

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE HISTÓRIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM HISTÓRIA

O MATERIALISMO RADICAL DE HOLBACH
E A QUÍMICA MODERNA

Mestrando: Robson Jorge de Araújo

Orientador: Prof. Dr. Renan Springer de Freitas

Belo Horizonte

20 de fevereiro de 2006

RESUMO

O problema que proponho discutir nesta dissertação é a contribuição do materialismo do século XVIII para o surgimento da química moderna. Meu objetivo é apresentar uma reflexão histórico-epistemológica, demonstrando o quanto impregnada está a obra científica de Lavoisier desse materialismo. Creio que esta apresentação mostrará vínculos entre filosofia e química que os historiadores das ciências tradicionais geralmente não mencionam em suas obras.

Para fundamentar o trabalho, utilizarei a obra principal de Holbach, *Système de la nature*, apontando elementos do seu pensamento que aparecem no método de trabalho do químico francês. Embora os estudiosos não tenham encontrado, na Biblioteca de Lavoisier, nenhuma obra de Holbach e, apesar de os dois nomes nunca aparecerem explicitamente ligados por algum motivo, pretendo demonstrar que a obra lavoisiana e o materialismo holbachiano relacionam-se dinamicamente, sem que uma dependa da outra. Apesar desta impossibilidade de costurar estritamente os trabalhos de Holbach e de Lavoisier com elementos históricos, isso não nos impede de relacionar os aspectos epistemológicos de ambos. Dessa forma, creio que a história da ciência é que ganha com este trabalho de aproximação entre a filosofia e a química, entre Holbach e Lavoisier. A escolha da estilisticamente discutível primeira pessoa do singular, “eu”, empregada com freqüência, pretende caracterizar apenas a opção por uma abordagem que não é uma análise das concepções predominantes, além de significar as minhas próprias reflexões.

O MATERIALISMO RADICAL DE HOLBACH

E A QUÍMICA MODERNA

1	INTRODUÇÃO	4
2	CIÊNCIA E FILOSOFIA	6
2.1	A QUÍMICA NO SÉCULO XVIII	6
2.1.1	O ESTADO DE VAPOR DA MATÉRIA	7
2.1.2	O ESTUDO DOS GASES	12
2.1.3	O PROBLEMA DA COMBUSTÃO	14
2.2	A TEORIA DO FLOGISTO	22
2.3	A INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA NA TEORIA DO FLOGISTO	26
3	A QUÍMICA LAVOISIANA	28
4	BARÃO D'HOLBACH E SUA OBRA <i>SYSTÈME DE LA NATURE</i>	35
4.1	HOLBACH E SUA OBRA	35
4.2	HOLBACH E A <i>INTELLIGENTZIA</i> FRANCESA	39
4.3	O MATERIALISMO DE HOLBACH	41
5	A SUBESTRUTURA FILOSÓFICA	45
5.1	EXPERIMENTOS E SUBESTRUTURA FILOSÓFICA	45
5.2	CIÊNCIA E METAFÍSICA NO <i>SYSTÈME DE LA NATURE</i>	56
6	CONCLUSÃO	63
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66

1 INTRODUÇÃO

Proponho discutir neste trabalho a transição, considerada na química como um marco histórico, do conhecimento da teoria do flogisto para a teoria do oxigênio e a importância das concepções filosóficas do materialismo radical de Holbach nessa passagem. O caminho escolhido será aquele que os historiadores do século XX geralmente chamam de Revolução Química de Lavoisier, figura central, mas não única do processo que investigarei. Tendo em vista a mudança conceitual da química flogística para a química lavoisiana, discutirei a contribuição do aspecto filosófico, muitas vezes negligenciado, na interação e no desenvolvimento dessa ciência. Segundo Koyré, aspectos filosóficos são determinantes nas transições conceituais:

Estou, de fato, profundamente convencido de que o papel dessa 'subestrutura filosófica' teve uma importância muito grande e que a influência das concepções filosóficas sobre o desenvolvimento da ciência foi tão grande quanto a das concepções científicas sobre o desenvolvimento da filosofia (Koyré, 1991, p. 201-202).

Estreitando mais o período histórico que me interessa, trabalharei basicamente o período de 1770 a 1790 no plano teórico-filosófico, dirigindo o foco para as concepções materialistas do barão d'Holbach, desenvolvidas no *Système de la nature*. Enfatizarei, exclusivamente, a interpretação que o pensamento materialista proporcionou àquela que foi uma abordagem audaciosa dos fenômenos naturais ligados à química da época. Fica delimitado, pois, ao campo teórico, porque, na prática, ou seja, na área tecnológica, o conhecimento químico estava independente e em acelerado desenvolvimento, o que

demandaria um controle muito grande de informações. Podemos perceber isso pelas inúmeras descobertas de novas substâncias e pelo surgimento de indústrias químicas (Burke, 2003). Motivado pela nova mentalidade científica originada no século XVII, que via na experimentação seu caminho seguro para desvendar os segredos da natureza, o conhecimento químico ampliou-se consideravelmente a partir daí.

A demonstração que pretendo desenvolver é a de que a visão holbachiana é importante para a compreensão das mudanças que irão ocorrer na química da segunda metade do século XVIII. A primazia de oferecer respostas aos *porquês* dos fenômenos naturais era muito desejada, e as concepções materialistas de Holbach, que vou apresentar neste trabalho, opunham-se às idéias filosóficas, espirituais e religiosas da época. Como a luta pelas mudanças na química não estava restrita ao campo científico apenas, deixando sob domínio da imaginação e das intervenções divinas as interpretações do mundo fenomenal, julgo, pois, importante discutir a influência da filosofia nesse período histórico.

2 CIÊNCIA E FILOSOFIA

2.1 A química no século XVIII

O que consideramos como química hoje, um estudo científico da constituição dos materiais, suas propriedades, suas transformações e a energia envolvida nessas transformações, bem como as leis que a regem, distancia-se e muito da encontrada antes de 1750. Naquela época, a química não era considerada como uma disciplina independente (Hankins, p. 81). Seu passado ligava-a fortemente a outros domínios, como a física, a medicina ou a farmácia.¹ Seu processo de emancipação e consolidação foi lento (Debus, 1984) à medida que decorriam os séculos XVII e XVIII principalmente. A linguagem ambígua, simbólica, metafórica e dissimulada da alquimia, de ordem espiritual predominantemente, complicava e tirava a visibilidade de uma ciência ligada ao estudo da natureza dos materiais. O uso privilegiado da razão no Iluminismo contribuiu significativamente para desaparecimento da alquimia e foi importante, entre outros aspectos, para a emergência da química moderna.

Antes de discutir a influência da filosofia na química do século XVIII, vou apresentar alguns antecedentes para melhor compreendê-la naquele período. Para caracterizar o marco histórico do conhecimento químico, que chamamos geralmente de Revolução

¹ “A Química era um domínio de médicos e farmacêuticos em meados do século XVIII. Os grandes químicos, Hermann Boerhaave, Georg Ernst Stahl e Joseph Black, eram todos médicos e a maior parte da teoria e prática químicas estava ligadas as necessidades médicas. À medida que o século passava, a Química começou a ganhar alguma independência em relação à Medicina, mas o processo de emancipação foi lento. Mesmo no final do século, um químico continuava a dirigir-se a uma botica para obter os seus materiais” (Hankins, 1985).

Química, recapitularemos três trabalhos decisivos para essa “revolução”: o primeiro foi o conceito de calor latente e a teoria do estado de vapor de Turgot; o segundo, o estudo dos gases e a descoberta dos “ares” diferentes; e o terceiro, a descoberta da natureza da combustão por Lavoisier.

2.1.1 O estado de vapor da matéria

Uma das principais idéias da Revolução Química foi a de que o “ar” não era um elemento único, mas sim um estado físico que abrigava muitas substâncias químicas. O ar atmosférico seria uma mistura de diferentes substâncias nesse mesmo estado “vaporoso” ou “aeriforme”, palavras novas inventadas no século XVIII para descrever uma nova concepção científica.

Outra idéia fundamental foi a do fogo. As transformações químicas envolvem sempre perda ou ganho de calor, mas o mesmo não acontece com muitas transformações físicas. As distinções que hoje fazemos entre as transformações físicas e as transformações químicas não eram feitas com a mesma facilidade durante aquele período. Reconheciam que o “fogo” era responsável por colocar as substâncias num estado aeriforme, mas as operações envolvendo o fogo não eram fáceis de serem analisadas racionalmente. Os pesquisadores e estudiosos do século XVIII nunca compreenderam inteiramente o fogo, apesar das várias tentativas, investimentos e concursos. Lavoisier considerava-o como uma substância elementar e deu-lhe um novo nome: *calórico*. Joseph Priestley e Henry Cavendish continuaram a utilizar o termo *flogisto* para a interpretação da combustão. Foi só com o advento da termodinâmica, no

século XIX, que os químicos conseguiram incluir o fogo num quadro teórico mais adequado aos conhecimentos atuais.

Pensava-se, no entanto, que sobre o ar e o fogo uma propriedade em comum, descoberta no século XVIII, destacava-se e motivava várias interpretações: ambos podiam ser “fixos”, ou seja, “escondidos” em substâncias sólidas ou líquidas. A obra *Vegetable staticks (Estática vegetal)*, de Stephen Hales (1677-1771), religioso interessado em botânica, revelou que enormes quantidades de “ar” podiam ser liberadas por aquecimento de muitos sólidos e líquidos diferentes, inorgânicos ou orgânicos. O fato de o ar poder ser “fixo” num estado não elástico da matéria sólida era uma descoberta surpreendente que atraía muitas novas atenções para o estudo desse elemento. Tradicionalmente, os químicos prestavam pouca atenção ao ar. As suas receitas diziam-lhes como fazer sólidos e líquidos, mas aquilo que se desprendia e saía pela chaminé não era objeto de estudo.

Em 1757, Joseph Black apresentou o conceito de calor latente que para ele era o fogo “fixo” na matéria, da mesma forma que o “ar fixo” era ar preso na matéria. De acordo com essas idéias, quando a água fervia, grandes quantidades de fogo (calor) eram fixadas no vapor sem que se produzisse qualquer mudança na leitura dos termômetros. A analogia sugeria uma teoria geral sobre a fixação do ar e do fogo. O fogo era, obviamente, fixado e libertado em muitas transformações químicas: por exemplo, era liberto nas reações de combustão e era fixado em todos os processos em que um material era aquecido. Os estudiosos da época, como Hales, conseguiram mais facilmente desprender o ar dos sólidos, mas não facilmente fixá-lo neles. Essa última operação, mais difícil na época, não iria ser possível antes de os químicos conseguirem

compreender e isolar os diferentes “ares”. Mas o problema era complexo, e as anomalias que surgiram tornavam a simples teoria de “fixação” do ar e do fogo insustentável.

Segundo Hankins,

*A anomalia mais notável era a evaporação. Em 1756, William Cullen (1710-90), professor de Joseph Black, publicou **An essay on the cold produced by evaporating fluids and of some other means of producing cold.**² Cullen procurou descobrir por que as temperaturas lidas num termômetro desciam alguns graus quando o instrumento era retirado de álcool vínico. O fenômeno já tinha sido observado anteriormente, mas nunca tinha sido explicado de forma satisfatória. O secretário da Academia da Ciência francesa, Jean-Jacques d’Ortous de Mairan (1678- 1771), na sua amplamente divulgada **Dissertation sur la glace** (Dissertação sobre o Gelo) (1749), tinha descrito o refrigerador chinês que permitia arrefecer água por evaporação a partir da superfície exterior de uma bilha de barro poroso. De Mairan tinha reconhecido o efeito refrigerante da evaporação, mas apenas para a água. Cullen descobriu que muitos líquidos arrefeciam ao evaporarem: quanto mais volátil o líquido maior a descida de temperatura. Procedeu também à evaporação de líquidos no vácuo. Outros tinham já notado que a água no vácuo ferve a uma temperatura mais baixa, mas Cullen notou também um efeito refrigerante. Colocando uma tina com éter dentro de água no recipiente da sua bomba de vácuo, conseguiu congelar a água através do efeito refrigerante da evaporação do éter (Hankins, p.85).*

Essas experiências implicavam várias questões polêmicas; por exemplo, o problema de os líquidos evaporarem por dissolução no ar, crença comum na época, então, sem o ar, seria impossível a evaporação dos líquidos – mas era exatamente o oposto que acontecia. Além disso, o efeito refrigerante da evaporação indicava que o

² *Ensaio sobre o frio produzido pela evaporação de fluidos e sobre alguns outros meios de produção de frio.*

vapor levava consigo o calor ou a matéria do fogo. Era possível que a causa da evaporação não fosse a dissolução do líquido no ar, mas a combinação do líquido com a matéria do fogo para criar um vapor. Se assim fosse, então seria o fogo, e não o ar, que tornava elástico o fluido evaporado. Assim, a atmosfera seria uma mistura de muitos “ares”, e não apenas o ar da teoria dos quatro elementos. As implicações das experiências sobre a evaporação efetuadas por Cullen e outros, incluindo Johann Gottschalk Wallerius (1709-85), Johann Theodore Eller von Brackhausen (1689-1760), o abade Nollet, Charles Le Roy (1726-79), Antoine Baumé (1728-1804) e, mais tarde, Antoine Lavoisier, não eram imediatamente compreendidas. A teoria da fixação não conseguia explicar esses fenômenos.

Foi um famoso aristocrata francês, o barão Anne Robert Jaques Turgot (1721-81), quem reconheceu com maior clareza as implicações dessas descobertas. Não era físico ou químico. Suas idéias apareceram no artigo “Expansibilité”, com que contribuiu anonimamente para a *Encyclopédie*. O artigo era incomum, na medida em que a palavra *expansibilité* não existia na língua francesa. Turgot inventou-a para designar uma propriedade do ar: a expansibilidade.

Para Turgot, as experiências do abade Nollet e de Wallerius sobre a evaporação no vácuo podem ser explicadas pela expansibilidade dos “ares”. Tal propriedade não seria do ar apenas, mas de todas as substâncias num estado de vapor. Essa “vaporização”, outro neologismo de Turgot, aconteceria a quase todas as substâncias, desde que a temperatura fosse suficientemente elevada. O calor ligava-se de alguma forma às partículas da matéria e vencias as forças de atração, provocando uma separação ilimitada das partículas. “Assim, pode-se conseguir que a água, por exemplo, passe pelos três estados de agregação, sólido, líquido e vaporoso, através da mudança de temperatura”.

Segundo Turgot, a expansibilidade do vapor era causada pelo fogo ligado às suas partículas. O ar de Hales, quando fixado na matéria, era ar ao qual tinha sido retirado o fogo, tendo, por conseguinte, perdido a sua expansibilidade. Permanecia “fixado” na matéria líquida ou sólida até que de novo o fogo se lhe juntasse para o tornar expansível, pensava Turgot.

Essa teoria explicava a ebulição de líquidos no vácuo e os efeitos refrigerantes observados por Cullen, mas não explicava a razão pela qual a evaporação ocorre a baixas temperaturas. Até mesmo o gelo se evapora lentamente, sem derreter, à temperatura abaixo do ponto de fusão. Se o calor que se liga às partículas do gelo provoca a sua evaporação por que não derrete primeiro o gelo? Turgot acreditava que o gelo se evapora a partir da superfície e que a água abaixo da temperatura de ebulição também se evapora a partir da superfície, dissolvendo-se no ar em ambos os casos. A água acima da temperatura de ebulição, contudo, transforma-se em vapor sem presença do ar. Assim, a ebulição ocorre em todo o líquido e não apenas em sua superfície. Turgot chamou a transferência para o estado gasoso “vaporização”, distinguindo-a cuidadosamente da evaporação, que exigia a presença do ar. A evaporação permaneceu um problema a ser resolvido até o advento da teoria cinética no século XIX. No entanto, a resposta limitada de Turgot foi importante para a Revolução Química.

A contribuição de Turgot, elaboração de uma teoria que, depois de consideravelmente desenvolvida por parte de químicos experientes, iria conduzir à teoria do oxigênio na combustão, mostra o quanto o trabalho de Lavoisier não estava isolado. A introdução do estado gasoso e da sua relação com o calor era mais um problema da física do que da química. Mas o reconhecimento da existência de um estado gasoso era pré-requisito para explicar a combustão, um dos problemas abordados por Lavoisier, que

iniciou as suas experiências sobre combustão no ano de 1772. Nesse mesmo ano, antes de iniciar essas experiências, tinha escrito um memorando a que chamou *Système sur les éléments*. Nesse memorando, adotava uma posição próxima da de Turgot e utilizava a expressão “fluido em vaporização” para descrever o vapor produzido quando a água é aquecida no vácuo. A utilização da nova palavra vaporização indicava que Lavoisier tinha se inspirado na idéia do artigo de Turgot; em 1775, referiu-se a esse artigo explicitamente (Hankins, 2002).

2.1.2 O estudo dos gases

No século XVIII, o estudo dos gases surge com grande interesse e ocorrem avanços técnicos nessa pesquisa, como a invenção da cuba pneumática para recolhimento de gases sobre água, atribuída geralmente a Stephen Hales (Ihde, 1984). O argumento de que as substâncias químicas podiam existir num estado “vaporoso” foi reforçado pela descoberta de diversos novos “ares”. Foi também Stephen Hales o primeiro a recolher e a medir sistematicamente o ar libertado a partir de substâncias líquidas e sólidas. Demonstrou que grandes quantidades de “ar” podiam ser libertas da matéria através do calor, mas não demonstrou – nem mesmo considerou essa hipótese – que o ar recolhido pudesse variar de uma experiência para outra. A primeira pessoa a identificar um novo ar diferente do ar atmosférico comum, o gás carbônico, foi Joseph Black, professor escocês que contribuíra para o estudo do calor. Joseph Priestley (1733-1804) fará um melhoramento importante nessas pesquisas, ao substituir a água por mercúrio, o que permitirá a coleta também de gases solúveis em água.

Nesse período acumulam-se descobertas notáveis, como a do ar fixo (dióxido de carbono), descrito na tese de doutorado em medicina de Joseph Black (1754, publicada em 1756); a do gás inflamável (hidrogênio) por Henry Cavendish (1731-1810), que publica a descoberta em 1766; e a do ar mefítico (nitrogênio), resíduo do ar tornado impróprio para a respiração após a morte por asfixia de um animal ou a realização de uma combustão ou calcinação, trabalho realizado por Daniel Rutherford (1749-1819). Também o sueco Carl W. Scheele (1742-1786) obtém o ácido marinho desflogisticado (cloro) em 1774 e publica em 1777 resultados de anos de pesquisa com o ar do fogo (oxigênio). Esse gás foi estudado também por outros pesquisadores, Pierre Bayen (1725-1798), Priestley e Lavoisier. Priestley é indiscutivelmente nesse período o cientista que isolou e descreveu o maior número de gases: além do oxigênio (a que chamou ar desflogisticado), ele estuda o óxido nítrico e o dióxido de nitrogênio, o cloreto de hidrogênio, o monóxido de carbono, o dióxido de enxofre e a amônia (Leicester, 1971).

As aplicações para esses gases logo se revelaram interessantes para a sociedade, não ficando restritas apenas ao meio acadêmico. Priestley, em Birmingham, após investigar as propriedades do dióxido de carbono, inventou a água carbonatada ("soda"), defendendo-a como curativa do escorbuto, o que se mostrou infundado (Ihde, 1984). O hidrogênio foi utilizado para iluminação em inúmeras ocasiões festivas, e William Murdock, auxiliar de James Watt, estudou o gás de hulha (monóxido de carbono), tornando Soho, a fábrica das máquinas a vapor de James Watt e Matthew Boulton, pioneira na iluminação a gás, em 1798 (Mantoux, 1988). Nem se pode esquecer que o século XVIII é o do aparecimento dos balões. Em junho de 1793, a Convenção da República Francesa encarregou uma comissão composta por Fourcroy, Berthollet, Monge

e Guyton de Morveau de estudar a fabricação de hidrogênio em grande escala para seu uso em aerostatos. Os trabalhos da comissão tiveram êxito rápido, e um ano depois um balão da República fazia sua estréia como posto de observação militar na batalha de Fleurus (Bensaude-Vincent; Stengers, 1993).

2.1.3 O problema da combustão

Robert Boyle e Robert Hooke foram os primeiros, no século XVII, a realizarem experiências para esclarecer o fenômeno da combustão. Testando vários materiais combustíveis em diferentes meios, concluíram sobre o papel fundamental do ar nesse processo. Apesar de relatar no *Sceptical Chymist*, em 1661, o aumento de massa dos metais quando calcinados, Boyle interpretava o fenômeno admitindo que os metais absorviam as “partículas ígneas”, constitutivas do fogo. Essas idéias de forma alguma devem ser interpretadas como a antecipação da descoberta do oxigênio. Seu caráter especulativo era muito prejudicado pelas circunstâncias, já que as técnicas de manipulação dos gases eram precárias (Idhe, 1984).

Alguns historiadores da ciência afirmam que a teoria do flogisto pode ser considerada como a primeira grande teoria da química moderna (Metzger, Maar, Taton, Bensaude-Vincent). No início do século XVIII, o médico Georg Ernst Stahl (1660-1734), seguindo as idéias de seu mestre Johann Joachim Becher (1635-1682), propôs uma explicação conjunta da calcinação dos metais, da queima dos corpos combustíveis e da respiração dos animais, baseada na existência de um “princípio da combustibilidade” que foi denominado “flogisto”. De acordo com suas idéias, os metais são formados por flogisto

e pela cal correspondente (óxido metálico), de modo que, quando calcinados, o flogisto se desprende e deixa a cal. Da mesma maneira, para obter o metal a partir da cal, é necessário adicionar flogisto, que pode ser obtido a partir de um material rico deste princípio, como o carvão, por exemplo. Um bom exemplo dos livros da época que empregaram essa teoria é a popular obra de Joseph Macquer, *Éléments de chymie-théorique*³.

Numa tentativa diferente de compreender a combustão e a calcinação, Lavoisier aplicou a teoria do estado de vapor de Turgot. Uma vez que sempre que há vaporização ou evaporação há resfriamento, Lavoisier teorizou que, quando um líquido se transforma em vapor, esse líquido absorve o fogo. Assumiu que as substâncias químicas no estado de vapor estão também em combinação com o fogo e que é o fogo que as torna expansíveis. Para explicar os resultados das suas experiências sobre combustão e calcinação, Lavoisier concluiu que, durante esses processos, o fogo que tinha estado combinado com o ar era libertado como calor e luz e que, em consequência, o ar perdia a sua expansibilidade e fixava-se no combustível. Lavoisier não se livrou verdadeiramente do flogisto, limitando-se a passá-lo para o ar. Segundo Lavoisier, era de fato o ar, ou parte dele, que ardia, porque era a partir do ar que o fogo era libertado.

Entretanto, prosseguindo com suas experiências sobre a calcinação, aquecendo o chumbo e o estanho em recipientes fechados, descobriu Lavoisier a não variação da massa antes e depois do aquecimento. Isso revelava que nenhuma “matéria de fogo” ponderável tinha sido transferida através das paredes dos recipientes. Ao abrir esses recipientes, um barulho foi notado, o ar penetrou o recipiente e verificou-se que o resíduo metálico pesava mais que o metal. Essas experiências e a conclusão de que o ar tinha se

³ MACQUER, P. *Éléments de chymie-théorique*. Paris: Chez Didot, 1756.

combinado com metal para produzir o resíduo metálico Lavoisier as anunciou à academia no dia 2 de novembro de 1774.

Lavoisier admitia que todos os materiais podiam existir em dois estados diferentes: livre ou fixo. A idéia do ar fixo, mais do que a Black, Lavoisier devê-la-ia a Stephen Hales; a água estaria fixa, por exemplo, como água de cristalização, fenômeno discutido por Rouelle, que foi professor de Lavoisier. O fogo, *la matière du feu*, estaria fixo, por exemplo, na fusão do gelo. A passagem ao estado fixo correspondia a uma perda das propriedades sensíveis dos três elementos. O ar fixo não exerce pressão, a água fixa deixa de ser fluida, o fogo fixo não afeta o termômetro. O mais notável eram as combinações entre eles, particularmente a absorção do fogo pela água e pelo ar. Assim, ele estaria convencido, em meados de 1772, de que os gases nada mais eram do que uma combinação de algum substrato com o fogo e de que qualquer corpo, absorvendo quantidades suficientes dele, poderia apresentar-se em qualquer um dos três estados de agregação.

Dessa teoria viria em parte, segundo Guerlac, o impulso para inverter o paradigma flogístico. Podemos apontar duas conseqüências fundamentais do *Système sur les éléments*. São elas: 1) a distinção que Lavoisier faz sistematicamente entre “propriedades físicas” e “propriedades químicas” das substâncias; 2) o ar, com sua grande carga de calor, passa a ser a chave para entender os processos de combustão e calcinação. O desvendamento desses processos é o núcleo da obra de Lavoisier que previu⁴ e realizou (Tosi, 1989) uma verdadeira “revolução”. Para Guerlac, do ponto de vista químico,

⁴ Na famosa memória de fevereiro de 1772, na qual escreve que se sentia obrigado a refazer os experimentos sobre o comportamento do ar e acrescentar novos, porque o assunto "me pareceu feito para ocasionar uma revolução na física e na química." (Tosi, 1989)

essencialmente esse trabalho encontra-se da famosa “nota selada” de 1772, que anuncia/esconde o aumento de massa na queima de enxofre e fósforo e na calcinação de chumbo, até 1776, quando caracteriza o “ar desflogisticado de Monsieur Priestley”.

Em 1777, Lavoisier convida seu colega da Academia das Ciências, o matemático e físico Pierre-Simon Laplace (1749-1827), a colaborar com ele numa pesquisa sobre a vaporização de líquidos. Esse é um dos problemas que Lavoisier havia listado em seu primeiro livro, os *Opuscules physiques et chimiques* (1773), como tema para trabalhos futuros. Os dois investigam o comportamento da água, do álcool e do éter etílico, submetendo-os a pressões variáveis na campânula de uma bomba de vácuo. Observam que a vaporização dependia tanto da temperatura quanto da pressão a que os líquidos eram submetidos.

No mesmo ano, Lavoisier desenvolve uma intensa atividade de pesquisa com o médico e químico J. B. Bucquet (1746-1780). Num dos trabalhos que realizam, voltam a investigar o éter etílico, mostrando novamente que a pressão atmosférica era uma resistência a ser vencida na vaporização e que, diminuída essa resistência, o fluido vaporizava-se rapidamente. Além disso, mostram que a vaporização era acompanhada de um grande abaixamento de temperatura no interior da campânula da bomba de vácuo. Essa variação da temperatura é interpretada como evidência da absorção de boa parte do calor livre do ambiente para que ocorra a vaporização.

Também nesse ano de 1777, a 12 de novembro, na sessão pública de reabertura da Academia, Lavoisier lê sua memória sobre a combustão em geral. O trabalho é o primeiro de uma série de três ataques abertos e sistemáticos à teoria do flogisto, feitos com

grandes intervalos: o segundo (*Reflexões sobre a calcinação e a combustão*, a propósito de um livro intitulado *Tratado Químico do Ar e do Fogo*⁵), em dezembro de 1781, e finalmente, em junho de 1785, as *Reflexões sobre o flogisto* para servir como seqüência à teoria da combustão e da calcinação publicada em 1777 (Guerlac, 1981; Tosi, 1989).

Guerlac acredita que há um enigma no intervalo entre a identificação da composição da atmosfera (fevereiro de 1776) e o primeiro ataque aberto ao flogisto, quase dois anos depois: “Por que Lavoisier esperou tanto tempo para vir a público contra a teoria do flogisto e expor sua própria teoria rival?”. A resposta seria, a seu ver, que não bastava a Lavoisier que estivessem assentados para ele os principais aspectos puramente químicos da combustão e da calcinação. Já que seu *Système sur les éléments* fazia uma associação tão estreita do ar e do calor, ele teria esperado até obter dados que comprovassem esse lado, digamos, físico do problema. Nota-se nesse procedimento uma investigação sistemática, método de trabalho adquirido por Lavoisier, mas, por outro lado, vejo nessa prudência uma preocupação fora da investigação científica. Acredito que nesse intervalo Lavoisier avaliava a recepção do seu trabalho no aspecto externo, em um âmbito da apresentação e repercussão.

Esse enigma é discutível, do ponto de vista científico apresentado por Guerlac, já que Lavoisier manteve uma intensa atividade no período de 1776-1777. Apoiando-me no artigo de Lucia Tosi publicado em *Química Nova* (Tosi, 1989), posso citar pelo menos quatro trabalhos do período, todos relevantes para a luta contra o flogisto e três essenciais, a meu ver, para a discussão da combustão. Refiro-me às memórias *Sobre a existência do ar no ácido nítrico e sobre os meios de decompor e recompor esse ácido*

⁵ O livro citado é a tradução francesa da obra do sueco C. W. Scheele.

(lida em 20 de abril de 1776), *Sobre a combustão do fósforo de Kunckel e sobre a natureza do ácido que resulta dessa combustão* (lida em 16 de abril de 1777), *Considerações gerais sobre os ácidos e sobre a maneira como eles são compostos* (depositada na Academia, em 5 de setembro de 1777) e *Experiências sobre a respiração dos animais e sobre as mudanças que ocorrem ao ar ao passar pelos pulmões deles* (lida em 3 de maio de 1777) (Tosi, 1989).

A primeira repete o experimento de Priestley da formação de nitrato de mercúrio pela reação do metal com ácido nítrico, seguida da decomposição térmica do nitrato. O oxigênio e o óxido nítrico formados eram recolhidos e forçados a reagir, regenerando o ácido nítrico. Segundo Tosi, esse experimento leva à teoria da acidez pela presença de um princípio acidificante no ar. É natural, então que, em seqüência, Lavoisier estude o fósforo e o ácido fosfórico⁶ e finalmente a teoria geral da acidez (uma das memórias que só ele assina, resultantes da colaboração com Bucquet). Não seria do estilo de Lavoisier apresentar uma teoria da combustão (e da calcinação) sem caracterizar os produtos. Como os corpos combustíveis produzem ácidos, era inevitável estudar os ácidos e o papel do ar/oxigênio na sua formação.

Talvez se pudesse considerar “dispensável” a memória sobre a respiração, no contexto da luta pela afirmação de sua teoria da combustão. Mas, mesmo aí, a analogia entre combustão e respiração era evidente. Em ambas consome-se ar; além disso, na combustão do carbono e na respiração, produz-se o ar fixo de Black (dióxido de carbono). E a teoria do flogisto contemplava uma interpretação da respiração. Parece plausível que Lavoisier tenha pensado em não deixar qualquer saída aos flogistonistas. Sabemos afinal

⁶ Nessa memória ele abandona o termo porção mais pura do ar e passa a referir-se ao que depois chamaria oxigênio como ar eminentemente respirável. Chama ainda o outro componente do ar de mofeta atmosférica. (Tosi, 1989)

quanto é discutível o conceito de “experimento crucial” (Bensaude-Vincent, 1996, p. 123) e que uma teoria, se fornece explicações úteis, pode sobreviver a evidências de anomalias (Chalmers, 1986; Nussbaum, 1983). Se a teoria do flogisto dava conta das combustões, calcinações, respiração, uma nova teoria teria que se mostrar válida para a discussão de todos esses problemas e ampliar as perspectivas de trabalhos futuros. Será que só uma boa teoria poderia derrubar o flogisto, a pedra angular da química, e causar uma mudança nas concepções? Acredito que não, e a ciência de Lavoisier apresentaria vigor para substituir a teoria do flogisto depois de permeada pelo materialismo nada ortodoxo da época.

Sobre a ciência de Lavoisier, notamos em seus trabalhos que ele procurava sistematicamente analisar os estados inicial e final de cada sistema em transformação. Se o assunto é a combustão, ele impõe-se analisar e identificar os reagentes e os produtos. Como sua teoria do oxigênio torna esse o princípio acidificante, ele vê-se no dever de obter, caso a caso, os ácidos a partir das substâncias combustíveis e de decompô-los, recuperando o oxigênio e o não-metal. Parece-me que seu trabalho propõe implicitamente e exemplifica um princípio metodológico: a química deveria operar sistematicamente por análise e síntese⁷. Ele consegue fazer isso com êxito no caso da química inorgânica. Na química orgânica isso só vai tornar-se viável em meados do século seguinte, mas o paradigma estava posto na química inorgânica.

⁷ Bensaude-Vincent e Stengers não pensam assim. Segundo elas, metodologicamente, a química passaria por três programas: a análise (“definida por Lavoisier como meta da química”), vigente nas primeiras décadas do século XIX; a substituição, a partir da década de 40 do mesmo século; finalmente a síntese, por volta de 1860 (Bensaude-Vincent; Stengers, 1993). Parece-me que: 1) para Lavoisier a análise é essencial, mas é apenas o primeiro passo para, usando os elementos, obter compostos de complexidade crescente; 2) essa dialética de análise-síntese dá até mesmo a índole aditiva da nomenclatura inorgânica, que traduz as teorias de Lavoisier; 3) a periodização daquelas historiadoras peca por centrar-se na química orgânica, o que não é razoável, ainda que ela seja evidentemente a área que dá o tom da química dos 60 primeiros anos do século XIX; 4) não se deveria esquecer que as teorias dos tipos, vigentes no período em que Bensaude-Vincent e Stengers falam do programa da substituição, tratam exatamente de buscar na química inorgânica modelos de composição: hidrogênio, cloreto de hidrogênio, água, amônia.

Esse mesmo rigor leva-o a examinar sistematicamente a conservação das massas. Considerando-se que ele toma o calor como uma quantidade conservativa⁸ e favorece a hipótese substancialista do calórico (nome, aliás, proposto pela nomenclatura de 1787, obra de que é o teórico e um dos co-autores), parece-me natural que seu estilo "geométrico" leve-o a interessar-se pelo balanço energético das transformações da matéria. Afinal, o calórico é o segundo dos elementos da lista apresentada no seu *Traité élémentaire de chimie*. Mas o que é importante destacar agora e reter para futuras argumentações é a orientação epistemológica de Lavoisier: no movimento filosófico iluminista, seu trabalho possui elementos racionalistas, naturalistas e materialistas de tal envergadura, associados estratégica e psicologicamente a uma nova forma de linguagem (nomenclatura), que realmente produziu a revolução conceitual pretendida por Lavoisier.

⁸ Hipótese que é comum na época aos partidários da hipótese substancialista e da hipótese dinâmico-mecanicista (Chagas, 1992 b).

2.2 A TEORIA DO FLOGISTO

A teoria do flogisto constituía a química dogmática e experimental da segunda metade do século XVII e de praticamente todo o século XVIII. Segundo Stahl, é o flogisto que impele o ar, a água e a terra, movimentando-os e misturando-os. Em repouso, causa o frio e em movimento, o calor. O Sol, quando o põe em movimento, produz o calor e a luz.

Para Stahl, o ar não é propriamente um elemento, mas o éter misturado às exalações dos corpos sólidos e aos eflúvios aquosos. Já a terra, o elemento sólido, denso e grosseiro, que dá aos corpos a solidez, a firmeza e a resistência, pois tem quatro naturezas: é vitrificável, calcária, sutil e móvel.

A combustão, no sistema de Stahl, é um fenómeno dinâmico, que se produz independentemente da natureza do material. O combustível resulta da reunião de dois corpos: de um material e do flogisto. A combustão é a separação do flogisto desse material incombustível, operada pelo impulso que o ar dá a cada uma das partículas do primeiro, dotadas de extrema tenuidade, embora sólidas. Para Stahl, a combustão é semelhante à fermentação.

O flogisto era considerado por Stahl como o fogo que estava fixado na matéria. Ele penetra ou escapa durante as transformações dos materiais. Por exemplo, quando se calcina um metal, libera-se flogisto e forma-se a “cal metálica” (óxido); aquecendo a “cal” metálica juntamente com carvão, material rico em flogisto (\emptyset), regenera-se o metal. Nos processos metalúrgicos teríamos:



O flogisto manifesta-se nos corpos em graus diferentes, qualitativamente e fora de qualquer consideração de peso. Sob o aspecto ponderal, parecia não haver contradição quando o flogisto entrava em um material, aumentando ou diminuindo o peso do corpo. Diversas hipóteses foram apresentadas para explicar as variações de massa: às vezes possuía um peso absoluto, outras vezes peso negativo. Como os químicos dessa época se preocupavam principalmente com o aspecto qualitativo, as concepções de Stahl faziam sucesso em vários segmentos da ciência.

As vantagens que apresentava a teoria do flogisto de Stahl eram: a de substituir por uma única teoria as várias teorias propostas anteriormente, a de correlacionar grande variedade de fatos, a de ser relativamente simples para os padrões da época e de ser internamente coerente. A doutrina é racional, elimina conceitos alquimistas e demonstra ser uma boa alternativa à teoria dos quatro elementos defendida por Aristóteles. Não era aceita, no século XVIII, notoriamente por Friedrich Hoffmann (1660-1742) e Hermann Boerhaave (1688-1738), que a achavam muito simples para vários fenômenos. Porém, por muitos anos foi mantida com vigor e respeito, tornando-se comum no pensamento químico e aí se enraizando. Quando fatos novos surgiram, principalmente aqueles gerados pelos estudos dos gases e que causaram as anomalias já citadas, um grande esforço intelectual foi necessário para abandonar esse modelo.

A teoria do flogisto aparece nos livros de química europeus no período de 1701-1731. Sem dúvida nenhuma, foi uma importante generalização do conhecimento químico, além de um grande passo para o reconhecimento da química como ciência autônoma da natureza. Há, contudo, um aspecto metodológico que deve ser apontado: os adeptos do

flogisto tratavam os dados empíricos sem o rigor de uma ciência moderna. Em outras palavras, o estudo da natureza não estava ainda desvinculado totalmente de uma filosofia medieval, e os princípios da teoria do flogisto eram definidos *a priori*. O flogisto, assim como a luz, o calor, a eletricidade e o magnetismo, era encarado como uma propriedade dos materiais combustíveis, uma idéia platônica dentro de um sistema metafísico, um universal constituinte da primeira teoria filosófica da química (Maar, 1999, p. 484), um fogo fixado na matéria, semelhante ao fogo de Aristóteles (Vidal, 1986, p.41). Há, na teoria do flogisto, uma valoração de cunho metafísico.

Certamente Lavoisier já percebia essa característica, pois, segundo Maar, ele notava nos flogicistas as seguintes controvérsias:

Converteram o flogisto num princípio vago que conseqüentemente se adapta a todas as explicações para as quais é requerido. Às vezes este princípio tem peso, outras vezes não tem; às vezes é livre e às vezes é o fogo combinado com um elemento terroso; às vezes ele passa pelos poros de um recipiente e às vezes os recipientes são impermeáveis a ele. É um verdadeiro Proteu variando a cada princípio (Lavoisier, apud Maar, 1999, p.478, Reflexões sobre o flogisto, 1785).

As ciências naturais, geralmente, em sua história, encontram obstáculos teóricos quase que intransponíveis para as mudanças conceituais, e a teoria do flogisto tornou-se um deles para o conhecimento químico. Celebrada inicialmente pelo suporte conceitual que dava a uma ciência que buscava seu espaço nas ciências naturais, a teoria do flogisto passa a receber críticas ao longo do século XVIII e se torna um problema: como derrubar uma teoria amplamente aceita, bem sucedida na área tecnológico-industrial e que também é a base do ensino de química ministrado aos estudantes como parte da sua

instrução em filosofia natural? Ou, se quisermos denotar os aspectos metafísicos: como explicar que as contradições, como, por exemplo, a da calcinação do estanho e chumbo (1630) realizadas por Jean Rey⁹ (Partington, 1989, p.84), 150 anos antes da teoria do flogisto, entre outras, não eram seriamente consideradas como evidências para invalidar a famosa teoria do flogisto? Será que os fenômenos químicos podem ser explicados através das leis do movimento, ou existe um poder na natureza que não pode ser reduzido à ação mecânica? (Hankins, 2002, p.15). Creio que o desinteresse por essa investigação do conhecimento está de uma certa forma atrelado a uma filosofia adequada que conduz as especulações necessárias para reorientar os trabalhos científicos da época. É aí que proponho a filosofia materialista holbachiana como influente e revolucionária para as mudanças que ocorrerão na década de 1770.

⁹ A pesquisa de Jean Rey, sobre o papel crucial do ar no processo da calcinação, contribuiria para as conclusões de Lavoisier posteriormente.

2.3 A INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA NA TEORIA DO FLOGISTO

Devemos aqui considerar que certos aspectos não filosóficos, mas sim puramente técnicos, foram entraves nas elucidações da teoria do flogisto: a falta de habilidade do pesquisador em manejar e caracterizar os diferentes gases, as dificuldades técnicas de causar e estudar a combustão de certos materiais, a distinção entre peso e densidade, a ênfase nos aspectos qualitativos, entre outros. Eram problemas condicionados pela técnica e pelos valores da época. Mas investigarei apenas a abordagem filosófica como co-responsável pela mudança de sistema conceitual proposto por Lavoisier e seus colaboradores.

Em 1772, Lavoisier era um jovem francês (29 anos), cientista amador, estudante de mineralogia e química. Ele resolve fazer experimentos com a combustão do fósforo e do enxofre. Numa famosa nota de 1 de novembro de 1772, segundo Conant, ele escreve:

Há cerca de oito dias descobri que o enxofre em combustão, longe de perder peso, ao contrário, ganha peso; ... o mesmo acontece com o fósforo; esse aumento de peso procede de uma prodigiosa quantidade de ar que se fixa durante a combustão e combina com os vapores.

Essa descoberta que confirmei por meio de experimentos que considero decisivos levou-me a concluir que o que se observa na combustão do enxofre e do fósforo pode muito bem suceder no caso de todas as substâncias que ganham peso pela combustão e calcinação; e estou convencido de que o aumento de peso das cais metálicas é devido à mesma massa ... (Lavoisier, apud Conant, 1958, p. 130).

Observo nessas afirmações que o estudo do enxofre e do fósforo levaram Lavoisier prontamente a dúvidas sobre aquilo que tinha aprendido no Colégio Mazarin ou no *Jardin du Roi*, onde realizou seus primeiros estudos de química. Acredito que, a partir daí, ele pensa em uma nova forma de explanação que se oporia ao modelo já consagrado, o paradigma do flogisto. Assim, Lavoisier e seu círculo lançaram-se em uma série de experimentos planejados, seguindo uma metodologia mais investigativa da natureza e buscando uma linguagem própria para a química. Por que ele fez isso? Em que se baseou metodologicamente e epistemologicamente para realizar esse trabalho? Essas são as perguntas históricas que devemos responder e conjecturar, se aceitarmos que elas pertencem tanto ao domínio da ciência como ao domínio da filosofia.

3 A QUÍMICA LAVOISIANA

Na segunda metade do século XVIII, ainda se acreditava em entidades elementares ou princípios que possuíam as qualidades das diversas substâncias. Não havia uma opinião comum entre os químicos sobre o número dessas entidades nem sobre sua natureza (Aceves, 1989, p. 9). Alguns defendiam os quatro elementos aristotélicos: água, fogo, ar e terra; outros, como Becher, postulavam a existência de três tipos de terra: vitrificável, mercurial e combustível; e Stahl: o princípio do flogisto.

As teorias científicas refletiam as divergências da época. Nelas, uma variedade de postulados mecanicistas, corpusculares e newtonianos intercambiavam-se com uma forte dose de metafísica. Por exemplo, a teoria das afinidades químicas, que atribuía à combinação ou não das substâncias uma simpatia ou um magnetismo de suas partículas, e a teoria do flogisto, como já mencionada, que explicava a combustão e a calcinação através do princípio do fogo.

Por mais que o progresso no campo da experimentação tenha avançado na época, o conhecimento de novos materiais tenha crescido e as informações acumularam sobre eles, ainda se aceitava que o ar e a água eram substâncias elementares não susceptíveis de decomposição. Dentro dessa limitação, a teoria dos quatro elementos e dos princípios metafísicos eram ideais, boas hipóteses. Mas não nos esqueçamos do papel importante que desempenhou o princípio do flogisto: foi uma teoria que unificou o conhecimento químico, provocando um afastamento do pensamento alquímico.

A obra de Lavoisier é por demais extensa para ser descrita em detalhes aqui. Farei apenas uma breve apresentação, incompleta, mas indicadora da variedade e da grandiosidade de uma vida dedicada à pesquisa.

Antoine Laurent de Lavoisier nasceu em Paris, no dia 26 de agosto de 1743, e morreu na mesma cidade a 8 de maio de 1794. Na juventude, estudou no colégio Mazarin, formou-se como advogado e fez depois cursos de matemática, astronomia, química e física experimental. A essa formação acrescentam-se os estudos de botânica e geologia, concluídos em 1764. Em 1766, recebeu um prêmio por seu trabalho *Memóire sur le meilleur système d'éclairage de Paris* e, dois anos mais tarde, ingressou na *Académie des Sciences*.

Em 1779, tornou-se *fermier général*, uma espécie de sociedade que negociava com o governo a arrecadação de impostos, e foi nomeado inspetor-geral das pólvoras e salitres, ao mesmo tempo em que se dedicava a algumas de suas experiências químicas mais notáveis. Membro da comissão de agricultura, de 1785 a 1787, aplicou-se ao estudo dos problemas da economia e da química agrícolas e, em 1789, era eleito deputado suplente dos Estados Gerais, integrando, no ano seguinte, a comissão para o estabelecimento do novo sistema de pesos e medidas. Secretário do Tesouro (1791), defendeu o plano de recolhimento dos impostos, apresentado em seu tratado *De la richesse territoriale du royaume de France*. Em agosto de 1793, a Convenção suprimia as academias e, em novembro, decretava a prisão dos membros da *Ferme Générale*, que, tempo depois, incluindo Lavoisier, foram condenados e guilhotinados.

Considerado por muitos como o fundador da química moderna, Lavoisier impõe-se como um dos maiores cientistas do século XVIII. Foi dos primeiros a conceber e elaborar um método objetivo de representação do universo material, sistematizando o uso da balança, passa a definir a matéria por sua propriedade de ter um peso determinado e enuncia a Lei da Conservação da Massa. Na verdade, havia muito que os químicos trabalhavam com a suposição implícita da conservação da matéria, porém foi Lavoisier que a explicitou de maneira clara e inequívoca, em seu *Traité élémentaire de chimie* de 1789 (Filgueiras, 1995). A versão quase popular de sua lei, “na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma” não é de sua autoria, mas o enunciado da conservação da massa aparece como uma interpretação de seus experimentos. Em suas pesquisas mais importantes, Lavoisier dedica-se a um conhecimento científico da natureza daqueles elementos que, desde a antiguidade, eram considerados insuscetíveis de análise científica: a terra, a água, o ar e o fogo.

Lavoisier dá uma nova interpretação para o fenômeno da oxidação dos metais em contato com o ar, superando a teoria do flogisto; prova que o corpo simples, no caso, não é a cal, mas o metal. Calcina o estanho num recipiente fechado e em presença de ar, verificando a inalterabilidade da massa total. Retoma essa experiência em 1777 com o mercúrio. Assim, mostra que a água é o produto da combustão do hidrogênio e, quatro anos depois, submetendo o diamante à ação do fogo, determina a composição do gás carbônico.

Lavoisier também trabalha como pioneiro na medição calorimétrica. Um pequeno trabalho sobre a fusão do gelo e outros, como as investigações em que colaborou com membros da Academia¹⁰ sobre o comportamento de substâncias minerais, aquecidas com

¹⁰ Guerlac cita especialmente Mathurin-Jacques Brisson, Louis-Claude Cadet de Gassicourt, Pierre-Joseph Macquer (Guerlac, *op. cit.*).

uma "lente ardente" (uma lente grande) e as medidas termométricas, feitas a pedido da Academia, em colaboração com os matemáticos Vandermonde e Bezout, em 1776. Guerlac acredita que a iniciação de Lavoisier nos problemas da termometria de precisão se deu com este último cientista. Em 1777, com Monge e novamente Vandermonde, Lavoisier fez experiências sobre as velocidades relativas de resfriamento de corpos quentes mantidos no ar e no vácuo. A culminação do interesse por questões de termodinâmica é a famosa *Mémoire sur la chaleur* (1780), em parceria com Laplace, apresentada à Academia de Ciências em 1783 e publicada no ano seguinte no volume das memórias correspondente a 1780¹¹. O conteúdo da obra registra diferentes valores, quer de calores específicos, quer daqueles resultantes de reações químicas (entalpia¹²), além da contribuição para a gênese do primeiro princípio da termodinâmica. Neste momento, parece desejável apenas justificar a importância do assunto do calor para Lavoisier.

Outra das grandes contribuições de Lavoisier foi criar, juntamente com Berthollet e outros, uma nomenclatura racional para a química, tomando como ponto de partida o conceito de 'elemento químico' e a teoria do oxigênio. Assim, embutiu na nomenclatura a nova teoria, de modo a não deixar escolha para os químicos: trocar a nomenclatura culinária (manteiga de enxofre, fígado de enxofre) pela nomenclatura científica significava aceitar a teoria do oxigênio em substituição à teoria do flogisto. Em relatório de abril de 1787, expôs os fundamentos da nova nomenclatura e, em seu *Traité élémentaire de chimie* (1789), utilizou-a sistematicamente. O que era conhecido antes como "sabão de vidraceiro", por exemplo, foi chamado de "óxido de manganês", indicando logo se tratar de um composto dos elementos manganês e oxigênio. Os termos utilizados desejam, na

¹¹ Segundo Guerlac, em 1783 a "Memória" foi publicada como um "preprint". Ainda é esse historiador quem conta que a "Memória sobre o Calor" foi a primeira a ser reexaminada por Lavoisier para ser incluída no volume das suas Memórias, só publicado postumamente.

¹² Entalpia: energia na forma de calor; conteúdo energético de um sistema.

medida do possível, refletir a função da substância designada e mesmo a sua composição. Vejamos o que escreve R. Massain:

É assim que o líquido que se chamará daqui em diante ‘ácido sulfúrico não será mais o óleo de vitriolo’ (...) Do mesmo modo, perder-se-á o hábito, pouco a pouco, de falar do espírito de Libavius (cloreto estânico) ou do de Vênus (ácido acético), do açafreão de Marte (óxido de ferro), da lã filosófica (óxido de zinco), dos cristais de Lua (nitrato de prata) ou de Chipre (sulfato de cobre). Sem dúvida o poeta não ganhará nada com isso, mas, com certeza, daí o químico saberá tirar proveito (Rosmorduc, p. 104).

Lavoisier procura melhorar e incrementar a produção francesa de salitre – que, entre 1776 e 1788, chega a dobrar; e orienta em *Essones* o aprimoramento técnico da agricultura. Também é considerado um dos fundadores da bioquímica; associou o calor animal ao calor produzido pelas combustões orgânicas, mostrando que a troca do oxigênio respirado com o “ar fixo” (gás carbônico) proveniente do sangue é responsável pela conservação do calor nos seres animais. Em 1789, com Armand Séguin (1767-1835), Lavoisier estudou a respiração do homem e de alguns animais, medindo o oxigênio consumido, o vapor d'água, o gás carbônico e o calor produzidos. Concluíram que a respiração é uma forma lenta de combustão que ocorre no interior dos pulmões. Lavoisier não conseguiu, contudo, definir se o calor é uma substância material ou uma forma de energia.

Os trabalhos de muitos químicos da segunda metade do século XVIII trouxeram um conjunto de descobertas e conhecimentos extraordinários para a época. A contribuição

de Lavoisier para a interpretação desse progresso é inegável; por exemplo, a síntese da água por Cavendish. A experiência foi retomada por Lavoisier e Laplace, que enunciaram a surpreendente conclusão para a época: a água não é uma substância simples, ela é composta, peso por peso, em quantidades mensuráveis de cada um de seus constituintes, de ar inflamável (hidrogênio) e de ar vital (oxigênio) (Rosmorduc, p. 103).

Segundo Carlos Alberto Filgueiras, os interesses de Lavoisier vão muito além da influência do *Traité élémentaire de chimie*. Vejamos seu comentário:

Lavoisier sempre tencionou promover reformas em todas as esferas de atuação humana. Acreditava que não só a ciência, a indústria e a agricultura deviam passar por uma ampla reforma, mas também o governo do país. Este devia ser reformado com ordem para se transformar numa monarquia parlamentar, com o Rei à frente de uma sociedade caracterizada por ampla liberdade, com representação tanto da vontade real como do povo, e totalmente submetida à razão. Nesse aspecto, tinha grande afinidade com idéias defendidas por escritores do Século das Luzes como Rousseau e Voltaire e os editores da Enciclopédia, Diderot e d'Alembert (Filgueiras, 2002, p. 45).

No próximo capítulo, apresentarei o barão d'Holbach e seu pensamento. Além de discutir sua obra, seu pensamento materialista, mostrarei que ele empreendeu várias traduções para o francês das principais obras científicas da época no campo da química, mineralogia e metalurgia. Holbach era pertencente à classe rica parisiense, como Lavoisier, gostava de receber ilustres cientistas em sua casa, os mesmos que estavam ligados ao trabalho do químico francês. Não bastassem essas coincidências, ele era um sistemático colaborador da *Encyclopédie*, explorando os termos caros ao trabalho de

Lavoisier. Mas o desconcertante é que, em minha pesquisa histórica, de acordo com os documentos analisados, até o momento, não registrei nenhum vínculo entre Lavoisier e Holbach. No auge do trabalho, em 1749, Lavoisier contava com 46 anos, enquanto o famoso Holbach tinha 66 anos. Como é possível Lavoisier ter ignorado Holbach? Nada é encontrado na sua biblioteca e nada é referido a Holbach na obra lavoisiana. Sob essa perspectiva, o que proponho virou um desafio, pois pretendo vincular justamente seus nomes e seus trabalhos. Vejo no pensamento holbachiano os elementos norteadores do trabalho de Lavoisier. É isso que discutirei após apresentar Holbach.

4 BARÃO D'HOLBACH E SUA OBRA *Système de la nature*

4.1 HOLBACH E SUA OBRA

O barão Paul Henri Thiry D'Holbach (Edesheim - 1723; Paris - 1789) é de origem alemã, do Palatinado, região de fronteira, e bilíngüe. Fez seus estudos em Leiden, na Holanda. Em 1748, definitivamente, fixa-se em Paris. Ele é dono de uma grande fortuna que aumentará graças às heranças de seu tio e de seu sogro, permitindo-lhe dedicar sua vida exclusivamente aos trabalhos intelectuais.

Seu interesse pelos trabalhos científicos é semelhante ao de Lavoisier: ligados à química e à mineralogia. Poliglota, seu conhecimento das línguas latina, inglesa, sueca e alemã, além do francês (são famosas as suas traduções de Stahl, Hobbes, Swift etc), permitiu que se engajasse na empresa da *Encyclopédie* (de 1751) e escrevesse 396 artigos de química, mineralogia e metalurgia.

Seus principais trabalhos de tradução são:

1. ***Art de la Verrerie de Neri, Merret, et Kunckel*** . Paris, Durand, 1752.

Trabalho original em italiano. Tradução latina por Christopher Merret. Tradução alemã por J. Kunckel de Löwenstern. A tradução de Holbach compreende os sete livros de Antonio Neri, notas de Merret sobre Neri, as observações de Kunckel sobre os dois outros autores, suas próprias experiências e outras sobre a fabricação de vidro. A tradução foi dedicada a Malesherbes, que desejava ver os melhores trabalhos científicos alemães publicados em francês.

2. ***Minéralogie ou Description générale du règne mineral***, por J. G. Wallerius. Paris, Durand, 1753. Seguido por ***Hydrologie*** pelo mesmo autor. Segunda edição, Paris, Herrissant, 1759. Originalmente em sueco (Wallerius foi um professor de Química na Universidade Upsala). Havia uma tradução do alemão feita por J. D. Denso, professor de química de Stargard, Pomerania. A tradução de Holbach foi feita do alemão que Wallerius considerava preferível. Nesse trabalho, Holbach foi auxiliado por Bernard de Jussieu e Rouelle, e o trabalho foi dedicado a um amigo, Monsieur d'Arclais de Montamy.

3. ***Introduction à la Minéralogie***. Obra póstuma de M. J. F. Henckel, Paris, Cavelier, 1756. A primeira publicação foi com o título ***Henckelius in Mineralogia redivivus***, Dresden, 1747, por seu aluno, Stephani, com um resumo de suas leituras. A tradução de Holbach foi feita da edição alemã, corrigida, com notas adicionais sobre novas descobertas.

4. ***Chimie métallurgique***, por C. Gellert. Paris, Briasson, 1758.

5. ***Traité de physique, d'histoire naturelle, de mineralogie et de métallurgie***. Paris, Herrissant, 1759, por J. G. Lehmann, três volumes. I. ***L'Art des Mines***, II. ***Traité de la formation des métaux***, III. ***Essai d'une histoire naturelle des couches de la terre***.

6. ***Pyritologie***, por J. F. Henkel. Paris, Herrissant, 1760, traduzida por Holbach. A obra contém ainda ***Flora Saturnisans*** (traduzida por Charas e revisada por Roux), ***Opuscules Minéralogiques*** de Henkel e outros tratados. Edições originais: ***Pyritologia***, Leipzig, 1725, 1754; ***Flora Saturnisans***, Leipzig, 1721; ***De Appropriatione Chymica***, Dresden, 1727, e ***De Lapidum origine***, Dresden, 1734, traduzido do alemão com excelentes notas, Dresden, 1744, por C. F. Zimmermann, um aluno de Henkel.

A tradução de Holbach foi bem recebida por causa do que ele escreveu em seu prefácio: “*Je m'estimerai heureux si mon travail peut contribuer à entretenir et augmenter le goût universel qu'on a conçu pour la saine physique*”.

7. ***Oeuvres métallurgiques***, de J. C. Orschall. Paris, Hardy, 1760. Orschall ainda aceitava a tradição alquimista, mas era a maior autoridade sobre conhecimentos práticos sobre o cobre.

8. ***Recueil des mémoires des Académies d'Upsal et de Stockholm***. Paris, Didot, 1764. São atas de experiências feitas na Royal Laboratories da Suécia, fundada em 1683 por Charles XI. A tradução de Holbach foi do alemão e latim. Ele trouxe nessa tradução novos tratados sobre Agricultura, História Natural e Medicina.

9. ***Traité du Soufre***, por G. E. Stahl. Paris, Didot, 1766. Um texto bastante influente no seu tempo e considerada uma das mais importantes traduções de Holbach para a química.

Observamos que, pela importância das obras traduzidas e variedade temática, o empreendimento de Holbach constituiu uma contribuição significativa para a ciência francesa.

Também a diversidade aparecia no seu modo de vida. Holbach tentou provar que se pode ser virtuoso e ateu, contrariamente à idéia comum no seu tempo. Rousseau, que não simpatizava com Holbach, usou-o como modelo do “virtuoso não-crente”, o paradoxal ateu Womar, em um dos seus livros de ficção, *La nouvelle Héloïse*. Provavelmente porque Holbach defende que o ateísmo é um pré-requisito para qualquer teoria ética

válida. A religião, para ele, é baseada em dogmas e rituais inúteis e sem sentido, e a ética deve se basear na utilidade social e na cooperação humana.

Outro aspecto de sua vida pública é ser criticado por falta de originalidade: seu pensamento recebe influências de Hume, Diderot, Condillac e La Mettrie. Alguns comentadores chegam a insinuar que parte de sua obra é cópia desses pensadores que freqüentavam sua casa.

Mas o que é mais perplexo em Holbach é que viveu com dois princípios aparentemente inconsistentes, pois foi determinista e reformador social. Acreditava que os seres humanos não eram especiais no sentido de terem *almas* ou *livre arbítrio*: “*somos parte da Natureza e as nossas escolhas e desejos são tão determinados por leis de causa e efeito como o movimento dos planetas*”. Mesmo assim, devotou-se a tentar fazer um mundo melhor, libertando-o de instituições injustas e degradantes, como a Igreja e a monarquia absoluta.

Era um ateuista, um determinista, um naturalista e um materialista: para ele o universo é um sistema complexo de substâncias físicas organizadas de acordo com leis mecanicistas de causa e efeito. Inteiramente favorável à visão mecânica do mundo, faz uma verdadeira apologia da ciência, da natureza e da razão. Para ele só há uma realidade: a matéria.

Suas obras principais são: *Le christianisme dévoilé* (1767), *La contagion sacrée* (1767), *Le militaire philosophe* (1767), *Histoire critique de Jésus-Christ* (1770), *Système de la nature* (1770), *Essai sur les préjugés* (1770), *Idées naturelles opposées aux idées surnaturelles* (1772), *Système social* (1773), *La morale universelle* (1776), *Ethocratie ou le Gouvernement fondé sur la morale* (1776).

Morre em janeiro de 1789, o mesmo ano da Revolução Francesa.

4.2 HOLBACH E A *INTELLIGENTSIA* FRANCESA

O barão d'Holbach é considerado um importante representante da vida intelectual francesa no período de 1750 a 1780. Havia, nessa época, um grupo incomum que proponho que sejam designados pelo termo *Intelligentsia*. Com *Intelligentsia*, pretendo evocar um conceito de classe, como define Carpeaux (1963):

*Os homens de cultura superior que, excluídos da vida pública, fizeram oposição sistemática, divulgando suas idéias no disfarce de obras de ficção e de poesia, burlando a censura, influenciando a opinião pública, reivindicando (e, às vezes, conseguindo) reformas e preparando, deliberada ou involuntariamente, revoluções.*¹³

A *Intelligentsia* são os *philosophes* e também os *encyclopédistes* franceses do século XVIII, lutando contra o *Ancien Régime* e preparando ideologicamente a Revolução ao escrever muito mais do que o grupo de autores de poesias e romances.

Essa classe de intelectuais não era social ou ideologicamente homogênea. Holbach, por exemplo, era muito rico e de família nobre; outros incluídos nessa classe, em sua maioria, eram pobres e de origem simples. Alguns eram monarquistas, outros republicanos; alguns religiosos, outros ateus. O que unia essa classe especial de intelectuais era o conhecimento no seu sentido pleno e desimpedido das ideologias.

Holbach identificava-se com essa classe e era uma espécie de pensador-mecenas desse grupo. Das discussões teóricas promovidas por esse grupo produziam-se idéias revolucionárias: atribuíam à matéria movimento e até mesmo a capacidade de

¹³ CARPEAUX, Otto Maria. *História da literatura ocidental*. Edições O cruzeiro, 1963.

pensamento. Na sua casa reuniam-se filósofos, escritores, engenheiros, médicos, artistas ou sábios estrangeiros. Seu castelo de Chevrette lembra um instituto, um local para o livre pensamento, sede da *Encyclopédie*, um projeto tanto político quanto intelectual (Burke, 2003, p. 108), também uma “loja filosófica” onde Diderot ia trabalhar freqüentemente e D’Alembert evitava, talvez por ciúmes, ou por não querer se envolver com os turbulentos liberalistas (Hubert, 1928) (talvez as mesmas precauções de Lavoisier). Da riqueza de Holbach promoviam-se encontros e apoios financeiros aos pensadores revolucionários.

Ao seu redor se organiza o que os adversários das Luzes chamarão "a seita holbachiste" de círculo social. Ele também se apelida "o headwaiter da filosofia" (chefe dos garçons) pelo hábito de reunir em sua casa para jantar, duas vezes por semana, os grandes filósofos de seu tempo ou qualquer estrangeiro célebre que estivesse de passagem por Paris. Sua casa foi freqüentada por Diderot, Hume, Helvétius, Rousseau, Condillac, Buffon, Galiani, Beccaria, Marmontel, Garrick, Franklin, Priestley, entre outros. Nesses encontros, ele propaga o empirismo de Locke. As pessoas o qualificarão de espinosista, uma palavra que é, na ocasião, sinônimo de ateu.

4.3 O MATERIALISMO DE HOLBACH

Quando dizemos materialismo do século XVIII, estamos nos referindo ao materialismo francês no qual encontramos os pensadores mais importantes daquele século, nomeadamente aqueles presentes na *Encyclopédie* a partir de 1751, data do primeiro volume. Há uma exceção: Holbach é alemão, mas muito cedo ele foi para a França e escreveu em francês a sua obra mais importante, *Système de la nature*.

A palavra materialismo surge na língua francesa em 1702, porém, só realmente na segunda metade do século XVIII, afirma-se, passando do circuito clandestino para o domínio público, abandonando o estatuto privado para apresentar-se como estatuto nacional, que irá se conservar, e até se reforçar, no tempo do Diretório francês e nos debates da *Intelligentsia* francesa. Sinal desse progresso é a aparição da palavra, na edição de 1752, no dicionário de Trévoux, o adversário da *Encyclopédie*: "*dogma muito perigoso segundo o qual alguns filósofos, indignos de tal nome, pretendem que tudo é matéria, negando a imortalidade da alma*".¹⁴ E a Academia, por sua vez, dá guarida à palavra na quarta edição do seu *Dicionário*, em 1762: "*Opinião dos que não admitem outra substância além da matéria*".

A grande preocupação dos materialistas do século XVIII foi a de estabelecer a unidade material do mundo e por isso combater, sem tréguas, o dualismo corpo-alma do pensamento cristão. Na medida em que tal dualismo contradizia a concepção unitária do homem e da natureza e, levando até às últimas conseqüências a lógica do homem e da

¹⁴ *Dictionnaire de Trévoux*, 1ª edição em 1704, a edição citada é de 1752. Publicado pelos jesuítas para combater os jansenistas e os philosophes (Larousse, 2004).

natureza, os materialistas empenharam-se na crítica radical da existência de Deus e do espiritualismo.

Em síntese, no que tange ao materialismo do século XVIII, podemos dizer que os filósofos levaram tão longe quanto possível a negação dos valores religiosos tradicionais e a afirmação das virtualidades humanas: graças à ciência, os homens seriam capazes de obter, acerca deles mesmos e do mundo, suficiente conhecimento para criarem condições de vida mais feliz. No conjunto, os materialistas franceses do século XVIII rejeitaram tanto o deísmo como o panteísmo. São ateus. E, na história das idéias, a sua originalidade repousa, em grande parte, no ateísmo militante.

Que o homem pare então de procurar fora do mundo que ele habita seres que lhe garantam uma felicidade que a natureza lhe nega: que ele estude essa natureza, que ele aprenda suas leis, que ele contemple sua energia e a maneira imutável como ela age; que ele aplique suas descobertas à sua própria felicidade, e que ele se submeta em silêncio às leis das quais nada pode subtraí-lo; que ele consinta em ignorar as causas cercadas para ele de um véu impenetrável; que ele se submeta sem murmurar às proibições de uma força universal que não pode voltar atrás, ou que jamais possa se separar das regras que sua essência lhe impõe. Abusou-se visivelmente da distinção que se faz tão freqüentemente do homem físico e do homem moral. O homem é um ser puramente físico; o homem moral é somente este ser físico considerado sob um certo ponto de vista, quer dizer, relativamente a algumas de suas maneiras de agir devido à sua organização particular¹⁵ (Holbach, 1990, p.37).

¹⁵ “*Que l'homme cesse donc de chercher hors du monde qu'il habite des êtres qui lui procurent un bonheur que la nature lui refuse: qu'il étudie cette nature, qu'il apprenne ses loix, qu'il contemple son énergie et la façon immuable dont elle agit; qu'il applique ses découvertes à sa propre félicité, et qu'il se soumette en silence à des loix auxquelles rien ne peut le soustraire; qu'il consente à ignorer les causes entourées pour lui d' un voile impénétrable; qu'il subisse sans murmurer les arrêts d'une force universelle qui ne peut revenir sur ses pas, ou qui jamais ne peut s'écarter des règles que son essence lui impose. On a visiblement abusé de la distinction que l'on a faite si souvent de l'homme physique et de l'homme moral. L'homme est un être purement physique; l' homme moral n'est que cet être physique considéré sous un certain point de vue, c'est-à-dire, relativement à quelques-unes de ses façons d' agir, dues à son organisation particulière” (Holbach, 1990, p.37).*

O materialismo holbachiano manteve uma polêmica acesa com os pensadores oficiais da época, os quais, invocando Descartes, defendiam a existência no homem de idéias inatas, isto é, independentes da experiência. Na refutação dessa teoria, os materialistas franceses reeditaram a crítica de Locke ao inatismo. Mas, ao fazê-lo, levaram adiante um materialismo extremo, foram naturalistas radicais, por exemplo, ao considerarem todas as funções psíquicas do homem como modificações da sensação, e essas como manifestações sutis da matéria. Uma abordagem que sugere uma naturalização da mente, um total fisicalismo.

O materialismo e o naturalismo de Holbach são uma doutrina filosófica segundo a qual os fenômenos da natureza não estão regidos por forças sobrenaturais ou divinas, mas explicados de forma exata pelas leis da física e da química. Esse pensamento nega qualquer ato voluntário da consciência. Qualquer acontecimento mental ou físico responde a uma causa que será encontrada na natureza e é explicado pelas leis naturais da matéria. Nesse sistema, o universo está pleno de matéria que se decompõe em moléculas e átomos que estão em contínuo movimento; esses movimentos são capazes de explicar fenômenos físicos e qualidades da matéria, como o calor, o som ou a atração entre os corpos. Também as sensações, os sentimentos e as idéias que se processam nos seres humanos, segundo Holbach, podem ser interpretados como resultantes dos movimentos dos átomos e das moléculas no sistema nervoso que atuam sem a nossa percepção interna e externa.

Acredito que há uma relação estreita entre esse materialismo e o surgimento da química lavoisiana. Penso que essa associação tem certa relevância para acrescentarmos uma maior compreensão ao estabelecimento da química e, assim,

podermos levantar a discussão, desprezada pela maioria dos historiadores da ciência, da importância do materialismo do século XVIII para o surgimento da química moderna. Seria ideal caracterizar o ambiente histórico-filosófico de forma detalhada da segunda metade do século XVIII, a fim de vincular a química com sua visão moderna, mas isso demandaria um trabalho mais longo, amplo e fora dos objetivos dessa dissertação. Bastará no momento, sem aprofundamentos, que tenhamos claro que a corrente de pensamento materialista, geralmente rotulada negativamente e fortemente combatida pela Igreja, é uma importante crítica à metafísica que impedia o aparecimento de idéias originais como as de Lavoisier.

5 A SUBESTRUTURA FILOSÓFICA

5.1 EXPERIMENTOS E SUBESTRUTURA FILOSÓFICA

A revolução científica do século XVII reside, segundo Pierre Lucie¹⁶, no novo olhar que foi dado à observação científica e à elaboração de uma linguagem especial: a linguagem da matemática (Lucie, 1990, p. 141). Os fenômenos físicos estudados por Galileu – conservação do movimento horizontal, composição dos movimentos – eram tratados matematicamente por possuírem um conjunto de parâmetros suscetíveis de medição. Os fenômenos químicos, no modelo stahlian, não possuíam esses parâmetros matematicistas, e suas conotações metafísicas impediam um exame mais real, “científico”, semelhante ao da Física. A proposta teórica de Lavoisier resolveria esses dois problemas: a Lei da Conservação da Massa com o uso sistematizado das balanças, geravam parâmetros que podiam ser medidos; e o olhar materialista fazia a passagem da observação construída dentro da teoria flogística para a investigação científica controlada pela experiência. A partir daquele momento, o modelo científico recorria à natureza para uma resposta e voltava à experiência para minimizar seus erros. Esse controle, que Lavoisier aperfeiçoou, interpretou os resultados experimentais de forma diferenciada através de um novo modelo científico, causando mudanças conceituais e construindo uma química mais simples para novos desafios.

¹⁶ LUCIE, Pierre. *A gênese do método científico*. Editora Campus, 1990.

Acredito que foram os trabalhos coordenados por Lavoisier, e realizados a partir de 1772 sobre a combustão, a calcinação dos metais, a natureza da água, a formação dos ácidos, a fermentação e outros fenômenos da natureza, que o levaram a propor uma nova interpretação sobre esses fenômenos materiais, causando uma revolução, segundo Thomas Kuhn, ou foi produto de uma evolução, segundo sugere Allen Debus.¹⁷ Certo é que essa (r)evolução mudou as bases da química.

É bom esclarecer que essa mudança da teoria do flogisto para a teoria do oxigênio ou, nos termos kuhnianos, a mudança paradigmática, talvez não ocorresse como sucedeu na história da ciência sem as concomitantes alterações nas práticas experimentais (novos instrumentos de análise), na metodologia do trabalho (rigor das pesagens, por exemplo), na elaboração dos novos postulados e numa nova linguagem (nomenclatura) para expressar essas idéias (Kuhn, 1975). O mérito de Lavoisier, nesse caso, deve-se a uma poderosa síntese do conhecimento químico acumulado por gerações e a uma reinterpretação simples¹⁸, materialista, que construiu uma nova identidade para a química.

Segundo Patricia Aceves,

Em 1789 Lavoisier expôs em seu livro Tratado elementar de Química a lógica das novas teorias e a nomenclatura para expressá-la. Também incluiu a descrição experimental de casos concretos e os esquemas dos aparelhos que deviam ser utilizados. A partir de então, este Tratado serviu como livro texto, tanto para o estudo das novas concepções de elemento,

¹⁷ Allen Debus concebe “evolução” como uma sucessão de etapas que podem ser encaradas, cada uma, como uma pequena revolução sem constituir uma quebra com a etapa anterior (Maar, 1999, p. 207).

¹⁸ Segundo Maar, a leitura de Lavoisier lembra a de um livro moderno de química; já a leitura de um texto de concepção flogista, é difícil (Maar, 1999, p. 477).

*estrutura da matéria, reação e equação química, como para a compreensão das novas teorias acerca do calor, a combustão e a acidez*¹⁹ (Aceves, 1989, p. 11).

No *Traité élémentaire de chimie*, devemos analisar com atenção o *Discurso preliminar*. Nas primeiras páginas, ele deposita em Condillac, referindo-se à sua obra *Lógica* (1780), os princípios gerais que nortearam sua obra. Para Lavoisier, não podemos dissociar a linguagem da ciência, ou a ciência da linguagem:

*A impossibilidade de isolar a nomenclatura da ciência e a ciência da nomenclatura depende de que toda a ciência física é necessariamente composta de três coisas: a série de fatos que a constituem; as idéias que as representam e as palavras que as expressam. A palavra deve excitar a idéia, e esta pintar o fato, pois são três impressões de um mesmo selo; e como as palavras são as que conservam e transmitem as idéias, resulta que não se pode aperfeiçoar a linguagem sem aperfeiçoar a ciência, nem esta sem a linguagem*²⁰ (Lavoisier, 1937, p.vi).

Vemos, assim, a importância que Lavoisier e seus colaboradores davam à linguagem. A linguagem seria um meio de analisar os fatos, passar do conhecido para o desconhecido e a razão, apenas a arte de analisar as idéias que emergem dos

¹⁹ “En 1789 Lavoisier expuso en su Tratado elemental de química la lógica de las nuevas teorías y de la nomenclatura para expresarla. También incluyó la descripción experimental de casos concretos y los esquemas de los aparatos que debían utilizarse. A partir de entonces este Tratado sirvió como libro de texto, tanto para el estudio de las nuevas concepciones de elemento, estructura de la materia, reacción y ecuación química, como para la comprensión de las nuevas teorías acerca del calor, la combustión y la acidez” (Aceves, 1989, p. 11).

²⁰ “L'impossibilité d'isoler la nomenclature de la science et la science de la nomenclature tient à ce que toute science physique est nécessairement formée de trois choses: la série des faits qui constituent la science; les idées qui les rappellent; les mots qui les expriment. Le mot doit faire naître l'idée; l'idée doit peindre le fait: ce sont trois empreintes d'un même cachet; et, comme ce sont les mots qui conservent les idées et qui les transmettent, il en résulte qu'on ne peut perfectionner le langage sans perfectionner la science, ni la science sans le langage, et que, quelque certains que fussent les faits, quelque justes que fussent les idées qu'ils auraient fait naître, ils ne transmettraient encore que des impressions fausses, si nous n'avions pas des expressions exactes pour les rendre” (Lavoisier, 1937, p.vi).

experimentos e das observações. Aperfeiçoar a linguagem era contribuir, segundo Lavoisier, para o avanço das ciências.

Ainda na introdução de sua grande obra, Lavoisier argumenta que essa necessidade ocorre porque nossa imaginação nos leva a fazer suposições não deduzidas dos fatos. Essas suposições, com o passar do tempo, adquirem peso de autoridade, sendo consideradas como verdades fundamentais pelos melhores cientistas. Enfatiza:

Quando nos dedicamos pela primeira vez ao estudo de uma ciência, nós falamos a respeito dela de modo muito semelhante ao das crianças, e o caminho que devemos tomar é precisamente o que segue a natureza na formação de suas idéias. Da mesma forma que para uma criança a idéia é um efeito da sensação, de modo que esta dá origem àquela, assim também quando iniciamos nossos estudos sobre as ciências físicas, devem as idéias ser uma consequência imediata de um experimento ou de uma observação²¹ (Lavoisier, 1937, p. viii).

Lavoisier assume que a introdução dessa metodologia analítico-empírica proporcionará acesso à verdade e às bases metodológicas para facilitar sua apreensão.

Vejamos como ele expressou essas idéias:

Convencido destas verdades, impus-me a lei de proceder sempre do conhecido para o desconhecido, de não formular consequência alguma que não derivasse imediatamente dos experimentos e observações, e de

²¹ “Lorsque nous nous livrons pour la première fois à l'étude d'une science, nous sommes, par rapport à cette science, dans un état très-analogue à celui dans lequel sont les enfants, et la marche que nous avons à suivre est précisément celle que suit la nature dans la formation de leurs idées. De même que, dans l'enfant, l'idée est un effet de la sensation, que c'est la sensation qui fait naître l'idée, de même aussi, pour celui qui commence à se livrer à l'étude des sciences physiques, les idées ne doivent être qu'une conséquence, une suite immédiate d'une expérience ou d'une observation” (Lavoisier, 1937, p. viii).

encadear os resultados e verdades químicas na ordem apropriada para facilitar a inteligência dos principiantes...²² (Lavoisier, 1937, p. xi).

Lavoisier e seu círculo estavam convencidos de uma ordem natural e dos limites da percepção humana, além de uma preocupação pedagógica, mas o otimismo derivado da posse de um método os conduzia a estabelecer uma crença, eu diria holbachiana, entre os fatos e a explicação proposta pela ciência. Comparemos com o que diz Holbach, no *Système de la nature*, sugerindo que o homem mude de comportamento frente aos fenômenos da natureza:

É portanto à física e à experiência que o homem deve recorrer em todas as suas buscas: são elas que ele deve consultar sobre sua religião, sua moral, sua legislação, seu governo político, as ciências e as artes, seus prazeres e suas dores. A natureza age por leis simples, uniformes, invariáveis que a experiência nos coloca em condições de conhecer. É por nossos sentidos que nós somos ligados ao universo da natureza, é por nossos sentidos que nós podemos experimentá-la e descobrir os seus segredos; assim que nós deixamos a experiência nós caímos no vazio onde nossa imaginação nos conduz²³ (Holbach, 1990, p.41).

A química como ciência, com Lavoisier, foi modernizada e reorganizada através da linguagem e de uma epistemologia voltada para a natureza. Podemos até aceitar o que disse o professor Atílio Vanin e outros que também possuem essa imagem de Lavoisier, que ele “... iniciou um novo modo de pensar a natureza e as transformações da matéria”

²² “Convaincu de ces vérités, je me suis imposé la loi de ne procéder jamais que du connu à l'inconnu, de ne déduire aucune conséquence qui ne dérive immédiatement des expériences et des observations, et d'enchaîner les faits et les vérités chimiques dans l'ordre le plus propre à en faciliter l'intelligence aux commençants.” (Lavoisier, 1937, p. xi).

²³ “C'est donc à la physique et à l'expérience que l'homme doit recourir dans toutes ses recherches: ce sont elles qu'il doit consulter dans sa religion, dans sa morale, dans sa législation, dans son gouvernement politique, dans les sciences et dans les arts, dans ses plaisirs, dans ses peines. La nature agit par des lois simples, uniformes, invariables que l'expérience nous met à portée de connoître. C'est par nos sens que nous sommes liés à la nature universelle, c'est par nos sens que nous pouvons la mettre en expérience et découvrir ses secrets; dès que nous quittons l'expérience nous tombons dans le vide où notre imagination nous égare” (Holbach, 1990, p.41).

(*Vanin, 1994, p.19*), mas, hoje, essa é uma visão estreita, assim como colocar Galileu como o único responsável pela Revolução Científica do século XVII, não se encaixa bem na história da ciência que pretendo sugerir. Observo, na química lavoisiana, uma síntese capaz de superar magistralmente as antigas teorias químicas e alquímicas. E penso que se trata de uma importante mudança no fazer científico, de uma nova forma de ver o mundo, e ao mesmo tempo – acredito – devemos acrescentar aquilo que os livros de história geralmente não mencionam: que essa obra se assenta sobre concepções filosóficas, como as formuladas pelo abade Condillac²⁴ e pelo barão d’Holbach.

Sobre os experimentos de Lavoisier com o enxofre e o fósforo, já citados, há um aspecto técnico e estequiométrico relevante. Os resultados experimentais com esses elementos estavam dentro de uma margem de erro que alterava as conclusões e incomodava os flogicistas. As dificuldades, entre elas, a de determinar se o ar é ou não absorvido, o tempo longo de espera pela calcinação, a estabilização de uma temperatura alta, a medição dos pequenos aumentos de pesos ou dos volumes absorvidos, eram notórias, mas não para o fósforo e o enxofre. Para esses elementos, era relativamente fácil realizar a experiência, o efeito observado era evidente, e as variações de massa e volume significativas. Mas o modelo do flogisto era tão útil que poucos ou mesmo nenhum dos cientistas daquela época tentaram rejeitá-lo ou desaprová-lo. Estavam antes interessados em conciliar um conjunto de fatos incongruentes, principalmente quantitativos, com o que lhes parecia, segundo seu ponto de vista, um esquema conceitual por outro lado admirável (Conant, 1958, p. 133), instrumental. Não vejo aqui simplesmente a força de uma teoria, que resistia às anomalias e continuava firme em seu lugar, mas a falta de uma subestrutura de valores filosóficos que poderiam favorecer as

²⁴ Etienne Bonnot de Condillac (1715-1780).

mudanças conceituais. Kuhn, por sua vez, apropriou-se desses fatos históricos para exemplificar seu modelo de progresso científico: paradigma, ciência normal, crise, revolução.

Há aqueles que entregam facilmente a interpretação dos fatos históricos a um acidente de percurso. Essa é a interpretação da maioria dos historiadores que acreditam mais na genialidade de um indivíduo do que em um processo creditado a vários fatores. Vejamos no trecho abaixo a interpretação mais tradicional dessa evolução da química:

Lavoisier teve o insight e a visão necessários para transpor a barreira do flogisto, pesando cuidadosamente as substâncias para determinar o efeito do aquecimento de cada uma e desenvolvendo o princípio de que uma substância só pode ser considerada elementar se não se subdividir em substâncias mais simples ao ser tratada quimicamente (Brody, 1999, p. 89).

Quero esclarecer que não haverá nesta dissertação uma preocupação em detalhar a história da derrubada da teoria do flogisto, da descoberta efetiva do oxigênio, dos erros de Priestley ou de Lavoisier. Muitos autores já fizeram isso, é uma história muito bem divulgada e detalhada e, repito, não é meu objetivo. O problema que estou investigando é de outra natureza. Eu não concordo com o argumento do *insight* proposto por Brody, mencionado acima, sobre descobertas acidentais, como acreditava Priestley²⁵, ou obra de um gênio. Interessa-me uma discussão sobre as razões que levaram Lavoisier a investir em novas pesquisas sobre os gases, porque é nessa discussão que proponho o papel fundamental do materialismo holbachiano.

²⁵ “Priestley acreditava que a filosofia experimental avançava por afortunados acidentes e não para atingir uma finalidade preconcebida” (Hankins, p. 103).

Na Europa, da segunda metade do século XVIII, havia uma mobilização de químicos de todas as classes nos estudos dos “ares”. Vários desses trabalhos, de certa forma, pretendiam consolidar uma realidade experimental para o flogisto. Os trabalhos de William Cullen (1710-1790), Joseph Black (1728-1799), Henry Cavendish (1731-1810), Carl-Wilhelm Scheele (1742-1786), Joseph Priestley (1733-1804) entre outros, apesar de apresentarem interesses diferentes, constituíam uma verdadeira rede de informações (correspondências, visitas, publicações de revistas etc), dentro do modelo flogístico de interpretação. Contudo, essa química encontrava dificuldades, não respondia plenamente às exigências da química dos gases. Vejamos dois flogicistas defendendo essa teoria:

*O flogisto não é atraído para o centro da Terra, mas tende a se elevar, disso provém o aumento de peso na formação de cais metálicas e a diminuição do mesmo na redução química (Guyton de Morveau defendendo que o flogisto tem densidade muito baixa em sua **Dissertation sur le phlogistique**, 1772).*

*Certamente vocês não esperam que a química venha a poder exhibir-lhes um punhado de flogisto, separado de um corpo inflamável; esta expectativa seria tão pouco razoável quanto querer um punhado de magnetismo, gravidade ou eletricidade, extraídos de um imã, de um corpo pesado ou de um corpo eletrizado. Na Natureza há grandezas que não podem ser objetos dos sentidos a não ser pelos efeitos que produzem; o flogisto é uma dessas grandezas (R. Watson, sobre o flogisto, em **Chemical essays**, 1782).*

Dentro desse programa de pesquisas, Lavoisier era um dos poucos que se preocupava com uma alternativa teórica ao flogisto. Essa convicção o impele a realizar experiências decisivas com os gases, a repetir outras de seus colegas e sugerir uma nova leitura dos fenômenos. Condena como vã e metafísica (Bensaude-Vincent & Stengers,

p.129, 1996) a pesquisa dos constituintes últimos da matéria (fogo, ar, água e terra) e ataca a teoria do flogisto. Vejamos um comentário sobre seu trabalho:

... Lavoisier suscita bastante polêmicas, por se distinguir dos seus colegas pneumáticos ingleses pela sua tendência teorizante. Avança teorias sobre a combustão, a natureza dos ácidos, o estado gasoso, a respiração e a transpiração. Arrisca continuamente hipóteses num vai-e-vem permanente entre a experiência e a teoria, entre as suas próprias experiências e as dos outros. Mesmo se, nesta polêmica, cada um invoca a força dos fatos, mesmo se Lavoisier proclama em seguida, a morte do flogisto numa condenação solene das hipóteses e dos sistemas, é claro que estas profissões de fé epistemológicas são fórmulas polêmicas, dirigidas contra um alvo preciso, e de aplicação circunstancial. Assim, a vitória do oxigênio sobre o 'ar deflogisticado' deve-se não à modificação dos resultados da experiência de Priestley mas à mudança na interpretação da experiência ... (Bensaude-Vincent & Stengers, p. 125, 1996).

Os cientistas daquele período eram as maiores autoridades em pesquisas sobre gases e fazer oposição aos seus argumentos era uma ousadia para a época. Lavoisier, no entanto, enfrentou-os. Talvez não estivesse totalmente convencido de suas idéias, mas suponho que tinha encontrado no método de consultar a natureza, característica difundida pelos materialistas do século XVIII, principalmente Holbach, de fazer experiências e de derrubar as explicações sobrenaturais (segundo Bernadette Bensaude-Vincent, a *fantasmagoria do flogisto*), sua principal certeza, já que propunha um sistema que modifica as condições da prática química (operações de laboratório), livre de superstições.

São essas dificuldades de interpretação das descobertas experimentais, porque colidiam frontalmente, e que Lavoisier propunha “olhar com outros olhos”, que estou trabalhando. É certo que a síntese e a decomposição da água, juntamente com a teoria do oxigênio, mudaram o conhecimento químico dos materiais, contribuindo para a derrubada da teoria do flogisto e estimulando uma revisão completa do processo de estudar as transformações dos materiais. Mas será ingenuidade pensar que esses fatos dependam apenas de resultados experimentais e sejam capazes de mudar os conceitos enraizados da ciência da época.

Um exemplo que ilustra essa afirmação é o trabalho já citado de Jean Rey (1582-1645).²⁶ Ele nasceu em Le Bugue, estudou Medicina em Montpellier, graduando-se em 1609. Sabemos pouca coisa de sua vida ou de suas atividades profissionais, apenas as considerações apresentadas pelos seus contemporâneos.²⁷

Em 1630, Jean Rey publicou um trabalho que lhe deu lugar na história da química. Nos *Essays sur la recherche de la cause pour laquelle l'estain et le plomb augmentement de poids quand on les calcine*²⁸, o doutor francês explicou o aumento de peso de dois materiais (estanho e chumbo) quando aquecidos. Rey atribuiu o fenômeno ao "peso" do ar – tornado mais denso, pesado pela ação prolongada do aquecimento – que se juntou ao peso natural do chumbo e do estanho. Apesar de ter encontrado fatos que destoam e possibilitam uma nova interpretação do ar, Jean Rey submete-se à teoria dos quatro elementos, e acomoda os fatos dentro de uma interpretação da época.

Jean Rey foi ignorado pelos sábios da época. A originalidade das suas idéias (peso do ar, as camadas de ar agregadas aos materiais pelo aquecimento) e os

²⁶ Partington, 1989, p. 84.

²⁷ Lucia Tosi fez um excelente ensaio sobre Jean Rey, publicado em Química Nova, 17 (2), 1994: “A reedição dos ‘Essays de Jean Rey’ em 1777. A reação de Lavoisier”.

²⁸ Ensaio sobre a causa do aumento de massa do estanho e chumbo quando são calcinados.

interesses e habilidades de Lavoisier seriam uma combinação promissora, se não estivessem separados por mais de cem anos. No entanto, os contemporâneos e críticos condenaram duramente Lavoisier por não mencionar inicialmente o trabalho de Jean Rey, além de acusá-lo de apropriação indevida. Guyton de Morveau defendeu prontamente Lavoisier, “*uma idéia não é uma teoria, o inventor é aquele que nos põe na posse*” (Tosi, p. 254). Também Lavoisier se defendeu em *Reflexions sur le phlogistique*. Não vou tratar aqui dessa polêmica. O que interessa nesse trabalho é investigar como uma subestrutura filosófica é importante numa investigação científica, principalmente naqueles que acarretam profundas mudanças conceituais.

5.2 CIÊNCIA E METAFÍSICA NO *SYSTÈME DE LA NATURE*

Na feroz crítica do barão d’Holbach às idéias sobre o homem, a natureza, a moral e a religião, observamos certos elementos importantes para nossa interpretação. No seu principal livro, *Système de la nature*, fortemente condenado na época e que abalou a visão de mundo dos cientistas ilustrados, acredito que possamos recolher evidências de uma abordagem audaciosa que proporcionou um campo fértil para o surgimento da química moderna. Vejamos como suas idéias naturalistas e sua militância pelo empirismo permeiam a obra principal:

Os homens se enganarão sempre quando abandonarem a experiência por sistemas habitados pela imaginação. O homem é a obra da natureza, ele existe na natureza, está submetido às suas leis, não pode se livrar disso, e nem mesmo pelo pensamento sair disso; é inútil que seu espírito queira se lançar além dos limites do mundo visível, ele é sempre forçado a retornar²⁹ (Holbach, 1990, p.15).

Assim, de forma semelhante à formação de uma mentalidade científica no começo dos tempos modernos que exigia o combate aos “ídolos” (Bacon, 1973) os quais prendiam o espírito humano a preconceitos e equívocos, também a constituição do novo espírito científico exige, para o surgimento da química moderna, a superação de obstáculos metafísicos, além da superstição, que geralmente tende a aprisionar o

²⁹ “*Les hommes se tromperont toujours quand ils abandonneront l’expérience pour des systèmes enfantés par l’imagination. L’homme est l’ouvrage de la nature, il existe dans la nature, il est soumis à ses lois, il ne peut s’en affranchir, il ne peut même par la pensée en sortir; c’est en vain que son esprit veut s’élancer au delà des bornes du monde visible, il est toujours forcé d’y rentrer*” (Holbach, 1990, p.15).

conhecimento em torno de conclusões apressadas, ingênuas e freqüentemente fictícias. Muitas vezes, o espírito científico é construído através do *não* que a consciência diz às formulações tradicionais, em nome da exigência permanente e insaciável de melhor compreensão do mundo. A obra científica sempre foi uma conquista, não um passivo reconhecimento.

Sobre a concepção de metafísica que utilizo aqui, ela não deve ser confundida com teorias filosóficas, morais ou religiosas. Em uma reflexão filosófica, geralmente conseguiremos conciliar certos dados entre si, enquanto na religião, por causa das crenças, encontraremos a falta de liberdade para uma investigação mais abrangente. Também não proponho o uso do termo para julgar as asserções em verdadeiras ou falsas. A metafísica entendida no corpo desse trabalho, e especialmente visando a interpretação dos valores do século XVIII, é constituída do que chamarei de dados metafísicos (Taylor, 1969). Esses dados são pontos de partida intrinsecamente ligados a qualquer teoria e em que de alguma forma confiamos plenamente, por exemplo: acreditamos que temos um corpo, que um dia iremos envelhecer e morrer, que os seres vivos possuem algo que os anima, e que a morte é causada pelo abandono daquilo que anima um corpo. Esses são alguns dados metafísicos, e eles possuem uma força extraordinária no campo da especulação. Assim, na teoria do flogisto, a sugestão de uma entidade que confere inflamabilidade aos materiais, eliminada nas reações de combustão e recuperada nas reações de redução, de certa forma se enquadra ao modelo, ou visão de mundo, semelhante a uma metafísica que admite como real o dualismo corpo-alma para explicar a vida. Os flogicistas pensam no dualismo matéria-flogisto para explicar a combustibilidade dos materiais. Essa ligação ocorre no íntimo de quem pensa, gera a

vontade de acreditar, que, por sua vez, escolhe o que aceitar, mesmo em detrimento da razão ou evidência dos fatos.

Daí a importância de Holbach pensar que o homem do século XVIII, somente por insuficiência de observações, ou por fragilidade, é levado a atribuir aos fenômenos naturais características antropomórficas ou intervenções divinas. As interpretações dos fenômenos naturais por essa mentalidade são dominadas pela imaginação e, quando se esforça por uma argumentação, podemos dizer que se aproxima de uma metafísica. O homem metafísico geralmente tem certeza de um conhecimento profundo da natureza, e suas argumentações estão mergulhadas numa pluralidade de concepções em que a ciência e a não-ciência se misturam livremente: mecânicas, espirituais, físicas, químicas, biológicas, sociais, religiosas etc.

Podemos dizer que o materialismo holbachiano é um *não* dado às crenças da época: crenças não científicas que rejeitam a realidade, recusam o presente, alicerçam-se na metáfora da transformação da conduta humana não pela ação, mas pelo pensamento, pensam o imaginável a partir de uma escala de valores e saberes e que não toleram as mudanças. Por outro lado, o materialismo de Holbach está associado a outro tipo de crença: as ligadas aos processos naturais. Suas teorias mecânicas ou cinéticas da matéria abordam as sensações, os sentimentos e as idéias, que, segundo ele, surgem nos homens como resultantes dos movimentos internos e externos de átomos e moléculas. Em certo trecho da obra, ele adverte:

Todas as nossas intuições, nossas reflexões, nossos conhecimentos têm por objeto somente nos garantir uma felicidade em direção à qual nossa própria natureza nos força a tender sem cessar. Tudo que nós fazemos ou pensamos, tudo que nós somos e que nós seremos não é senão uma

*conseqüência do que a natureza universal nos fez. Todas nossas idéias, nossas vontades, nossas ações são dos efeitos necessários da essência e das qualidades que essa natureza colocou em nós, e das circunstâncias pelas quais ela nos obriga a passar e sermos modificados. Em uma palavra, a arte é somente a natureza agindo com ajuda dos instrumentos que ela fez*³⁰ (Holbach, 1990, p.38).

Para explicar de outra maneira a importância do materialismo de Holbach para a Química moderna, vou recorrer a um argumento desenvolvido por Loparic (1982)³¹, ao propor a teoria de Kant sobre a decidibilidade dos problemas da razão especulativa frente às crenças metafísicas. De acordo com essa teoria, quando *“uma questão qualquer que nos seja proposta pela natureza da nossa razão, uma das duas alternativas vale: ou sua indecidibilidade é demonstrável, ou existe um procedimento para dar-lhe uma resposta definida”*³². Assim, Lavoisier frente a problemas não apenas científicos, mas também metafísicos e epistemológicos, precisava decidir sobre o caminho metodológico a seguir: um procedimento fundado em uma subestrutura animística³³ da teoria do flogisto, ou um procedimento fenomenista que postulavam os naturalistas radicais. É aí que eu acredito que Lavoisier tenha optado pela consulta à natureza, semelhante ao materialismo de Holbach.

³⁰ *“Toutes nos intuitions, nos réflexions, nos connaissances n'ont pour objet que de nous procurer un bonheur vers lequel notre propre nature nous force de tendre sans cesse. Tout ce que nous faisons ou pensons, tout ce que nous sommes et ce que nous serons n'est jamais qu'une suite de ce que la nature universelle nous a faits. Toutes nos idées, nos volontés, nos actions sont des effets nécessaires de l'essence et des qualités que cette nature a mises en nous, et des circonstances par lesquelles elle nous oblige de passer et d'être modifiés. En un mot, l'art n'est que la nature agissante à l'aide des instrumens qu'elle a faits”* (Holbach, 1990, p. 38).

³¹Loparic, Z. (1982) *Scientific Solving-Problem in Kant and Mach*. Tese de Doutorado em Filosofia. Esta tese é apresentada e desenvolvida sob diferentes aspectos também em outros artigos do mesmo autor que serão aqui oportunamente citados.

³² A citação foi tirada de Loparic (1983), *Heurística Kantiana*. Cadernos de História e Filosofia das Ciências número 5 p. 73-89, p. 75, mas também em Loparic 1982 p. 12, o teorema é explicitado e desenvolvido.

³³ Nesse aspecto, vejo a teoria do flogisto moldar-se a um pensamento que inclui uma entidade além do natural, o flogisto, de forma semelhante ao modelo corpo-alma do cristianismo. Quando uma pessoa morre, libera sua alma; quando um material combustível queima, libera o flogisto.

Com essa escolha metodológica, Lavoisier desenvolve uma abordagem naturalista e empirista mais forte, inaugurando uma nova química, em oposição à abordagem substancialista. Com isso, a química começa a elevar-se ao nível das ciências consagradas da época: física e astronomia. No entanto, não é justo esquecer a contribuição concomitante, para essa nova abordagem, das descobertas de novas técnicas de pesquisa, da importância dos regulamentos acadêmicos relativos às publicações, da ênfase aos aspectos quantitativos, da impressão de obras e tratados químicos, da criação de revistas científicas, da popularização dos trabalhos, das convenções sobre os nomes, a escrita e as unidades de medida. Mas a subestrutura filosófica era essencial para as mudanças conceituais que propunha Lavoisier.

Foi no final do inverno de 1770 que apareceu o *Système de la nature*, essa peça-mestra da filosofia materialista (Neville, 1967, p. 108). Os enciclopedistas consideraram-na uma ofensiva política, editorial e também a reunião de todos os argumentos que a filosofia materialista era capaz de agrupar na época. Mas não era apenas uma filosofia que o autor assumia como desafio, era também uma ética, uma crítica à religião, uma pedagogia e uma política. Holbach dessa vez não se contentou apenas com os ecos das discussões de salão, muitos interesses foram expostos e crenças desmascaradas impiedosamente. O livro, considerado por Neville como a “pedra de toque” de todo o movimento filosófico (Neville, 1967, p. 109), não anunciava nenhuma descoberta científica, mas amalgamava com uma lógica implacável as descobertas já feitas, tirando delas preciosas conclusões. (Neville, 1967, p.109). Era preciso admitir a obra ou refutá-la.

Desde sua entrada na França, a obra *Système de la nature* despertava novas polêmicas. O clero e a realeza agiram rapidamente e conseguiram que o Parlamento a proibisse em 18 de agosto do mesmo ano da publicação. Mas o Parlamento era obrigado

a divulgar um resumo que continha longos trechos das obras proibidas. Assim, o público instruído ainda tinha oportunidade de ler parcialmente a obra. Mais de dez edições se sucederam sem que o interesse por ela se esgotasse.

Em *Système de la nature* Holbach usou o pseudônimo Jean-Baptiste de Mirabeau, um amigo morto em 1760. Logo após a publicação o livro foi condenado à destruição e ao fogo, além de ser incluído no Index. Apesar disso, Holbach teve êxito, porém foi muito criticado: manifestaram-se contrários à obra Voltaire, D'Alembert, Goethe³⁴, Grimm, Galiani etc. O deísta Voltaire também o criticou em seu artigo "Deus", na *Encyclopédie*; entre os ilustrados, somente Diderot, possível co-autor, segundo alguns, defendeu seus pontos de vista. Apesar dessas opiniões de importantes intelectuais da época, há em sua obra uma contribuição relevante para a filosofia materialista.

Système de la nature não é uma obra fácil de se ler, às vezes pelo excesso de simplificação, deixando de explicar satisfatoriamente certas proposições, outras vezes pelo dogmatismo extremo, como são colocadas certas idéias. É nessa obra, contemporânea de Lavoisier, que encontramos, de forma insistente, o apelo radical ao naturalismo. Os livros de história da filosofia não discutem esse alcance da obra holbachiana e vêem nele apenas um pensador que era um oponente da monarquia absoluta, da religião do Estado e dos privilégios feudais, além de descrevê-lo como um dos intelectuais mais radicais do seu tempo. Talvez um outro motivo que justifique por que Lavoisier não tenha mantido vínculos sociais com ele.

³⁴ O poeta alemão, em suas memórias critica duramente essa obra, afirmando que não se trata de uma obra filosófica, tachou-a de obra "tenebrosa e cadavérica".

Por outro lado acredito que foi a filosofia materialista e mecanicista holbachiana que favoreceu o surgimento da química moderna. Há muitas semelhanças na orientação epistemológica de Holbach e na prática de Lavoisier. Para Holbach toda explicação de um fenômeno deve se basear somente na consulta à natureza, à matéria, a seus movimentos e às leis desses movimentos (Holbach, p. 15), para Lavoisier a metodologia acertada para o conhecimento químico só poderia ser baseada na observação da natureza, e as conseqüências deveriam derivar sempre dos experimentos³⁵ (Lavoisier, p. xii). Com esse suporte em Holbach, associado ao uso da linguagem e lógica criada para veicular o conhecimento químico (influência de Condillac) e suas peculiaridades, Lavoisier abriu os olhos da comunidade científica e conferiu à Química uma identidade moderna.

³⁵ “...de ne déduire aucune conséquence qui ne dérive immédiatement des expériences & des observations, & d’enchaîner les faits & les vérités chimiques dans l’ordre le plus propre à en faciliter l’intelligence aux commençans”.

6 CONCLUSÃO

No início do século XVIII, eram encontrados, nas concepções científicas, resquícios de magias ou de forças sobrenaturais que impediam uma interpretação desalojada do âmbito de uma metafísica. Uma visão de mundo holbachiana, na segunda metade daquele século, no meu ponto de vista, desatrelou as novas idéias de muitos pesquisadores, predominantemente do grupo de Lavoisier, e as aproximou mais da natureza. Assim, ao interesse pela química teórica, como a teoria do flogisto, equivocada segundo nossos olhos modernos, temos um momento histórico que será melhor compreendido conhecendo os valores da época. O sucesso da química lavoisiana deve-se a essa nova “visão de mundo”, como já dissemos, favorecida em parte pela corrente materialista comandada pelo barão d’Holbach. A metodologia utilizada por Lavoisier, com experimentos planejados e precisos para a época, e sua preocupação em apenas avançar no conhecimento químico após os experimentos demonstram um despojamento de condicionamentos metafísicos prevalecentes na época e uma reorientação epistemológica que se aproximam da filosofia holbachiana quando esta invoca a consulta à natureza.

Sustento a idéia de que foi necessário um processo filosófico paralelo para orientar as mudanças conceituais da química que surgia na segunda metade do século XVIII e de que desvelar essa subestrutura, não em nome da ciência ou em nome da razão, avaliará melhor a construção e a compreensão do conhecimento científico, como desejava Koyré.

O naturalismo, com o trabalho de Holbach, passou a fornecer um *modus operandi* para uma revolucionária forma de pensar a natureza e a química.

Diante de tudo isso, foi meu objetivo mostrar a importância do materialismo holbachiano para o surgimento da química, como uma ciência moderna. Acredito que a nova Química que surge no século dezoito move-se nas bases filosóficas do materialismo holbachiano, de forma contundente na obra *Systeme de la nature*. Meu objetivo é contribuir para uma melhor compreensão do período histórico em que aquele “novo” conhecimento químico emerge num contexto desfavorável para aquelas idéias. Caracterizando a filosofia materialista da época e buscando, na medida do possível, conciliar as abordagens tão díspares da metafísica e do materialismo daquele período, proponho uma interpretação filosófico-científica desse marco histórico para a química.

Da teoria flogística, que forneceu um programa de pesquisa bem sucedido para a química no século XVIII, mas enfrentou o incômodo de um certo número de anomalias, para a teoria do oxigênio de Lavoisier, que discutiu, em seu famoso *Reflexions sur le Phlogistique*, que o flogisto não existe em tudo e que a combustão envolve a decomposição da substância combustível pelo gás oxigênio, há mais que ruptura ou evolução conceitual. Na obra *Estrutura das revoluções científicas*, de Thomas Kuhn, essa mudança na química é um dos principais exemplos de revolução paradigmática, mas se o episódio histórico está ou não de acordo com o modelo de Kuhn, isso ainda continua a dividir historiadores e filósofos da ciência. Felizmente a história não é uma ciência. É um processo reflexivo sobre o passado.

Ao ensaiar os vínculos da química com a filosofia do século XVIII, busquei desenvolver certos pontos epistemológicos que hoje exigem maior reflexão. Aquilo que mais me impeliu foi, em primeiro lugar, a crítica que devemos fazer aos livros tradicionais de história da ciência que geralmente apresentam apenas um desfile de doutrinas, ou de biografias dos cientistas, ou uma seqüência de relatos de descobertas científicas. Em

segundo lugar, foi valorizar a abordagem filosófica na história da ciência, sem contudo desprestigiar, como sujeitos, a história e a química. Acredito que devemos buscar, na medida do possível, a filosofia inerente a cada situação a ser descrita e interpretada na história da ciência.

Supor, no caso da teoria do flogisto e da teoria do oxigênio, que a teoria vitoriosa resulta de uma experiência esclarecedora é desconhecer a totalidade da ciência. Acreditar que Lavoisier obteve sucesso por causa da simples organização dos dados empíricos através de generalizações, sem tentar descobrir alguma realidade oculta por trás das aparências dos fenômenos, seria ingenuidade de um cientificista. Os complexos esforços no desenvolvimento de um novo esquema conceitual devem estar ligados a uma filosofia da sua época para serem fecundos ou para serem bem interpretados. A atitude dos químicos parceiros de Lavoisier, que os diferenciam fortemente dos químicos da teoria do flogisto, é uma manifestação da posição epistemológica do materialismo e do empirismo radical que o grupo adotou na época.

A substituição da forte teoria do flogisto, ligada ao pensamento metafísico da época, por um modelo quantitativo e de linguagem moderna associado ao materialismo de Holbach implicou a reformulação dos princípios básicos da química. É na obra *Système de la nature*, principalmente nos pontos em que afirma, veementemente, que para apreender os fenômenos naturais bastavam a razão e a natureza, e que as leis da razão devem ser idênticas às leis da natureza, que encontramos a contribuição e a orientação filosófica mais relevante para o trabalho científico de Lavoisier.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACEVES, Patricia Elena. ***Una revolución en la química***. Xochimilco: Universidade Autónoma Metropolitana, 1989.
2. BACON, F. ***Novum Organum ou verdadeiras indicações acerca da interpretação da natureza***. São Paulo: Abril Cultural. Volume XIII da série Os Pensadores, 1973.
3. BENSAUDE-VINCENT, B. & STENGERS, I. ***História da Química***. Tradução de Raquel Gouveia. Lisboa: Instituto Piaget, 1996.
4. BENSAUDE-VINCENT, Bernadette. ***Lavoisier***. Flammarion, 1993.
5. BRODY, David E. & BRODY, Arnold R. ***As sete maiores descobertas científicas da história***. Tradução de Laura Teixeira Motta. São Paulo: Companhia das Letras, 1999.
6. BURKE, Peter. ***Uma história social do conhecimento: de Gutenberg a Diderot***. Tradução de Plínio Dentzin. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editora, 2003.
7. CARPEAUX, Otto Maria. ***História da literatura ocidental***. Edições O cruzeiro, 1963.
8. CHALMERS, A. F. ***O que é ciência afinal?*** São Paulo: Ed. Brasiliense, 2000.
9. CONANT, James B. ***Ciência e senso comum***. Tradução de Helena R. Grandelnan e João Correa de Sá. São Paulo: Editora Clássica Científica, 1958.
10. DEBUS, Allen G. ***Science and history - a chemist's appraisal***. Coimbra: Universidade de Coimbra, 1984.
11. DEBUS, Allen G. ***De volta à revolução química***. Ciência Hoje, v. 12, nº 70, 1991.

12. DIDEROT e D'ALEMBERT. **Enciclopédia ou dicionário raciocinado das ciências, das artes e dos ofícios por uma sociedade de letrados**. Discurso preliminar e outros textos. Edição Bilingue. São Paulo: UNESP, 1989.
13. FILGUEIRAS, Carlos Alberto L. **A revolução Química de Lavoisier: uma verdadeira revolução?** Química Nova, v. 2, 1995.
14. FILGUEIRAS, Carlos Alberto L. **Lavoisier – o estabelecimento da química moderna**. São Paulo: Editora Odysseus, 2002.
15. GUERLAC, H. Joseph Black. In: GILLISPIE, C. C. (ed. in chief). **Dictionary of Scientific Biography**. Vol. 2. New York: Charles Scribner's Sons, 1981.
16. HANKINS, Thomas L. **Ciência e iluminismo**. Tradução de Ana Sampaio. Porto: Porto Editora, 2002.
17. HOLBACH, Paul-Henri Thiry D'. **Système de la nature ou Des loix du monde physique et du monde moral**. 1.ed. 1770 (“Système de la nature”). Texto integral em francês disponível na rede mundial: <http://gallica.bnf.fr/>.
18. HOLBACH, Paul-Henri Thiry D'. **Système de la nature ou Des loix du monde physique et du monde moral**. Edição 1781. Paris: Fayard, 1990.
19. HUBERT, René. **D’Holbach et ses amis**. Paris: André Delpeuch Éditeur, 1928.
20. KNIGHT, David. **Ideas in chemistry: a history of the science**. London: The Athlone Press, 1995.
21. KOYRÉ, Alexandre. **“Estudos de História do pensamento filosófico”**. Tradução de Maria de Lourdes Menezes. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1991.
22. KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1975.
23. LAVOISIER, A. L. **Traité élémentaire de chimie**. Paris: Gauthier-Villars, 1937.
24. Le petit Larousse illustré - 2004. Paris: Larousse, 2003.

25. LUCIE, Pierre. ***A gênese do método científico***. Editora Campus.
26. MAAR, Juergen Heinrich. ***Pequena história da Química***. Florianópolis: Papa-Livro, 1999.
27. MACQUER, P. ***Éléments de chymie-théorique***. Paris: Chez Didot, 1756.
28. MANTOUX, P. ***A revolução industrial no século XVIII***. São Paulo: Hucitec/UNESP, 1988.
29. METZGER, Hélène. ***Les doctrines chimiques en France, du début du XVII à la fin du XVIII siècle***. Librairie scientifique et technique. Albert Blanchard, Paris, 1969.
30. MUSGRAVE Alan. ***“Why did oxygen supplant phlogiston? Research programmes in the Chemical Revolution”***, University of Otago. Paper apresentado na Nafplion Colloquion.
31. NAVILLE, Pierre. ***D’Holbach et la philosophie scientifique au XVIII siècle***. Paris: Gallimard, 1967.
32. PARTINGTON, J. R. ***A Short History of Chemistry***. New York: Dover, 1989.
33. ROSMORDUC, Jean. ***Uma história da física e da química – De Tales a Einstein***. Tradução de Leila Velho Castro Faria. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1985.
34. TAYLOR, R. ***Metafísica***. Rio de Janeiro: Zahar, 1969.
35. TOSI, Lucia. ***A reedição dos “Essays de Jean Rey” em 1777. A reação de Lavoisier***. Química Nova, 17 (2), 1994.
36. TOSI, Lucia. ***Lavoisier: uma revolução na Química***. Química Nova, 12, 33, 1989.
37. VANIN, José Atilio. ***Alquimistas e químicos: o passado, o presente e o futuro***. São Paulo: Moderna, 1994.