxido de mercúrio precipitado de uma solução nítrica, mas não tirou conclusões precisas. Em 1774, Lavoisier tinha a certeza de que a oxidação dos metais por via seca ou úmida, assim como a combustão do fósforo, eram acompanhadas pela fixação de uma parte do ar, e que existia uma relação constante entre o aumento de peso do metal ou do fósforo e a diminuição do volume do ar. Como consequência das numerosas experiências realizadas sobre a redução dos óxidos metálicos pelo carvão e pela combustão do diamante, chegou a crer que essa parte do ar fixado pelos metais era o ar fixo de Black. Contudo certos fatos contradiziam essa suposição; a adição de gás carbônico ao gás residual, obtido depois da calcinação não restituía as suas propriedades comburentes. (TOSI, 1989)

4.1 A Descoberta do Oxigênio

Na Inglaterra, em agosto de 1774, Joseph Priestley observou que o gás coletado de uma redução de mercúrio calcinado exibia uma característica oposta à do ar fixo de Black, dizendo que uma vela queimava nesse ar com uma chama de vigor extraordinário. Priestley repetiu seu experimento várias vezes e sempre obtendo o mesmo resultado, começou a questionar a qualidade de sua amostra de mercúrio. Ao ter a oportunidade de visitar Paris, em outubro de 1774, comprou uma onça de mercúrio calcinado de Cadet, Priestley confiava no grau de pureza pois o trabalho de Cadet era considerado acima de qualquer suspeita. (BELL, 2007)

Priestley era bem conhecido entre os cientistas da época, e em determinadas ocasiões viajou para a França tendo participado de jantares oferecido por Lavoisier. Seis anos depois, Priestley recordou de ter mencionado sua estranha descoberta aos demais presentes no jantar: uma espécie de ar em que a vela queimava bem melhor do que no ar comum, mas ainda não havia dado um nome para ele. Diante disso, todo o grupo, inclusive o Sr. e a Sra. Lavoisier, expressaram grande surpresa. (BELL, 2007).

Após retornar para a Inglaterra, Priestley foi trabalhar com o mercúrio calcinado comprado de Cadet. Experimentos realizados com animais produziram resultados incomuns: Priestley descobriu que um camundongo sobrevivia em seu novo gás, o dobro do tempo que no mesmo volume de ar atmosférico. Encorajado, Priestley inalou parte do gás através de um sifão: “Senti meu peito leve e confortável durante algum tempo depois. Quem sabe, no futuro, esse ar puro se torne um artigo de luxo em voga? Até então, apenas dois camundongos e eu tivemos o privilégio de respirá-lo”. Priestley estava respirando oxigênio puro, mas decidiu chamá-lo “ar desflogisticado”, raciocinando que uma perda de flogístico o tornava superior ao ar comum. Teoria não era seu forte, nem passou por sua cabeça que uma perda de flogístico não deveria ter tornado o novo gás mais propenso à combustão, como ele observou, do que o ar atmosférico. (BELL, 2007)

Alguns anos antes de Priestley ou Lavoisier, o sueco Carl Wilhelm Scheele havia isolado oxigênio de vários óxidos diferentes. Scheele trabalhava numa farmácia de Estocolmo bem menos equipada que o laboratório de Lavoisier no Arsenal, mas mesmo assim conseguiu resultados interessantes. Ele obteve o novo gás aquecendo materiais como óxido de manganês, carbonato de prata e nitrato de

potássio, mas seu equipamento improvisado limitou seu raio de ação. Não obstante, esteve alguns anos à frente de Lavoisier e Priestley no isolamento do oxigênio a partir da redução do mercúrio calcinado. Scheele resolveu chamar o novo gás de “ar de fogo” e, embora identificasse precisamente suas propriedades, explicou-as em termos do flogístico. Lavoisier tinha conhecimento do trabalho de Scheele através de uma correspondência entre o químico francês Macquer e o professor sueco Torbern Olof Bergman, que adquiria seus suprimentos de química da farmácia de Scheele. Em abril de 1774, Lavoisier remeteu duas cópias dos *Opuscules* à Academia de Ciências em Estocolmo, uma delas endereçada a Scheele, com os seus cumprimentos. Em setembro de 1774, Scheele respondeu oferecendo a Lavoisier seu próprio programa de pesquisa de bandeja, com isso Scheele forneceu a Lavoisier um procedimento para isolar oxigênio, que por si mesmo, com o seu laboratório precário não conseguia realizar. Mas Lavoisier nunca respondeu a carta de Scheele, provavelmente ele se sentisse que, agindo assim, teria realizado uma descoberta importante seguindo as instruções de outrem. (BELL, 2007)

Mesmo sabendo das experiências feitas por Scheele, Lavoisier começou a utilizar em suas atividades mercúrio precipitado a partir de novembro de 1774 utilizando vidro ardente, mas somente no final de fevereiro de 1775, realizou experimentos mais precisos. Começou por fazer a redução da cal de mercúrio com carvão para confirmar que esse produto era realmente um óxido e constatou que o gás desprendido era ar fixo. Repetiu, depois, a mesma experiência, nas mesmas condições, mas sem adicionar carvão, e obteve um gás insolúvel em água, que não dava precipitado com água de cal nem se combinava com álcalis. Fez diversos testes utilizando óxido nítrico e verificou que o gás obtido era apto para manter a respiração e a combustão. Os resultados obtidos fizeram parte de um comunicado a Academia no dia 26 de abril de 1775, conhecida como *Memória da Páscoa* que foi publicada *in extenso*, no periódico *Observations sur la Physique* de maio do mesmo ano. Nesse texto Lavoisier declara: “Todas essas circunstâncias convenceram-me plenamente que esse ar era não somente ar comum, mas também que era mais respirável mais combustível e, conseqüentemente, que era mais puro, ainda, que o ar no qual vivemos” e concluiu: “Parece provado do que precede que o princípio que se combina com os metais durante sua calcinação e que aumenta o seu peso, não é outra coisa senão a porção mais pura do mesmo ar que nos rodeia, que respiramos e que passa, nessa operação, do estado de expansibilidade ao de solidez; portanto,

se ele é obtido no estado de ar fixo, em todas as reduções metálicas onde se emprega o carvão, é ao próprio carvão que é devido esse efeito e é muito possível que, se pudesse reduzir todos os óxidos metálicos, sem adição (de carvão), como no mercúrio precipitado, elas produziram ar comum.” (TOSI, 1989)

A descoberta do oxigênio nunca foi tão clara ou brilhantemente delineada. Lavoisier era um jovem ambicioso, empenhado em sobrepujar ao máximo seus colegas e competidores para atingir o objetivo. Em 1775, estava cercado de competidores insatisfeitos, não apenas Priestley, mas também Bayen, que em fevereiro isolou tanto o oxigênio como o dióxido de carbono em reduções de *mercurius calcinatus*, mas foi bem menos esperto que Lavoisier em discernir a diferença entre eles. Contrariado, já que Lavoisier queria para si todo o crédito pela interpretação desses experimentos, Bayen encontrou e publicou um livro de 150 anos de Jean Rey, que, de modo surpreendente, previa que o aumento do peso dos metais na calcinação era causado pela fixação do ar. Essa manobra desencadeou um debate que se estendeu por alguns anos, alimentando a contestação de que Lavoisier teria sido o primeiro químico francês a descobrir o oxigênio. (TOSI, 1989)

O volume da Academia contendo as memórias de 1775 só apareceu em 1778. Nele Lavoisier introduziu várias modificações, em particular no texto citado acima. Assim, ele dirá: “Todas essas circunstâncias convenceram-me plenamente que esse ar, longe de ser ar fixo, estava em um estado mais respirável, mais combustível e, por conseguinte, que era mais puro que o próprio ar no qual vivemos...” “Parece provado..., portanto, que se ele é obtido no estado de ar fixo em todas as reduções metálicas onde se emprega o carvão, é a combinação desse último com a porção pura do ar que é devido esse efeito e é muito possível que, se pudesse reduzir o mercúrio precipitado, sem adição (de carvão), obter-se-ia ar eminentemente respirável”. (TOSI, 1989)

Lavoisier também conseguiu demonstrar que seu ar eminentemente respirável era um componente do ácido carbônico, ácido vitriólico, ácido oxálico e outros. Mas em 1777, Lavoisier apresenta a Academia uma nova tese que sustenta que o princípio que se combinava com metais para formar óxidos metálicos também era um princípio acidificante universal. Em sua palestra dedicou um parágrafo a esclarecer sua terminologia: “Daqui em diante, designarei o ar desflogisticado ou ar eminentemente respirável, no estado de combinação e fixidez, pelo nome de princípio acidificante, ou, caso se prefira o mesmo sentido em uma palavra grega, *le*

príncipe oxygine. Esta denominação [...] dá mais rigor ao meu modo de expressão e evitará as ambiguidades em que nos arriscaríamos a cair com a palavra ar”. Em última análise, o que Lavoisier havia descoberto era uma palavra. (BELL, 2007)

Posteriormente em novembro de 1780, Lavoisier lê uma memória na Academia na qual emprega a expressão *ar vital* e diz: “é o nome que o historiador da Academia dá ao ar desflogisticado de J. Priestley” (TOSI, 1989)

Como observa Kuhn (1970 apud Tosi, 1989 p.40), “a proposição o *oxigênio foi descoberto*, embora indubitavelmente correta, engana por sugerir que descobrir alguma coisa é um ato simples, singular, assimilável a nosso conceito usual (e também questionável) de ver. É por isso que tão facilmente admitimos que descobrir, como ver ou tocar, deveria ser atribuível inequivocadamente a um indivíduo e a um momento no tempo. Entretanto, entre esses limites ou outros semelhantes, qualquer tentativa para datar a descoberta deve ser inevitavelmente arbitrária, porque a descoberta de um novo tipo de fenômeno é, necessariamente, um evento complexo que envolve o reconhecimento, tanto de *que* algo é, como o *que* é. Note-se, por exemplo, que se o oxigênio fosse para nós ar desflogisticado, deveríamos afirmar sem hesitação que Priestley foi o seu descobridor, embora não soubéssemos exatamente quando. Mas tanto observação como conceitualização, fato e assimilação de uma teoria, estão inseparavelmente ligados na descoberta, então a descoberta é um processo e deve levar tempo” (TOSI, 1989)

5 Conclusão

“A mente que se abre a uma nova idéia jamais voltará ao seu tamanho original” (Issac Newton)

Os cientistas durante o passar do tempo vão se aperfeiçoando, tanto no modo de pensar, como no de agir, mas na busca pela evolução são conduzidos por diversos fatores: o momento político, o acaso, os relacionamentos amorosos e sociais e as condições financeiras. Tais aspectos do cientista humano se tornam, em muitos casos, cruciais para que o planejamento de pesquisa saia do papel ou de suas mentes e seja executado.

Para alguns cientistas, o momento político foi de extrema importância para as suas descobertas, como é o caso do químico Fritz Haber. Ele foi um dos pioneiros nas pesquisas para tornar viável a produção de amônia em escala industrial. Tal substância é matéria prima para as indústrias de fertilizantes e seus trabalhos foram fortemente influenciados pela necessidade de alimentos, pois a população da Europa crescia, a demanda por alimentos também e a indústria não estava dando conta de alimentar a todos. Haber também foi um grande pesquisador dos gases, dentre eles o gás cloro, cujas propriedades tóxicas e o alto poder de volatilização proporcionaram aos alemães uma poderosa arma durante a Primeira Guerra Mundial. Por esse fato Haber acabou sendo condenado pela sociedade científica da época, mas cabe aqui uma reflexão: até que ponto se pode condenar um homem que talvez tenha tido a infelicidade de ver sua descoberta virar uma arma, mas ao mesmo tempo ter trabalhado para aumentar a produção de alimentos? Este é um grande exemplo dentre tantos em que a política norteia o caminho das descobertas, mesmo sem o cientista ter, talvez, a ideia de que sua contribuição será usada para fins pouco pacíficos.

Aqui vale aquela máxima de que a história que prevalece é sempre a dos vencedores. Aos vencidos cabem críticas, o julgamento duro das falhas e o obscurantismo em que caem aqueles que não conseguiram êxito ao defender os seus valores e interesses.

Obviamente não se está fazendo aqui apologia às guerras, nem às armas químicas, cujo uso tanto por vencidos quanto por vencedores, seria execrável. O que se pretende aqui é ilustrar como as pressões da vida humana, sejam elas de qualquer natureza, influenciam, moldam e, muitas vezes, dirigem o trabalho dos

cientistas no caminho de suas descobertas. Além disso, também se busca exemplificar o lugar inglório em que a história coloca os que não chegaram lá, os soterrados pelas mesmas pressões. Cientistas como Sophus Mads Jorgensen, Joseph Priestley, Carl Wilhelm Scheele, John Newlands e tantos outros, cujas trajetórias prepararam o terreno para grandes descobertas científicas, ocuparam lugares escuros e empoeirados nas prateleiras da história por defenderem suas ideias em ambientes que não reconheceram seu valor. A lição que deveríamos aprender de tudo isso é a humilde constatação vinda, ironicamente, de uma das figuras menos humildes da história da ciência: Isaac Newton: “Se vi mais longe, foi por estar de pé sobre ombros de gigantes”.

Cientistas também amam, também tem suas amizades. Quando Lavoisier se casou, sua esposa tinha 14 anos e sequer tinha concluído os estudos. Quando os terminou, tornou-se ótima assistente de laboratório. Ajudou o marido a realizar diversas experiências e elaborou desenhos impecavelmente técnicos dos equipamentos que Lavoisier utilizaria em seus trabalhos. Lavoisier ofereceu vários jantares em sua residência para seus amigos e o que mais se falava à mesa era sobre ciência. Este exemplo mostra que o fato dos cientistas terem um relacionamento seja ele afetivo ou social pode potencialmente - e muitas vezes o faz - influenciar seus trabalhos. Talvez em uma simples conversa no jantar, ocorra uma ideia para uma descoberta ou a solução para um problema que está impedindo uma pesquisa de prosseguir.

Como foi apresentado nesta pesquisa, Priestley, num jantar com os Lavoisier, comentou sobre suas pesquisas com gases. Lavoisier percebendo que seu colega inglês estava na iminência de uma grande descoberta se lançou aos trabalhos que o levaram a caracterizar, com primor científico, o gás oxigênio como um componente do ar atmosférico. Um jantar entre amigos catalisou uma das mais notáveis descobertas do século XVIII.

A questão financeira, no ponto de vista deste autor, é um ponto crucial para o desenvolvimento de um trabalho científico. No tempo em que vivemos, observamos que somente grandes empresas ou países de grande potencial econômico investem ostensivamente em pesquisas, pois este tipo de trabalho é caro e exige equipamentos sofisticados, profissionais qualificados e bem remunerados, além de disposição e tempo. Podemos dizer sem receios que este talvez seja o único caminho para se conseguir novos medicamentos para o combate em massa de

doenças, equipamentos que ajudem o ser humano a se desenvolver, a explorar e viver em lugares hostis e, de uma forma mais capitalista, se obter cada vez mais recursos financeiros. Antigamente, como foi o caso de Lavoisier, os mais providos de recursos financeiros eram capazes de adquirir ou construir equipamentos de que necessitavam, de obter reagentes que normalmente vinham de outros países além da manterem com segurança suas vidas pessoais. Isso era crucial em uma época na qual os cientistas não eram apoiados por grandes empresas ou pelo governo, trabalhando apenas para a glória de si mesmos e pela precedência de uma descoberta, utilizando seus próprios recursos.

O fato de Scheele, carente de recursos para tocar em frente seus trabalhos, ter entregado a Lavoisier seu próprio programa de pesquisa, na esperança de que o abastado cientista francês o continuasse, ilustra bem a vital relação entre projetos científicos e os fomentos necessários para sua execução.

Assim, diante do exposto, concluímos que os cientistas são pessoas comuns, “gente como a gente”, membros da sociedade passíveis de desonestidades, brigas, romances, altruísmos, ousadias, ganância por fama e dinheiro e suscetíveis a todas as paixões que movem as engrenagens do que é ser um ser humano. Uma nova descoberta, antes de ser o resultado de um toque de Midas, bem sucedido da noite para o dia, é construída com longos passos, erros e acertos, doses cavalares de paciência e aquele 1% de inspiração do qual falava Thomas Edison, inspiração essa que também está ao alcance de todos nós.

REFERÊNCIAS

A REVOLUÇÃO Francesa e a sociedade. **UOL Vestibular – Fotos**, c2011. Disponível em: <http://vestibular.uol.com.br/album/Revolucaofrancesa_album.jhtm#fotoNav=6>. Acesso em: 03 jun. 2012

ANGELO, V. A. Absolutismo na França: formação do estado nacional francês. **UOL Educação**, c1996-2012. Disponível em: <<http://educacao.uol.com.br/historia/absolutismo-na-franca-formacao-do-estado-nacional-frances.jhtm>> Acesso em: 01 jul. 2012

ARGENTIÈRE, R. **Na Aurora da Química**: da Grécia a Lavoisier. São Paulo: Anchieta, 1945.

BELL, M. S. **Lavoisier no Ano Um**: O nascimento de uma nova ciência numa era de revolução. Tradução de Ivo Korytowski. São Paulo: Companhia das Letras, 2007

CUNHA FILHO, M. A evolução da química: I – de Boyle a Lavoisier. **Química Nova**, São Paulo, vol. 7, n. 2, p. 93-95, Abr. 1984, Disponível em <[http://quimicanova.s bq.org.br/qn/qnol/1984/vol7n2/v07_n2_\(8\).pdf](http://quimicanova.s bq.org.br/qn/qnol/1984/vol7n2/v07_n2_(8).pdf)>. Acesso em: 05 mar. 2012.

FARIAS, R. F. **Para Gostar de Ler a História da Química**. 2. ed. Campinas: Átomo, 2005. v. 1.

FARIAS, R. F. **Para Gostar de Ler a História da Química**. Campinas: Átomo, 2005. v. 3.

GRUPO Tchê Química. [S.l.], [c20-?]. Apresenta dicionário contendo informações técnicas. Disponível em: <<http://www.dicionario.tchequimica.com/>> Acesso em: 01 jul. 2012

INSTITUT de France. Paris, [19-?]. Apresenta informações sobre o instituto. Disponível em: <<http://www.institut-de-france.fr/>>. Acesso em: 04 jun. 2012

JACQUES-LOUIS David: the complete works. [S.l.], c2002-2012. Apresenta a biografia e obra de Jacques-Louis David. Disponível em: <<http://www.jacqueslouisdavid.org/>>. Acesso em: 01 jul. 2012

JACQUES-LOUIS David: the complete works. [S.l.], c2002-2012. Apresenta a biografia e obra de Jacques-Louis David. Disponível em: <<http://www.jacqueslouisdavid.org/Portrait-of-Monsieur-Lavoisier-and-His-Wife-large.html>>. Acesso em: 03 jun. 2012

JACQUES-LOUIS David: the complete works. [S.l.], c2002-2012. Apresenta a biografia e obra de Jacques-Louis David. Disponível em: <<http://www.jacqueslouisdavid.org/Death-of-Marat-large.html>>. Acesso em: 03 jun. 2012

LEONARD, J. N. Lavoisier. In: SOUZA, S. (Trad.). **Titãs da Ciência**. 3. ed Rio de Janeiro: El Ateneo, 1956. v. 5. p. 401-412.

LIMA, T. A.; SILVA, M. N. Alquimia, Ocultismo, Maçonaria: O Ouro e o Simbolismo Hermético dos Cadinhos – Séculos XVIII e XIX. **ANAIS DO MUSEU PAULISTA**. vol. 8 e 9, n. 1, 2001, São Paulo. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/anaismp/v8-9n1/02.pdf>> Acesso em: 01 abr. 2012.

MARTINS, R. A. Os estudos de Joseph Priestley sobre os diversos tipos de ares e os seres vivos. **Filosofia e História da Biologia**, São Paulo, v. 4, p. 167-208, 2009, Disponível em <<http://www.abfhib.org/FHB/FHB-04/FHB-v04-06-Roberto-artins.pdf>> Acesso em: 20 mar. 2012.

MARTINS, R. A.; MARTINS, L. C. P. Lavoisier e a conservação da massa. **Química Nova**, São Paulo, vol. 16, n. 3, p. 245-256, 1993, Disponível em <[http://quimicanova.s bq.org.br/qn/qnol/1993/vol16n3/v16_n3_%20\(14\).pdf](http://quimicanova.s bq.org.br/qn/qnol/1993/vol16n3/v16_n3_%20(14).pdf)> Acesso em: 18 mar. 2012.

MASON, S. F. **História da Ciência**: As principais correntes do pensamento científico. 1. ed. Porto Alegre: Globo, 1964.

NETA, M. Priestley. **físicaequímica.net**, Disponível em: <<http://www.fisicaequimica.net/biografia/priestley.htm>> Acesso em: 03 jun. 2012

PORTO, P. A. Os três princípios e as doenças: a visão de dois filósofos químicos. **Química Nova**, São Paulo, vol. 20, n. 5, p. 569-572, 1997, Disponível em <http://quimicanova.s bq.org.br/qn/qnol/1997/vol20n5/v20_n5_20.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2012.

ROYAN, J. **WORLD OF STOCK**: stock photos and prints, Vancouver, c2003-2012. Disponível em: <<http://www.worldofstock.com/stock-photos/experimental-magnifiers-in-the-lavoisier-laboratory-1775/PHI3385>> Acesso em: 03 jun. 2012

SANTANA, P. et. al **Revolução Francesa: O Terror**, c2009. **Núcleo de Estudos Contemporâneos – U.F.F.** Disponível em: <<http://www.historia.uff.br/nec/materia/grandes-processos/revolu%C3%A7%C3%A3o-francesa-%E2%80%93-o-terror>> Acesso em: 01 jul. 2012

SOUZA, R. G. **Mundo Educação: Iluminismo**, c2012. Disponível em: <<http://www.mundoeduca%C3%A7%C3%A3o.com.br/iluminismo>> Acesso em: 01 jul. 2012

STRATHERN, P. **O Sonho de Mendeleiev: a verdadeira história da química**. Tradução Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002.

SUBAQUATICOS: A comunidade virtual do mergulho. [S.l.], [c20-?]. Apresenta instruções para mergulho. Disponível em: <<http://subaquaticos.wordpress.com/basico-3-4/>> Acesso em: 03 jun. 2012

TOSI, L. Lavoisier: uma revolução na química. **Química Nova**, São Paulo, vol. 12, n.1, p. 33-56, 1989, Disponível em <[http://quimicanova.sbq.org.br/qn/qnol/1989/vol12n1/v12_n1_%20\(8\).pdf](http://quimicanova.sbq.org.br/qn/qnol/1989/vol12n1/v12_n1_%20(8).pdf)> Acesso em: 01 mar. 2012.