



# Ideias de Joseph Priestley (1733-1804) sobre o ar inflamável e a eletricidade

Elisa Cristina Oliosil<sup>1,2</sup>, Paulo Alves Porto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Nove de Julho/SP (PQ)\* elisacristina@uol.com.br

<sup>2</sup>Grupo de Pesquisa em História da Ciência e Ensino de Química (GHQ), Instituto de Química – Universidade de São Paulo (IQ-USP) (PQ)

Palavras Chave: história da química, Priestley.

**Resumo:** Este trabalho objetiva apresentar um Curso de Formação Continuada dos Professores (CFCP) da Rede Pública de São Paulo realizado no segundo semestre de 2012. Com o intuito de promover reflexões a respeito da complexidade do conhecimento científico, foi apresentado um estudo de caso em História da Ciência, voltado para o Ensino de Química. O estudo de caso envolve abordagens contextualizadas de ideias do século XVIII acerca da existência dos *fluidos imponderáveis* como constituintes da matéria, entre os quais se incluíam o ar e a eletricidade. Foi nesse contexto que o religioso e filósofo natural britânico Joseph Priestley (1733-1804) realizou vários experimentos para investigar propriedades do ar inflamável e da eletricidade. Propõe-se aqui apresentar: (i) o contexto histórico e alguns estudos experimentais de Priestley (1733–1804) sobre esses dois fluidos imponderáveis; (ii) a metodologia utilizada no CFCP; e (iii) os resultados preliminares, que apontam para o reconhecimento, por parte dos professores, da utilidade da História da Ciência na promoção de reflexões sobre a natureza da ciência.

## INTRODUÇÃO

Fundamental para o ensino é, entre outros aspectos, “Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social” (Brasil, 2010: 35), pois se trata de um alicerce para o aluno refletir sobre as influências da sociedade no processo de construção da ciência. Ao professor cabe um papel primordial para alcançar esta finalidade, que é o de promover, em sala de aula, discussões sobre temas acerca da natureza da ciência.

Por essa razão, a formação do professor é um aspecto importante a ser considerado, devendo incluir uma adequada contextualização histórica, social e filosófica do conhecimento científico (Martins, 2005: 3). Para isso, é importante que os cursos de formação inicial e continuada de professores forneçam os necessários subsídios metodológicos para trabalhar com a História da Ciência em sala de aula (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000: 1059-1060; Porto, 2010).

Assim, este trabalho apresenta uma aplicação didática de um estudo de caso alicerçado na História da Ciência, para discussão junto a professores de química em formação inicial ou continuada. Neste caso, trata-se de um Curso de Formação Continuada dos Professores (CFCP) da Rede Pública de São Paulo, realizado com o apoio do Grupo de Pesquisa em História da Ciência e Ensino de Química (GHQ/

IQ-USP).

O intuito do curso foi levar aos professores algumas abordagens contextuais sobre a fundamentação de teorias, em particular, as teorias sobre o ar inflamável e a eletricidade no século XVIII e, a partir daí, proporcionar reflexões a respeito das influências de vários fatores humanos intrinsecamente ligados à ciência. Para isso, é relevante que a abordagem contemple características da nova historiografia da ciência, a qual inclui “... não só a observação pontual e minuciosa de estudos de caso, mas também as variantes regionais e circunstanciais que os envolveram e particularizaram dentro do contexto mais geral ao qual pertenciam” (Alfonso-Goldfarb, Ferraz & Beltran, 2004). Sob este ponto de vista, um estudo de caso se constitui em um material pedagógico de apoio ao professor, e sua utilização no Ensino de Química estaria comprometida com o desenvolvimento das competências e habilidades do aluno, tais como, a contextualização sócio-cultural do conhecimento científico (Brasil, 2010), bem como com o desenvolvimento e aprofundamento dos conhecimentos epistemológicos do estudante (Matthews, 1998: 161-174).

O estudo de caso aborda uma ideia corrente na Europa entre os filósofos naturais do século XVIII, a respeito da existência de fluidos imponderáveis como constituintes da matéria, os quais seriam

invisíveis (Oliosi, 2010: 22-24). Os estudos sobre os imponderáveis estavam estabelecidos sobre uma variedade de práticas de laboratório, que se tornaram fundamentais para a elaboração das teorias sobre esse assunto.

No presente trabalho, são apresentados alguns estudos experimentais de Priestley (1733–1804) sobre dois fluidos, o ar inflamável e a eletricidade; uma breve descrição do contexto histórico ao qual pertenceram os estudos de Priestley; a metodologia utilizada no CFCP; e os resultados preliminares desse curso. A apresentação e a discussão deste estudo de caso junto aos professores de química, no contexto da formação inicial e continuada, permitem promover reflexões sobre as relações existentes entre a ciência e a sociedade, e permitem problematizar concepções sobre uma ciência neutra e ahistórica. Entende-se que o estudo de caso se constitui em um exemplo concreto, com o qual o professor de química poderá desencadear reflexões e debates sobre a construção do pensamento científico, e daí modificar sua prática no sentido de fornecer subsídios para o desenvolvimento de competências e habilidades dos estudantes a respeito da natureza da ciência.

Abordagens contextuais sobre os estudos de Priestley acerca do ar inflamável e da eletricidade

Os estudos sobre o ar inflamável e a eletricidade ocorreram durante a chamada Revolução Industrial, época em que a Europa Ocidental passou por profundas transformações nos setores de produção, com avanços nas técnicas de cultivo e mecanização das fábricas. Em consequência, ocorreram diversos problemas, tais como o corte predatório de árvores para obtenção do carvão da madeira (utilizado como combustível para as máquinas a vapor), que gerou medidas de restrição para conter a destruição das florestas. Outro problema que se agravou foi a poluição do ar e da água, causada pelas indústrias (Oliosi, 2004: 17-18). Diante do problema da demanda por carvão vegetal como combustível, procurou-se substituí-lo pelo carvão mineral, a hulha. Isso resultou no aumento da poluição do ar, devido à grande quantidade de enxofre contida no carvão mineral. Além disso, o contato com o carvão mineral levava à absorção de impurezas, tornando o ferro quebradiço, e impróprio para o uso em fundição (Oliosi, 2004: 18-19).

Nesse quadro estavam os filósofos naturais, que realizaram diversos experimentos com interesses distintos: um deles era solucionar os problemas tecnológicos da época, outro era desvendar a constituição da matéria. Serão destacadas aqui as investigações realizadas em laboratório pelo reli-

gioso e filósofo natural britânico Joseph Priestley (1733-1804), nascido em 13 de março de 1733, na localidade de Birstal, Inglaterra, filho de Jonas Priestley e Mary Swift, e falecido em 06 de fevereiro de 1804 na Pensilvânia, Estados Unidos. Priestley escreveu vários artigos, livros e panfletos sobre teologia, história, educação, metafísica, política, entre outros assuntos.

Diante do interesse em estudar os fluidos imponderáveis, Priestley foi um dos homens de ciência que defendeu a teoria do flogístico: para ele, o flogístico seria um fluido presente nos corpos inflamáveis, e poderia ser transferido de uma substância a outra, de modo que a substância, ao recebê-lo, se tornaria combustível (Priestley, 1786: 1; Oliosi, 2004: 31). Por essa razão, o flogístico era considerado o *princípio da inflamabilidade* (Priestley, 1786: 1).

Partindo desse ponto de vista, Priestley realizou incontáveis experimentos de calcinação e revivificação de resíduos de metais. É preciso esclarecer que “revivificação” é um termo da época, e se refere ao processo posteriormente chamado de redução de metais, ou seja, a obtenção de metais a partir de seus minérios. Nesse processo, a cal metálica (hoje entendida como óxido de metal), presente no minério, era misturada com uma substância combustível, como, por exemplo, o carvão. Ao expor a mistura ao fogo, o metal era obtido na forma metálica (Seabra, 1985: 37). De fato, a revivificação era o inverso da calcinação (ou “queima” do metal, que era entendida como liberação do flogístico), ou seja, durante a revivificação da cal metálica haveria absorção de flogístico (Priestley, 1786: 5-6; Oliosi, 2004: 51).

Entre os experimentos que envolviam o processo de revivificação, Priestley procurou combinar o ar inflamável (que corresponderia, em termos atuais, ao gás hidrogênio), que ele entendia ser rico em flogístico, com os chamados “resíduos de metais”, ou seja, cales metálicas. Nesse processo, observou a ocorrência da absorção do ar inflamável (Priestley, 1786: 5-6). Por isso, argumentou que o flogístico era absorvido durante o processo de revivificação e, ainda, que este fluido era o próprio ar inflamável (Priestley, 1786: 100).

A diversidade dos experimentos de laboratório referentes ao flogístico e ao ar inflamável levou Priestley a observar, entre outros fenômenos, o surgimento de faíscas elétricas vermelhas quando estas eram produzidas na presença desse ar (Priestley, 1775: 427). Tal constatação decorreu de um dos experimentos, o qual objetivava observar se os vapores das substâncias conduziam eletricidade. (Priestley, 1786: 61-62). Embora acreditasse na

inexistência de condutividade elétrica das substâncias no estado de vapor, Priestley observou e descreveu a presença de faíscas elétricas nessas condições, principalmente em presença do ar inflamável (entendido como flogístico). Assim, propôs uma explicação supondo que o ar inflamável poderia conter partículas condutoras de eletricidade. Em outras palavras, Priestley estava supondo a existência de alguma relação entre o fluido inflamável e o fluido elétrico (Priestley, 1786: 61-62).

Priestley também utilizou a eletricidade, produzida por geradores eletrostáticos, em experimentos sobre os ares, como em seus estudos para obter o ar inflamável através da aplicação de faíscas elétricas em ácidos. Essa etapa era realizada com cautela, devido aos ácidos serem excelentes condutores de eletricidade. Por essa razão, Priestley aplicava faíscas elétricas somente após a formação de bolhas de ar no recipiente. (Priestley, 1786: 338)

Para obter o ar inflamável em meio a ácido, ele realizou uma série de experimentos com variados ácidos, entre os quais o ácido fosfórico. Em um dos experimentos, colocou o ácido fosfórico em um sifão de vidro até completar o volume e inverteu o sifão em dois recipientes (bacias ou vasos) contendo o mesmo ácido. Em seguida, ao aplicar faíscas elétricas, com auxílio de um fio de ouro, na região onde não havia ácido (na curva do sifão), observou que inicialmente o ar diminuiu seu volume em  $\frac{1}{4}$  e, em seguida aumentou; além disso, verificou o surgimento de faíscas vermelhas no ar. Diante das observações e resultados obtidos, Priestley concluiu não haver dúvida de que se tratava do ar inflamável (Priestley, 1786: 340).

Nesse cenário, o ar inflamável e a eletricidade em muitos momentos compartilhavam a mesma cena. Priestley e muitos de seus contemporâneos procuravam verificar as propriedades da eletricidade, que era produzida por meio de fricção. Por exemplo, Priestley observou a presença de faíscas elétricas durante a fricção entre vários materiais, destacando: “uma faísca vermelha, no lugar onde estava o fio de aço” (Priestley, 1775: 604).

Este estudo de caso permite promover reflexões sobre as relações existentes entre a ciência e a sociedade, e sobre o processo de produção do conhecimento científico, conforme se discute a seguir.

O Curso de Formação Continuada de Professores e a aplicação metodológica

Este estudo de caso histórico foi apresentado inicialmente a um grupo de professores do ensino básico de química da Rede Pública do Estado de São Paulo, no Núcleo Pedagógico da Leste 4, no

âmbito de um Curso de Formação Continuada de Professores (CFCP). A atividade, realizada no segundo semestre de 2012, foi dividida em quatro encontros presenciais de 5 horas cada, aos sábados, e 10h de trabalho pessoal à distância, totalizando 30h de curso.

No primeiro encontro ocorreram discussões sobre temas referentes à História da Ciência, com o intuito de diagnosticar as concepções sobre ciência dos professores, e sobre o papel da História da Ciência no ensino básico. Para sistematizar os temas abordados neste encontro, os professores realizaram o trabalho individual à distância com a leitura do texto de Alfonso-Goldfarb, Ferraz e Beltran (2004), intitulado: “A historiografia contemporânea e as ciências da matéria: uma longa rota cheia de percalços”.

No segundo encontro, houve um debate sobre o texto e se iniciou a apresentação do estudo de caso, que foi concluída no terceiro encontro. Neste, os professores também prepararam uma sequência didática para o ensino médio, incluindo temas enfocados no estudo de caso.

No último encontro, ocorreram as apresentações e discussões das sequências didáticas desenvolvidas pelos professores. Esta etapa permitiu iniciar uma análise do trabalho realizado, a fim de verificar o que os professores assimilaram do estudo de caso; como o transporiam para a sala de aula; e constatar possíveis impactos da aplicação da História da Ciência no Ensino de Química.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre os resultados preliminares obtidos junto aos professores de química foi possível observar que alguns deles revelaram que o estudo de caso lhes fez ver a relação entre a sociedade e a ciência de uma época. Os professores também comentaram que a apresentação, em sala de aula, da existência de concepções sobre a constituição da matéria muito diferentes daquelas aceitas na atualidade, é fundamental para o aluno entender que os caminhos da ciência não são lineares e acumulativos, mas que os experimentos permitem variadas interpretações.

## CONCLUSÕES

O trabalho dos professores com o estudo de caso sobre os fluidos imponderáveis possibilitou sua reflexão sobre um pensamento científico com diferenças significativas em relação ao da atualidade. Os professores reconheceram ser relevante a discussão de aspectos da História da Ciência em sala de aula, pois isso possibilita ao aluno refletir sobre

as mudanças no processo do conhecimento científico. Para nossa equipe, o curso foi fundamental para verificar a relevância da aplicação de um caso sob a perspectiva da nova historiografia da história da ciência, e constatar as dificuldades dos professores em se apropriarem desse referencial. Tais constatações estão sendo levadas em consideração no planejamento de uma segunda versão do curso.

*relating to various Branches of Natural Philosophy of the Observations on Air.* Birmingham: Pearson and Rollason, 1786.

SEABRA, V. C. *Elementos de Chimica.* Coimbra: Universidade de Coimbra, 1985.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN N. G. The Influence of History of Science Courses on Students' Views of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching.* 37,10, 1057-1095, 2000.

ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; FERRAZ, M. H. M.; BELTRAN, M. H. R. (2004), *Escrevendo a História da Ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas.* São Paulo: Educ, 2004.

BRASIL (2010) Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. PCN+ Ensino Médio Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Disponível em:< <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>.> Acesso em: 15 de janeiro de 2013.

MATTHEWS, M. R. In Defense of Modest Goals When Teaching about the Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching.* 35, 2, 161-174, 1998.

OLIOSI, E. C. Joseph Priestley (1733-1804): Uma Seleção de Experimentos que revelam a Presença do Flogístico. Dissertação de mestrado, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2004.

OLIOSI, E. C. Os Estudos de Joseph Priestley (1703-1804) sobre a Teoria da Eletricidade. Tese de doutorado, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2010.

PORTO, P. A. História e Filosofia da Ciência no Ensino de Química: em busca dos objetivos educacionais da atualidade. In: W. L. P. dos Santos e O. A. Maldaner (orgs.), *Ensino de Química em Foco.* Ijuí: Editora Unijuí, 159-180, 2010.

PRIESTLEY, J. *Experiments and Observations on Different Kinds of Air.* Londres: J. Johnson, 1775.

PRIESTLEY, J. *The History and Present State of Electricity with Original Experiments.* 3ª ed. Londres: J. Dodsley, T. Cadell, Johnson e Payne, 1775.

PRIESTLEY, J. *Experiments and Observations,*