



O Lavoisier que Não Está Presente nos Livros Didáticos

Paulo Henrique Oliveira Vidal, Flavia Oliveira Cheloni e Paulo Alves Porto

O artigo apresenta algumas contribuições de Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) para a construção da Química Moderna que podem ser utilizadas didaticamente. As informações encontradas em uma fonte primária (*Tratado Elemental de Química*, de Lavoisier) são confrontadas com os relatos encontrados em livros didáticos de Química e algumas discrepâncias são apontadas. Observa-se que alguns conceitos desenvolvidos por Lavoisier são relevantes para o Ensino de Química atual, e sua discussão pode despertar reflexões úteis para os discentes e docentes do Ensino Médio.

► Lavoisier, livros didáticos, conservação da massa ◀

Recebido em 18/12/06; aceito em 26/6/07

Nos últimos anos, têm sido renovados os esforços para se aproximar a cultura científica de um número maior de cidadãos e cidadãs. Segundo Cachapuz (2005), a educação científica converteu-se em uma exigência urgente, fator essencial para o desenvolvimento dos povos, mesmo em curto prazo. Dentre os aspectos que uma educação básica em Ciência deveria conter, entre os vários propostos por Reid e Hodson (1993), destaca-se a História da Ciência. Matthews (1994) também se alinha entre os autores que acreditam no potencial didático da História da Ciência. Entre os benefícios desse tipo de abordagem no ensino de Ciências, Matthews aponta que a história desta pode humanizar as ciências e relacioná-las mais aos interesses éticos, culturais e políticos; pode deixar as aulas mais estimulantes e reflexivas, desenvolvendo o pensamento crítico dos alunos; pode contribuir para uma compreensão maior dos conteúdos científicos; e pode melhorar a formação dos professores, contribuindo para o desenvolvimento de uma epistemologia da

Ciência mais rica e mais autêntica em sala de aula.

Entretanto, ainda há muito a ser feito em relação ao ensino de Ciências no Brasil para que essas perspectivas se concretizem. Avaliação feita por Costa e colaboradores (2006), em trabalho apresentado no XIII Encontro Nacional de Ensino de Química, evidenciou que os estudantes dos períodos iniciais do curso de Química da UFMG têm poucos conhecimentos sobre Lavoisier e suas contribuições para a Química. Levantamento feito por Cheloni e colaboradores (2006), entre alunos de Licenciatura em Química do IQ - USP, revelou situação semelhante. Pode-se então indagar - embora Lavoisier seja conhecido por muitos estudantes e professores de Química, e mesmo pelo público leigo, como um químico importante - as razões pelas quais suas realizações sejam tão pouco conhecidas.

O aspecto que este artigo se pro-

põe a investigar é a presença de Lavoisier nos livros didáticos de Química. Tal aspecto se justifica pela larga utilização dos livros didáticos como fontes de consulta por parte dos professores do Ensino Médio, conforme apontam, por exemplo, Mortimer (1988), Lopes (1992) e Fracalanza e Megid Neto (2006). A metodologia adotada consistiu em confrontar algu-

mas idéias sobre Lavoisier comumente encontradas nos livros didáticos com as suas próprias palavras. A fonte primária escolhida foi o *Traité Élémentaire de Chimie*, de 1789 (na tradução inglesa, *Elements of Chemistry*, de 1790), a qual sumariza décadas de trabalho de Lavoisier e seus colaboradores na construção de uma nova abordagem teórica e metodológica para a Química. Foram destacados, em fragmentos escolhidos nessa obra, três aspectos do seu trabalho que, apropriadamente discutidos, podem ser úteis ainda hoje no contexto do Ensino da Química em

A educação científica converteu-se em uma exigência urgente, fator essencial para o desenvolvimento dos povos, mesmo em curto prazo

nível médio: (1) conservação da massa; (2) definição operacional de elemento químico; e (3) nova nomenclatura química.

Investigação de alguns livros didáticos de Química

Os livros didáticos de Química são unânimes em associar o nome de Lavoisier à conservação da massa nas transformações químicas. Entretanto, poucos avançam além disso ou de escassos dados biográficos. Seleccionamos, como exemplos, trechos de dois livros que fazem parte do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM 2007), que servirão como ponto de partida para nossa discussão.

Entre esses cientistas, um dos mais importantes foi o francês Antoine Laurent Lavoisier. Seus trabalhos, realizados no século XVIII, foram tão importantes que alguns o consideram o “pai da química”. Entre suas contribuições, a mais conhecida e relevante é a Lei da Conservação da Massa, enunciada por ele após realizar inúmeras reações químicas dentro de recipientes fechados. (Peruzzo e Canto, 2003)

No final do século XVIII, o cientista Antoine Lavoisier realizou uma série de experiências em recipientes fechados (para que não entrasse nem escapasse nada do sistema em estudo) e efetuando pesagens com balanças mais precisas do que as dos cientistas anteriores concluiu: no interior de um recipiente fechado, a massa total não varia, quaisquer que sejam as transformações que venham a ocorrer nesse espaço. Tal afirmativa ficou conhecida como lei de Lavoisier (ou lei da conservação da massa ou lei da conservação da matéria). (Feltre, 2000)

Esses fragmentos são representativos da visão oferecida pelos livros didáticos a respeito de Lavoisier e da própria natureza da Ciência. Nos dois trechos, a única contribuição atribuída a ele é a lei da conservação da massa, e não há menção à definição de elemento químico ou à nova nomenclatura. Tampouco são citados outros cientistas que colaboraram com ele.

Se, pelo termo elementos quisermos expressar aqueles átomos simples e indivisíveis dos quais a matéria é composta, é extremamente provável que nada saibamos sobre eles (Lavoisier, 1790, p. xxiv)

Os livros também sugerem que a lei da conservação da massa teria sido induzida a partir de uma série de observações experimentais. A leitura da obra de Lavoisier, entretanto, nos mostra um panorama bem diferente. A conservação da massa não foi induzida, mas postulada:

Podemos afirmar, como um axioma incontestável, que, em todas as operações da arte e da natureza, nada é criado; uma quantidade igual de matéria existe antes e depois do experimento; a qualidade e a quantidade dos elementos permanecem precisamente as mesmas; e nada ocorre além de mudanças e modificações na combinação desses elementos. Desse princípio depende toda a arte de realizar experimentos químicos. Devemos sempre supor uma exata igualdade entre os elementos do corpo examinado e aqueles dos produtos de sua análise. (Lavoisier, 1790, p. 130-131; grifos nossos)

Pode-se observar que Lavoisier claramente apresenta a conservação da massa, afirmando-a como um princípio fundamental, o qual deve orientar todos os trabalhos em Química. Esse princípio foi postulado a priori - contrariando a visão simplista baseada na existência de um método científico indutivo e único.

Como curiosidade, vale notar que não é de autoria de Lavoisier o enunciado tantas vezes repetido de que “Na natureza, nada se perde, nada

se cria, tudo se transforma”. Segundo Vanin (1994), esse seria um resumo do Livro I do poema *De rerum natura*, do filósofo latino Tito Lucrécio Caro (96-55 a.C.), que por sua vez seguia as idéias do filósofo atomista grego Epicuro (341-270 a.C.). Também é importante salientar que Lavoisier não foi o primeiro a trabalhar com a idéia de que a massa se conserva, pois outros filósofos naturais já haviam admitido isso implicitamente. Entretanto, Lavoisier foi o primeiro a expressar a conservação das massas explicitamente como um princípio e a tomar essa idéia como fundamental para o estabelecimento dos estudos em Química.

Observa-se também a importância do conceito de elemento que aparece no fragmento citado acima: a conservação da massa é entendida também como conservação dos elementos químicos. A idéia de elemento era discutida desde a Antigüidade, porém, Lavoisier desenvolveu uma nova definição para o termo, que iria influenciar de maneira importante o desenvolvimento posterior da Química.

A definição operacional de elemento químico

Assim Lavoisier apresenta sua concepção de elemento:

Se, pelo termo elementos quisermos expressar aqueles átomos simples e indivisíveis dos quais a matéria é composta, é extremamente provável que nada saibamos sobre eles. Entretanto, se aplicarmos o termo elementos [...] para expressar nossa idéia do último ponto que a análise é capaz de alcançar, devemos admitir, como elementos, todas as substâncias nas quais somos capazes, por quaisquer meios, de reduzir os corpos por decomposição [...]. E nunca devemos supô-las como compostas, até que o experimento e a observação provem que são. (Lavoisier, 1790, p. xxiv)

Segundo Bensaude-Vincent e Stengers (1992), a novidade dessa

definição é que Lavoisier a apresenta como uma alternativa à tradicional, considerada metafísica, dos elementos ou princípios como constituintes últimos da matéria: sua nova definição é estritamente operacional, e torna o elemento uma entidade relativa e provisória.

O caminho percorrido por Lavoisier para a construção de uma “nova Química” foi longo e complexo e abrange muitos outros aspectos inter-relacionados que não seria possível aprofundar aqui. Assim, no contexto de suas considerações teóricas e de suas observações experimentais, água e ar deixam de ser considerados elementos - conforme dizia uma tradição secular - e uma nova explicação para a combustão também emergiu. Ao longo do século XVIII, havia se desenvolvido a teoria do flogístico, segundo a qual a combustão consistiria no despreendimento do “princípio da inflamabilidade” (chamado de flogístico) pelos corpos inflamáveis. Dentro desse panorama conceitual, desenvolveram-se, por exemplo, os trabalhos de importantes químicos pneumaticistas como Joseph Priestley, Henry Cavendish e muitos outros. A partir de suas novas idéias e de experimentos próprios, Lavoisier reinterpretou, por exemplo, alguns experimentos de Priestley - e identificou o “ar desflogisticado”, descrito por este, com o componente do ar que se combina com os corpos inflamáveis por ocasião da combustão. Surgia, assim, o que poderíamos chamar de “teoria do oxigênio” para a combustão. Além disso, Lavoisier pôde dar novo significado à combinação de “ar inflamável” com “ar desflogisticado”, na qual Cavendish observara a formação de água: para o químico francês, tratava-se da combinação entre dois elementos químicos: o gás hidrogênio e o gás oxigênio. Lavoisier, além de dar novo significado a esse experimento de síntese da água, também realizou sua decomposição: fazendo passar vapor de água pelo interior de um tubo de ferro aquecido ao rubro, ele logrou a obtenção de gás hidrogênio, ficando o oxigênio combinado na forma de óxido de ferro. Esses são alguns dos

exemplos que ilustram como a Química emergiu, ao final do século XVIII, com uma face bem diferente daquela de meados dos setecentos (Alfonso Goldfarb e Ferraz, 1993).

Como vimos, a definição operacional de elemento químico constituiu-se em um dos fundamentos de seu sistema químico e se manifesta, de maneira evidente, na nova nomenclatura proposta pelo grupo de Lavoisier.

A nova nomenclatura

Antes da adoção generalizada da nova nomenclatura, cada substância descoberta recebia um nome que poderia se relacionar com seu processo de obtenção, propriedade característica, sua origem ou o nome de pessoas. Diversos nomes eram oriundos de antigas tradições, como da alquimia. Desse modo, não havia uma nomenclatura sistemática e padronizada, o que dificultava o aprendizado da Química pelos iniciantes. Alguns exemplos de nomes antigos são citados na Tabela 1.

Diante dessas dificuldades, um grupo de químicos franceses se dedicou a desenvolver uma metodologia de nomenclatura, constituída por regras que facilitassem sua compreensão. Assim, em 1787, Louis Bernard Guyton de Morveau (1737-1810), Antoine François de Fourcroy (1755-1809), Claude Louis Berthollet (1748-1822) e Lavoisier publicaram o *Méthode de Nomenclature Chimique*, cujo objetivo era sistematizar a nomenclatura química, tomando por base a

composição das substâncias. Para isso, os autores se voltaram aos conceitos de classes e de espécies, comumente usados na nomenclatura botânica desde a metade do século XVIII. A esse respeito, Lavoisier escreveu:

Na ordem natural das idéias, o nome da classe ou genus é o que expressa uma qualidade comum a um grande número de indivíduos. O nome da espécie, ao contrário, expressa uma qualidade peculiar a certos indivíduos somente. (Lavoisier, 1790, p. xxvi)

A partir dessas idéias, são definidas as classes de substâncias, baseadas em suas composições elementares. Vejamos, por exemplo, como Lavoisier descreve o método pelo qual ele e os demais autores da nova nomenclatura atribuíram nomes aos óxidos:

Substâncias metálicas, que foram expostas à ação conjunta do ar e do fogo, perdem seu brilho metálico, aumentam seu peso, e assumem uma aparência terrosa. Nesse estado [...], são compostos de um princípio que é comum a todos eles, e por um que é peculiar a cada um. Do mesmo modo, portanto, julgamos apropriado classificá-los sob um nome genérico, derivado de um princípio comum; para esse propósito adotamos o termo óxido; e nós os

Tabela 1. Origem dos nomes antigos de algumas substâncias.

Nome antigo	Origem do nome	Nome atual
Cáustico lunar	Propriedade (cáustico - que queima); origem e composição (analogia entre a prata e a Lua)	nitrito de prata
Açúcar de Saturno	Propriedade (sabor adocicado); origem e composição (analogia entre o chumbo e o planeta Saturno)	acetato de chumbo (II)
Ar fixo	Propriedade (constituente de corpos fixos, isto é, não voláteis)	gás carbônico
Régulo de antimônio	Idéia de metal como um composto	antimônio elementar
Sal de Glauber	Pessoa e método de obtenção (preparado pelo químico germânico Johann R. Glauber)	sulfato de sódio

distinguímos pelo nome particular do metal que cada um possui. (Lavoisier, 1790, p. xviii)

Nesse excerto, pode-se perceber que a nomenclatura que atribuímos atualmente aos óxidos metálicos é, essencialmente, a mesma atribuída por esses autores em 1787. Isso não significa que a nova nomenclatura tenha sido universalmente aceita de imediato: durante ao menos vinte anos, a proposta foi objeto de viva controvérsia, especialmente pelas mudanças teóricas e metodológicas que lhe eram subjacentes (Bensaude-Vincent, 1992).

Outro aspecto que chama a atenção ao se analisar os livros didáticos é a ausência de menção a outros químicos que colaboraram com Lavoisier. Um dos trechos citados acima se refere a este como o “Pai da Química” - como se a Ciência fosse resultado do esforço isolado de um gênio. Segundo Solomon (1987), isso pode gerar uma visão deformada da Ciên-

cia, que ignora seu caráter de trabalho coletivo e de conhecimento que emerge como consenso da comunidade dos cientistas.

Considerações finais

Estudos de casos em História da Ciência podem ajudar o educador na construção de conceitos e na construção de uma visão da Ciência como atividade complexa. A proposição do princípio da conservação da massa mostra que a Ciência nem sempre se faz de maneira indutiva: nesse caso,

Lavoisier fundamentou-se em uma hipótese que se mostrou muito importante para o desenvolvimento posterior da Química. Além disso, o estudo de seu trabalho, com um

pouco mais de detalhe, justifica que o seu nome seja lembrado não apenas em associação com aquele princípio, mas também por haver sistematizado o conhecimento químico de sua época sobre novas bases. A definição operacional de elemento químico e a nova nomenclatura são

Estudos de casos em história da ciência podem ajudar o educador na construção de conceitos, e na construção de uma visão da ciência como atividade complexa

dois aspectos dessa sistematização que não têm sido lembrados pelos autores de livros didáticos, embora pudessem ser úteis para a iniciação nos estudos da Química nos dias de hoje. Um estudo de caso abordando Lavoisier, se realizado de forma historiograficamente atualizada, permitiria mostrar que o trabalho desse químico não foi importante por uma suposta indução da “lei da conservação das massas”, mas sim porque estruturou as bases de uma nova abordagem para a Química, abrangendo tanto aspectos teóricos (como a proposição de novos conceitos e novas explicações para os experimentos) como aspectos metodológicos.

Paulo Henrique Oliveira Vidal (phoidal@iq.usp.br), licenciado e bacharelado em Química pelo Centro Universitário Fundação Santo André, é mestrando em Ensino de Ciências, Programa Interunidades em Ensino de Ciências, IF-IQ-IB-FE na Universidade de São Paulo. **Flavia Oliveira Cheloni** (flaviacheloni@gmail.com) é graduanda em Química pelo Instituto de Química da Universidade de São Paulo (IQ-USP). **Paulo Alves Porto** (palporto@iq.usp.br), licenciado e bacharelado em Química pelo IQ-USP, mestre e doutor em Comunicação e Semiótica (área de História da Ciência) pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, é docente do IQ-USP.

Referências

ALFONSO-GOLDFARB, A.M.; FER-RAZ, M.H.M. As possíveis origens da Química Moderna. *Química Nova*, v. 16, p. 63-68, 1993.
BENSAUDE-VINCENT, B.; STEN- GERS, I. *História da Química*. Lisboa: Instituto Piaget, 1992.
CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CAR- VALHO, A.M.P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. *A necessária renovação do Ensino de Ciências*. São Paulo: Cortez, 2005.
CHELONI, F.; LEME, M.A.A.; PORTO, P.A. Concepções de licenciandos em Química da USP - São Paulo sobre a His- tória da Ciência a partir de uma aborda- gem biográfica, trabalho ED-035 apre- sentado na 29ª Reunião Anual da SBQ, Águas de Lindóia, 2006.
COSTA, V.C.; URZEDO, A.P.F.M.; VIEIRA, F.T.; RIBEIRO, M.V.; ARAUJO, M.; CARVALHO, M.E.M.D.; SILVA, G.F. La-

voisier: novamente alvo de uma avaliação diagnóstica, trabalho HC-006 apresen- tado no XIII Encontro Nacional de Ensino de Química, UNICAMP, Campinas, 24 a 27 de julho de 2006.
FELTRE, R. *Química Geral*. São Paulo: Moderna, 2000.
FRACALANZA, H.; MEGID NETO, J. *O livro didático de Ciências no Brasil*. Cam- pinas: Komedi, 2006.
LAVOISIER, A.L. *Elements of Chemis- try*. Trad. R. Kerr. Edinburgh: Willian Creech, 1790.
LOPES, A.R.C. Livros didáticos: obstá- culos ao aprendizado da ciência Química I - obstáculos animistas e realistas. *Química Nova*, v. 15, p. 254-261, 1992.
MATTHEWS, M.R. Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproxima- ción actual. *Enseñanza de las ciencias*, v. 12, p. 255-277, 1994.
MORTIMER, E.F. A evolução dos livros didáticos de Química destinados ao en-

sino secundário. *Em Aberto*, v. 7, n. 40, p. 25-41, 1988.
PERUZZO, F.M.; CANTO, E.L. *Quími- ca na abordagem do cotidiano*. São Paulo: Moderna, 2003.
REID, D.V.; HODSON, D. *Ciencia para todos en secundaria*. Madrid: Narcea, 1993.
SOLOMON, J. Social influences on the construction of pupil's understanding of science. *Studies in Science Education*, v. 14, p. 63-82, 1987.
VANIN, J.A. *Alquimistas e químicos - o passado, o presente e o futuro*. São Paulo: Moderna, 1994.
Para saber mais
BRET, P. (Org.). Lavoisier, Antoine Laurent (1743-1794): Les Euvres com- plètes en ligne. http://histsciences.univ-paris1.fr/i-corpus/lavoisier/intro_p2.php (consultado em junho de 2007).

Abstract: *The Lavoisier Who Is Not in the Textbooks.* This paper presents some of the contributions made by Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) for the construction of Modern Chemistry, aiming at the didactic use of such ideas. A comparison is made between information found in a primary source (Lavoisier's *Elements of Chemistry*) and how they are presented in Chemistry textbooks and some discrepancies are pointed out. Some of the concepts discussed by Lavoisier may be relevant for the Chemistry teaching in current days, and a historical approach may lead to useful reflections both for students and teachers.

Keywords: Lavoisier, textbooks, conservation of masses