O Flogisto na Génese das Teorias de Lavoisier

BEATRIZ L. A. MAGALHÃES* E A. M. AMORIM DA COSTA**

1. TÃO IMPORTANTE QUANTO A TEORIA DA QUEDA DOS GRAVES?

A teoria do flogisto, utilizada durante muito tempo na interpretação dos fenómenos químicos conhecidos, nomeadamente da combustão, foi desenvolvida por Georg Ernst Stahl (1659 ou 60-1734), professor de medicina na Universidade de Halle - Alemanha, que tratou as suas ideias fundamentalmente em duas obras intituladas: *Experimenta, Observationes, Animadversiones chymicae et physicae*, publicada em 1697, e *Traité du Soufre*, publicado em 1717.

Preocupando-se com a aplicação prática das suas teorias, na primeira obra expõe-as baseando-se no exame e discussão dos processos associados à preparação de bebidas fermentadas e do pão. O seu interesse pelos processos metalúrgicos e a insuficiência das respostas dos mineiros sobre a função do carvão na extracção dos metais, levam-no a investigar este assunto, expondo as conclusões na sua segunda obra. Deste estudo concluiu da semelhança entre as calcinações metálicas e as combustões e, ainda, que a redução das caes [1] e as calcinações são processos inversos.

Em termos simples, Stahl considerava que:

— Todos os corpos combustíveis eram constituídos por um princípio inflamável ou combustível que não era mais que o fogo fixado, ou combinado, ao qual deu o nome de flogisto, palavra derivada do grego *phlogistós*, inflamável.

— Este princípio combustível só era perceptível quando retomava as suas propriedades próprias, isto é, quando abandonava o corpo com o qual estava unido, constituindo então o fogo propriamente dito, acompanhado de luz e calor.

— Este princípio combustível ou flogisto tinha a propriedade de se poder transmitir de um corpo para outro, de acordo com um certo número de leis, a que deu o nome de afinidades.

— A calcinação dos metais era uma verdadeira combustão.

Considerava ainda o flogisto sem-

COMBUSTION DE L'ESPRIT DE VIN, &c.

pre o mesmo, unido a outro elemento variável de acordo com a natureza do corpo. Quanto mais rico em flogisto fosse um corpo mais facilmente se inflamava e maior era a sua capacidade para o transmitir a outro corpo, que o não contivesse, ou o contivesse em pequena quantidade.

Os metais eram, segundo Stahl, constituídos pela combinação de uma

matéria terrosa, variável de metal para metal, com o flogisto. Durante a calcinação o flogisto era libertado e restava a cal com a qual se encontrava combinado. Se à cal resultante fosse fornecido o flogisto que perdera para o que bastava aquecê-la em contacto com um corpo rico neste princípio, o carvão, por exemplo, passava novamente ao estado metálico.

Para Stahl, o flogisto era ainda o princípio da cor e do odor, embora não tenha demonstrado a sua presença em corpos coloridos ou odoríferos.

O flogisto era um princípio terroso ou, no mínimo, resultante da união de um princípio terroso com o fogo elementar e, portanto, um princípio pesado. Apesar disso, Stahl não se preocupou em explicar um facto sobejamente conhecido na época, o do aumento do peso dos metais durante a calcinação, o qual viria a ser um dos aspectos em que a sua teoria seria mais atacada; o que se explica pelo facto de o uso da balança no laboratório estar ainda pouco divulgado e os químicos de então estarem mais preocupados com a semelhança de processos baseados na alteração de forma e aspecto dos materiais, do que em aspectos ponderais.

Era também do conhecimento de Stahl que o ar intervenia nas combustões e calcinações, mas atribuía-lhe um papel puramente mecânico. Segundo ele, o ar comunicava um movimento tão rápido ao flogisto, pelo choque, que este, ficando livre de todo o entrave, se libertava no estado de fogo o qual durava enquanto as partículas do flogisto estavam animadas de um movimento rápido de rotação. Depois de perdido o movimento de rotação que o mantinha luminoso, o flogisto reduzia-se a partículas extremamente tênues e invisíveis e só era detectado sensorialmente pelo calor derivado de um ligeiro movimento que parecia conservar. O calor é então considerado um fogo invisível e muito dividido.

Stahl foi ainda mais longe ao considerar o flogisto não somente como a essência da combustibilidade, da cor e do odor, mas atribuindo-lhe também o *princípio material* comum que estabelecia a ligação entre os reinos animal, vegetal e mineral, concebendo mesmo um *ciclo do flogisto* [2].

Para Stahl, a maior parte das substâncias continha flogisto em graus variáveis; as gorduras animais e as plantas estavam completamente impregnadas dele (só nas plantas é que o flogisto se misturava com a água para a qual não tinha afinidade). A matéria circulava entre os três reinos através do ciclo do flogisto; os animais e as plantas (ricos em flogisto) ao morrerem, transmitiam-no ao solo (onde cresciam os minerais e os metais); por sua vez, as plantas crescem no solo e os ani-

mais alimentam-se das plantas. Considerava ainda que as plantas podiam ganhar flogisto, não só através do solo, mas também através do ar, onde ocorrem as combustões, fermentações e putrefacções. Em 1723 Stahl avança mais, atribuindo à atmosfera um papel ainda mais activo, através da qual não só o flogisto mas também a terra, o sal e a água, estabelecem a ligação entre os reinos. Reinos esses a que acrescenta o do ar, vapores e odores.

Esta teoria considerada por Kant [3] tão importante como a teoria da queda dos graves de Galileu, foi suficiente para a interpretação dos fenómenos da combustão e calcinação, enquanto sobre eles apenas se considerava a libertação de luz e calor, sendo os principais fenómenos que os acompanham, desconhecidos ou considerados pouco importantes. Teve contudo o mérito de abarcar todos os fenómenos conhecidos na época num único e vasto sistema, bem como, através das experiências realizadas sobre a discussão à volta da existência, ou não, do flogisto, acabar por contribuir para grande avanço na interpretação dos fenómenos e mesmo, para o estabelecimento das bases da Ciência Química actual.

2. AS DIFICULDADES DO SISTEMA

Dois factos importantes estiveram na origem das discussões geradas em torno da "validade" da teoria do flogisto, iniciadas por volta de 1772. Um deles, apesar de conhecido há longa data, é o do aumento de peso das caes metálicas durante a calcinação, que foi ignorado ou atribuído a propriedades especiais de alguns metais; o outro é o da redução das caes de chumbo e mercúrio sem adição de qualquer substância que sopunham conter flogisto.

Um e outro destes factos estavam em desacordo com a teoria que Stahl havia estabelecido. No primeiro caso, não era possível conciliar o aumento de peso experimentado durante a calcinação, com a perda de um princípio que, segundo a própria teoria, era um princípio terroso, ou em cuja constituição, pelo menos, entrava um princípio terroso. Em relação ao segundo, para Stahl só era possível as caes metálicas regenerarem os metais aquecendo-as em contacto com um corpo rico em flogisto que lho transmitisse.

O problema foi levantado por um ardente stahliano, Guyton de Morveau (1737-1816) que, desagradando-lhe as "pontas soltas" na teoria, investigou e resolveu ambas as questões propondo uma extensão à teoria inicial, a qual apresentou em 1772 numa obra intitulada *Digressions Academiques* (Dijon, 1772).

Para resolver a questão do ganho de peso durante a calcinação, Morveau considerou que o flogisto apresentava um "peso negativo"; a presença ou ausência de flogisto era a verdadeira causa da variação de peso dos corpos capazes de se combinar com o flogisto, porque este era mais "leve" que o ar.

Na resolução do segundo aspecto, baseou a sua interpretação nas experiências efectuadas com o turbitó mineral (sulfato básico de mercúrio), um dos óxidos susceptíveis de serem reduzidos sem adição e designados por precipitados *per se*. Acerca da natureza destes compostos havia-se gerado a polémica que era a de saber se eles eram, ou não, verdadeiras caes metálicas. Guyton de Morveau, depois de provar que o mercúrio, tal como os outros metais, sofre verdadeiras calcinações, concorda com outros químicos em que estas caes retêm uma elevada porção de flogisto e são, por isso, de fácil redução, mas acrescenta ainda que o suplemento de flogisto que ainda necessitam para regressarem ao estado metálico, provém da matéria elementar do fogo, que é a única que pode atravessar as paredes dos vasos durante a operação. O flogisto deixa assim de ser o fogo unido a um elemento terroso e passa a ser a própria matéria do fogo.

Por sugestão do seu amigo conde de Buffon, que acreditava na identidade do flogisto com a luz, Guyton de Morveau terá tentado e conseguido reduzir as caes de mercúrio por acção da luz do sol concentrada por uma lente. Estes resultados, publicados em resposta às críticas em torno do seu livro, parecem não ter tido grande divulgação.

Muitos químicos tentaram ainda identificar o flogisto com a electricidade [4]; em 1758, Giovanni Beccaria (1716-81) influenciado pelos trabalhos de Benjamin Franklin, considerou que, a electricidade e o fogo eram semelhantes como agentes capazes de retirar ou imprimir flogisto aos corpos; em 1714, o conde de Milly (= Nicolas Christiern de Thy, 1728-1784) apresentou na Acade-

mia de Ciências um trabalho sobre a redução das cal metálicas por acção duma descarga eléctrica e para verificação desses resultados foi criado um comité composto por Lavoisier, Brisson, Baumé e Cadet.

Brisson, apresentando um precipitado *per se* que afirmava não ser reduzido sem adição, sugeriu que as experiências fossem efectuadas com esse precipitado e, caso os resultados se confirmassem, estaria provada a identidade da electricidade e do flogisto. Cadet discordou do método porque acreditava ser a referida cal reduzível sem adição, o que levou a um conflito entre os dois [5]. Mais tarde um outro comité, do qual continuava Lavoisier a fazer parte, confirmou a redução da cal de mercúrio sem adição e possivelmente a produção de um ar que não foi detectado por ter sido utilizada uma quantidade de amostra demasiado pequena.

Van Marum (1750-1837) publicou em 1785 um artigo sobre os efeitos da electricidade nos metais e cal metálicas, onde afirmava que nada podia ter fornecido o flogisto necessário às operações a não ser a electricidade, o que lhe permitiu concluir que a electricidade era o flogisto ou, pelo menos, o continha.

Pierre-Joseph Macquer (1718-84), correspondente de Guyton na Academia de Ciências, publicou em 1778 uma nova edição do seu *Dictionnaire de Chimie* e, talvez influenciado pelo trabalho de Guyton e de Milly sobre a revivificação das cal minerais propôs também uma reformulação da teoria. Macquer discordava de Stahl na identificação do calor com o flogisto extremamente dividido considerando-o devido ao movimento das partículas dos corpos provocado pelo fogo, luz ou outro agente; não sendo o flogisto o calor e, como em todas as combustões se liberta calor e luz, só poderia ser a própria matéria da luz. Assim, para Macquer, a matéria da luz, quando combinada, adquiria a designação de flogisto e era ela que, podendo atravessar as paredes dos vasos, reduzia os precipitados *per se*.

Outras alterações surgiram ainda à teoria inicial. Louis Lemery (1677-1743) e Boyle (1627-91) admitiam a existência de *partículas ígneas* que se uniam ao metal durante a calcinação e aumentavam o seu peso.

J. F. Meyer (1705-65) admitiu que o fogo continha uma substância próxima da matéria do fogo e da luz que designou

COMBUSTION DE L'ESPRIT DE VIN, &c.

por *acidum pingue* Venel (1723-75), tal como Guyton, atribuía-lhe um peso negativo dizendo que o flogisto não pesava para o centro da terra mas tendia a elevar-se.

Antoine Baumé (1728-1804) admitia a existência de um princípio inflamável que era constituído pela combinação da matéria do fogo com um princípio terroso, mas que essa combinação se fazia em inúmeras proporções; para ele, durante a calcinação os metais ganhavam peso porque o flogisto que perdiam era substituído pelo fogo puro, ou por um estado intermédio entre ele e o flogisto, que continha menos elemento terroso.

Na tentativa de manter uma teoria universalmente aceite e de fácil utilização, os químicos foram-na alterando de tal modo que, a certa altura, se poderia dizer que, a única afinidade entre eles era o termo flogisto. Este aspecto é bem retratado por Lavoisier que, numa das suas memórias, escreveu:

"... les chimistes ont fait du phlogistique un principe vague qui n'est point rigoureusement défini, et qui, par conséquent, s'adapte à toutes les explications dans lesquelles on veut le faire entrer; tantôt ce principe est pesant, et tantôt il ne l'est pas; tantôt il est le feu libre, tantôt il est le feu combiné avec l'élément

terreux; tantôt il passe à travers les pores des vaisseaux, tantôt ils sont impénétrables pour lui; il explique à la fois la causticité et la non-causticité, la diaphanéité et l'opacité, les couleurs et l'absence des couleurs. C'est un véritable Protée qui change de forme à chaque instant." [6].

3. O TRABALHO DE LAVOISIER NA REVOLUÇÃO QUÍMICA

Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-94) iniciou-se na Química com Rouelle no inverno de 1762-3, ou no ano seguinte, numa época em que todos os fenómenos eram interpretados, praticamente sem objecção, pela teoria do flogisto, que ele próprio utilizava e cujos ensinamentos assimilou de várias fontes [7, 8].

Pessoa muito perspicaz, ponderada e metódica, cedo se apercebeu de algumas incongruências nas interpretações utilizadas, que resolveu ele próprio investigar com rigor. Para isso, e à custa da sua fortuna pessoal, montou um laboratório que munuiu com o melhor equipamento, muito dele executado de propósito para os seus intentos.

São dele os primeiros e mais bem

fundamentados ataques à teoria de Stahl, teoria esta que, após muito tempo de trabalho árduo, viria a ser progressivamente abandonada pela grande maioria da comunidade científica em favor da sua teoria da oxidação.

Embora os seus trabalhos, nomeadamente sobre a natureza do ar e transmutabilidade da água sejam anteriores, é por volta de 1772 que inicia uma série de experiências, bem planeadas e executadas com rigor, cuja interpretação lhe vai permitir formular uma hipótese alternativa.

Em 1772, executa a combustão do fósforo e do enxofre em frascos abertos, inicialmente pesados, sob campânulas invertidas respectivamente em água e mercúrio e observou que, enquanto o ar diminuía dentro da campânula, os frascos aumentavam de peso na mesma proporção, o que o levou a concluir: "Cette augmentation de poids vient d'une quantité prodigieuse de l'air qui se fixe pendant la combustion et se combine avec les vapeurs" [9].

Em Fevereiro de 1773, calcinou uma quantidade de chumbo rigorosamente pesado utilizando os raios solares por recurso a uma lente de Tschirnhausen, instalada no Palais Royal. Verificou, passados cinco minutos, a formação de uma cal amarela que não aumentava mais e que a água na campânula tinha subido pouco, o que o levou a suspeitar da necessidade de uma circulação do ar na calcinação.

Em Outubro de 1773, repetiu a experiência substituindo a água por mercúrio. O cálculo do peso específico do ar revelou-lhe que a sua absorção era exactamente proporcional ao aumento de peso da cal. Recuperado o ar residual, verificou que, nele, uma vela se extinguia tal como no *ar fixo* (gás carbónico) já identificado por Joseph Black. Concluiu que não é todo o ar que respiramos que se fixa nas cal mas apenas uma pequena porção deste.

Para Lavoisier, as operações químicas de análise e síntese eram complementares; se um metal se combina com uma parte do ar para originar a cal, a partir desta deveria ser possível regenerar o ar inicial.

No mesmo mês, reduziu o minio (óxido de chumbo) com carvão vegetal mas verificou que o gás recolhido era mais "pesado" que o ar, não podendo, portanto, ser identificado com a parte do ar absorvida durante a calcinação.

Em 1774 publica, nas Memórias da Academia de Ciências, os resultados relativos à calcinação do estanho em vaso fechado e afirma que, se o estanho aumenta de peso durante a calcinação, tal se deve a que uma parte do ar é capaz de se combinar com ele enquanto que a outra parte se recusa a fazê-lo.

A importância do ar nas combustões e calcinações era perfeitamente conhecida e já Jean Rey, em 1645 [10] tinha proposto que o aumento de peso na calcinação era devido às "partículas" de ar que se entranhavam nas da cal; Stahl atribuía também ao ar um papel importante no processo, ainda que mecânico. Lavoisier foi mais longe provando, através do uso da balança, que apenas uma parte do ar se combinava e que, portanto, o ar não era um elemento como considerado até então.

Em 1775, realizou experiências efectuadas sobre precipitados *per se*, com e sem adição de carvão, que lhe permitiram reclamar, mais tarde, uma parcela da glória da descoberta do oxigénio. Contudo, o mérito dessa descoberta é atribuído a Joseph Priestley (1733-1804) e a Scheele (1742-86) que o isolaram independentemente e quase ao mesmo tempo (1774) e de cujos trabalhos Lavoisier tinha conhecimento [11].

Os resultados destas experiências foram publicados por Lavoisier em Abril de 1775. Na sua interpretação refere que o ar libertado na redução com o carvão é diferente do libertado na redução sem adição; o primeiro é um ar de propriedades semelhantes ao *ar fixo* (não respirável e que turva a água de cal) e o segundo é um *ar* mais respirável, o *ar puro*. Considera que o primeiro mais não é que uma combinação do segundo com o carvão.

Em 1776, com Trudaine, aqueceu 122,3 g de mercúrio numa retorta e, passados doze dias recolheu 2,38 g de óxido vermelho de mercúrio, constatando que o ar diminuiu 0,14L. Verificou que no ar residual uma vela se apagava e designou-o por "mofeta". Colocou depois o óxido de mercúrio numa retorta e procedeu à sua redução sem adição de carvão tendo recuperado 2,19g de mercúrio e 0,14L de um gás que estimulava a combustão. Misturou este gás com a "mofeta" e recuperou os 0,8L iniciais. Conseguiu assim executar as operações de análise e síntese e atribuir 1/5 de ar puro ao ar atmosférico [12].

Reunidas as informações necessárias, publicou, em 1777, uma memória intitulada *Sur la Combustion en Général* onde, apesar de revelar ainda algum respeito pela teoria de Stahl, propunha já uma hipótese que, segundo ele, continha iguais probabilidades de interpretar os factos referentes à combustão e calcinação. Nela, a combustão era caracterizada na base de quatro requisitos fundamentais:

(i) - Em toda a combustão há libertação da matéria do fogo ou da luz.

(ii) - Os corpos não podem arder a não ser num pequeno número de ares; mais restritivamente, não pode haver combustão a não ser numa só espécie deles, o *ar puro*.

(iii) - Em toda a combustão há destruição ou decomposição do *ar puro*: o corpo que arde aumenta de peso exactamente na proporção da quantidade de ar que é destruído ou decomposto.

(iv) - Em toda a combustão, os corpos transformam-se num ácido pela adição da substância que aumentou o seu peso; assim, o enxofre transforma-se em ácido vitrílico (sulfúrico); o fósforo em ácido fosfórico, etc.

Nesta mesma Memória, Lavoisier considerava que a calcinação dos metais é uma verdadeira combustão regida pelas mesmas leis; a única diferença seria que, a partir da calcinação de um metal, obter-se-ia, em vez de um ácido, uma cal metálica.

Lavoisier considerava a matéria do fogo e da luz como um fluido muito subtil e elástico que podia dissolver um elevado número de corpos e combinar-se com eles. Todo o fluido era, para ele, o resultado da combinação de um corpo com a matéria do fogo e da luz; o *ar puro* ou *ar vital* era composto de um princípio que lhe formava a base, combinado com a matéria do fogo. A este princípio deu o nome de *principe oxygine*, por acreditar estar na "génese" de todo e qualquer ácido. Na combustão, o corpo que arde rouba a sua base ao *ar* e a matéria do fogo que lhe serve de dissolvente, ficando livre, escapa-se em *luz* e *calor*.

No sentido de medir esse, construiu, com Laplace, em 1782, uma máquina de gelo que permitia determinar a quantidade de calor, libertada por um animal ou por uma reacção, durante um certo tempo, a partir da quantidade de água liquefeita. Apesar das objecções de Laplace, que acreditava que o calor era

devido ao movimento que possuíam as partículas dos corpos, Lavoisier construiu a sua teoria do calórico e baptizou a máquina de gelo de calorímetro.

Em espécie de síntese dos trabalhos elaborados até então, sobre a calcinação e oxidação dos metais, publicou em 1783, uma Memória intitulada *Réflexions sur le Phlogistique* na qual apresenta argumentos irrefutáveis contra a teoria do flogisto e completa a sua teoria da combustão com os novos desenvolvimentos da teoria do calórico. Nela afirma expressamente: "... un corps combustible est celui qui a la propriété de décomposer l'air vital, celui avec lequel le principe oxygène a plus d'affinité qu'avec la matière de la chaleur; ..." [13].

Enquanto que para Stahl o princípio da combustão residia no corpo combustível que continha flogisto, para Lavoisier, o verdadeiro princípio combustível é o *principe oxygène*.

Em 1785, trabalhando em conjunto com Meusnier na determinação da composição da água, Lavoisier demonstraria, através de uma experiência célebre de decomposição e síntese da água, que também esta é formada por *ar inflamável* (hidrogénio) e pelo *principe oxygène*.

Em 1789, o seu *Traité Élémentaire de Chimie* constituir-se-ia no grande meio de divulgação da teoria que construiu, com excelente recepção pela quase totalidade da comunidade científica.

Do facto nos dá testemunho Raoul Jagnaux: *O Traité Élémentaire de Chimie* marca a separação definitiva entre a química de Stahl e a química actual. Escrito menos de vinte anos depois do livro de Baumé, difere de tal modo dele, pelas ideias e linguagem química, que parece que um século ocorreu entre os dois; tanto mais que hoje, podendo ler o primeiro, ele é-nos completamente estranho pelas suas teorias, forma de raciocínio, nomenclatura e classificação, enquanto que o tratado de Lavoisier nos parece escrito hoje; ele é nosso contemporâneo..." [14].

4. O FLOGISTO DEPOIS DE LAVOISIER

A novidade das teorias de Lavoisier, sobretudo na sua contraposição radical às teorias que tinham por base o flogisto, foi, a breve trecho, rotulada e aceite por a "Revolução Química" de Lavoisier, tida como ponto de partida da Química Moderna. A característica cen-

MÉMOIRE SUR LA CHALEUR

tral desta Revolução Química seria precisamente o desmoronamento da reinante teoria flogística e sua substituição por uma nova teoria baseada no papel do oxigénio nos fenómenos químicos. Daí, a também universal designação da nova Química como a Química do Oxigénio [15].

Já nos nossos dias, considerações de ordem epistemológica sobre a própria natureza de "Revolução Científica" [16] têm suscitado ardentes debates, quer relativamente ao carácter revolucionário do próprio sistema químico construído por Lavoisier [7,8, 17], quer relativamente às características que verdadeiramente o determinaram [18].

Em termos dessa contraposição radical entre o sistema químico proposto por Lavoisier e o sistema flogístico, a rápida aceitação das novas teorias representaria a morte definitiva das ideias antes defendidas. Porém, assim não aconteceu, historicamente. Nomes gran-

des a quem a química moderna muito deve continuaram flogistas convictos, por toda a sua vida, qual seja o caso de J. Priestley, Baumé, Sage e Van Troostwijk, entre outros.

E ao lado dos antigos flogistas que se converteram ao sistema de Lavoisier, encontramos, por muitos anos, um elevado número de químicos a defender uma posição de compromisso entre flogismo e química do oxigénio. De facto, se, por exemplo, Berthollet, Fourcroy e Guyton de Morveau aderiram prontamente às teorias de Lavoisier, tornando-se, mesmo, seus íntimos colaboradores, com realce para a obra conjunta sobre uma *Nomenclatura Química* [19]; e se o próprio Kirwan (1732-1822), um dos mais acérrimos defensores do flogisto, já no seu tratado *Essay on Phlogiston and the Constitution of Acids* [20] que Madame Lavoisier traduziu para o francês com anotações e refutação cuidada de

Lavoisier, reconheceria o bem fundamentado desta refutação, levando-o a escrever a Berthollet: "baixo as armas e abandono o flogisto. Vejo claramente que não há nenhuma experiência que ateste a produção de *ar fixo* pela combustão do *ar inflamável* e, sendo assim, é-me impossível sustentar um sistema contra os factos reconhecidos. Daí, eu mesmo farei uma refutação do meu ensaio sobre o flogisto" [21]. Durante muitos anos continuar-se-ia a especular sobre a possível natureza do Flogisto.

É praticamente neste contexto que alguns epistemólogos têm questionado o carácter revolucionário do sistema de Lavoisier [17], atendendo a que as concepções de Lavoisier não só foram influenciadas pelas dos flogistas, com elas se identificando em muitos casos, através da simples substituição de "flogisto" pelo "oxigénio negativo" [7,8], sem que seja possível assinalar verdadeira descontinuidade entre umas e outras; e atendendo, sobretudo, a que as duas teorias foram utilizadas em simultâneo pelos mesmos cientistas, provando não serem de todo antagónicas.

De facto, um elevado número de químicos, considerando que as duas teorias se completavam, passaram a utilizar ora o flogisto, ora o oxigénio na interpretação dos vários fenómenos ou em aspectos diferentes do mesmo. Nas combustões e calcinações, por exemplo, consideravam que a teoria do oxigénio interpretava bem as relações ponderais, mas que os aspectos ligados com a produção de luz e calor, ou seja, os aspectos que hoje designamos por energéticos, eram melhor interpretados pelo flogisto, que consideravam mais completo que o calórico na interpretação dos factos.

Nesta concepção encontrava-se Hutton que, em 1792 e 1794 publicou dissertações onde defende a teoria do flogisto, apesar de ter louvado Lavoisier. Hutton preocupou-se com a questão de como a luz era produzida na combustão, como gerava calor, como surgia em diferentes cores, como era transformada pelas plantas em alimento animal e como sustinha a habitabilidade do planeta. Para ele, o flogisto era a luz fixada, ou o que ele chamava *substância solar*. Esta concepção era partilhada por outros, nomeadamente Richter e Gadolin [17].

Até ao fechar do século XVIII, o

flogisto resistiu ao retirar definitivo do domínio das explicações de muitos dos fenómenos físicos e químicos, com particular realce para a sua identificação, nos finais do século, com a electricidade [22].

Curioso é registar aqui que em Portugal, em 1778, na Faculdade de Filosofia, também Theotónio José de Figueiredo dissertava sobre a possível analogia entre o fluido eléctrico e o flogisto dos químicos [23].

Porém, uma dúzia de anos depois, em 1790, Vicente Coelho de Seabra, na segunda parte dos seus *Elementos de Química* tomava uma das mais radicais posições que se conhece contra o flogisto: "Porque razão o phlogisto de Stahl ha de entrar em tudo quanto ha em chimica com as mascaras, que lhe quizermos dar? Porque não entrará somente, quando deve, a matéria do calor, luz ou fogo? Para que romances, quando ha factos? Para que sonhar ou conjecturar, quando não he preciso?" [24].

* Dept. de Química - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

**Dept. de Química- Universidade de Coimbra

REFERÊNCIAS

- 1 - Designação dada pelos químicos do séc. XVIII aos óxidos obtidos por aquecimento prolongado de um metal.
- 2 - M. Teich, *Circulation, transformation, conservation of mater and the balancing of the biological world in eighteenth century*, in *Ambix*, **29** (1982), 17-28.
- 3 - Citado por R. Jagnoux in *Histoire de la Chimie* (Paris, Ed. Baudry et Cie, 1891), Tom .I., pg. 73.
- 4 - W. M. Sudduth, *Eighteenth - Century identifications of electricity with phlogiston* in *Ambix*, **25** (1978), 132-147.
- 5 - C. E. Perrin, *Prelude to Lavoisier's theory of calcination some observations on mercurius calcinatus per se* in *Ambix*, **16** (1969) pg. 1 45.
- 6 - A. L. Lavoisier, *Réflexions sur le phlogistique* in *Oeuvres de Lavoisier* (Paris, Impri-merie Impériale, 1862), Vol.II, pg .140-151.
- 7 - R. C. Jennings, *Lavoisier's views on phlogiston and the matter of fire before about 1770* in *Ambix*, **27** (1981), 206-209.
- 8 - R. Siegfried, *Lavoisier and the phlogistic connection* in *Ambix*, **36** (1989), 31-40.
- 9 - B. Bensaúde-Vincent e Ni. Journet, *Rien ne se perd, tout se pèse* in *Les Cahiers de Science et Vie*, nº 14 (Abril, 1993), pg. 46.
- 10 - Citado por R. Jagnoux, loc. cit., pg. 81.
- 11 - C. E. Perrin, loc. cit., pg. 145.
- 12 - B. Bensaude-Vincent e N. Journet, loc. cit., pg 51.
- 13 - A. L. Lavoisier, o. cit., ppg. 651-652.
- 14 - R. Jagnoux, o. cit., pg. 97.
- 15 - B. Cohen, *Revolution in Science* (Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1985).
- 16 - T.S. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions* (Chicago, University Chicago Press, 1962).
- 17 - D. Allchin, *Phlogiston after oxygen* in *Ambix*, **39** (1992) 110-116.
- 18 - Vid. Osiris, **4** (1988), *The Chemical Revolution: Essays in Reinterpretation*.
- 19 - De Morveau, Lavoisier, Berthollet e Fourcroy, *Nomenclature Chimique* (Paris, Chez Cuchet Lib., 1787).
- 20 - R. Kirwan, *Essay on Phlogiston* (Londres, 1784, 1787); *ibidem*, *Essay on Phlogiston and the constitution of Acids* (Londres, 1789).
- 21 - Citado por R. Jagnoux, o. cit., pg. 97.
- 22 - J. R. Partington, *A History of Chemistry* (London, Macmillan Press, Ltd), Vol. IV, pp. 3-5.
- 23 - T. J. Figueiredo, *De analogia fluidum electricum inter et chymicorum phlogisto*, (Coimbra, Biblioteca Geral Universidade, 1778) Dissertações, Ms. 1367.
- 24 - V. C. Seabra, *Elementos de Química* (Coimbra, Real off. da Universidade, Parte I, 1788; Parte II, 1780), pg. 208.