

VOLTAIRE E A NATUREZA DO FOGO : UMA CONTROVÉRSIA DO SÉCULO DEZOITO

Carlos A. L. Filgueiras

Departamento de Química - ICEX - UFMG - 31270-901 - Belo Horizonte - MG

Recebido em 7/7/95; aceito em 9/11/95

VOLTAIRE AND THE NATURE OF FIRE: AN 18TH CENTURY CONTROVERSY. In 1736 the Royal Academy of Sciences of Paris established a prize to be awarded to the best essay on the "Nature of Fire and its Propagation". Voltaire was among those who submitted manuscripts. Although the century's main chemical debate on combustion would take place between Stahl's phlogiston and Lavoisier's oxygen theories, in 1736 Stahl was hardly known in France and Lavoisier was yet unborn. Voltaire's ideas and the conclusions he drew from experiments, albeit objectionable from today's vantage viewpoint, are remarkable in showing the development of concepts and theories at a time when the old seventeenth century chemistry was distrusted and its replacement was about to emerge.

Keywords : Voltaire; 18th century chemistry; combustion theory.

Voltaire é amplamente conhecido como um intelectual da maior importância no século das luzes e um dos autores mais prolíficos de toda a história. François-Marie Arouet (1694-1778), seu nome original, cultivou praticamente todos os gêneros literários, tendo feito parte do grupo dos chamados "philosophes", que tanta influência exerceram e ainda exercem no pensamento ocidental.

Voltaire também se interessou vivamente pela ciência. Seu papel na divulgação da física newtoniana no continente europeu foi fundamental¹. Sua companheira de muitos anos, Madame du Châtelet (Gabrielle-Emilie Le Tonnelier de Breteuil, Marquise du Châtelet, 1706-49), teve um papel ainda mais importante neste aspecto. Entre suas obras se incluem as **Institutions de Physique**, publicadas anonimamente em 1740 e 1742, e a primeira tradução francesa dos **Principia** de Newton, publicada postumamente em 1756-59, com copiosos comentários da tradutora².

O estado de agitação constante em que esteve a química durante praticamente todo o século dezoito não poderia deixar alheios espíritos como Voltaire e Mme. du Châtelet. Nos primeiros decênios do século a química procurava afirmar-se como uma ciência física, despojada do hermetismo alquímico ou iatroquímico. A influência de Newton era grande, e buscavam-se generalizações e teorias de caráter preditivo para os fenômenos químicos.

Destes, aquele que talvez mais tenha intrigado os químicos antigos foi a combustão. A busca de uma explicação científica para este fenômeno está no cerne do movimento que se desenrolou ao longo do século 18, culminando na chamada Revolução Química³.

Várias teorias se propuseram a explicar a combustão, abrangendo tanto as transformações químicas como a concomitante produção de energia sob forma de calor e luz. Dessas teorias, duas tiveram relevo especial ao longo do século, e são hoje freqüentemente citadas como as grandes antagonistas da química dezoitista.

A primeira delas, a teoria flogística, se deve principalmente a Georg Ernst Stahl (1660-1734). Ele introduz o conceito do flogisto, o suposto princípio da inflamabilidade que se desprenderia dos corpos ao arderem, a partir de sua obra de 1697, **Zymotechnia Fundamentalis**⁴. A teoria do flogisto, já descrita várias vezes em Química Nova^{3,5}, continuou a ser desenvolvida em outras obras de Stahl. Destas, aquela

conhecida em francês como **Traité du Soufre**, foi originalmente publicada em alemão em 1718 e traduzida pelo Barão d'Holbach, que a publicou em Paris em 1766⁶.

A segunda teoria, a do oxigênio, origina-se com Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794) e contrapõe-se às idéias stahlianas ao explicar a combustão não como a perda de um princípio hipotético, mas como a incorporação de algo material e mensurável, o oxigênio, ao corpo que arde³.

A respeito do fogo e do calor, eis o que diz Stahl no **Tratado do Enxofre**: "este princípio (o flogisto) é o fogo corporal, a verdadeira matéria do fogo, o verdadeiro princípio de seu movimento em todas as combinações inflamáveis : entretanto, fora de sua mistura (com a matéria) ele não produz fogo, dissipando-se e volatilizando-se em partículas indivisíveis em que produz simplesmente calor, o qual é um fogo muito dividido"⁷.

Lavoisier escreve o seguinte em seu **Tratado Elementar de Química**, de 1789: "distinguimos a causa do calor, ou aquele fluido extremamente elástico que o produz, pelo termo calórico"⁸. E mais adiante: "no presente estado de nosso conhecimento, somos incapazes de determinar se a luz é uma modificação do calórico ou se o calórico é, ao contrário, uma modificação da luz"⁹.

Voltaire aparece nesse panorama como figura isolada entre as duas correntes. Sua teoria da combustão data de 1737, anterior, portanto, à difusão das idéias de Stahl na França, bem como ao próprio nascimento de Lavoisier. Qual é então o interesse em investigar uma doutrina científica não filiada às vertentes principais e sem conseqüências ou seguidores? A notoriedade de Voltaire no mundo intelectual de sua época, bem como suas credenciais como estudioso e divulgador científico, fazem deste um admirável estudo de caso para mostrar a freqüente não-linearidade do progresso científico e a forma tortuosa e cheia de meandros ou becos sem saída pela qual se desenvolve o conhecimento. Este tipo de reflexão opõe-se à crença, comumente encontrada, de progresso constante e inexorável da ciência. Ao contrário, o caso de Voltaire é ilustrativo da falácia dessa posição, e não apenas por ele não ter sido um químico profissional. Muitos químicos notáveis da época tinham também outras profissões, como viria a ser o caso do próprio Lavoisier.

A incursão de Voltaire na química foi desencadeada pelo anúncio em 1736 de um prêmio a ser concedido pela Academia Real das Ciências de Paris à melhor memória dedicada ao tema

da **Natureza do Fogo e sua Propagação**, que deveria ser entregue à Academia até o dia 1^o de setembro de 1738¹⁰.

Três dezenas de memórias foram enviadas à Academia. Esta decidiu premiar três, e não apenas uma. Os trabalhos escolhidos foram a **Dissertatio de Igne in qua ejus natura et proprietates explicantur** (Dissertação sobre o fogo na qual se explicam sua natureza e propriedades), de autoria do matemático suíço Leonhard Euler, professor em São Petersburgo, o **Discours sur la propagation du feu**, do jesuíta Lozeran de Fiesc, e a **Explication de la nature du feu et de sa propagation**, pelo Conde de Crequy. Para decepção de Voltaire, sua memória, intitulada **Essai sur la nature du feu et sur sa propagation** não foi premiada. Tampouco o foi o trabalho escrito e enviado sem o conhecimento de Voltaire por Mme. du Châtelet, sob o título de **Dissertation sur la nature et la propagation du feu**¹¹.

Todavia a Academia julgou estes dois trabalhos também meritórios, tanto assim que as cinco memórias foram publicadas em conjunto¹².

Na antiga herdade de Cirey, onde Voltaire se instalou por vários anos com Mme. du Châtelet, com o beneplácito do marido desta, o Marquis du Châtelet, foi instalado um verdadeiro centro de estudos científicos, com biblioteca e laboratório, custeados às expensas de Voltaire. Neste laboratório foram feitas inúmeras experiências químicas, relatadas na minuciosa memória de 81 páginas por ele submetida à Academia.

A memória é dividida em duas partes aproximadamente de mesma extensão: a primeira trata da natureza do fogo e a segunda de sua propagação.

Logo no início o autor dá sua concepção do que é o fogo: "uma substância simples, existindo independentemente dos outros seres, que só aguarda o movimento e o arranjo para se manifestar; e é o que se denomina **elemento**; neste caso, o fogo é sempre fogo, não convertendo nenhuma outra substância na sua própria substância, e não sendo convertido em nenhuma das substâncias com as quais se mistura".

Em seguida, Voltaire critica Descartes por sua opinião de que o fogo e a luz são seres totalmente distintos. Isto não deve ser entendido assim, segundo ele, porque o experimento dos vidros ardentes (lentes convergentes) mostra que a luz solar pode ser focalizada de modo a provocar a combustão.

Vários argumentos são arrolados para demonstrar que o arranjo e o movimento da matéria não podem por si sós produzir o fogo. Alguns desses argumentos são curiosos a nossos olhos modernos. Por exemplo, "se apenas o movimento pudesse produzir fogo, como é que o vento sul nos traria sempre o calor em tempo bom, e o vento norte o frio...? Um vento norte violento deveria aquecer o ar, a água e a terra mais que uma brisa do sul...". Desta maneira, o fogo seria um elemento contido em muito maior quantidade no vento sul que no vento norte. Sua conclusão é que "o fogo é um ser elementar cujas partes constituintes são elementos inalteráveis; ele não se transforma em nenhuma outra substância e nenhuma é transformada nele".

Assim como o fogo é uma substância elementar, parece-lhe lógico também acreditar nos outros elementos da antiguidade, rejeitando a noção corrente que descartara aquela doutrina: "assim parece que depois de todas as pesquisas da filosofia moderna pode-se voltar aos quatro elementos que a antiguidade havia admitido sem conhecê-los bem".

Se o fogo é elementar e inalterável, a substância dos planetas deve aumentar continuamente por receberem esse elemento do sol. Segue-se uma questão interessante: como faria o sol para renovar sua substância do fogo perdida?

O fogo, para Voltaire, é o único ser que clareia e queima, embora nem sempre os dois efeitos estejam presentes ao mesmo tempo. Por exemplo, a luz da lua, refletida do sol, clareia mas não queima, enquanto uma barra de ferro aquecida, mas não ao rubro, queima mas não clareia.

A conclusão é que o calor e a luz dependem das quantidades de massa e de movimento das partículas de fogo.

Embora cite Newton várias vezes, Voltaire não encontra nele apoio decisivo para suas proposições. Por exemplo, ele diz que Newton "não examina se os raios do sol são um corpo ou não; ele apenas determina as trajetórias dos corpos semelhantes às trajetórias dos raios do sol".

Citando Boerhaave, em sua **Química**, Voltaire se volta para o problema de o fogo ter ou não peso. Boerhaave havia pesado 8 libras de ferro frio, depois ardente, e novamente a frio, havendo sempre obtido o mesmo peso. No entanto, prossegue, mãos não menos hábeis que as de Boerhaave podem mostrar que 100 libras de chumbo produzem, após serem calcinadas, até 110 libras de mfmio. É curioso notar que estes dados estão corretos, de acordo com um simples cálculo estequiométrico moderno. No entanto, a diferença entre a natureza dos dois experimentos, óbvia a olhos modernos, leva Voltaire a um dilema: "trata-se agora de saber se o aumento de peso nesta experiência pode provar o peso do fogo, e se a igualdade de peso, na experiência de Boerhaave, pode provar que o fogo não pesa".

Para elucidar a questão, recorre à experimentação numa fundição de ferro: "havendo mandado consentar todas as balanças, e mandado trazer outras, todas as balanças de ferro possuindo correntes também de ferro no lugar de cordas, pesei desde uma até duas mil libras de metal ardente e resfriado; e não tendo jamais encontrado a menor diferença entre os pesos, raciocinei assim: essas massas enormes de ferro ardente haviam adquirido por sua dilatação uma superfície maior; elas deviam então apresentar um peso específico menor. Como elas pesam o mesmo tanto quentes como frias, pude então concluir que o fogo que as penetrava lhes fornecia exatamente o peso que sua dilatação as fazia perder, e que conseqüentemente o fogo tem realmente peso".

Voltaire parece revelar neste trecho não perceber que uma balança pesa na realidade a massa de um corpo. Pior ainda, faz confusão entre os conceitos de peso específico (ou densidade) e peso (ou massa).

O problema é ainda mais complicado, como ele revela, pois nas calcinações o peso aumenta, apesar da dilatação. A pergunta que faz então é se "em quatro onças de pó de antimônio expostas por alguns minutos ao fogo do sol, ou calcinadas por algumas horas no forno de revérbero, haja entrado incomparavelmente mais matéria ígnea que nessas massas penetradas durante vinte e quatro horas pelo fogo mais violento?".

Seu experimento seguinte foi manter três massas diferentes de ferro (100, 35 e 25 libras) no estado fundido por seis horas. Após o resfriamento, as três amostras haviam adquirido cerca de 4% de incremento de peso, isto é, haviam sido parcialmente oxidadas, como diríamos hoje. Como justificar o fenômeno? Como ele diz, o ferro fundido "continha incomparavelmente mais fogo que estando resfriado; logo, parece que se deve concluir que esta prodigiosa quantidade de fogo não tinha nenhum peso; logo, é muito possível que este aumento de peso tenha vindo da matéria disseminada na atmosfera; logo, em todas as outras operações pelas quais as matérias calcinadas adquirem peso, este aumento de substância poderia também ser devido à mesma causa, e não da matéria ígnea. Todas essas considerações me obrigam a respeitar a opinião de que o fogo não pesa".

A observação acima é extremamente interessante e nos sugere um raciocínio pré-lavoisieriano. Prosseguindo, observa que "se o chumbo, o estanho, o cobre, etc., pesam menos em fusão que resfriados, ao contrário eles adquirem peso na calcinação". A seguir, continua: "ou nesta calcinação a matéria adquire um menor volume, conservando a mesma massa, e então só por isto ela deve pesar um pouco mais, ou então, sem ter um volume menor, ela adquire mais massa: este excesso de massa lhe vem do fogo ou de alguma outra matéria". A linha de raciocínio é então bruscamente quebrada, e ele retorna à antiga posição: "não há nenhuma razão para privar o elemento

do fogo do peso que possuem os outros elementos, e concluo que é muito provável que o fogo seja pesado”.

Esta mudança de rumo é difícil de compreender quase 250 anos depois. Evidentemente o equívoco de Voltaire é chocante para nosso ponto de vista moderno. Não podemos todavia esquecer que a distinção entre peso e peso específico ainda era um pouco nebulosa, assim como o era o entendimento do que seria aquilo que uma balança mede. A posição inicial de Voltaire, de aceitar a doutrina dos quatro elementos, também tornava difícil imaginar que se três dos elementos podiam ser pesados numa balança, por que o mais sutil deles, o fogo, também não deveria ter peso?

Na segunda parte da memória, intitulada **Da propagação do fogo**, Voltaire define um combustível como aquilo que toma a forma do fogo, que “não é outra coisa senão um corpo que contém a matéria ígnea em seus poros”. Ele se pergunta se o ar é necessário para manter a combustão, e responde que este é um fato bem conhecido: o ar não só é necessário, mas tem que ser continuamente renovado. A seguir, relata o seguinte experimento: “tive a curiosidade de empilhar quatro libras de carvões negros numa lata que fechei muito bem; esta lata tinha cinco polegadas de altura, a largura de um pé e o comprimento de cerca de dois pés; fiz com que ela se avermelhasse de todos os lados com o fogo mais violento durante uma hora e meia; ao cabo deste tempo, o conjunto pesava quatro onças a menos, os carvões estavam muito quentes, nenhum havia queimado, e vários se inflamaram assim que receberam a ação do ar exterior. Mas em física há frequentemente uma experiência contra outra: o ferro fechado nesta mesma caixa se inflama e se avermelha muito bem”.

O texto revela mais uma confusão de Voltaire, num equívoco óbvio a nossos olhos modernos: a luz emitida na combustão do carvão e pelo ferro aquecido não se deve ao mesmo fenômeno. Para complicar mais as coisas, ele relata que é possível observar a combustão na ausência de ar, como quando o enxofre se mistura ao salitre sobre um ferro ardente, ou quando a pólvora se inflama por meio de uma lente que focaliza os raios do sol. Sua conclusão é que “a dificuldade é pois saber quando o ar é necessário ao fogo e quando não o é”.

Voltando ao caso dos carvões na caixa fechada, Voltaire supõe que eles não queimam porque todos os corpos têm uma “atmosfera” que apresenta resistência ao fogo, e a do carvão é muito espessa e aumenta com a temperatura. Seria preciso vencer essa atmosfera para que o fogo pudesse penetrar até os carvões. “Estou persuadido”, diz ele, “que se se tivesse jogado minha lata num fogo mais violento que a pudesse fundir, os carvões se inflamariam dentro da caixa, sem o auxílio do ar exterior”. Sua conclusão é a regra de que “um pequeno fogo precisa de ar, e um grande fogo não”. É por isso que o fogo do sol sobrevive sem qualquer matéria circundante semelhante ao ar.

Ao discorrer sobre a extinção do fogo, diz Voltaire: “o vulgo acredita que ele cessa de subsistir quando se cessa de vê-lo e de senti-lo; entretanto, a mesma quantidade de fogo subsiste sempre: o que se exalou de uma floresta queimada espalhou-se no ar e nos corpos circunvizinhos; não se perde um único átomo de fogo”.

A memória de Voltaire é uma peça raramente lida hoje. Como texto científico é completamente equivocada, numa visão a posteriori, com dois séculos e meio de vantagem. No entanto, apresenta grande interesse dentro da história da ciência como

se entende modernamente esta disciplina. Voltaire não era cientista, mas um intelectual interessado vivamente pelas ciências, assim como por outros assuntos. Sua tese às vezes dá a impressão que ele vai encaminhar-se na direção da química moderna, para depois recuar e confundir-se. Ele não só permanece distante das posições que polarizariam o debate químico do século dezoito, mas também chega a conclusões diferentes daquelas de Mme. du Châtelet, com quem compartilhava os experimentos, os estudos e as discussões científicas. É característico de seu comportamento que ele próprio fez publicar no **Mercure de France**, em 1739, a memória de Mme. du Châtelet, em que ela chega à conclusão, oposta à sua, de que o fogo não tem peso. Para ela, os experimentos visando a provar que o fogo pesa não eram conclusivos. Ao contrário, ele parece ser o único agente que separa tudo o que os outros agentes reúnem. O fogo desune tudo o que a gravitação tende a unir. O fogo tende ao equilíbrio e se distribui igualmente em todo o espaço, segundo a autora. Apesar de tudo, seria ousado recusar-lhe a classificação de ente material.

Como se vê, tanto em Voltaire como em Mme. du Châtelet, há muita especulação, não obstante a aparente preocupação em fazer experimentos e procurar basear os raciocínios na observação. Apesar de alguns dados quantitativos, sua química ainda é essencialmente qualitativa e, como tal, extremamente frágil e sempre à mercê de interpretações conflitivas ou influenciáveis pelas doutrinas em que crêem seus autores.

REFERÊNCIAS

1. Quintão Moreno, M.; *Voltaire e a Ciência Newtoniana*, Simpósio. Voltaire, Centro de Estudos do Século 18, Ouro Preto, 1994.
2. Ogilvie, M. B.; *Women in Science*: MIT Press: Cambridge, 1986, 2nd printing, 1988.
3. Filgueiras, C. A. L.; *A Revolução Química de Lavoisier: uma Verdadeira Revolução?*; *Quím. Nova* **1995**, *18*, 219.
4. Stahl, G. E.; *Zymotechnia Fundamentalis*; Halle, 1697, citado em Leicester, H. M. e Klickstein, H. S.; *A Source Book in Chemistry 1400 - 1900*; Mc Graw-Hill: New York 1952, p 59.
5. Tosi, L.; *Lavoisier: uma Revolução na Química*; *Quím. Nova* **1989**, *12*, 33.
6. Metzger, H.; *Newton, Stahl, Boerhaave et la Doctrine Chimique*; Albert Blanchard: Paris, 1930, 2ª impressão, 1974.
7. Ref. 4, p 6.
8. Lavoisier, A. L.; *Elements of Chemistry*; Dover: New York, 1965, p 5.
9. Ref. 8, p 6.
10. Voltaire, F. M. A.; *Essai sur la Nature du Feu e Sur sa Propagation*; 1737, em *Oeuvres Complètes de Voltaire*; Vol. 42, troisième édition, Baudouin Frères: Paris 1828, p 83-163.
11. Marquise du Châtelet, G. E. T. B., ref. 10, p 165-173. Voltaire publicou juntamente com sua memória, um extrato da obra de Mme. du Châtelet.
12. *Pièces qui ont remporté le Prix de l'Académie Royale des Sciences en MDCCXXXVIII*, Imprimerie Royale: Paris, 1738.