



## Paradigmas, Crises e Revoluções: A História da Química na Perspectiva Kuhniana

**Maria da Conceição Marinho Oki**

Este artigo apresenta os principais conceitos introduzidos pelo importante filósofo da Ciência Thomas Kuhn. São apresentados dois episódios da História da Química analisados por Kuhn: a revolução química de Lavoisier e o novo sistema de filosofia química de Dalton.

► Filosofia da Ciência, ensino de Ciências, História da Química ◀

Recebido em 13/05/03; aceito em 23/7/04

32

**T**homas Kuhn (1923-1996), físico e professor de História da Ciência, revolucionou a Ciência “instituída” até o início do século XX, propondo uma nova forma de compreender o seu processo de produção. Novos conceitos de paradigma, crise e revolução científica passaram a fazer parte do cotidiano do meio científico e das divulgações relacionadas às Ciências Exatas e Humanas. O processo de construção da Ciência passou a ser mais investigado e as “verdades científicas” foram reconhecidas como provisórias, o que contribuiu para a desmistificação da Ciência.

A construção do conhecimento, considerada como um processo social, foi caracterizada considerando a sua complexidade aliada à grande inventividade desse tipo de atividade. A sua arrojada proposta resgatou aspectos históricos e sociológicos como requisitos para análise da produção do conhecimento e minimizou os aspectos lógicos e metodológicos.

**A concepção de Ciência como “grande narrativa” foi abalada quando Kuhn questionou a concepção de progresso científico como uma decorrência natural da acumulação gradativa de conhecimentos**

Através de uma abordagem inovadora e propositiva, Kuhn apresentou críticas a princípios defendidos pelas escolas positivistas.

Thomas Kuhn graduou-se em Física e realizou o pós-graduação em Física Teórica. Seu interesse posterior pela História da Ciência refletiu sua preocupação com o enorme sucesso e grande poder da Ciência e suas consequências sociais. Como o próprio autor reconheceu no prefácio do seu mais importante livro, “A estrutura das revoluções científicas”, a obra foi concebida numa tentativa de justificar para ele mesmo e para seus amigos sua mudança de rumo (Kuhn, 1996, p. 10).

A concepção de Kuhn do que poderia ser a história das idéias científicas sofreu influência de importantes historiadores e filósofos, como Alexandre Koyré, Annelise Maier, Émile Meyerson e Hélene Metzger, entre outros, que já apresentavam perspectivas diferenciadas nas suas análises

sobre a Ciência.

Kuhn percebeu que existiam divergências entre os cientistas sociais relacionadas à natureza dos métodos e dos problemas científicos. Ele introduziu uma abordagem alternativa e diferenciada para discutir essas questões, preocupando-se, também, com a formação das comunidades científicas e com as características sociológicas dessas comunidades. Kuhn reconheceu a influência de fatores extracientíficos sobre a Ciência, admitindo a inexistência de um padrão de racionalidade para o julgamento de episódios do passado. Ele defendeu uma visão não linear para a evolução da ciência e a não-cumulatividade do saber científico, a não-neutralidade da observação e a transitoriedade das verdades científicas, entre outras.

A concepção de Ciência como “grande narrativa” foi abalada quando Kuhn questionou a concepção de progresso científico como uma decorrência natural da acumulação gradativa de conhecimentos. “O progresso através de revoluções é a alternativa proposta por Kuhn para o progresso acumulativo, característico dos relatos indutivistas da ciência.” (Chalmers, 1995, p. 135).

Apesar da grande repercussão do trabalho de Kuhn, críticas contempo-

Esta seção contempla a história da Química como parte da história da ciência, buscando ressaltar como o conhecimento científico é construído. Neste número a seção apresenta dois artigos.

râneas consideram que o legado kuhniano parece tênue quando olhado pelos filósofos. Uma das preocupações de Kuhn era ser bem aceito como filósofo, embora não tivesse tido uma ampla formação nesse campo (Bird, 2002, p. 455 e 460).

A importante contribuição de Kuhn para a queda do positivismo e do empiricismo é amplamente reconhecida; no entanto, em alguns aspectos do seu pensamento identifica-se resíduos de alguns princípios defendidos por essas escolas filosóficas. Na verdade, Kuhn iniciou uma revolução nesse campo que foi além do que ele próprio imaginava, contribuindo para a fundamentação de uma “Nova Filosofia da Ciência” constituída no século XX.

Embora as idéias de Kuhn tenham causado um grande impacto na Filosofia da Ciência contemporânea, Bird (2002) considera que a ausência de uma escola kuhniana pode ser em parte justificada pelo fato de a sua principal idéia, o conceito de paradigma, não ter encontrado o acolhimento apropriado nos meios acadêmicos. Atualmente se reconhece que esse conceito se aplica à cognição científica; no entanto, naquele período, essa articulação não aconteceu de imediato. A aplicação da ciência cognitiva à cognição científica é uma linha de investigação que se desenvolveu posteriormente.

### Principais conceitos kuhnianos

De acordo com Kuhn, o desenvolvimento da Ciência acontece envolvendo dois momentos: a *ciência normal* e a *ciência revolucionária*. Nos períodos de ciência normal, a comunidade atua consensualmente dentro de um *paradigma* que é compartilhado pelos cientistas. As leis científicas, por exemplo, são geralmente produtos do processo normal.

O termo “paradigma” constitui um importante conceito dentro da sua proposta teórica, tendo adquirido grande popularidade no meio cientí-

fico e acadêmico. Muitas críticas foram feitas à diversidade de significados atribuídos a esse termo, quando ele foi introduzido na primeira edição de seu livro “A estrutura das revoluções científicas”. As dúvidas e possíveis divergências foram reconhecidas por Kuhn, levando-o a aprimorar o significado do conceito no pós-fácio da edição de 1969 do livro (Ostermann, 1996). A definição a seguir pretendeu apresentar uma visão consensual:

*Considero paradigmas as realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência.* (Kuhn, 1996, p. 13).

Mapeando as principais idéias e conceitos kuhnianos, Laudan *et al.* (1993, p. 46) apresentam o termo paradigma relacionando-o com “as suposições diretas de um campo”.

O aprimoramento desse termo incluiu um sentido geral e outro mais restrito. No geral, ele corresponde aos compromissos de pesquisa de uma comunidade científica (crenças, valores, técnicas compartilhadas), que se relacionam com a expressão *matriz disciplinar*.

Os componentes de uma matriz disciplinar são: *generalizações simbólicas, modelos particulares, valores compartilhados e exemplares*. Este último componente está relacionado com um sentido mais restrito do conceito, em que os exemplares formam o elo de ligação entre os fenômenos empíricos e as generalizações teóricas. “Exemplares são problemas concretos com as respectivas soluções” (Kuhn, 1977, p. 358-59 e 368).

Na perspectiva kuhniana o desenvolvimento da ciência inclui períodos

de ciência normal, nos quais o paradigma vigente direciona a atividade científica, e a ruptura denominada *revolução científica*. Esse momento é precedido de *anomalias* e *crises* dentro do paradigma dominante, que poderão levar a uma nova tradição de pesquisa. Dentro de um paradigma, as leis, teorias, aplicações e instrumentos proporcionam modelos que subsidiam as pesquisas científicas.

A acumulação de anomalias e a dificuldade em explicá-las pode originar uma crise, que poderá ser contornada quando um novo paradigma emergir. As condições externas podem ajudar a transformar uma simples anomalia em uma fonte de crise aguda (Kuhn, 1996, p. 15).

A ciência normal é concebida por Kuhn como uma atividade conservadora e a adesão da comunidade decorre de uma aceitação dogmática por parte dos seus membros. Ele considera que a maior parte dos avanços científicos é do tipo normal e acumulativo, sendo as mudanças revolucionárias diferentes e muito mais problemáticas, envolvendo descobertas que não podem ser acomodadas nas estruturas conceituais vigentes. Para que a assimilação aconteça, uma descoberta deve alterar o modo de pensar sobre ou de descrever um dado fenômeno natural (Kuhn, 2000, p. 14-15).

A existência de mudança acompanhada de muitas controvérsias é indicio que define as revoluções científicas. A forma descontínua através da qual acontece a mudança caracteriza a revolução científica. O período em que ocorre a transformação das anomalias em regra é caracterizado por observação, novos experimentos e uma reflexão sistemática. As expectativas, os padrões instrumentais e as teorias fundamentais são revistos (Kuhn, 1977, p. 219).

Os problemas a serem resolvidos foram comparados de forma metafórica a um quebra-cabeça; a solução dependerá da habilidade dos envolvidos no jogo científico: os cientistas.

De acordo com Kuhn, o desenvolvimento da Ciência acontece envolvendo dois momentos: a *ciência normal* e a *ciência revolucionária*

A existência de mudança acompanhada de muitas controvérsias é indicio que define as revoluções científicas. A forma descontínua através da qual acontece a mudança caracteriza a revolução científica

Na opinião de Kuhn, cientistas mais jovens são mais ousados e podem contribuir de forma mais direta na modificação de paradigmas.

As reelaborações posteriores de Kuhn sobre o conceito de paradigma passaram a sugerir que uma distinção aguda entre ciência normal e revolucionária não mais se aplicava. Segundo Larvor (2003), uma revolução seria tanto uma interrupção quanto uma evolução do passado, considerando-se a existência de continuidade através das interrupções. A possibilidade de uma mudança revolucionária na ciência normal sem deslocamento de paradigma passou a ser considerada.

Uma das principais contribuições de Kuhn para a Filosofia da Ciência foi, sem dúvida, o conceito de paradigma. No entanto, a partir da década de 70 esse tema é deixado de lado e seu interesse passa a ser a natureza da linguagem e o seu uso na Ciência. O foco de suas idéias passa a ser nas categorias comensurabilidade e incomensurabilidade.

Inicialmente, o segundo conceito, incomensurabilidade, expressava a dificuldade de se comparar os componentes teóricos e padrões de cientificidade, característicos de paradigmas diferentes, sustentados em racionalidades distintas. Essa idéia inicial foi muito criticada em função do entendimento de que cientistas que trabalhassem em paradigmas diferentes não poderiam se comunicar. Kuhn se defendeu das críticas argumentando que não teve a intenção de associar incomensurabilidade com não comparabilidade ou mesmo incomunicabilidade (Kuhn, 2000, p. 193). As críticas apresentadas levaram-no a repensar a sua idéia original e a desenvolver outra abordagem, aproximando-se para tanto da Filosofia da Linguagem.

Os termos comensurabilidade e incomensurabilidade passaram a representar relações obtidas entre estruturas lingüísticas. Kuhn desenvolveu uma explicação "taxonômica"

de incomensurabilidade, detendo-se num tipo de incomensurabilidade lingüística (Kuhn, 2000).

### **A História da Ciência na perspectiva kuhniana**

Uma das preocupações de Kuhn era com as abordagens lineares da História das Ciências que tinham como objetivo julgar o que havia sido produzido, demarcar no passado o que era científico, distinguindo esse tipo de saber dos mitos, crenças, superstições e equívocos acontecidos no processo de construção do conhecimento. Do seu ponto de vista, o objetivo de grande parte dos historiadores era o registro dos grandes descobridores e a justificativa dos erros cometidos, das pseudodescobertas, dos mitos e superstições que consideravam ter dificultado a acumulação do saber científico. As narrativas históricas apresentadas reforçavam uma visão continuísta e dogmática da ciência inclusive nos meios acadêmicos.

Kuhn questionou o julgamento valorativo entre componentes teóricos de paradigmas diferentes considerando que fatores históricos, sociológicos e psicológicos distintos determinam as estruturas conceituais específicas em cada contexto científico.

Uma História da Ciência madura é considerada como sendo formada, predominantemente, por uma sucessão de tradições. Dentro de cada tradição, as teorias, métodos e técnicas direcionam a atividade científica praticada durante um certo período, entrando em declínio e sendo substituídas (Kneller, 1980).

Para ilustrar suas propostas sobre as mudanças científicas, Kuhn analisou alguns episódios da História da Química que contribuíram para a grande repercussão da suas idéias. Kuhn apresenta uma abordagem historicista, uma epistemologia que se nutre da História das Ciências.



Antoine Laurent de Lavoisier e sua esposa Marie-Anne em quadro de Jacques-Louis David, de 1788.

### **Lavoisier: A antevisão de uma revolução**

Um dos períodos da História da Química escolhido por Kuhn para seu estudo foi a segunda metade do século XVIII. Nesse período, profundas modificações aconteceram graças à renovação de teorias e conceitos, tanto do ponto de vista da estrutura lógica como da linguagem utilizada. Alterações relativas ao *status* ontológico da Química com repercussões nas dimensões epistemológica e metodológica dessa ciência foram observadas. O principal responsável por essas transformações foi o mais importante químico do século XVIII, Antoine Laurent de Lavoisier (1743-1794).

As inovações propostas tiveram tanta repercussão na constituição de uma Química moderna que passaram a ser identificadas como "Revolução Química". Essa identificação está relacionada com a análise feita por Kuhn do trabalho de Lavoisier, em especial do episódio da descoberta do oxigênio e da crise gerada nesse período sobre as explicações de fenômenos como combustão, calcinação e respiração.

Alguns historiadores da Química teceram críticas a essa versão revolucionária do trabalho de Lavoisier. Os questionamentos apresentados apontam que as contribuições de pre-

**As inovações propostas por Lavoisier tiveram tanta repercussão na constituição de uma Química moderna que passaram a ser identificadas como "Revolução Química"**

decessores e sucessores desse químico para as profundas mudanças na Química não foram suficientemente valorizadas nas narrativas históricas. Um outro aspecto criticado foi o pouco reconhecimento da participação dos colaboradores de Lavoisier na elaboração dos seus trabalhos (Bensaude-Vincent, 1990; Bensaude-Vincent e Stengers, 2001; Maar, 1999).

Até meados do século XVIII, destacava-se no ambiente científico da Química a Teoria do Flogisto. A ciência normal operava à luz dessa teoria que, por ser qualitativa, trazia algumas desvantagens. Inicialmente gerava confusão na definição de elemento químico, já que os metais, por exemplo, eram considerados como compostos; além disto, não estabelecia uma relação quantitativa de correspondência entre as massas das substâncias que se esperava obter nas reações químicas e os valores determinados através do uso de balanças.

O desenvolvimento da química prática no século XVIII, as descobertas de novas substâncias químicas e a complexificação dos fenômenos investigados ameaçaram o paradigma dominante fundamentado na Teoria do Flogisto, amplamente usada nas explicações sobre transformações químicas nesse período. Configurava-se o insucesso da teoria vigente para explicar os novos fenômenos empíricos, acumulavam-se anomalias, gerando uma situação de crise. A causa principal dessa crise foi o desenvolvimento da Química Pneumática, que proporcionou a descoberta do oxigênio, permitindo que se compreendesse a sua reatividade química.

Uma outra questão contribuiu para o agravamento da crise: as divergências observadas nas relações de massa determinadas quando corpos eram submetidos ao aquecimento na presença do ar. Para alguns elementos a combustão levava a um aumento de massa e, para outros, a uma diminuição, o que não era adequa-

damente explicado pela Teoria do Flogisto. Essas questões levaram ao descrédito nessa teoria, comprometendo a sua credibilidade e desencadeando a sua decadência. Ao mesmo tempo começou a surgir uma outra explicação para os fenômenos, a partir do reconhecimento do papel do oxigênio (combustão, calcinação, respiração etc.). A descoberta desse elemento foi a chave de todo o mistério, permitindo que a sua reatividade química fosse compreendida.

Lavoisier comportou-se como um grande detetive; tendo percebido muitas anomalias na Química, conseguiu profetizar a sua ação revolucionária, registrando-a antecipadamente junto à Academia de Ciências Francesa. Ou seja, sua intenção foi a de introduzir profundas mudanças nessa ciência (Filgueiras, 1995). A proposta lavoisieriana de uma nova teoria da combustão abriu caminho para um novo paradigma que incorporou profundas mudanças conceituais na Química.

Segundo Kuhn (1996, p. 94), Schelle e Priestley participaram da descoberta do oxigênio, embora Lavoisier o tenha inventado, já que compreendeu o seu papel nos processos químicos. A sua nova teoria da combustão permitiu a explicação de muitas das anomalias detectadas.

Paralelamente à invenção do oxigênio, Lavoisier destacou-se como grande sistematizador da Química, conseguindo organizá-la e conferindo-lhe um novo *status*. Nessa nova abordagem a quantidade era também priorizada na explicação das reações químicas. A construção racional de uma Química moderna teve Lavoisier como um dos seus mais importantes mentores e executores; ele soube combinar de modo rigoroso indução, dedução e experimentação.

A nova teoria da combustão, que incluía novas suposições diretivas, foi fruto de uma lenta mudança nas idéias que Lavoisier inicialmente compartilhava com a comunidade dos flogistas. Sua proposta revolucionária

levou a um deslocamento da rede conceitual usada pelos cientistas para interpretar os fenômenos e o mundo; a mudança conceitual acompanha a mudança de paradigma (Kuhn, 1996, p. 137).

De acordo com Filgueiras (1995), as diferenças conceituais entre o sistema de Stahl (dos flogistas) e o de Lavoisier envolviam modificações na noção de substâncias elementares e compostas. Os metais, ou mesmo o hidrogênio, que segundo os flogistas eram compostos, no sistema lavoisieriano foram definidos como substâncias simples. As mudanças conceituais introduzidas permitiram a compreensão da composição do ar atmosférico e da água, questões estratégicas para uma ampla sistematização da Química delineada por Lavoisier e concretizada com a apresentação de uma nova nomenclatura química.

### **Dalton e um novo sistema de Filosofia Química: O exemplo mais completo de uma revolução científica?**

Outro exemplo utilizado por Kuhn para ilustrar os seus conceitos, segundo ele “talvez o exemplo mais completo de uma revolução científica”, foi o trabalho de Dalton contido em parte no seu livro “Novo sistema de Filosofia Química”, publicado em 1808 (Kuhn, 1996, p. 169).

Até o início do século XIX, a maioria dos químicos concordava que era possível explicar a composição química dos materiais tomando como base os elementos químicos. Nesse período os elementos eram considerados como os constituintes que resultavam da análise química (Bensaude-Vincent e Stengers, 2001).

Durante o século XVIII, as teorias de afinidades químicas eram usadas nas explicações das interações químicas, fundamentando o paradigma amplamente utilizado na concepção e análise dos experimentos químicos. No entanto, existiam dificuldades no campo conceitual relacionadas às explicações fornecidas para a diferença entre mistura e composto. Nesse período, ainda não era possível fazer a distinção entre misturas e compostos operacionalmente.

O desenvolvimento da Química

**Paralelamente à “invenção” do oxigênio, Lavoisier destacou-se como grande sistematizador da Química, conseguindo organizá-la e conferindo-lhe um novo *status***



John Dalton (1766-1844).

Experimental levou à formulação de leis que introduziram novas explicações quantitativas para as combinações químicas, a exemplo da lei dos equivalentes químicos e da lei das proporções definidas.

Um dos indícios de que o paradigma das afinidades estava em crise foi a importante controvérsia entre Proust e Berthollet. O primeiro sustentava que todas as reações químicas ocorriam segundo proporções fixas, enquanto o segundo negava esse fato, admitindo combinações em proporções que podiam variar de acordo com as quantidades das substâncias reagentes (Brock, 1992). No centro do debate encontrava-se a compreensão dos conceitos de mistura e de substância composta: “onde Berthollet via um composto que podia variar segundo proporções, Proust via apenas uma mistura física”. (Kuhn, 1996, p. 168).

Dalton, que não tinha formação em Química e cujo interesse inicial era no estudo da atmosfera e do comportamento dos gases, conseguiu olhar de modo diferente para os problemas. Ele apresentou explicações inovadoras, fundamentadas em um novo paradigma distinto daquele utilizado pelos químicos daquele período. Concebeu a mistura de gases, bem como a absorção de um gás pela água, como um processo físico, em que as afinidades não eram relevantes. Suas idéias enfrentaram dificuldades para se impor no meio acadêmico; no entanto, sua teoria permitia a compreensão da diferença en-

tre mistura e composto de modo mais eficaz do que aquele sugerido pela lei da Proust, tendo implicações mais amplas.

A visão de mundo introduzida por Dalton pressupunha uma maneira diferente de se compreender as reações químicas; os novos cálculos estequiométricos realizados passaram a ser orientados pelo novo paradigma. Os pesos atômicos determinados por Dalton conferiram à Química o *status* de ciência exata, ratificando o seu caráter quantitativo. A consolidação desse paradigma foi gradativa, envolvendo a comunidade dos químicos durante o século XIX. Nesse século, vários encontros científicos e os primeiros congressos internacionais discutiram, entre outros assuntos, a questão do atomismo (Nye, 1976).

Muitos cientistas da primeira metade do século XIX não partilhavam da crença na realidade dos átomos, ainda que utilizassem teorias e um sistema conceitual que se apoiava no conceito de átomo e na própria hipótese atômica de Dalton. Para muitos cientistas do século XIX, esta era apenas uma hipótese útil, porém sua demonstração não era ainda possível (Chagas, 2003).

A análise do trabalho de Dalton feita por Kuhn teve como objetivo resgatar o seu caráter revolucionário. A aplicação à Química de conceitos tradicionalmente usados na Física e nos estudos de Meteorologia introduziu profundas mudanças na interpretação dos fenômenos químicos.

Os conceitos científicos adquirem seus significados à luz do contexto em que são formulados ou reelaborados. O conceito de “elemento químico”, introduzido por Boyle no século XVII, adquiriu sua forma e função moderna somente com os trabalhos de Lavoisier e Dalton, fundamentado numa nova rede conceitual que conferiu legitimidade à nova conceitualização proposta.

## Thomas Kuhn e a sua mudança de rumo

O livro de Kuhn “A estrutura das revoluções científicas” gerou muita polêmica nos meios acadêmicos. Mesmo sendo reconhecido como um dos mais influentes livros no campo da Filosofia da Ciência do século XX, muitas críticas foram apresentadas por filósofos e historiadores ao seu conteúdo e ao modelo geral de mudança científica apresentado. Em vários momentos Kuhn tentou se defender das críticas reelaborando algumas das suas idéias inicialmente divulgadas na forma de ensaios filosóficos.

No ano de 2000 aconteceu o lançamento do livro intitulado “The road since structure”, editado por James Connant e John Haugeland, contendo vários ensaios filosóficos publicados no período de 1970 a 1993 e trazendo uma entrevista autobiográfica do próprio Kuhn. Nesses ensaios, algumas de suas idéias foram retomadas tendo como objetivo apresentar “as suas últimas tentativas de repensar e estender as suas próprias hipóteses revolucionárias” (Kuhn, 2000, p. 1).

Os ensaios apresentados em seu último livro priorizaram quatro questões fundamentais da filosofia kuhniana: inicialmente reafirmam e defendem a visão de ciência como uma investigação cognitiva e empírica da

natureza, que exibe um único tipo de progresso que não pode ser explicado como “uma aproximação cada vez maior da realidade” (Kuhn, 2000, p. 2).

Um segundo tema abordado foi a idéia de que a ciência é essencialmente um empreendimento social e, como tal, capaz de assumir riscos conceituais que não poderiam ser assumidos por um único indivíduo, possibilitando a sua viabilidade a longo prazo.

Em terceiro lugar Kuhn retomou o seu ponto de vista de progresso científico e a quarta questão abordada foi

**Mesmo “A estrutura das revoluções científicas” sendo reconhecido como um dos mais influentes livros no campo da Filosofia da Ciência do século XX, muitas críticas foram apresentadas por filósofos e historiadores ao seu conteúdo e ao modelo geral de mudança científica apresentado**

a idéia de incomensurabilidade. Esse último tema tornou-se uma de suas principais preocupações nas últimas décadas de sua vida.

### Considerações finais

O conhecimento das idéias de Thomas Kuhn e de alguns aspectos da Filosofia da Ciência do século XX constituem uma importante referência para a aquisição de uma cultura científica que se faz cada vez mais necessária ao professor e ao aluno da área de Ciências.

A filosofia da Ciência kuhniana utiliza-se de episódios da própria História da Ciência para realizar suas análises e reflexões; nesse tipo de abordagem, a contextualização histórica e cultural do conhecimento científico é um pré-requisito que se faz necessário. Um novo olhar sobre a construção do conhecimento científico é apresentado numa perspectiva descontinuísta e não dogmática; a Ciência é considerada como um empreendimento humano e cultural.

A análise do trabalho de Lavoisier efetuada por Kuhn o reconheceu como precursor de uma nova tradição intelectual que incluiu novos padrões científicos de investigação dos problemas, possibilitando uma nova concepção de mundo. Segundo Abrantes (1998), a imagem de natureza em um dado contexto histórico encontra-se relacionada à imagem de Ciência, que incluiu os pressupostos epistemológicos e metodológicos da atividade científica.

Em relação ao atomismo daltoniano, percebe-se que a formulação da hipótese atômica feita por Dalton legitimou tanto uma nova maneira de praticar a Química quanto as leis de combinações químicas obtidas empiricamente. Ao assimilar o trabalho de Richter (Lei dos Equiva-

**O conhecimento das idéias de Thomas Kuhn e de alguns aspectos da Filosofia da Ciência do século XX constituem uma importante referência para a aquisição de uma cultura científica que se faz cada vez mais necessária ao professor e ao aluno da área de Ciências**

### Referências

- ABRANTES, P. *Imagens de natureza, imagens de Ciência*. Campinas: Papirus, 1998. p. 21-24.
- BENSAUD-VICENT, B. A view of the chemical revolution through contemporary textbooks: Lavoisier, Fourcroy and Chaptal. *The British Journal for the History of Science*, v. 23, p. 435-460, 1990.
- BENSAUD-VICENT, B. e STENGERS, I. *Histoire de la chimie*. Paris: La Découverte, 2001. p. 49-51; 118-121.
- BIRD, A. Kuhn's wrong turning. *Studies in History and Philosophy of Science*, v. 33, p. 443-463, 2002.
- BROCK, W.H. *Historia de la Química*. Trad. E.G. Hernández, A. del Valle, P. Burgos e I. Medina. Madri: Alianza Editorial, 1992. cap. 4, p. 88-119.
- CHAGAS, A.P. Os noventa anos de Les Atomes. *Química Nova na Escola*, n. 17, p. 36-38, 2003.
- CHALMERS, A.F. *O que é ciência afinal?* Trad. R. Fiker. São Paulo: Editora Brasiliense, 1995. p. 135.
- CHASSOT, A.I. *Alfabetização científica: Questões e desafios para a educação*. Ijuí: Editora Unijuí, 2000.
- FILGUEIRAS, C.L. A revolução química de Lavoisier: uma verdadeira revolução. *Química Nova*, v. 18, n. 2, p. 219-

224, 1995.

KNELLER, G.F. *A ciência como atividade humana*. Trad. A.J. de Souza. Rio de Janeiro: Zahar, 1980. p. 54-71.

KUHN, T. *A estrutura das revoluções científicas*. Trad. B.V. Boeira e N. Boeira. São Paulo: Perspectiva, 1996.

KUHN, T. *A tensão essencial*. Trad. R. Pacheco. Lisboa: Edições 70, 1977.

KUHN, T. *The road since structure*. Chicago: University of Chicago Press, 2000.

LAUDAN, L.; DONOVAN, A.; LAUDAN, R.; BARKER, P.; BROWN, H.; LEPLIN, J.; THARGARD, P. e WYKSTRA, S. Mudança científica: Modelos filosóficos e pesquisa histórica. *Estudos Avançados*, v. 7, n. 19, p. 7-87, 1993.

LARVOR, B. Why did Kuhn's structure of scientific revolutions cause a fuss? *Studies in History and Philosophy of Science*, v. 34, p. 369-390, 2003.

MAAR, J.H. *Pequena História da Química: Dos primórdios a Lavoisier*. Florianópolis: Papa Livros, 1999. p. 695-702.

NYE, M.J. The nineteenth-century atomic debates and the dilemma of an 'indifferent hypothesis'. *Studies in History and Philosophy of Science*, v. 7, p. 245-269, 1976.

OSTERMANN, F. A epistemologia de Kuhn. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 15, p. 184-196, 1996.

lentes Químicos) e de Proust (Lei das Proporções Definidas), o paradigma daltoniano explicou a ampla generalidade dos resultados obtidos e sugeriu novas experiências, como o trabalho posteriormente desenvolvido por Gay-Lussac sobre a combinação de gases.

O principal mérito de Dalton foi retomar conceitos antigos e submetê-los a reelaboração à luz de uma nova racionalidade; novas questões foram formuladas e novas conclusões apresentadas. Dentro dos paradigmas lavoisieriano e daltoniano, novas redes conceituais se estabeleceram. A Teoria Atômica que

se constituiu não somente ordenou e explicou muitos fatos do seu domínio, como propôs inúmeros problemas e novos programas de pesquisa, justificando a sua amplitude revolucionária.

Consideramos que a articulação entre a Filosofia, a História e o Ensino de Ciências é um dos caminhos para se alcançar uma alfabetização científica necessária ao exercício da cidadania (Chassot, 2000). Esses conhecimentos são importantes tanto para o professor como para o aluno em qualquer nível de ensino, contribuindo para uma visão crítica da Ciência e dos cientistas e possibilitando uma educação em Ciência de qualidade.

**Maria da Conceição Marinho Oki** (marinhoc@ufba.br), engenheira química, mestre em Química Inorgânica, é docente do Departamento de Química Geral e Inorgânica do Instituto de Química da UFBA.

**Abstract:** *Paradigms, Crisis and Revolutions: The History of Chemistry in the Kuhnian Perspective* - This paper discusses the main concepts introduced by the important philosopher Thomas Kuhn. This article introduces two episodes of the History of Chemistry analysed by Kuhn: "the chemical revolution" of Lavoisier and "the new system of chemical philosophy" of Dalton.

**Keywords:** Philosophy of science, science teaching, history of chemistry