



**Lavoisier e a influência nos Estilos de Pensamento Químico:
contribuições ao ensino de química contextualizado
sócio-historicamente**

**Lavoisier and the Influence in Chemical Thought-Styles: Contributions to
Sociohistorically Contextualized Chemical Education**

Marcelo Lambach

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – Campus Blumenau
marcelolambach@gmail.com

Carlos Alberto Marques

Departamento de metodologia de Ensino (MEN) e Programa de Pós-Graduação de Educação
Científica e Tecnológica (PPGECT)
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
carlos.marques@ufsc.br

Resumo

O presente trabalho, ao discutir sobre o complexo processo de formação intelectual de sujeitos a partir de fatos ou episódios históricos evidenciados nas relações entre ciência e interesses sociais, busca sinalizar como a epistemologia de Ludwik Fleck pode contribuir para o resgate e a problematização da produção e disseminação do conhecimento científico e das suas dimensões e dinâmicas sócio-históricas e filosóficas, favorecendo assim uma abordagem contextualizada no ensino de química. Para tanto, toma-se o exemplo do esforço coletivo empreendido por Lavoisier e colaboradores para sistematizar e disseminar suas ideias sobre a constituição do ar, contrárias a então vigente teoria do flogístico. Tal momento da história da química é analisado e interpretado à luz da epistemologia fleckiana para entender como um Estilo de Pensamento, em seus distintos significados, constitui-se e é influenciado pelas experiências cotidianas vividas pelos sujeitos.

Palavras-chave: Circulação de ideias; Estilos de Pensamento; Ludwik Fleck; História da Química; Lavoisier.

Abstract

This study aims to point out how Ludwik Fleck's epistemology can contribute to restore and problematize the production and dissemination of scientific knowledge and its sociohistorical and philosophical dimensions, to promote a contextualized approach in Chemical education. We discuss the intricate process of intellectual formation out of facts or historical episodes verified in the relation between science and social interests. To accomplish that, we took the example of Lavoisier and his collaborators' collective effort to systematize and disseminate their ideas on the constitution of air, which was contrary to the phlogistic theory of those days. That moment of History of Chemistry is here analyzed and interpreted on the basis of the fleckian epistemology, in order to understand in what manner a thought-style, with its distinct meanings, can consist of and be influenced by people's everyday experiences.

Keywords: Movement of ideas; Thought-Styles; Ludwik Fleck; History of Chemistry; Lavoisier.

O papel de Lavoisier para a química

Lavoisier é conhecido em diversos círculos como sendo o “pai” ou “criador” da química moderna, quer pela identificação e nomenclatura do gás oxigênio, quer por ter postulado o “princípio da conservação da massa”, dando corpo à química quantitativa. Entretanto, o que se pode evidenciar é que as proposições, muitas vezes referidas como sendo formuladas exclusivamente por ele, representam, tal como apontam Martins e Martins (1993), Filgueiras (1995), Donovan (1999) e Bensaude-Vincent e Stengers (1992), uma construção histórica e coletiva, podendo ser resgatadas em trabalhos de pesquisadores anteriores ou contemporâneos a Lavoisier – sendo que isso não diminui a sua contribuição individual, mas apenas ressalta a dimensão social da produção de conhecimento.

Ainda assim, é possível considerar que uma das maiores contribuições de Lavoisier e colaboradores¹ tenha sido o trabalho de sistematização do conhecimento científico de natureza química disponível no século XVIII – trabalho este alcançado por conta de sua meticulosidade na quantificação dos procedimentos experimentais. Todavia, como questionam Alfonso-Goldfarb e Ferraz (1993), por tal esforço, as propostas de Lavoisier e seu grupo de fato implicaram em uma revolução *na, em* ou *para* a química?

Para compreender qual a dimensão e o impacto dos trabalhos desenvolvidos por Lavoisier relativos à química, é necessário tomar alguns episódios históricos evidenciados nas relações entre ciência e interesses sociais que acabaram por influenciar fortemente tanto a forma de apresentar as questões de investigação científica por ele perseguidas quanto as suas proposições resolutivas, algumas das quais persistem até hoje. Ou seja, como essas questões de investigação científica e propostas impactaram decididamente o estilo de pensar e de fazer química de sua época.

Também se discute a dinâmica usada por Lavoisier para fazer circular e estender suas ideias, que tiveram influência determinante no abalo estrutural da teoria do flogístico e a ruptura com a forma de se entender o mundo por meio da química.

¹ Sempre que se fizer referência aos trabalhos desenvolvidos por Lavoisier, está-se adotando a compreensão de que esses tenham sido realizados coletivamente, portanto se compreenda “Lavoisier e colaboradores”.

Para melhor orientar o olhar a respeito dessas questões históricas de produção e difusão do conhecimento, será utilizada a epistemologia de Ludwik Fleck, evidenciando, inicialmente, as categorias Estilo de Pensamento, Círculos Esotéricos e Exotéricos, Circulação de Ideias Inter e Intracoletivamente.

Por fim, salienta-se que a discussão aqui realizada deve ser vista como um exemplar para compreender a complexa formação intelectual dos sujeitos, propiciando uma reflexão sobre o papel da coletividade nas construções epistemológicas emergidas na história das ciências, o que não implica, entretanto, diminuir o papel individual do cientista na construção do conhecimento.

As questões examinadas neste artigo sinalizam ainda para a necessária ênfase que se deve dar no ensino de ciências/química, em relação a não neutralidade da ciência e aos interesses de caráter ético, cultural e político que influenciam os cientistas e o destino de seus trabalhos. Tais aspectos são pouco abordados nos materiais didáticos, os quais cumprem importante papel na circulação e direcionamento de ideias (FLECK, 2010), como é o caso de muitos livros didáticos que tratam a química ainda como uma ciência meramente empirista-indutivista. Tal como apontam Vidal, Cheloni e Porto (2007, p.29) ao constarem que os livros didáticos por eles estudados “sugerem que a lei da conservação da massa teria sido induzida a partir de uma série de observações experimentais”, reforçando, com isso, “visões deformadas da ciência” (FERNÁNDEZ et al., 2002).

A epistemologia fleckiana

Ludwik Fleck foi um médico de origem judaico-polonesa. Suas concepções epistemológicas foram expressas, fundamentalmente, no livro *A gênese e o desenvolvimento de um fato científico*, editado em 1935 na língua alemã². O livro traz a linha de pensamento do autor e a descrição de suas categorias epistemológicas, tomando como referência o estudo do desenvolvimento do conceito de sífilis e sua identificação por meio da reação sorológica de Wassermann, um caso na história da medicina.

Para Fleck, o processo de construção do conhecimento se estabelece na coletividade, não é neutro e tem caráter histórico, social e cultural que o determina. Assim, o sujeito que participa desse processo é um sujeito coletivo que compartilha práticas, concepções, tradições e normas, ou seja, um **Estilo de Pensamento (EP)** próprio do **Coletivo de Pensamento (CP)** ao qual pertence.

Como apontam Leite, Ferrari e Delizoicov (2001), cada coletivo de pensamento apresenta uma maneira particular de ver o objeto do conhecimento e de relacionar-se com ele, a qual é determinada pelo seu estilo de pensamento. Isso implica em um direcionamento do olhar que orienta sua prática e guia o que observar, o que olhar e como olhar (**ver formativo**), chegando mesmo a interferir em suas atividades diárias.

Contudo, Fleck observa que um sujeito pode pertencer a distintos coletivos de pensamento simultaneamente, transitando livremente entre eles, o que garante a circulação inter e intracoletiva de ideias (FLECK, 2010, pp.157-163). Assim, “um pesquisador em Química, por exemplo, pode se reportar a outros coletivos de pensamento como o de pesquisadores em

² A versão em espanhol foi publicada em 1986 e a em língua portuguesa em 2010, no Brasil.

ensino de Química, ou mesmo ao de professores de Química, e assim por diante” (GONÇALVES; MARQUES; DELIZOICOV, 2007).

Os coletivos de pensamento segmentam-se em círculos: o esotérico e o exotérico, este formado por indivíduos que, de uma forma ou de outra, consomem o conhecimento produzido pelo círculo esotérico, constituído por especialistas. Dito de outra maneira, Fleck define Círculo Exotérico como sendo aquele que se estabelece em torno do Círculo Esotérico (de especialistas) e é constituído por grupos de indivíduos que coadunam com o pensamento dos especialistas, assimilando e consumindo a produção intelectual deles.

Levando-se em conta que os indivíduos podem pertencer, simultaneamente, a mais de um **círculo esotérico e exotérico**, Fleck propõe que tal fato faz ocorrer a circulação de ideias, afirmando que “a complexa estrutura da sociedade moderna leva consigo que os coletivos de pensamento se interseccionem e inter-relacionem de formas diversas, tanto temporal quanto espacialmente” (FLECK, 1986, p.154).

Como cada coletivo que constitui um círculo Eso possui um EP próprio, para mantê-lo os participantes passam a utilizar processos mais ou menos coercitivos, por meio da Circulação Intracoletiva de Ideias, reforçando os laços entre os componentes do CP, formando novos integrantes que passarão a compartilhar o mesmo EP. Já na disseminação do EP do círculo Eso para os círculos Exo, ocorre a Circulação Intercoletiva de Ideias, que pressupõe a introdução de novas ideias de um CP em outro com seu EP instaurado.

Em relação a essa circulação de ideias, Alvetti e Cutolo (2005, p. 2) apontam que é possível identificar as "articulações com o processo da comunicação científica, em particular, no processo de disseminação científica", quer intrapares, ou seja, entre especialistas da mesma área do conhecimento ou áreas afins, ou extrapares, para especialistas fora da área de conhecimento do objeto da disseminação. Como destaca Fleck, “a palavra impressa, o cinema e o rádio possibilitam o efeito intelectual recíproco dentro da comunidade de pensamento e a coesão entre os círculos esotéricos e exotéricos, apesar das distâncias e da falta de circulação de pessoas” (FLECK, 2010, p.159).

De acordo ainda com Alvetti e Cutolo, "No caso da disseminação científica intrapares, temos a circulação de ideias nos círculos esotéricos de especialistas, e na disseminação extrapares, por sua vez, a circulação nos diversos círculos exotéricos de especialistas" (ALVETTI; CUTOLO, 2005, p.3).

Considerando tais elementos, e recorrendo a diferentes trabalhos de autores que tratam da história e filosofia da ciência, delineamos a seguir o contexto em que a teoria do flogístico se dissemina na França, sendo esse o lócus em que Lavoisier e colaboradores desenvolveram seus trabalhos, que acabariam por confrontar as ideias flogistas.

A Organização de um Coletivo de Pensamento em Torno da Teoria do Flogístico

Nos séculos XVII e XVIII, uma ação relevante para a química afastar-se da condição de pré-ciência (BACHELARD, 1996), foi a abertura pública das práticas ocultas da alquimia por meio de cursos ministrados para os mais diversos públicos.

Bensaude-Vincent (2011) ressalta que o século XVIII foi povoado pela oferta de muitos cursos de química, de caráter público e privado, que ocorriam fora da academia e eram

frequentados por multidões. Nesse período, a química era considerada uma ciência útil para a saúde e o bem-estar. Era tamanha a importância e a autonomia da química na França que uma classe/turma de química foi criada na Academia de Ciência de Paris em 1699, sendo que só em 1785 instituiu-se uma classe/turma de física. Tais cursos tinham como público pessoas com interesse

[...] profissional em farmácia, medicina ou artes químicas, também atraíam uma ampla e heterogênea audiência, incluindo senhoras, gens du monde [populares em geral] e filósofos. Estas palestras muitas vezes eram combinadas de demonstrações espetaculares com propósitos mais práticos, tais como cosméticos ou preparações farmacêuticas. Mantendo-se como uma auxiliar da medicina e da farmácia, a química tornou-se uma parte integrante da cultura iluminista de Paris, cultivada tanto para o entretenimento como contribuía para o bem-estar público. (BENSAUDE-VINCENT, 2011, p.1, tradução nossa).

Tais cursos tinham uma relação próxima entre teoria e prática, em que o papel do experimento “era simplesmente fazer com que as ideias que o professor estava apresentando pudessem ser percebidas pelos sentidos do público (visão, olfato e toque). Na realidade, muitos desses cursos eram acompanhados de roteiros, e a aquisição desses roteiros era um pré-requisito para participar do curso” (BENSAUDE-VINCENT, 2011, p.6, tradução nossa).

Pode-se dizer que esses cursos cumpriam o papel de disseminar ideias dos círculos esotéricos para os círculos exotéricos. Essa circulação intercoletiva de ideias demarcava espaços importantes para química daquele século, uma vez que contribuía para que os conceitos alquímicos de então constituíssem a cosmovisão usada para responder os problemas da época. Como exemplo disso, têm-se as apresentações públicas e privadas, bastante populares e que lotavam plateias, promovidas pelos farmacêuticos/químicos Louis C. de La Planche e Guillaume-François Rouelle.

Os cursos também desempenhavam a função de direcionar o olhar dos espectadores, tanto por meio das apresentações como dos materiais que a assistência deveria adquirir. Essa condução é o que Fleck chama de “ver formativo”, o qual “exige ser iniciado em um campo de conhecimento. [...] desde o início, perde-se a capacidade de ver qualquer coisa contrária ao estabelecido” (FLECK, 1986, pp.138-139).

Pode-se dizer que os cursos públicos ministrados por Rouelle propiciavam a circulação intercoletiva de ideias e tinham uma abrangência maior, pois eram mais conhecidos graças às anotações feitas por vários dos participantes que depois as difundiam. De acordo com Donovan (1999), para dar coerência teórica para seus cursos, Rouelle “desenvolveu um conjunto singular de doutrinas sintetizadas na química flogística de Stahl e nos estudos de Stephen Hales sobre a fixação e liberação de ar” (DONOVAN, 1999, pp.76-77).

A química flogista tinha como elemento central o Flogístico (do grego *phlogiston* = inflamar-se), o que se desprende durante a combustão, conceito proposto, por volta de 1700, pelo iatroquímico (simultaneamente médico e químico) Georg Ernst Stahl (1660-1734). Ele se inspirou nos trabalhos de seu professor Johann Joachim Becher (1635-1682) para o qual, segundo Lecaille (1994), a matéria é constituída por três “terras”: a primeira - *terra lapídia* (terra vítrea); a segunda - *terra pinguis* (terra gordurosa); e a terceira - *terra fluida* (terra fluida).

Tanto Becher como Stahl organizaram suas ideias sobre os fenômenos químicos, como aponta Lecaille (1994), a partir da metalurgia que havia se desenvolvido muito naquela

época. O interesse de Stahl era sobre o fenômeno da combustão, e para explicá-lo baseou-se na proposta de seu mentor para a segunda terra, que passou a denominar de flogístico.

Stahl sustentava a ideia de que a matéria era formada por princípios, os quais, segundo Thagard (2007), eram

[...] como nossos elementos, substâncias básicas das quais os compostos são feitos, embora alguns sejam definidos mais em termos de função ativa do que de substância. Os princípios simples abrangem a água e a terra, e são de três tipos: o princípio vitrificável, o princípio liquidificável e o princípio inflamável, ou flogisto. Um "misto" é um corpo que consiste de princípios simples, ao passo que um composto pode consistir de mistos. (THAGARD, 2007, p.271).

Como Stahl estruturava suas ideias a partir da metalurgia, ele distanciou-se do pensamento alquímico. "Entretanto, fica ligado ou tem certa afinidade com a forma de conceber as coisas. Tal como Becher, Stahl pensa que os princípios não podem ser separados, não podemos separá-los, no máximo se transforma uma mistura em outra" (LECAILLE, 1994, p.5).

Com a teoria do flogístico, "pela primeira vez uniu-se a oxidação e a redução por meio de um fenômeno de transferência. Ainda que hoje em dia se trate de elétrons, o princípio permanece o mesmo" (LECAILLE, 1994, p.5).

Conforme Carneiro (2006, p. 26), Stahl fez

[...] uma distinção que se revelou essencial à definição do objeto da química, a distinção entre agregados e misturas. Os primeiros eram substâncias homogêneas, cuja formação se devia a ações mecânicas; os segundos, substâncias heterogêneas (misturas e compostos) que constituíam o objeto de estudo da química à qual competia, assim, o estudo dos mistos por via da análise.

A proposta formulada por Stahl, baseada na metalurgia, prevaleceu nas explicações dos fenômenos durante o século XVII e parte do XVIII, uma vez que o flogístico foi considerado uma teoria de grande importância, pois, pela primeira vez na história da química, nela são englobados todos os fatos conhecidos para esta ciência em um conjunto teórico. Kant dirá que é uma lei tão importante como a lei de Galileu da queda dos corpos. O grande químico alemão Wilhelm Ostwald (1835-1932) escreverá: "é a primeira vez que se edificava um sistema racional que ordenava um grande número de fatos, os mais importantes conhecidos até então" (LECAILLE, 1994, p.3).

Por isso, pode-se dizer que todos os que compartilhavam das ideias presentes nessa teoria constituíam um Coletivo de Pensamento vinculado ao Estilo de Pensamento vigente – o do flogístico. Segundo Fleck, "não conseguimos deixar para trás o passado – com todos os seus erros. Ele continua vivo nos conceitos herdados, nas abordagens de problemas [na forma de conceber os problemas (FLECK, 1986, p.67)], nas doutrinas das escolas, na vida cotidiana, na linguagem e nas instituições" (FLECK, 2010, p.61).

Nesse período de um século e meio em que o flogístico perdurou, os que coadunavam com esse EP passaram a "perceber e atuar conforme [o] estilo, ou seja, de forma dirigida e restrita" (FLECK, 1986, p.131). A partir daí ocorre a 'extensão' do estilo de pensamento, de forma que "o conhecer altera a condição do cognoscente adaptando-o harmonicamente ao conhecido e esta situação assegura a harmonia acerca da origem do conhecimento dentro da visão dominante" (FLECK, 1986, p.133). É a chamada harmonia das ilusões, "que

consegue a aplicabilidade dos resultados científicos e a fé em uma realidade existente” (FLECK, 1986, p.133).

Então, pode-se dizer que tanto Rouelle como La Planche, imersos no EP vigente, cumpriam o papel de fazer a circulação intercoletiva das ideias que compunham o flogístico, tendo em vista a diversidade do público que participava dos cursos por eles ministrados.

Por outro lado, como defende Fleck (1986; 2010), a constituição do conhecimento é um processo sociogenético, ou seja, influenciado pelos distintos coletivos que se relacionam com o conhecimento, portanto ele se modifica. Fleck observa também que:

O processo do conhecimento representa a atividade humana que mais depende das condições sociais, e o conhecimento é o produto social por excelência. [...]

Os pensamentos circulam de indivíduo a indivíduo, sempre com alguma modificação, pois outros indivíduos fazem outras associações. A rigor, o receptor nunca entende um pensamento da maneira como o emissor quer que seja entendido. Após uma série dessas peregrinações, não sobra praticamente nada do conteúdo original. De quem é o pensamento que continua circulando? Nada mais é do que um pensamento coletivo, um pensamento que não pertence a nenhum indivíduo. (FLECK, 2010, p.85).

Os cursos ministrados Rouelle, por exemplo, evidenciam esse processo coletivo de constituição do conhecimento. Primeiro porque ele havia se apropriado das ideias do flogístico de forma indireta, por meio de uma apresentação feita por Jean-Baptiste Sénac ao qual é atribuída a autoria do livro *Nouveau cours de chymie suivant les principes de Newton et Stahl* (1723) (MOCELLIN, 2011, p.23). Segundo, porque, com essa forma de aproximação com a teoria do flogístico, Rouelle fez uma significativa mudança na ideia inicial de Stahl: a associação do flogístico ao fogo. Com isso, de acordo com Bensaude-Vincent e Stengers (1992), “Rouelle confere aos princípios [água, ar, fogo, terra] duas funções: a de constituinte das misturas e a de agente ou instrumento das reações químicas” (BENSAUDE-VINCENT; STENGERS, 1992, p.92).

Rouelle, tal como apontam Bensaude-Vincent e Stengers (1992), estruturava suas ideias sob a influência da concepção dos quatro elementos clássicos (ar, água, terra, fogo), ainda comum no século XVIII. Ele buscava a aproximação entre a química e a física, e nessa tentativa ele organizava suas palestras

[...] ao redor de uma teoria que acomodava os elementos. [...] Rouelle pensava que provavelmente eram cinco, mas ele achou que a antiga teoria dos quatro elementos serviria melhor aos seus propósitos. Esta teoria tinha a vantagem de fornecer um conjunto comum de elementos, tanto para a física como para a química. Os elementos ou princípios substanciais, como ele também chamou, eram flogístico ou fogo, ar, água e terra. A caracterização desses elementos dada por ele refletia a sua cautela epistemológica. Vez ou outra Rouelle se permitia alguma transposição, isto é, ele ocasionalmente falava sobre as propriedades essenciais de entidades não observáveis, ele entendia que todas as teorias de elementos eram fundamentalmente heurísticas. Como ele dizia a seus alunos: “tudo que se pode dizer com alguma segurança é que há um número muito pequeno deles e que as diferentes formas em que eles podem combinar são capazes de produzir todas as substâncias encontradas na natureza”. (DONOVAN, 1999, p.78, tradução nossa).

Ele também havia se apropriado dos estudos do inglês Stephen Hales sobre o ar liberado pela fermentação dos vegetais e por certas reações químicas, o que foi publicado no *Vegetable Staticks*, em 1727. Hales defendia que “o ar existia livre na atmosfera ou fixado em combinação química – por exemplo, em águas minerais gaseificadas” (GOLINSKI, 2003, p. 388, *tradução nossa*).

Stahl havia proposto que “princípios químicos e instrumentos eram diferentes. Princípios, tais como o flogístico, entravam na composição de misturas dos corpos e conferiam propriedades sobre eles. Instrumentos eram agentes mecânicos que tornavam possíveis as misturas, mas eles não as constituíam” (LEVERE, 2001, p.38, *tradução nossa*).

Para Rouelle, tal como para Hales, o fogo “poderia atuar como um instrumento físico, corpos rarefeitos, ou podia entrar em combinação química, como o flogístico, em metais ou de matéria combustível” (GOLINSKI, 2003, p.388, *tradução nossa*). Então, para ele, o fogo era um instrumento nas operações químicas, mas era indissociável do flogisto.

É justamente essa dupla propriedade que Rouelle atribuiu ao flogístico, ao associá-lo ao fogo, que foi o motivo de contestação, posterior, pelos químicos franceses do século XVIII, como Lavoisier, tal como indicam Bensaude-Vincent e Stengers (1992), Levere (2001) e Golinski (2003).

Pode-se dizer, então, que as alterações feitas por Rouelle à teoria de Stahl exemplificam o processo de construção coletiva do conhecimento indicada por Fleck, pois ao aproximar as ideias de Hales às de Stahl – as quais ele não estava intimamente familiarizado como as do inglês –, Rouelle alterou a teoria do flogístico em sua essência, ou seja, o papel que este tinha na constituição da matéria. Isso denota como a circulação intercoletiva de ideias direciona o olhar, podendo modificar a compreensão que se tem sobre os fenômenos.

Esse processo teve continuidade por meio dos cursos ministrados pelo químico francês do qual participavam, além do público geral, figuras representativas para a ciência da época, como Diderot, Turgot, Macquer, Venel e Lavoisier. Com isso, é possível dizer que a circulação de ideias além de ocorrer intercoletivamente para público diverso, também ocorria para os iniciados em ciências, como os supracitados, os quais iriam contestar a teoria do flogístico que fora apresentada por Rouelle (DONOVAN, 1999).

Em linhas gerais, o estabelecimento das ideias em torno do flogístico na França ocorreu devido à circulação de ideias, as quais foram apropriadas, modificadas e disseminadas por sujeitos como Rouelle.

Ao ministrar os seus cursos de forma didática, inclusive com o uso de materiais que os participantes deveriam necessariamente adquirir, o farmacêutico/químico promovia a circulação intercoletiva da teoria do flogístico, já modificada com suas próprias interpretações. Por outro lado, também propiciava a contestação dos conceitos que se pretendia disseminar, pois permitia a análise crítica dos conceitos por todos que acessassem ao que era tornado público.

Complicações no flogístico a partir dos “ares”

De acordo com a teoria do flogístico, submetendo os metais e as substâncias combustíveis aos processos de combustão ou à calcinação, o flogístico era liberado. Com isso, a massa final do produto resultante era menor que a inicial. Contudo, havia situações de calcinação de metais,

como o caso do estanho, do mercúrio e do fósforo, em que o produto resultante possuía massa maior que o início.

Tal fato já havia sido relatado, segundo Filgueiras (2007), no início do século XVIII por Claude Joseph Geoffroy (1685-1752) e Wilhelm Homberg (1652-1715). Rouelle também se deparou com esse “problema dos pesos: a cal, considerada como um metal que perdeu o seu flogístico, é mais pesada que o metal de partida. [Para ele] este curioso fato [era explicado] através da distinção entre o peso absoluto (que permanece igual, sendo o flogístico imponderável) e o peso específico” (BENSAUDE-VINCENT; STENGERS, 1992, p.93).

Esta foi uma “complicação” (FLECK, 2010) que perseguiu a teoria do flogístico e que despertou o interesse de Lavoisier pelo controle dos processos por meio da medição das massas, como evidenciam Bensaude-Vincent e Stengers (1992, pp.123-124).

As explicações para tal problema levaram Lavoisier a desenvolver dois experimentos rigorosamente controlados. Ele

[...] queima enxofre, depois fósforo em dois vasos fechados e constata, após pesagens minuciosas efetuadas antes e depois da reação, de tudo e de cada parte separadamente, que o peso total se conservou, que o peso do vaso se manteve inalterado e que o do enxofre e do fósforo aumentou. Conclui então: “Este aumento de peso resulta duma quantidade prodigiosa de ar que se fixa durante a combustão e que se combina com os vapores”. (BENSAUDE-VINCENT; STENGERS, 1992, p.123).

Então, como apontam Bensaude-Vincent e Stengers (1992, p.127), o grande trabalho de Lavoisier, observável a partir do conjunto de sua obra, é sobre a teoria do estado gasoso – ou aeriforme.

Mas, tomando como princípio que o conhecimento é um processo histórico, temporal, social e cultural, é possível dizer que os questionamentos que Lavoisier e colaboradores formularam a respeito do flogístico têm suas origens em momentos anteriores. Eles partem, segundo Bensaude-Vincent e Stengers (1992), do interesse apresentado por Boyle, ainda no século XVII, e que no século seguinte continuou sendo objeto de pesquisa de cientistas como escocês Joseph Black.

De acordo com Bensaude-Vincent e Stengers (1992, p.113), atribui-se a Black o início da chamada “química pneumática”, a partir dos estudos que desenvolveu sobre a *magnésia alba* ($MgCO_3$). Em seus experimentos, ele detectou que a magnésia perdia peso quando calcinada. Da calcinação ele obteve um resíduo branco que denominou de *magnésia calcinada* (MgO), um material volátil que chamou de “ar fixo” – o dióxido de carbono (CO_2) – fixado pela cal, além de água.

Black demonstrou, em 1757, que o “ar fixo” era “um tipo específico de ar, que é irrespirável e não alimenta a combustão, sendo pelo contrário um produto da combustão, da respiração e da fermentação” (BENSAUDE-VINCENT; STENGERS, 1992, p.116).

A ideia de que o ar fosse uma matéria única começa a ser superada com a identificação de outros “ares” constituintes desse “ar genérico inicial”. O inglês Cavendish isolou, em 1766, o “ar inflamável” – o hidrogênio –, resultado da reação entre metais e ácido diluído, e detectou que sua queima produzia um líquido nas paredes do tubo, ou seja, água. Esse gás também tinha sido percebido por Van Helmont e por Boyle, mas foi Cavendish que o identificou, um

gás que continha, como apontam Bensaude-Vincent e Stengers (1992, p.117), o princípio da inflamabilidade e da metalinidade. Seria ele o flogístico?

Essa foi uma questão que promoveu uma intensa busca para detectar diferentes ares que representassem o flogístico. Considerando o princípio da prioridade em torno do anúncio de novas pesquisas e determinações dos diferentes ares, a circulação intrapares fez com que, segundo Bensaude-Vincent e Stengers (1992), os químicos europeus constituíssem uma verdadeira rede com a “troca de correspondência, viagens, revistas; o *Chemische Annalen* de Krell solicita contribuições não apenas de químicos alemães, mas de toda a Europa” (BENSAUDE-VINCENT; STENGERS, 1992, p.118).

Esse movimento em torno da produção e difusão de “textos escritos possuem uma função importante na circulação intercoletiva de ideias” (GONÇALVES; MARQUES; DELIZOICOV, 2007, p.58). Lembrando que a questão de fundo que estimulava tais pesquisas era: do que a matéria é constituída? E a controvérsia central em torno dos ares era o flogístico, que tinha como base o gás oxigênio.

O primeiro a ter contato em suas pesquisas com esse gás foi o alemão Karl-Wilhelm Scheele, “um boticário autodidata em matéria de química, que trabalhou na pobreza e na obscuridade” (BENSAUDE-VINCENT; STENGERS, 1992, p.118).

Foi Scheele quem caracterizou dois ares que compõem a atmosfera. Um deles o *Feuerluft* – ar do fogo – “capaz de absorver o flogístico dos corpos nele ricos, como a limalha, [...] desaparece [...] quando o “flogisto” de Cavendish arde ao ar e transforma-se [...] em fogo-calor [...], e é produzido por calcinação [...] [da] cal de mercúrio” (BENSAUDE-VINCENT; STENGERS, 1992, p.118).

Na França, Lavoisier havia realizado experimentos de calcinação de metais, e seus estudos denotaram o aumento da massa do material resultante desse processo, levando Lavoisier a proferir uma palestra na Academia de Ciências francesa, na qual ele destacava: “Parece certo que o ar entra na composição da maioria dos minerais, até metais, e em grande abundância. Nenhum químico, porém, inseriu o ar na descrição quer de metais, ou qualquer corpo mineral” (GUERLAC, 1961, p.24, *tradução nossa*).

Naquele momento, Lavoisier acreditava que a combustão liberava “ar fixo” (CO₂), mas ele não estava de acordo com Black, que defendia que o gás carbônico se fixava nos materiais, metais nesse caso. Assim, uma dúvida passava a incomodar Lavoisier: será que é somente o “ar fixo” que entra na composição dos corpos?

Muitas explicações sobre essa questão já haviam sido formuladas, sendo duas, pelo menos, bem próximas às apresentadas por Lavoisier. Os ensaios de Jean Rey e John Mayow são reconhecidos como precursores, contudo só identificados depois de Lavoisier, segundo Bensaude-Vincent e Stengers (1992).

Como apontam Bensaude-Vincent e Stengers (1992, p.124), a chegada em suas mãos de artigos - escritos a mais de dez anos antes e publicados anonimamente no *Journal de l'abbé Rozier* - sobre um tema semelhante ao das suas pré-conclusões, fez com que Lavoisier, para garantir a precedência, entregasse à Academia uma nota selada e datada (de novembro de 1772) a respeito da sua palestra e algumas possíveis conclusões. Ele desconfiava que o conteúdo, ou pelo menos as suas ideias prévias constantes no documento, representariam um rompimento com a teoria vigente – a do flogístico – e uma revolução na química e na física, conforme suas próprias palavras:

Há aproximadamente oito dias descobri que o enxofre, ao queimar, não perdia seu peso [...]; a mesma coisa acontece com o fósforo. Esse aumento de peso provém de uma quantidade prodigiosa de ar que se fixa durante a combustão e que se combina com os vapores. Esta descoberta que constarei com experiências que considero decisivas, fez-me pensar que o que se observa na combustão do enxofre e do fósforo podia também acontecer com todos os corpos que aumentam de peso com a combustão e a calcinação e me convenci de que o aumento de peso das cales metálicas tinha a mesma origem. A experiência confirmou completamente as minhas conjecturas. [...] Essa descoberta parece-me uma das mais interessantes que foram feitas desde Stahl, e como é difícil não deixar entrever aos amigos, durante conversação, alguma coisa que possa mostrar-lhes o caminho da verdade, julguei necessário deixar o presente depósito nas mãos do secretário da Academia até publicar as minhas experiências. (LAVOISIER, 1774, p.103, tradução nossa).

Antes do depósito da nota de Lavoisier na Academia de Ciências francesa, na Inglaterra, Priestley desenvolvia paralelamente a Scheele e a Lavoisier, estudos sobre o “ar fixo”, chegando a publicar, em março de 1772, um livreto sobre o método de carbonatar a água. Também investigava um novo ar mais leve, que ele chamou de “ar desflogisticado”.

Priestley era um clérigo excluído da Igreja Anglicana e das Universidades de Oxford e de Cambridge por ter rejeitado a santíssima trindade (SCHOFIELD, 1997). Ele se caracterizava como um típico baconiano (em relação a Francis Bacon) (RIVERS; WYKES, 2008), que estava sempre em busca de fatos curiosos, sendo considerado um filósofo natural por ter seu pensamento transitando entre o religioso e o científico.

Conforme Bensaude-Vincent e Stengers (1992, p.118), os interesses de Priestley iam “desde a química e da eletricidade ao estudo de línguas, à história, à política e pretende colocar as técnicas ao serviço do progresso humano”. As mesmas autoras ressaltam que foi quem mais investigou sobre os ares, sistematizado em numerosos volumes intitulados *Observations and Experiments on Different Kinds of Air*, em que ele descreve a coleta sistemática dos gases liberados pelas reações em uma cuba de mercúrio. Assim, ele “isolou e identificou no estado gasoso o que chamamos de ácido clorídrico, o gás amoníaco, o gás sulfuroso, [...] também o hidrogênio sulfurado, o hidrogênio fosforado, o etileno e o nosso azoto a que chama “ar flogisticado” (BENSAUDE-VINCENT; STENGERS, 1992, p.119).

Priestley, adepto ao flogístico, também foi pioneiro no estudo químico dos seres vivos, como apontam Bensaude-Vincent e Stengers (1992), testando cada um dos ares que ele isolava em plantas ou animais. Considerando a respiração animal como uma flogisticação que corrompe o ar, Priestley acreditava que

o papel dos pulmões é evacuar as emanações pútridas para o exterior e mostra que as plantas são capazes de “restaurar” o ar e de o tornar de novo respirável. [...] quando isola o oxigênio, após uma experiência de redução de um óxido ou “cal” de mercúrio, então chamado precipite per se, Priestley não o caracteriza imediatamente com o teste da respiração [...] e toma-o primeiro pelo gás nitroso, irrespirável. (BENSAUDE-VINCENT; STENGERS, 1992, pp.119-120).

Donovan (1999) aponta diversos períodos da história em que importantes publicações foram realizadas, possibilitando a compreensão de como se desdobraram os acontecimentos em torno do oxigênio e do flogístico. Em agosto de 1773, Lavoisier publicava o *Opuscules*

physiques et chymiques (Folheto de química e física), em que apresentava detalhes sobre os trabalhos com a calcinação do mínio (Pb_3O_4) e do carvão separadamente, obtendo “ar fixo” (CO_2) como produto ao queimá-los juntos. Nessa situação, pode-se perceber que Lavoisier ora produzia gás carbônico, ora produzia oxigênio nos distintos experimentos. O comportamento diferenciado desses gases o incomodava, mas até então ele não havia os distinguido.

Lavoisier dedicou esforços para a publicação do *Opuscules*, enviando-o na sequência para a *Royal Society* de Londres – sabendo que chegaria às mãos de Priestley –, assim como à *Royal Society* de Edimburgo, e uma cópia destinada ao químico escocês J. Black. Nesse trabalho, Lavoisier havia reunido toda a informação disponível até então, demonstrando as diferentes pesquisas sobre o “ar fixo”, feitas por seus predecessores.

Já em fevereiro de 1774, o farmacêutico militar Pierre Bayen publicou um trabalho afirmando que o óxido de mercúrio reduzia-se à forma metálica quando aquecido sem carvão³ e diminuía de peso. Ele relacionou esse resultado aos trabalhos de Lavoisier, dizendo que o processo formava um gás solúvel em água, parecido com o “ar fixo”, e que a cal aquecida gerava o mesmo gás.

Mais adiante um pouco, em agosto de 1774, Priestley desenvolvendo pesquisas com o *mercurius calcinatus* (óxido de mercúrio – HgO), observou que o gás coletado da redução desse óxido possuía características opostas ao ar fixo, como ele mesmo destacou: “Uma vela ardia nesse ar com uma chama notavelmente vigorosa [...], estava completamente perplexo para dar conta desse fato” (PRIESTLEY, 1775, p. 34, tradução nossa).

Acreditando que seu material era impuro e os resultados que obteve eram duvidosos, Priestley, em viagem à Paris, em outubro de 1774, adquiriu uma quantidade de *mercurius calcinatus* mais pura. Durante a sua estadia na cidade, conforme Bensaude-Vincent e Stengers (1992, p.120), jantou com Lavoisier e diversos outros químicos, mencionando ao longo da conversa o gás diferente, produzido ao trabalhar com o óxido de mercúrio, algo que havia lhe “causado espécie”.

Ao retornar à Inglaterra, o químico inglês, então, aperfeiçoou os estudos com o *mercurius calcinatus* e o gás produzido de sua calcinação. Utilizando a metodologia de análise habitual, em que os ares produzidos eram testados em plantas e animais, pois supunha que os resultados anteriores estavam prejudicados pela pureza do material, Priestley caracterizou algumas propriedades do gás, como a que fazia um camundongo viver o dobro de tempo, que com ar atmosférico, quando confinado em um recipiente. Priestley disse, ao inalar esse ar, que sentiu seu “peito leve e confortável durante algum tempo depois. Quem sabe, no futuro, esse ar puro se torne um artigo de luxo em voga? Até então, apenas dois camundongos e eu tivéramos o privilégio de respirá-lo” (PRIESTLEY, 1775, p.102, tradução nossa). O que ele estava respirando era o oxigênio, mas, por estar vinculado ao EP do flogístico, a esse novo ar mais leve ele chamou de “ar desflogisticado”, acreditando que a perda do flogístico tornava o ar superior ao comum.

Lavoisier, tendo conhecimento sobre o trabalho de Scheele, segundo Poirier (1996, p.77), envia duas cópias do *Opuscules* à Academia de Ciências de Estocolmo, acompanhadas de um

³ De acordo com a teoria do flogístico, os metais eram formados por cal e flogisto, que se desprendia ao ser calcinado, transformando-se em cal. De forma semelhante, o carvão e materiais oleosos continham flogisto que era liberado na combustão. Assim, ao aquecer óxido e carvão, o flogisto desse último era cedido para aquele, obtendo-se metal. (MAARS, 2008, p.495).

bilhete ao químico sueco. Este, por sua vez, remete uma carta ao francês descrevendo seus estudos com pormenores procedimentais com o uso da cal de mercúrio, que resultariam na obtenção do oxigênio.

Mesmo com a contribuição de Scheele, Lavoisier continua trabalhando em seu sofisticado laboratório com o *mercurius calcinatus* e isso seria motivo de uma grande controvérsia em relação à precedência da identificação do oxigênio, que abalaria profundamente a teoria do flogístico. Os resultados de seus experimentos foram entregues lacrados à Academia em março de 1775, demonstrando a diferença efetiva entre o “ar fixo” de Black e o “ar desflogisticado” de Priestley ou “*Feuerluft* – ar do fogo” de Scheele ou “ar eminentemente respirável” do próprio Lavoisier, que reconhece a historicidade do fato científico, ao afirmar, em 1777, em sua síntese das pesquisas:

[...] uma parte dos experimentos contidos nesta dissertação não pertencem propriamente a mim; talvez, para ser exato, existam até alguns dos quais o Sr. Priestley possa reivindicar a ideia inicial; mas, à medida que os mesmos fatos nos levarem a conclusões diametralmente opostas, espero que, se alguém me acusar de ter me apropriado de provas dos trabalhos desse físico célebre, pelo menos ninguém me conteste o direito às conclusões. (LAVOISIER, 1776, p.130, tradução nossa).

Tanto as conclusões dos trabalhos que Lavoisier desenvolveu como os de Priestley e de outros, não surgiram em sua mente como uma descoberta repentina, tal como uma maçã que cai sobre a cabeça ou um raio que atinge uma peça de metal presa a uma pipa, elas foram resultantes de muito trabalho.

Calado (2002) caracteriza a personalidade dos dois cientistas: "Priestley [...] era cientificamente conservador mas politicamente revolucionário [...], [enquanto que] Lavoisier [...] revolucionou a química [mas] era politicamente conservador" (p.33). Tais características, em meio a um contexto sócio-político-econômico conturbado que culminou na Revolução Francesa, implicaram decisivamente no destino de ambos.

A circulação de ideias fortalecendo o movimento antiflogista e estabelecendo um novo estilo de pensamento

Nesse período novas ideias se organizavam e se difundiam de forma oposta ao estilo de pensamento prevalente, isto é, o do flogístico. Ainda que, sob o ponto de vista epistemológico, “Priestley, Scheele e Lavoisier [fossem] herdeiros da tradição de Stahl. Todos estavam interessados na busca dos princípios que compõem as substâncias” (CARNEIRO, 2006, p.28).

Contudo, Lavoisier seguiu outro caminho, identificando que o ar era formado por mais de um componente, podendo ser decomposto e recomposto. Ele passou a investigar o papel do ar na formação dos ácidos, de tal forma que, em setembro de 1777 (DONOVAN, 1999), apresentou à Academia a tese de que o ar se combinava com os metais para formar óxidos metálicos e que também era um princípio acidificante universal. Lavoisier, naquele momento, justificou a terminologia usada em sua tese, dizendo:

[...] a partir dessas verdades, que parecem muito bem estabelecidas, de agora em diante designarei o ar deflogisticado ou ar eminentemente respirável, no estado de combinação ou fixidez, pelo nome de princípio

acidificante ou, se prefere o mesmo significado que a palavra grega, pelo príncipe oxygine [...]. (LAVOISIER, 1862, p.249, tradução nossa).

O que o químico francês fez ao enunciar o princípio do oxigênio foi criar uma nova palavra derivada do grego, em que prefixo *oxy* significava ácido e o sufixo *gen* designava “gerar”. Cabe lembrar que ele teve contato com o sistema de classificação biológica de Lineu⁴ ao estudar botânica com Bernard de Jussieu⁵.

Apesar de algumas falhas nesse princípio acidificante universal – nem todo ácido possui oxigênio em sua estrutura –, ele era bastante sólido e lógico e se tornaria um axioma a ser usado em seu Tratado Elementar de Química (*Traité Élémentaire de Chimie*), o qual já apresentava os primeiros rascunhos em 1772, na publicação *Sistema de Elementos*.

Em 1787, Lavoisier e seus colaboradores (Fourcroy, Berthollet, Guyton de Morveau) iniciaram um novo projeto, a criação de uma nova terminologia química, tendo como um dos objetivos a consolidação do movimento contra o flogístico. O grupo, utilizando o mesmo raciocínio empregado para o oxigênio, se propôs a reformular toda a nomenclatura química de então.

Lavoisier e colaboradores, inspirados em outros iluministas do século XVIII, como Condillac, que defendia que “A arte de falar, a arte de escrever, a arte de raciocinar e a arte de pensar são, no fundo, uma e a mesma arte” (POIRIER, 1996, p.185, *tradução nossa*), sustentavam que a linguagem deveria expressar claramente o que pretendia representar, sendo utilizada como uma ferramenta analítica. E como observa Lavoisier,

A palavra deve fazer nascer a ideia, a ideia deve representar o fato; fazem-se três impressões de um mesmo selo e, como são as palavras que conservam e transmitem as ideias, disso resulta que não se pode melhorar a linguagem sem aperfeiçoar a ciência, nem a ciência sem a linguagem, e que por mais certos que fossem os fatos, por mais justas que fossem as ideias geradas, elas ainda só transmitiriam impressões falsas, se não tivéssemos expressões exatas para designá-los. (LAVOISIER, 2007, p.17).

Apoiando-se ainda em Condillac, que dizia:

[...] só pensamos com a ajuda das palavras; que as línguas são os verdadeiros métodos analíticos; que a álgebra é a mais simples, a mais exata e mais bem adaptada ao seu objeto entre todas as maneiras de enunciar-se; é a um só tempo, uma linguagem e um método analítico; enfim, que a arte de raciocinar se reduz a uma linguagem bem feita. (LAVOISIER, 2007, p.17).

⁴ Carlos Lineu (ou Carolus Linnaeus, ou Carl von Linné) desenvolveu um sistema de taxonomia para classificar os seres vivos em uma hierarquia, começando com os Reinos, que são divididos em Filos. Os Filos são divididos em Classes, então em Ordens, Famílias, Gêneros e Espécies, havendo subdivisões em cada uma delas. Os grupos de organismos pertencentes a qualquer uma dessas classificações são chamados *taxa* (singular, *taxon*), ou *phyla*, ou grupos taxonômicos. (Fonte: *Linné on line*. Uppsala University. Disponível em: <<http://www.linnaeus.uu.se/online/index-en.html>>. Acesso em: 09 jul. 2013.)

⁵ Médico e Botânico, foi professor de botânica de Lavoisier, criou uma escola de botânica nos Jardins do Trianon, no Palácio de Versailles, por ordem do rei Louis XV em 1758. (Fonte: **Encyclopædia Britannica Online**. Disponível em <<http://global.britannica.com>>. Acesso em: 09 jul. 2013.)

Com isso, Lavoisier viu em seu projeto para elaboração de uma nova nomenclatura para a química a forma de aproximação da matemática e da física, elevando a química ao grau do que se passava entender por ciência naquele momento da história.

Tão forte foi esse movimento que o referido trabalho conquistou mais facilmente os matemáticos e os físicos do que os próprios químicos franceses. Mais uma vez os esforços de Lavoisier e seu grupo deveriam ser concentrados na divulgação e na circulação das ideias entre os químicos da época.

A partir dos resultados de suas pesquisas com metais e a queima da mistura hidrogênio e oxigênio produzindo água, em 1785, Lavoisier afirma, na obra *Réflexions sur la phlogistique*, que “o flogístico de Stahl é imaginário e sua existência nos metais, enxofre, fósforo e todos os corpos combustíveis, uma suposição infundada, e que todos os fatos da combustão e da calcinação são explicados, de forma bem mais simples e fácil, sem o flogístico” (LAVOISIER, 1777, pp.654-655, *tradução nossa*). Ele conclui o escrito indicando que a química passava a trilhar novos caminhos, com o ingresso de novos cientistas sem preconceitos, os quais não acreditavam mais no flogístico, considerando-o um estorvo para o desenvolvimento da química.

A compreensão do que se entende por ‘preconceitos’ e o movimento contrário aos trabalhos do grupo pró-Lavoisier pode ser iluminada por meio da categoria fleckiana da incomensurabilidade de estilos de pensamento, uma vez que

Os fatos científicos construídos pelos coletivos de pensamento são assimilados e estilizados, ou seja, traduzidos em seu próprio estilo, por outros coletivos de pensamento. Tal tradução implica em modificação. [...]

*Segundo Fleck, existem matizes de estilo de pensamento que configuram distanciamentos (ou aproximações) entre os modos de ver estilizados. Estes tons permitem retraduzões do fato científico por determinado coletivo dentro de seu estilo ou os tornam incomensuráveis. Parece que a retradução já implica, de certa forma, no reconhecimento da existência da incomensurabilidade. Termo que Fleck usa pela primeira vez em seu artigo de 1927 em polonês, podendo significar incongruência (*niewspółmiernosc*) [...] e no original alemão da monografia emprega a palavra incomensurável (*inkommensurabel*) [...] (DELIZOICOV et al., 2002, pp.59-60).*

A reiterada crítica ao estilo de pensamento que povoava a Academia de Ciência dirigida pelos velhos químicos fez com que *Réflexions* se tornasse alvo de contendores antigos, que passaram a se organizar contra Lavoisier.

Devido a essa incomensurabilidade de EP, Priestley encabeça, ainda alegando a apropriação de suas ideias pelo químico francês, conforme Poirier (1996, pp.177-178), o contra-ataque em defesa de que o flogístico partiu do químico irlandês Richard Kirwan, em 1787, o qual publicou *Um ensaio sobre o flogístico e a constituição dos ácidos*.

Do outro lado, em defesa ao movimento antiflogístico de Lavoisier, temos o matemático Laplace, antigo colaborador do químico, trazendo consigo outros matemáticos: Jacques Cousin e Alexandre Vandermonde (POIRIER, 1996, p.179).

Também adepto ao movimento promovido por Lavoisier, encontra-se o jovem químico Antoine Fourcroy, que passa a oferecer cursos de química ao público, tal como fazia Rouelle, divulgando a nova química e popularizando a doutrina antiflogística (DONOVAN, 1999, p.55).

Como destaca Poirier (1996, p.179), o influente químico Claude-Louis Berthollet declarou publicamente o apoio à nova teoria, atraindo novos adeptos como Gaspard Monge e Jean-Antoine Chaptal, que se dedicaram a conquistar o químico dicionarista Guyton de Morveau, também cortejado pelo lado oposto.

Os opositores de Lavoisier, tal como observa Donovan (1999, p.174), químicos de toda a Europa, sobretudo da Inglaterra e da Alemanha, mais velhos e defensores do flogístico, passaram a publicar artigos em uma das revistas científicas mais influentes da França, o *Journal de Physique*. Em contrapartida, os antiflogistas também publicaram os seus documentos em diversas áreas refutando tal teoria, que se estendeu até 1791, quando os resistentes defensores tornaram-se a minoria.

Assim, a publicação do Tratado Elementar de Química parece-nos que foi mais uma forma de causar “perturbações” (FLECK, 2010) e “retirar do foco o EP relativo à teoria do flogístico”, fazendo circular as ideias de Lavoisier e de seus colaboradores. As novas críticas feitas em torno desse trabalho serviram tanto para fortalecer os favoráveis à nova teoria e encantar os indiferentes, como para fazer circular a nova visão entre os críticos, que precisavam conhecer o material para saber em quais pontos refutá-lo.

Ao divulgar o Tratado entre os pares, Lavoisier promovia a circulação intracoletiva (FLECK, 1986; 2010) entre os cientistas de diversas academias no mundo, considerando-se que eles faziam parte de um grupo de especialistas que constituem o círculo esotérico, mas também é possível dizer que havia a circulação intercoletiva de ideias ao admitir que os diferentes grupos de especialistas pertenciam a grupos com EP distintos, como os flogistas e os antiflogistas. Assim, é possível entender, por exemplo, porque Thomas Jefferson e Benjamin Franklin, que receberam cópias, não deram relevância à produção francesa.

O Tratado Elementar de Química pode ser considerado como um livro didático, usado para “formar químicos em um ou dois anos” (BENSAUDE-VINCENT; STENGERS, 1992, p.133). Por isso que muitos dos que aceitaram a nova teoria de Lavoisier contra o flogístico lecionavam química. Tem-se como exemplo o francês Chaptal, que passou a usá-lo em suas aulas; mesmo Black, que antes se opunha às tais ideias, começou a aceitar e utilizar a nova nomenclatura para a química.

Aqui se evidencia o processo de coerção que Fleck indica como um processo regular na divulgação das ideias que caracterizam um EP. Como destacam Bensaude-Vincent e Stengers: “O objetivo do seu *Traité élémentaire* é formar químicos [...], **inculcar-lhes** as bases e **dirigi-los** para as operações de laboratório” (BENSAUDE-VINCENT; STENGERS, 1992, p. 133, *grifos nossos*). Ou seja, o objetivo era direcionar o olhar, o interesse, o “ver formativo” de Fleck, pois

Somente depois de muita experiência e até um treinamento inicial, desenvolve-se a capacidade para perceber imediatamente um sentido, uma forma (Gestalt), uma unidade fechada. Ao mesmo tempo, desde o início, perde-se a capacidade de ver qualquer coisa contrária ao estabelecido. Porém é justamente tal disposição para o perceber dirigido, o que constitui o componente principal do estilo de pensamento. Assim, o ver formativo é uma função do estilo de pensamento (FLECK, 1986, pp.138-139).

O ver formativo a que se refere Fleck evidencia, por exemplo, o papel de direcionar, de orientar a forma de como deve ser compreendida certa temática, no caso entender a química a partir de pressupostos diferentes dos estabelecidos com a teoria do flogístico.

Pode-se dizer que esse também é o papel dos materiais utilizados para o ensino de química, sobretudo os livros didáticos, adotados muitas vezes como referência principal, quando não a única, que direcionam o olhar dos professores e alunos que passam a entender a ciência como neutra, isolada das influências sociais e centrada na genialidade dos indivíduos. A esse papel homogeneizante de conceitos, conteúdos e metodologias educacionais (LAJOLO, 1996), adicionam-se os problemas que tais materiais trazem consigo, como o caso da deformação conceitual sobre o conceito de substância (TAVARES, 2009).

Também, como destacam Wartha e Faljoni-Alário (2005, p.43), o livro didático “é importante por seu aspecto político e cultural, na medida em que reproduz os valores da sociedade em relação à sua visão da Ciência, da História, da interpretação dos fatos”. Mas como muitas vezes trazem uma visão distorcida de ciência, reforçando o mito da neutralidade (MACEDO; SILVA, 2010), acabam por difundir esse entendimento com a circulação inter e intracoletiva de ideias (FLECK, 2010) pela escola.

Essa compreensão de ciência neutra, não leva em conta a temporalidade e a sociologia da ciência (DELIZOICOV; AULER, 2011), tampouco a sociogênese do conhecimento (FLECK, 2010), tal como destacamos ao eleger a história da química do século XVIII e de Lavoisier como um exemplar que contribuiu para a compreensão, a desmistificação e desmitificação da ciência com algo feito em um laboratório ideal isolado do mundo real.

Outro movimento importante que contribuiu para o estabelecimento de um novo EP naquele contexto histórico foi a inclusão na *Encyclopédie méthodique*, de Guyton de Morveau, dos conceitos contidos no Tratado, entendendo-os como sendo um método de nomear e não apenas uma nomenclatura química. Essa era uma obra de referência padrão que viabilizava a circulação de ideias entre o círculo Eso e diferentes círculos Exo. A sua edição com tais modificações conceituais representou o fortalecimento da forma de entender os fenômenos na perspectiva lavoisieriana.

Também foi significativa nesse processo de circulação intercoletiva de ideias a publicação do novo método de nomear na química, na edição de *Éléments d'histoire naturelle et de chimie*, por Fourcroy.

A criação dos *Annales de chimie* consolidou o apoio à teoria de Lavoisier com resenhas favoráveis a ela, fazendo com que pouquíssimos químicos se mantivessem presos à teoria do flogístico (HOLMES, 1987 pp.425-426).

Para fortalecer a disseminação do seu trabalho, Lavoisier promoveu uma ação eminentemente política, conforme Donovan (1999, p.183), ele entregou cópias do *Traité élémentaire* à nobreza francesa, sobretudo ao rei e à rainha. Ainda enviou, novamente, duas cópias aos Estados Unidos, aos cuidados de Benjamin Franklin, acompanhadas de uma carta que reiterava o seu pedido de apoio. Essa carta foi redigida de maneira a ressaltar a revolução que representava o trabalho de Lavoisier, tal como a revolução política que havia passado o país americano e que efervescia na França.

Lavoisier tinha consciência (DONOVAN, 1999, pp.183-184) de que o apoio do americano seria decisivo, uma vez que esse tinha sido uma figura de destaque na Revolução Americana, e representava a suplantação decisiva do pensamento antigo (o do flogístico) pelo de uma nova química - a superação dos cientistas velhos pelos novos ingressantes no mundo da química, uma nova química que se apoiava em uma lógica matemática. O apoio de Franklin, um revolucionário, seria simpático ao movimento que se incendiava cada vez mais com a

Revolução Francesa e, dessa forma, encontraria menos obstáculos à divulgação e ao aceite pela comunidade científica.

Para reiterar esse movimento sociológico da ciência, Bensaude-Vincent e Stengers apontam que o triunfo de Lavoisier se deveu a uma “campanha de persuasão efetuada por Lavoisier e pelos seus colaboradores. Correspondências com químicos de todos os países, convites para jantar” (BENSAUDE-VINCENT; STENGERS, 1992, p.131).

De fato, a obra de Lavoisier e colaboradores e as ideias ali presentes significam uma ruptura com o passado, “em uma ou gerações, a linguagem natural dos químicos é esquecida e as obras pré-lavoisierianas, tornadas ilegíveis, são remetidas para uma longínqua pré-história” (BENSAUDE-VINCENT; STENGERS, 1992, p.131).

Contudo, a sua ligação com a nobreza francesa e o seu poderio econômico eram intoleráveis para os seus inimigos jacobinos no contexto revolucionário que vivia a França em finais do século XVIII, e isso lhe custaria sua vida.

Considerações finais

Ao analisar os principais episódios da trajetória da vida de Lavoisier e dos diversos sujeitos que entrecortaram sua história pessoal e científica – tomando como exemplar o embate entre os defensores da teoria do flogístico e aqueles que assumiram as explicações lavoisierianas para os fenômenos oxidativos –, pode-se melhor elucidar a ideia de como se dá a constituição do conhecimento científico sócio e historicamente construído, diferentemente das ideias difundidas por meio da concepção neutra e isolada de ciência.

A utilização desse ou de outro capítulo da história da ciência para o ensino de química, pode auxiliar o professor a promover a discussão com os alunos sobre como é o processo sociológico da ciência. Ou seja, como o processo científico, desde a formulação dos problemas (DELIZOICOV; AULER, 2011) até o direcionamento que se dá a pesquisa, é vinculado e influenciado pelo contexto social de determinada época. Evidenciam-se, com isso, os interesses que determinam o que, quando, como e por que pesquisar, além de quais pesquisadores terão mais sucesso que outros.

Desse recorte da história da ciência química, é possível identificar alguns dos diferentes sentidos que a categoria Estilo de Pensamento (EP) assume, tal como descreve Fleck em sua principal obra: *Gênese e desenvolvimento de um fato científico* (FLECK, 2010). Aqui, destacam-se apenas alguns que servem para ilustrar essa relação que pode ser explorada no ensino de química conduzido em uma perspectiva problematizadora e contextualizada:

Memória social (FLECK, 2010, p. 37, 41, 60, 61, 65) – relacionado com o hábito, a forma de ver – por exemplo, ao entender e explicar os fenômenos a partir da teoria do flogístico, ou então a partir das explicações que os alunos possuem a respeito dos fenômenos que os cercam. Nesse sentido, cabe refletir como ensinar novos conceitos científicos, muitas vezes contraditórios às explicações que os alunos possuem, respeitando a sua cultura.

Tendência à persistência e à tradição (FLECK, 2010, pp. 42, 55, 61, 65) – a manutenção das explicações dos fenômenos embasadas em uma teoria decadente – evidenciada nas “complicações” que se apresentaram ao flogístico quando na queima de metais sem o uso de carvão, mas com o aumento da massa. Compreender essa nuance ou tons do sentido de EP, os quais podem propiciar ao professor uma melhor compreensão dos motivos pelos

quais as pessoas mantêm explicações não condizentes com o histórico conhecimento científico acumulado até determinado momento.

Conhecimento, corpo de conhecimento, saber (FLECK, 2010, pp. 42, 46, 60) – a própria teoria do flogístico e o corpo de conhecimentos que faziam parte do “Tratado Elementar”, dentre outras obras, que acabaram por levar a teoria da conservação da massa.

Complexo processo de formação intelectual (FLECK, 2010, pp.47, 51) – evidenciado tanto na formação do próprio Lavoisier, nos diferentes momentos de aculturação escolar, como na disseminação das ideias na formação de novos químicos.

Tais sentidos atribuídos aos EP - evidenciados no confronto entre conceitos flogistas e lavoisierianos -, podem também ser transportados para o ensino de química, como é o caso do último sentido, em que a aculturação pode ocorrer sem a contextualização a partir da história da ciência, supondo que o processo científico seja neutro, tal como sugerem certos livros didáticos (VIDAL; CHELONI; PORTO, 2007).

Por outro lado, o “complexo processo de formação intelectual” que acontece na escola básica pode ter como princípio a evidenciação das relações entre a ciência e os interesses sociais, particulares ou coletivos, identificados a partir da história e da epistemologia da ciência.

A partir da obra de Fleck é possível, ainda, citar outras possibilidades de compreensão para EP: algo enfrentado por comunidade de investigação organizada; resultado da coincidência/confluência de linhas coletivas de pensamento; representações objetivas (somadas, medições repetidas) da realidade das ilusões; algo compartilhado por pessoas que têm as mesmas concepções intelectuais.

Esses sentidos para EP reforçam a tese inicialmente apresentada neste artigo, isto é, de que o conhecimento é uma construção histórica e coletiva que se dissemina, uma vez que

Cada pensamento sofre um processo de circulação submetido a forças sociais em virtude de apresentar uma origem e um destino. A formulação de uma ideia no interior de um coletivo produz a sua popularização entre os leigos, ampliação para os especialistas e culmina com a legitimação dentro da estrutura do sistema de ideias, a fim de estabelecer sua formulação oficial. (PFUETZENREITER, 2003, p.121)

Assim, as ideias propostas por Lavoisier e colaboradores, apesar de não se caracterizarem como algo totalmente novo, têm uma historicidade reconhecida por eles, e conforme são sistematizadas passam a ser utilizadas como “formas de conceber problemas” e resolver problemas, muitos dos quais surgidos do cotidiano individual e do grupo. Contudo, à medida que são disseminadas, intra e intercoletivamente, tais ideias passam a constituir um novo EP, passando, a partir disso, ser “formulador de conceitos”, como aponta Fleck (2010, p.79).

Referências

ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; FERRAZ, M. H. M. As possíveis origens da química. **Química Nova On-line**, São Paulo, v.16, n.1, p.63-68, 1993. Disponível em: <<http://quimicanova.s bq.org.br/qn/qnol/1993/vol16n1/index.htm>>. Acesso em: 26 mar. 2011.

ALVETTI, M.; CUTOLO, L. R. A. Uma visão epistemológica da circulação de ideias presente na comunicação científica. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 16, 2005, Rio de Janeiro.

Anais... Rio de Janeiro. p.1-4., 2005. Acesso em: 26/03/2011. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/>

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BENSAUDE-VINCENT, B. Public lectures of chemistry in 18th century France. **Circumscribere**. International Journal for the History of Science, v. 9, p.1-10, 2011.

BENSAUDE-VINCENT, B.; STENGERS, I. **História da Química**. Lisboa: Instituto Piaget, 1992.

CALADO, J. C. G. Desventuras Químicas. **Química - Boletim SPQ**, Lisboa, n.85, p.30-38, abr./jun. 2002.

CARNEIRO, A. Elementos da História da Química do Século XVIII. **Química - Boletim da Sociedade Portuguesa de Química**, Lisboa, v. 102, p. 25-31, jul./set. 2006.

DELIZOICOV, D.; AULER, D. Ciência, Tecnologia e Formação Social do Espaço: questões sobre a não-neutralidade. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.4, n.2, p.247-273, nov., 2011.

DELIZOICOV, D.; CASTILHO, N.; CUTOLO, L.R.A.; ROS, M.A.; LIMA, A.M.C. Sociogênese do conhecimento e pesquisa em ensino: contribuições a partir do referencial fleckiano. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v.19, n. especial, p.52-69, 2002.

DONOVAN, A. **Antoine Lavoisier**: Science, Administration and Revolution. Oxford, Blackwell, 1999.

FERNÁNDEZ, I.; GIL, D.; CARRASCOSA, J.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 20, n. 3, p. 477-488, 2002.

FILGUEIRAS, C.A.L. A revolução química de Lavoisier: uma verdadeira revolução? **Química Nova On-line**, São Paulo, v.18, n.2, p.219-224, 1995. Disponível em: <<http://quimicanova.s bq.org.br/qn/qnol/1995/vol18n2/index.htm>>. Acesso em: 26/03/2011.

_____. **Lavoisier – o estabelecimento da Química Moderna**: nada se cria, nada se perde, tudo se pesa. São Paulo: Odysseus Editora, 2007.

FLECK, L. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010.

_____. **La génesis y el desarrollo de un hecho científico**. Madrid: Alianza Editorial, 1986.

GOLINSKI, J. Chemistry. In: PORTER, R. (Ed.) **The Cambridge History of Science**, v.4, Eighteenth-Century Science, Cambridge University Press, 2003.

GONÇALVES, F.P.; MARQUES, C.A.; DELIZOICOV, D. O desenvolvimento profissional dos formadores de professores de Química: contribuições epistemológicas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.7, n.3, set./dez. 2007.

GUERLAC, H. **Lavoisier - The Crucial Year**: the background and origin of his first experiments on combustion in 1772. Ithaca, Nova Iorque: Cornell University Press, 1961. Disponível em: <<http://books.google.com.br>>. Acesso em: 02 ago. 2012.

HENRY, J. **A revolução científica e as origens da ciência moderna**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1998.

HOLMES, F. L. **Lavoisier and the Chemistry of Life**: an exploration of scientific creativity. Madison, University of Wisconsin Press, 1987. Disponível em: <<http://books.google.com.br>>. Acesso em: 04 ago. 2013.

LAJOLO, M.P. Livro didático: um (quase) manual de ensino. **Em Aberto**, v.16, n.69, p.40-49, 1996.

LAVOISIER, A. L. **Analyse du mémoire sur l'augmentation du poids par la calcination**, 1862 (1774). Disponível em: <<http://www.lavoisier.cnrs.fr>>. Acesso em: 02/08/2012.

_____. Mémoire sur l'existence de l'air dans l'acide nitreux. In: _____. **Mémoires de l'Académie des sciences**, Mémoire lu le 20 avril 1776, remis en décembre 1777. Disponível em: <http://www.lavoisier.cnrs.fr/ice/ice_book_detail-fr-text-lavosier-Lavoisier-15-5.html#>. Acesso em: 02/08/2012.

_____. Mémoires de Chimie et de Physique. **Oeuvres**. Tome II. Paris: Imprimerie Impériale, 1862. Disponível em: <<http://moro.imss.fi.it/lavoisier/entrance/panobox.html>>. Acesso em: 02/02/2011.

_____. **Réflexions sur le phlogistique**: pour servir de développement à la théorie de la combustion et de la calcination. Paris: Imprimerie Impériale, 1777. Disponível em: <<http://moro.imss.fi.it/lavoisier/entrance/panobox.html>>. Acesso em: 02/02/2011.

_____. **Tratado Elementar de Química**. São Paulo: Madras, 2007.

LECAILLE, C. El Flogisto. Ascenso y caída de la primera gran teoría química. **Ciencias**. México, n.34, p.4-10, abr./jun. 1994.

LEITE, R. C. M.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. A história das leis de Mendel na perspectiva fleckiana. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.1, n.2, p.97, 2001.

LEVERE, T. H. **Transforming matter**: a history of chemistry from alchemy to the buckyball. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2001.

MAARS, J. H. **História da Química**. Florianópolis: Conceito Editorial, 2008.

MACEDO, C. C. de; SILVA, L. F. Contextualização e Visões de Ciência e Tecnologia nos Livros Didáticos de Física Aprovados pelo PNLEM. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.3, n.3, p.1-23, nov., 2010.

MARTINS, L. A. C. P.; MARTINS, R. A. Lavoisier e a Conservação da Massa. **Química Nova Online**, São Paulo, v. 16, n. 3, p. 245-256, 1993. Disponível em: <<http://quimicanova.s bq.org.br/qn/qnol/1993/vol16n3/>>. Acesso em: 26/03/2011.

MOCELLIN, R. C. O "sonho newtoniano" de Guyton de Morveau. **Circumscribere**, n.10, p.22-39, 2011.

PFUETZENREITER, M. R. Epistemologia de Ludwik Fleck como referencial para a pesquisa nas ciências aplicadas. **Episteme**, Porto Alegre, n.16, p.111-135, jan./jun. 2003.

POIRIER, J. P. **Lavoisier**: chemist, biologist, economist. Translated by Rebecca Balinski. Philadelphia, University of Pennsylvania Press, 1996. XXIV, 516 pp. Disponível em: <<http://books.google.com.br>>. Acesso em: 02 fev. 2011.

PRIESTLEY, J. **Experiments and Observations on Different Kinds of Air**. London, Printed for J. Johnson, 1775. Vol. II.

RIVERS, I.; WYKES, D.L. **Joseph Priestley, Scientist, Philosopher, and Theologian**. USA: Oxford University Press, 2008.

SCHOFIELD, R.E. **The enlightenment of Joseph Priestley**: a study of his life and work from 1733 to 1773. USA: The Pennsylvania State University Press, 1997.

TAVARES, L. H. W. Possibilidades de deformação conceitual nos livros didáticos de Química brasileiros: o conceito de substância. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.8, n.3, 2009.

THAGARD, Paul. A estrutura conceitual da revolução química. Trad. Marcos Rodrigues da Silva e Miriam Giro. **Princípios**, UFRN, CCHLA, Natal, v.14, n.22, p.265-303, jul./dez. 2007.

VIDAL, P. H. O.; CHELONI, F. O.; PORTO, P. A. O Lavoisier que não está presente nos livros didáticos. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n.26, nov. 2007.

WARTHA, E.; FALJONI-ALÁRIO, A. A Contextualização no Ensino de Química através do Livro Didático. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n.22, nov. 2005.

Submetido em março de 2012, aceito para publicação em maio de 2014.