

UM INSTRUMENTO REVOLUCIONÁRIO NO ENSINO DE QUÍMICA

MIZIARA, Ana Cristina

Mestranda do “Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência, área de concentração: Ensino de Ciências” da FC/UNESP, campus de Bauru - SP

CALUZI, João José

Grupo de Pesquisa em Educação Científica; Professor Doutor do Departamento de Física e “Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência, área de concentração: Ensino de Ciências” da FC/UNESP, campus de Bauru - SP

1. Introdução

A História da Ciência é notadamente uma área de estudo interdisciplinar. Sua origem remonta à Antigüidade clássica. Contudo, firma-se como área autônoma somente na década de sessenta do século XX, (DEBUS, 1991). Com esta longa trajetória, seu papel tornou-se múltiplo:

1. História da Ciência tem um valor em si mesma. Além disso, seu valor é potencializado quando o historiador da ciência interage com historiadores das áreas mais tradicionais, (DEBUS, 1991).
2. Auxiliar o pesquisador de ciência em suas pesquisas: sugerir temas de pesquisa (há problemas antigos ainda não resolvidos, análise de fundamentação de uma teoria).
3. História da Ciência pode ser vista como uma poderosa ferramenta auxiliar no Ensino de Ciências.

No ensino de qualquer ciência devemos ter em vista três objetivos fundamentais:

1. Introduzir o estudante ao domínio e assuntos pertinentes à ciência em estudo;
2. Apresentar o tipo de metodologia utilizada por aquela ciência em estudo e
3. Apresentar uma perspectiva epistemológica pela qual o estudante possa avaliar a informação gerada por aquela ciência.

Nas ciências naturais e exatas para atingir estes três objetivos, em geral, utiliza-se o que denominamos livros-textos, ou didáticos. Infelizmente, os livros-textos são uma fonte potencial de imagem incorreta da ciência. Vários estudos mostram esses fatos, (NELKIN, 1976), (RUSSEL, 1981) E (JACOBY, 1989).

Para superar estas dificuldades vários projetos foram estabelecidos. Dois projetos que podem ser considerados paradigmáticos são Harvard Project Physics (HPP) e o Physical Science Study Committee (PSSC). O HPP incorporava uma grande quantidade de material histórico e o PSSC o conteúdo aplicado e matemático do curso de Física. Uma análise comparativa dos resultados obtidos nos dois projetos é extremamente interessante e indicativa do caminho a seguir no ensino de Física e de modo mais geral no Ensino de Ciências.

Na análise comparativa dos resultados obtidos pelo HPP e o PSSC foram utilizados dois critérios: o aumento do interesse pela ciência e o aumento do entendimento do método científico. O primeiro critério é mais afetivo. Inicialmente supõem - se que o estudante tenha uma imagem negativa ou neutra da ciência e o método de ensino utilizado deve torna - la positiva. O segundo critério é mais cognitivo. Inicialmente supõem -se que o estudante tenha uma imagem equivocada da ciência e seus métodos e o método de ensino utilizado deve desfazer a imagem equivocada e colocar em seu lugar uma imagem mais realista.

Os resultados foram surpreendentes. Quando consideramos o primeiro critério os resultados do HPP, que incluía uma grande quantidade de material histórico, foi superior ao resultado obtido pelo PSSC, que enfatizava o conteúdo matemático aplicado à ciência. Como

conclusão geral deste critério podemos dizer que *“se desejamos usar a HC para influenciar positivamente a atitude dos estudantes em relação à ciência, devemos incluir uma quantidade significativa de material histórico no conteúdo dos cursos, (RUSSEL, 1981, p. 55)”*.

A surpresa também ocorre quando consideramos o segundo critério. O resultado obtido pelo HPP e o PSSC foram idênticos, ou seja, um currículo inovador ou tradicional não fez muita diferença quando consideramos o entendimento do método científico. Assim, como conclusão geral para o segundo critério *“se desejamos usar a HC para influenciar o entendimento dos estudantes em relação à ciência, devemos incluir quantidade significativa de material histórico e tratar este material de modo a elucidar as características peculiares da ciência, (RUSSEL, 1981, p. 56)”*.

De um modo geral, quando utilizamos a História da Ciência no Ensino de Ciência isto é feito com o intuito de influenciar positivamente os alunos em relação à Ciência. Neste trabalho discutiremos como podemos utilizar a História da Ciência para “elucidar as características peculiares da ciência”. Para isto discutiremos um equipamento muito sofisticado e revolucionário na História da Ciência: **a balança**.

2. A História da Ciência e o Construtivismo

Com o decorrer dos anos a química ganhou os seus contornos de ciência experimental e construiu as suas bases teóricas. Entretanto, há alguns traços da alquimia, gravados na memória da humanidade que se tornaram aparentemente invisíveis. De vez em quando ressurgem e aparecem na linguagem e podendo influenciar na aprendizagem de química. Nas últimas décadas verificou-se uma tendência crescente em centrar o ensino nos alunos. De um ensino baseado em aulas tradicionais, passou-se gradualmente para aulas mais ativas. A preocupação com o insucesso escolar levou as investigações de ensino/aprendizagem de diversos tópicos dos currículos, principalmente nas áreas de ciências. As faixas etárias dos 13-18 anos, vários investigadores vieram a concluir que, de entre as razões possíveis de dificuldades para que os alunos aprendam os conceitos e teorias uma das fundamentais seriam a existência de quadros conceituais anteriores a um ensino formal. De acordo com as novas teorias de aprendizagem construtivista, ao longo da vida vamos construindo os nossos próprios conhecimentos, mesmo antes de qualquer exposição a um ensino formal, através das nossas experiências e pela organização de quadros conceituais que nos permitam dar explicações dos fenômenos que observamos. Sendo assim, nesses quadros há a inclusão de conhecimentos de senso comum e de outros de origem social veiculados pela linguagem do dia a dia e também pelas diversas formas de comunicação social. De acordo com Zabala (1996), de uma forma bem simples, a aprendizagem é uma construção pessoal que o aluno realiza com a ajuda de outras pessoas, e esta construção depende da contribuição do aprendiz, do seu interesse, seus conhecimentos prévios e a sua experiência. A afirmação de Ausebel, Novak e Hanesian(1996), para se construir conhecimentos, tem que se partir do estado inicial dos alunos, capacidades gerais e conhecimentos prévios[...] “temos de começar com o que existe e construir nosso jogo sobre esta base”.

A química e a história da alquimia incluindo o estudo dos seus quadros conceituais e as suas mudanças, não podem ser esquecidos, nem remetidos a um simples capítulo de curiosidades e de imagens de alquímicos relacionando-os com magos, como acontece a maior parte das vezes em livros didáticos. É necessário o estudo da história e filosofia das ciências como parte integrante para uma boa formação de professores, independente do nível que atua. Portanto, é preciso atribuir à alquimia o seu lugar correto na história do pensamento humano, fazendo uma análise do seu percurso, dos personagens e das influências. É necessário analisar

e estudar os textos alquímicos com o objetivo de se contrapor com as ciências atuais; observando como influenciou no pensamento filosófico e científico, e qual a herança material e cultural deixada à humanidade. Devido à compactação da História nos livros didáticos, uma visão distorcida, apenas citações curiosas de trechos muito fantasiosos, acentua ainda mais mitos e dogmas consagrados. A alquimia que poderia ser trabalhada como a base da medicina, da química, acaba tendo apenas um caráter mágico. Fazendo desta influência cultural, algo negativo, pois sempre que for mal trabalhada será relacionada aos charlatões e, a alquimia teve vários cientistas, que foram influenciados, como Issac Newton¹. Na obra de Ana Goldfarb, “Da Alquimia a Química”, publicada em 1987, a autora mostra a conclusão de seus estudos:

[...] “a Alquimia efetua uma ritualização mística em três tempos: o da negra morte da matéria; o de seu alvo renascer e o de sua rubra transmutação em ouro”. [...] “A alquimia é baseada numa cadeia de mistérios” [...] “não resistiu à passagem para um universo onde o mistério é inadmissível”. [...] Diante do novo modelo do cosmo mecanicistas, oposto à antiga cosmologia mágico-vitalista.”

É comum encontrar a imagem de Lavoisier junto a balança e principalmente frase como esta: “Com três balanças separou a química da alquimia”. Qual o papel de Lavoisier na História da balança? As relações entre conhecimento científico e a História da Ciência aparecem diversos pontos, nos Parâmetros Curriculares Nacionais:

Ciência e Tecnologia são herança cultural, conhecimento e recriação da natureza. Ao lado da mitologia, das artes e da linguagem, a tecnologia é um traço fundamental das culturas. Por exemplo, conhece-se o período paleolítico pelo domínio do fogo e pelo uso da pedra lascada como instrumento de caça e pesca, substituindo pela pedra polida no período neolítico, marcado pelo desenvolvimento da agricultura, da criação de animais e a utilização do ouro e do cobre.(pág.23).

Neste documento crê na análise da seleção de conteúdos é de que sejam levados em conta o social e seus reflexos na cultura para permitir ao aluno compreender, em seu cotidiano, as relações entre o homem e a natureza mediadas pela tecnologia, relacionando sua aprendizagem, sua interpretação com a realidade que o cerca.

Diante de um grande problema, que é a falta de aprendizagem, os pesquisadores procuram estratégias diferentes que possam facilitar a abordagem do conteúdo. No campo da pesquisa no ensino de Ciências são frequentes os trabalhos que se utilizam História e Filosofia da Ciência como um meio facilitador e, apesar de ser uma proposta curricular dos Parâmetros Curriculares Nacionais, há uma discrepância quanto ao uso da História da Ciência em sala de aula.

3. Da Alquimia² à Química

Num período que a informática, tecnologia, e outras áreas, se avançam com muita rapidez e que a pressa preside a um cotidiano em que não há tempo sequer para viver, parece um contra-senso falar de alquimia e da sua lenda. Falar de flogisto, calórico, pedra filosofal,

¹ Vários historiadores de ciência persistem, entretanto, na recusa da linguagem de um Newton alquimista. I. Bernard Cohen, por exemplo, publicou em 1980 um livro importante sobre a revolução newtoniana, [...] completamente rechaçadas ou marginalizadas. (Thuillier, pág.165, 1994).

² Termo alquimia: vem da Grécia Antiga da palavra Chemeia que talvez tenha dado origem ao termo árabe Kimiya, ao qual foi adicionado o prefixo al. Chemeia tem duas raízes nas quais estão contidos os conceitos egípcia arte negra e do derreter.

Hermes Trimegisto, parece muito longe da realidade e principalmente sem resultados práticos, e este artigo propõe a aproximação e o reconhecimento dos termos numa tentativa de aperfeiçoar a matéria. A alquimia parece ser uma expressão do passado, sem qualquer relação com a atualidade, apenas com interesse para alguns historiadores.

Talvez haja motivos para abordar no ensino atual, embora de forma simples, devido à complexidade do tema. A química dentre as ciências foi que mais foi influenciada pela alquimia, que deixou marcas nos conceitos, na cultura e até na linguagem, sendo assim, não podem ser desprezadas. O homem pré-histórico, por tentativas e erros, descobriu como lascar a pedra como construir armas e algo muito importante na história da matéria - o fogo - através do atrito entre pedaços de madeira. A química da pré-história e da antiguidade é essencialmente uma técnica de fabricação de cores, principalmente de certos alimentos, bebidas fermentadas, de certos medicamentos, do vidro, do sabão, dos perfumes, de preparação dos metais, são conhecidos certos produtos, como por exemplo, o enxofre. Na história da química, foram também importantes, as descobertas de alguns metais, milhares de anos antes de Cristo. O ouro, que deve ter sido encontrado na forma de pepitas, o cobre, talvez livre ou chamando a atenção por sua cor quando alguma fogueira foi produzida em local onde havia o seu minério. De qualquer forma, aproximadamente 3000 a.C. o ser humano conhecia o chumbo, o cobre, o bronze³.

No final da antiguidade inicia-se um sistema esotérico, encarnação química do pensamento mágico, a alquimia. O personagem que se intitula alquimista, e de que um dos fins pretendidos é a transmutação em ouro dos metais não nobres é, ao mesmo tempo, mais ou menos curandeiro, mágico, astrólogo. As considerações místicas que rodeia as práticas, passa a ter valor no mundo das idéias, passando a contribuir para a elaboração das técnicas de fabricação de alguns produtos. A visão de mundo era mágica, ou seja, com tendência a considerar todos os seres da natureza dotados de vida e capazes de agir com determinada finalidade.

As transformações da matéria eram praticadas pelos artesãos; esse conhecimento tinha um caráter sagrado, quase religioso, equilibrando-se em importância ao conhecimento dos feiticeiros. As técnicas conhecidas pelos artesãos eram indispensáveis ao grupo e eram mantidas em segredo, sendo transmitidas do mestre para o discípulo, ficando restritas ao círculo dos artesãos daquela especialidade. Com uma interpretação marcada pelo pensamento mágico-místico, os povos antigos participam na construção do conhecimento. Foi Aristóteles (384 a.C. -322 a.C.), quem se referiu à física da qualidade, cujas influências perdurariam, por muito tempo, pela referida tese dos quatro elementos. Toda a experiência sensorial se baseia sobre quatro qualidades, quente, frio, seco e úmido, que se juntam a uma matéria prima que, de si, não tem propriedades e não existe no estado isolado, e dão, por combinação das qualidades, os elementos, ele fazia observações e não realizava experiências, não deve ter usado a balança. Nesta situação existe uma química pelo fato das qualidades poderem substituir, num elemento, pela qualidade oposta, quente-frio.

A ciência grega espalhou-se para Oriente, desenvolveu-se em contextos diferentes, mantendo alguma unidade devido à língua comum culta, sendo conhecidas, muito para além da Grécia, as grandes obras de ciência e filosofia gregas. Alexandria foi um local privilegiado de encontro de culturas, pois que as conquistas de Alexandre estabeleceram laços entre o mundo ocidental e o Oriente. Sendo assim foi nessa cidade que as teorias Aristotélicas se confrontaram com práticas chinesas, indianas, egípcias e mesopotâmicas, originando-se daí uma tradição alquimia.

No Egito a alquimia teria surgido no século III d.C. e demonstrava uma influência do sistema filosófico-religioso da época helenística misturando conhecimentos médicos com

³Obtido da fusão do estanho com o cobre.

metalúrgicos. A cidade de Alexandria realmente era o reduto dos alquimistas, e o mais famoso foi Zóximo (século IV), que nasceu em Panópolis e viveu em Alexandria, é considerado o pai da Alquimia escreveu uma grande quantidade de obras. Os persas conheciam a medicina, magia e alquimia. No sentido da implicação de uma prática, Zóximo⁴ baseando-se em concepções próximas das de Aristóteles, teve, por exemplo, e como pensava, a confirmação experimental de que água aquecida num recipiente aberto se reduz a uma exalação que se mistura com a atmosfera e deixa no fundo uma terra branca, pulverulenta, de tal modo que a conclusão de que a água se transforma em ar e terra, era inevitável. Dispensa a balança nesta constatação, mas pode tê-la usado, devido algumas figuras e papiros das oficinas dos alquimistas da época.

A tradição alquímica árabe parece ter evoluído a partir da alquimia praticada em Alexandria verdadeira mistura de práticas orientais, técnicas e mágicas, e das teorias gregas sobre constituição da matéria. No século VII, os árabes conquistaram a Pérsia e o Egito, absorvem a cultura e surge a alquimia árabe, que foi adquirida pronta. Seu interesse principal é o preparo de elixir para a cura de doenças, surgindo uma farmacopéia que permaneceu em uso até bem próximo aos nossos dias. A alquimia árabe entrou na Europa via Espanha, apropriando desses saberes, os árabes construíram a sua alquimia, acreditando na transmutação dos elementos, mas não se alheando da vida quotidiana, procurando aplicações na medicina, na metalurgia, na fabricação de tintas etc. Inventaram técnicas de separação e purificação e produziram equipamentos ainda hoje usados em laboratórios de química.

Enquanto a ciência árabe crescia, a Europa Ocidental continuava numa estruturação cultural e o seu desenvolvimento, que ainda tardou, recorreu ao saber importado do Oriente. Através de traduções de textos árabes, do século X ao XIII, a ciência árabe penetrou na Europa por uma grande quantidade de textos gregos. Os árabes serviram de intermediários, em todas as disciplinas científicas, entre a ciência grega que conservaram e traduziram, mas também que transformaram, modificaram e melhoraram a partir dos seus próprios recursos culturais.

A alquimia iniciou sua prática por monges em mosteiros, quase únicos pólos culturais na Europa medieval, espalhou-se mais tarde para as cortes onde floresceu aliada ao poder, ou perseguida por um poder que a temia por não a entender ou dominar. Ao longo desse período em que se desenvolveu a vida dos monges sofreu muitas transformações não tanto no seu enquadramento teórico, mas principalmente na forma prática como: o uso da água para a rodagem de moinho, preparação do álcool, lavagem e, também na cervejaria, etc.(Chassot, pág.70,1994). O uso sistemático do fogo, os alambiques, os balões com líquidos coloridos e borbulhantes, os fumos e odores estranhos e agressivos, tornavam os laboratórios, locais de trabalho dos alquimistas. Os conhecimentos que foram introduzidos na Europa, eles foram adaptados num percurso quase oposto à ciência europeia foi tomando forma própria cresceu no que se refere à física e a astronomia. Em relação à alquimia, o caso bem mais complexo. Por um lado, existe nela uma idéia mística que se contrapõe à racionalização. O mistério que os rodeia favorece o charlatanismo que se estabelece, sendo muito difícil de distinguir atualmente, a tantos séculos de distância, as práticas autênticas de busca alquímica de verdade e perfeição, as tentações de domínio do poder e a procura de lucros materiais, entre outras formas, pela apregoada fabricação de ouro por transmutação *de vis* metais, como o chumbo.

⁴ Foi um alquimista grego que no começo do século IV, se propôs a estudar o hermetismo. É reconhecido como um dos pioneiros pesquisadores e praticantes da alquimia e ter iniciado pela primeira vez, o estudo das teorias alquímicas. Atribui-lhe também, a realização do primeiro trabalho enciclopédico sobre a alquimia.

4. Breve História da Balança

Em uma exploração das imagens das balanças abaixo, e com o uso História da Ciência, ou seja, neste artigo, História da Balança, nos dá uma noção de como os instrumentos de precisão foram de grande importância para a formulação da teoria de Lavoisier e o laboratório constitui uma grande diferença relativa aos existentes na sua época, ainda de utilização muito privado. No século XVIII, com o aperfeiçoamento técnico impôs um domínio profundo das quantidades de matéria intervenientes nas reações químicas e implicaram a sua medição com um elevado grau de precisão e rigor. De instrumento de medida, a balança tornou-se utensílio de precisão, tendo mudado apenas a maneira de ver e usá-la, não que tenha sido descoberta por Lavoisier. Este instrumento vem sendo símbolo da mitologia, da constelação, e teve uma grande importância da revolução científica, como divisor dos valores da ciência, de um novo quadro teórico, do qualitativo para o quantitativo. A balança não foi à única a fazer parte deste novo paradigma, mas ela permitiu junto com vários pressupostos a mudança de paradigma. Visivelmente nestas figuras lembrando que o período de influencia aristotélica era de qualidade, ao passo que no século XVII, a tendência a quantificação, a medida e à precisão [...] as ciências baconianas ainda embrionárias no século XVII, e de pouca ou nenhuma tradição teórica, predominavam os métodos de coleta de dados e a manipulação experimental[...] tais métodos usados entre artesãos, alquimistas, farmacêuticos e médicos.(ABRANTES, pág 70, 1998).



FIGURA 1 - OS MURAI EGÍPCIOS ENCONTRADO EM TEBAS

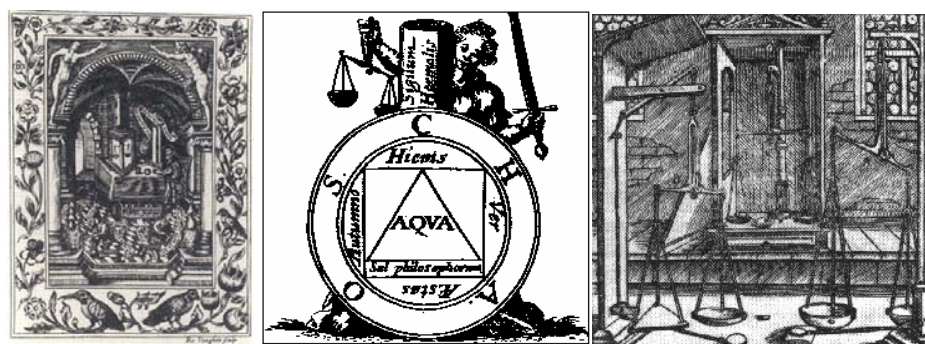


FIGURA 2 - 1ª-LA ILUSTRACIÓN MÁS ANTIGUA DE UNA BALANZA ANALÍTICA ENCERRADA SE ENCUENTRA EN ESTE GRABADO DE UN LABORATORIO ALQUÍMICO. DEL *THEATRUM CHEMICUM BRITANNICUM*, COMP. ELIAS ASHMOLE (1652). CORTESIA DEL DEPARTMENT OF SPECIAL COLLECTIONS, THE UNIVERSITY OF CHICAGO. 2ª- REPRESENTAÇÃO ALQUÍMICA DE HERMES TRIMESGISTO - BRASIL VALENTINI (1394). 3ª- BALANZA QUÍMICA DEL SIGLO XIII



FIGURA 3: 1ª- BALANÇA DE BERZELIUS. 2ª- BALANÇA DE LAVOISIER

5. Revolução Científica e a Química:

Quando se fala em Revolução Científica, não se deve por a química e a astronomia num mesmo nível, pois neste período, no século XVI a astronomia já estava bem estruturada e usando cálculos matemáticos altamente complexos.

Os historiadores da química tendem a distinguir entre os aspectos positivos e negativos da alquimia. Entre os primeiros cabe citar o descobrimento de novas substâncias como: a pólvora, a porcelana, vários ácidos, como ácido sulfúrico, gases como o cloro, metais, técnicas físico-químicas, como, destilação, precipitação e sublimação, além de da invenção de novos instrumentos de trabalho, enquanto o aspecto negativo mais citado seria no que se refere ao descrédito do método científico. Enquanto os ancestrais da astronomia são Aristarco, Ptolomeu, e diversos grandes nomes da ciência; na história da química são menos citados, pois os historiadores têm que fazer uso dos magos, astrólogos e alquímicos e com isso renunciam as práticas alquímicas e herméticas no contexto.

A filosofia química do século XVII teve diversos pontos importantes com a destruição da medicina baseada em Galeno, revolucionando o ensino as universidades. Neste mesmo século a doutrina de Paracelso⁵ e a tradição hermética influenciou Copérnico(1473-1543). No século XVII, a alquimia oscilava entre a ciência e o misticismo, enquanto o cientista inglês Isaac Newton se dedicava, a investigações sobre a obtenção de ouro, o alquimista holandês Jan Baptiste van Helmont (1580- 1644) estudava o dióxido de carbono, criando a palavra gás.

Com a publicação dos trabalhos de Lavoisier, teve início à era da química, mesmo tendo preservado certos aspectos filosóficos místicos, citados acima, da alquímica. A tradição hermético-paracelsiana teve pouca influencia na astronomia e na física, mas *propiciou às observações divulgadas dos empiristas e dos manipuladores de substancias uma teoria unitária que se tornou à base de desenvolvimento para as investigações sobre as substancias e para as práticas de laboratório.* (Rossi, 2001).

A alquimia parece ser algo do passado, sem qualquer relação com a atualidade, apenas com interesse para alguns historiadores, no entanto, talvez haja motivos para incluí-la no ensino atual. Se levarmos em conta: a transmutação de metais, que é de grande utilidade à medicina; no prolongamento da juventude com os cosméticos e também da procura do elixir da longa vida, que está no auge das pesquisas. O percurso que leva da alquimia à química é lento e pouco claro. A química não pode considerar-se herdeira direta da alquimia, pois existem grandes diferenças sendo difícil estabelecer marcos divisórios. A primeira definição de elemento químico por Boyle (1627-1691), poderia ser considerada como um destes marcos, mas em outros aspectos não é ainda possível considerar uma ruptura com a alquimia. O conceito alquímico ainda é presente, se bem que já algo que modifica a teoria do flogístico.

⁵ Durante a revolução puritana, período de formação intelectual de Newton, foi a máxima influencia de Paracelso.

O sucesso da teoria do flogístico⁶, foi pleno até o século XVIII, as descobertas da química dos gases – o oxigênio por Priestley e Scheele, o hidrogênio por Cavendish e a decomposição do ar em ar flogisticado e ar desflogisticado – contribuem para reforçar a teoria, considerando que o hidrogênio seria o próprio flogístico. O primeiro trabalho de Lavoisier reforça a idéia de um ácido universal. Com a queda da teoria do flogístico, aparece uma nova teoria para combustões e calcinações e uma nova definição de elemento. Os adeptos da teoria do flogístico não cederam inicialmente às idéias de Lavoisier, e mesmo depois de algum tempo, químicos como Priestley e Cavendish, nunca aceitaram suas idéias. Lavoisier aqueceu, até calcinar, um peso (mercúrio) num recipiente fechado. Embora o peso total do mercúrio e do recipiente não se tivesse alterado, o mercúrio aumentou o seu peso, contrariando as expectativas, devido à perda de flogístico. Portanto, entre este e outros experimentos com metais realizados por Lavoisier, ele concluiu que a massa total de um sistema não se altera em uma reação química; nascia a Lei da Conservação da Massa. Apesar da ruptura não ser sido total as idéias de Lavoisier e a nova nomenclatura prevaleceu e foi à base de uma verdadeira revolução química alicerçando a química moderna. A revolução científica viu a mudança que passou a predominar os instrumentos e uma matemática mais realista, e menos hipotética. Partindo para uma nova visão da prática experimental e passando a ordenar os fatos observados. Para Duhem e Koyré, esta passagem de experiência para experimentação, teve uma pequena participação na edificação da ciência moderna, mas pode-se dizer que foi o principal obstáculo que a ciência encontrou no caminho.

A mudança de paradigma científico terá sido uma grande contribuição na História da Ciência, e Lavoisier teve um papel muito importante, por ter conseguido explicar vários fenômenos, reconhecer elementos químicos e estabeleceu a lei da conservação da massa. *Não foi na experiência, mas a experimentação, que impulsionou seu crescimento e favoreceu sua vitória* (Koyré, 1973) isso, a imagem da balança está intimamente relacionada a Lavoisier. *O que significa que a ciência moderna se constitui substituindo o mundo qualitativo ou, mais exatamente, misto, do senso comum, por um mundo arquimediano tornando real [...] substituindo o mundo do mais o menos, que é o da nossa vida cotidiana, por um Universo de medida e precisão* (Koyré, 1973). Portanto, a mudança no quadro teórico contou com a ajuda só de Lavoisier, a história da balança que sempre esteve presente na vida do homem deste a pré-história, e também a alquimia, que foi de grande importância, mas “*não resistiu à passagem para um universo onde o mistério é inadmissível*”. (Goldfarb, 1987).

A alquimia não se tornou experimental de repente na revolução científica – sempre fora uma atividade experimental. O que aconteceu na revolução científica foi o experimentalismo alquímico começou a se fazer notar entre filósofos naturais, clínicos e outros intelectuais que já começavam a se familiarizar com os ensinamentos da experiência graças a desenvolvimentos nas ciências matemáticas, na história natural, na anatomia e na medicina. (Henry, pág.43-44,1998).

⁶ Durante mais de cem anos a teoria do flogístico foi usada para explicar diversos fenômenos, como por exemplo, quando se queimava alguma coisa, ela perdia um fluído, o flogístico, que era o elemento produtor do fogo. A função do ar na combustão era absorver este elemento e, por isso, o fogo em um recipiente apagava-se após algum tempo, uma vez que o ar terminava saturado de flogístico.

Bibliografia

- ABRANTES, A., *Imagens de Natureza, Imagens de Ciência*, Editora Papyrus, Campinas SP, 1998.
- BRANDAO, J.S. *Mitologia Grega*, Volume I, II e III, 5ª edição. Editora Vozes.
- CHASSOT, A., *A Ciência Através dos Tempos*, 1ª Edição, Editora Moderna, São Paulo, 1994.
- CROMBIE, A.C., *Historia de la Ciencia : De San Agustín a Galileo/ Siglos V-XIII*, 6ª Edición, Editorial Alianza, Madrid, 1993.
- DEBUS, A.G., *El Hombre y La Naturaleza en el Renacimiento*, Traducción de Rendón, S.L., Editora Fondo de Cultura Económica, México.
- DEBUS, A.G., *A Ciência e as Humanidades: a função renovadora da Indagação Histórica*. Tradução de Vera Cecília Machline. Revista da SBHC, V. 5, Pág. 3-13, 1991.
- DRIVER, R. *The Pupil as Scientist?* Open University Press, Philadelphia, 1993.
- GOLDFARB, A. *Da Alquimia à Química*, 1ª Edição, Editora Nova Stella/Edusp, 1987.
- HENRY, J., *A Revolução Científica e as Origens da Ciência Moderna*, 1ª Edição, Rio de Janeiro RJ, Editora Jorge Zahar, 1998.
- KOYRÉ, A., *Estudos de História do Pensamento Científico*, 2ª Edição, Editora Forense Universitária, Rio de Janeiro, 1973.
- RHEINBOLD, H. *História da Balança e a Vida de J.J.Berzelius*, Editora Nova Stella/EDUSP. São Paulo SP, 1988.
- ROSSI, P., *A Ciência e a Filosofia dos Modernos*, 1ª Reimpressão, Editora Fundação UNESP, São Paulo, 1992.
- ROSSI, P., *O Nascimento da Ciência Moderna na Europa*, 1ª Edição, Editora da Universidade do Sagrado Coração, Bauru, SP, 2001.
- TATON, R., DAUMAS, M., VIRVILLE A. D., KOYRÉ, A., DELAUNAY, P., *II A Ciência Moderna – O Renascimento*, Editora Difusão Européia do Livro, São Paulo, 1960.
- VANIN, J.A., *Alquimistas e Químicos – O Passado, O Presente e o Futuro*, 1ª Edição, Editora Moderna, São Paulo, 1994.
- ZABALA, A. *O Construtivismo na Sala de Aula*. Editora Ática. São Paulo, 1996.