

# Michael Faraday e A História Química de Uma Vela: Um Estudo de Caso Sobre a Didática da Ciência

José Otávio Baldinato e Paulo Alves Porto

Michael Faraday (1791-1867) é reconhecido por ter se dedicado tanto à pesquisa como à divulgação da ciência de seu tempo. Aproximando a divulgação ao ensino de ciências, este trabalho busca investigar as estratégias didáticas utilizadas por Faraday em seus momentos de educador no auditório da Royal Institution. Foi analisada a primeira conferência de uma série de seis, intitulada *A história química de uma vela*, transcritas e publicadas pela primeira vez em 1861. Os diferentes tipos de estratégias didáticas encontradas na fala do conferencista foram distribuídos em categorias, discutidos no contexto do ensino de ciências e à luz da nova historiografia da ciência.

► Michael Faraday, história da ciência, divulgação de ciência ◀

Recebido em 14/09/08, aceito em 15/10/08

**A**o longo da história, o empreendimento científico sempre pôde contar com homens e mulheres dedicados à sua edificação, assim como sempre houve aqueles que se ocupassem de sua divulgação – sendo que ambas as funções já foram levadas a cabo das mais diferentes formas. O fazer ciência transitou pelos caminhos intelectuais e experimentais, cada qual recebendo diferentes ênfases e interpretações no decorrer do tempo. O divulgar ciência, que remete ao “tornar público” o conhecimento científico, já passou pelas praças públicas, por animadas disputas intelectuais, permeou as universidades e os auditórios sob a forma de conferências para o público em geral, chegando às mídias impressas e eletrônicas que hoje nos são tão familiares.

Em alguns momentos particulares, essas duas funções, do fazer e do di-

vulgar ciência, dividiram a atenção de um mesmo indivíduo, que se ocupou de ambas. Esse é o caso de Michael Faraday (1791-1867), que contribuiu em muito tanto para o desenvolvimento como para a disseminação da ciência de sua época.

**Michael Faraday contribuiu em muito tanto para o desenvolvimento como para a disseminação da ciência de sua época.**

O histórico de alguns educadores notáveis como Faraday nos fornece ferramentas e ânimo para refletir sobre a prática docente em qualquer época. Cabe notar que a atuação dele na Inglaterra do século XIX foi particularmente relevante, principalmente por possibilitar que o contato entre o público geral e a ciência corrente acontecesse por intermédio do próprio pesquisador, que mantinha participação ativa na construção dos entendimentos científicos daquele tempo. Além de ampliar o conhecimento histórico de um caso que remonta a uma sociedade específica, estudar as preocupações e o estilo

didático de célebres divulgadores da ciência pode suscitar reflexões valiosas para o processo de ensino-aprendizagem em contextos atuais.

A virtuosidade de Faraday como divulgador da ciência ficou registrada pela transcrição de palestras que proferiu no auditório da *Royal Institution* londrina. Seu público também deixaria vários relatos escritos, que essencialmente destacam sua eloquência verbal, cordialidade e destreza na execução de experimentos ilustrativos, mas que também ressaltam uma curiosa elevação, ou inquietude espiritual, que acompanharia o público mais atento após cada palestra. A atuação dele como palestrante já foi analisada sob diversos aspectos, e uma das características que chamam a atenção se refere ao modo como Faraday usualmente encerrava suas intervenções: com apelos de cunho moral ou religioso que transcendiam os temas da ciência abordados, produzindo a citada inquietude relatada pelo público (Cantor, 1991).

Mesmo a leitura menos atenta dos textos de Faraday permite perceber como se destaca uma preocupação do autor: a de que seus ouvintes,

Esta seção contempla a história da Química como parte da história da ciência, buscando ressaltar como o conhecimento científico é construído.

ou aprendizes em potencial, tivessem contato com a ciência que se desenvolvia, com seus métodos e com as possibilidades levantadas pelas aplicações do conhecimento produzido, tendo por certa a necessidade de realizar bons experimentos para que se pudesse chegar a boas proposições acerca da natureza dos fenômenos de interesse científico. Um estudo mais aprofundado, por sua vez, necessita levar em consideração as diretrizes fornecidas pela nova historiografia da ciência – que tomamos como referencial para este trabalho.

**Além de ampliar o conhecimento histórico de um caso que remonta a uma sociedade específica, estudar as preocupações e o estilo didático de célebres divulgadores da ciência pode suscitar reflexões valiosas para o processo de ensino-aprendizagem em contextos atuais.**

Os métodos de estudo em história da ciência sofreram graduais modificações ao longo do século XX. De acordo com Debus (1991), observam-se sensíveis alterações no modo de pensar e escrever de historiadores da ciência durante as décadas de 1960 e 1970, notadamente após os trabalhos de Thomas Kuhn. Até então, já se havia produzido muitos compêndios que caracterizavam o processo de construção da ciência de maneira linear e acumulativa, centrados na evolução dos conceitos científicos não necessariamente descritos dentro de seus contextos sociais e de época. A nova historiografia da ciência (Alfonso-Goldfarb e cols., 2004) admite que toda a informação dita “internalista” é de vital importância nos estudos históricos, mas toma como necessária a adequada contextualização das idéias. Para que se possa entender efetivamente um período de debate da ciência, ou mesmo uma contribuição aceita ou descartada pelo corpo de conhecimento científico atual, é necessário que tal contribuição seja interpretada dentro de seu tempo, sob a luz dos conhecimentos e valores da época, para que não se façam análises anacrônicas – que julgam o passado com juízos de valor do presente ou que apenas procuram no passado os

“precursores” da ciência atual.

Levando em consideração a complexidade da ciência e de sua construção, encontramos nos estudos de casos uma forma de interpretar a ciência do passado de modo mais fidedigno. Mediante análise aprofundada dos fatores de época (sociais, econômicos, religiosos, de formação e cultura dos personagens estudados etc.) e verificando as influências e inter-relações mais sutis que possam ter contribuído para a proposição de determinadas interpretações da ciência, torna-se mais verossímil o entendimento dos processos pelos quais se constrói a ciência dentro da história – e, talvez mais importante que isso, pode-se tentar compreender como a ciência era pensada dentro do contexto estudado. Para tanto, os estudos de casos históricos são dependentes de fontes primárias e secundárias historiograficamente atualizadas, de modo que se possa reconstituir o contexto no qual o objeto de interesse histórico se desenvolveu.

No panorama da contemporânea historiografia da ciência, os livros que foram produzidos para a divulgação e o ensino de ciências têm se apresentado como objetos de crescente interesse. Essa questão resultou, recentemente, na publicação de um volume organizado por Lundgren e Bensaude-Vincent (2000), reunindo estudos de diversos autores. Como observam os editores em seu prefácio, há muitas possibilidades de investigações ainda em aberto no que se refere à história dos textos didáticos e de divulgação da ciência.

Assim, colocando-se como um estudo de caso em história da ciência,

**Observam-se sensíveis alterações no modo de pensar e escrever de historiadores da ciência durante as décadas de 1960 e 1970, notadamente após os trabalhos de Thomas Kuhn.**

cia, este trabalho tem o objetivo de identificar e analisar algumas das estratégias utilizadas por Michael Faraday para tornar efetiva a disseminação do que julgava ser útil ao seu público em termos da ciência de sua época. Para isso, recorreremos à sua obra *A história química de uma vela*, publicada pela primeira vez em 1861 e destinada especificamente à divulgação da ciência entre os jovens.

### **Esboço biográfico de Michael Faraday<sup>1</sup>**

Michael Faraday foi o terceiro filho de James Faraday e Margaret Haswell. Nasceu na região conhecida como Surrey, margem sul do Tâmis, em Londres, aos 22 de setembro de 1791, e logo se mudaria com a família para a margem norte do rio, em Westminster, onde cresceu e desenvolveu a maior parte de seu trabalho. Em meio à crise vivida em decorrência da Revolução Francesa, Michael teve parca formação acadêmica, mas aprendeu a ler e a trabalhar algumas operações matemáticas.

Em 1805, aos quatorze anos, Michael foi contratado pelo emigrante francês, Sr. George Riebau, como aprendiz de encadernador. Em meio ao material que transportava e livros para encadernar, Faraday encontrou ferramentas bastante adequadas para alcançar seus objetivos pessoais e alimentar seus métodos autodidatas, como se verifica em cartas datadas desse período, que Faraday enviou para seu amigo, Benjamin

Abbott. Entre as influências que teriam voltado os interesses de Faraday para a ciência, ele atribui destaque às obras de Jane Marcet (*Conversations on Chemistry*, de 1806) e Isaac Watts (*The improvement of the mind*, de 1741), além

de artigos sobre eletricidade da *Enciclopédia Britânica*. Atraído pela idéia do “auto-aprimoramento”, o jovem Faraday freqüentaria também um grupo de discussões, a *City Philosophical Society*, que posteriormente seria palco de suas primeiras palestras sobre

temas da ciência (James, 1991).

Quando já findava seu período como aprendiz, em 1812, Michael teve a oportunidade de assistir a um ciclo de conferências de Sir Humphry Davy, a convite de um cliente da livraria. Uma encadernação contendo as notas tomadas por Faraday durante as conferências foi enviada posteriormente ao próprio Davy. Junto à encadernação, Faraday pedia um emprego a Davy, para trabalhar em qualquer função relacionada à ciência. Nas palavras de Faraday (2003), "a resposta foi imediata, gentil e favorável" (p. 9), e o emprego veio em março do ano seguinte: Faraday tornou-se, aos 22 anos, ajudante de laboratório da *Royal Institution*.

Entre 1813 e 1815, Faraday viajou com Davy pela França, Itália e Suíça, conhecendo pesquisadores e linhas de atuação científica que definiam os problemas de estudo da época. Como ajudante em um dos laboratórios mais bem equipados da Europa, Faraday desenvolveu enorme traquejo experimental, o que marcaria fortemente sua atuação como pesquisador. Nos laboratórios da *Royal Institution*, Faraday desenvolveu pesquisas em diversos campos da ciência, e se empenhou em fazer dos métodos gerais da química um objeto de estudo particular, como fica evidenciado em seu livro *Chemical Manipulation*, de 1827.

Os primeiros trabalhos independentes de Faraday datam de 1821, seguindo uma tendência científica da época voltada aos estudos em eletromagnetismo, notadamente a partir dos trabalhos de Ørsted, em 1820. Cabe lembrar que, embora Faraday seja provavelmente mais conhecido pelo seu trabalho em eletromagnetismo, sua formação em ciências é essencialmente a de um químico. Nesse campo da ciência, Michael Faraday realizou notável trabalho tanto na pesquisa<sup>2</sup> quanto na divulgação (James, 1991). Em ambas as

frentes de atuação, Faraday herdou e desenvolveu algumas das características de Davy, dentre as quais podemos destacar a habilidade experimental e a retórica. O presente trabalho se concentra na análise dessa segunda característica.

Ainda em 1821, ano em que se casou com Sarah Barnard, Faraday fez suas primeiras conferências, e foi recomendado por Davy para sucedê-lo na coordenação do laboratório da *Royal Institution*. Faraday tornou-se diretor do laboratório em 7 de fevereiro de 1825 e, no ano seguinte, iniciou suas conferências semanais, que divulgavam a ciência, seus usos, métodos, aplicações e interesses, sempre às sextas-feiras.

As contribuições de Faraday são de vital importância dentro da história da ciência, tanto no que hoje tange à física quanto à química, mas além da importância que granjeou como cientista, James Clerk Maxwell (*apud* Faraday, 2003) observa outros aspectos inerentes a Faraday:

*As características de seu espírito científico transparecem em seu trabalho e são patentes para todos os que lêem seus escritos. Mas havia um outro lado de seu caráter a cujo cultivo ele prestava pelo menos a mesma atenção, e que ficava reservado a seus amigos, sua família e sua igreja. Suas cartas e sua conversa eram sempre repletas do que pudesse despertar um interesse sadio, bem como desprovidas de tudo que pudesse despertar maus sentimentos. Nas raras ocasiões em que era obrigado*

**Levando em consideração a complexidade da ciência e de sua construção, encontramos nos estudos de casos uma forma de interpretar a ciência do passado de modo mais fidedigno.**

**Mediante análise aprofundada dos fatores de época e verificando as influências e inter-relações mais sutis que possam ter contribuído para a proposição de determinadas interpretações da ciência, pode-se tentar compreender como a ciência era pensada dentro do contexto estudado.**

*a sair do âmbito da ciência para entrar no da controvérsia, Faraday expunha os fatos e deixava que eles seguissem seu próprio caminho. Era totalmente desprovido de orgulho e de presunção indevida. Enquanto crescia sua capacidade, sempre aceitou correções de bom grado. Servia-se de todo e qualquer expediente, não importa quão humilde, que fosse capaz de tornar seu trabalho mais eficaz em todos os detalhes. Quando enfim constatou que sua memória vinha falhando e seus poderes mentais estavam entrando em declínio, ele abandonou, sem queixa ou ostentação, todas as partes de seu trabalho que já não podia executar de acordo com seu próprio padrão de eficiência. E quando não pôde mais dedicar sua mente à ciência, contentou-se alegremente em se entregar aos sentimentos afáveis e às afeições calorosas, que havia cultivado com o mesmo cuidado que dispensara às suas aptidões científicas. (p. 18)*

Apesar de nunca ter cursado uma universidade, Faraday prestou consultoria para instituições e recebeu títulos honorários, além de tornar-se membro da *Royal Society* em 1824. Aposentou-se da carreira científica em 1858, mantendo o título vitalício de titular da cátedra Fullerton de química da *Royal Institution*. Faraday morreu em Londres, aos 75 anos, em 25

de agosto de 1867. Michael e Sarah Faraday não deixaram filhos e, a exemplo do que aconteceu anteriormente com Isaac Newton, registros escritos de sua atividade, cartas, manuscritos e correspondência geral foram se fragmentando ao passarem

pelas mãos de várias pessoas ligadas à família e às instituições com as quais esses homens da ciência mantiveram vínculos em vida. Tal vastidão de fontes primárias, disponíveis em diversas coleções, constitui um fator bastante convidativo a estudos de caso em história da ciência que tomam aspectos da vida e da produção de Faraday como objeto de pesquisa.

### Metodologia

Neste trabalho, procurou-se reconhecer e classificar algumas das estratégias utilizadas por Michael Faraday para tornar efetiva a divulgação da ciência, como se propunha a fazer em suas palestras para a juventude. Tomamos como objeto de estudo a primeira das seis conferências que constituem a série transcrita e publicada sob o título *A história química de uma vela*. As palestras foram ministradas por Faraday no auditório da *Royal Institution* durante os feriados natalinos de 1860, e a análise que segue foi feita com base na edição de 1885 da compilação de palestras, publicada pela C.L.S.C. e reimpressa em 2002 pela Dover, de Nova York (Faraday, 2002). Para comodidade do leitor, no presente trabalho, as citações serão feitas a partir da tradução brasileira, feita por Vera Ribeiro (Faraday, 2003).

### Classificação das estratégias didáticas

A criação das categorias foi orientada pelas indicações para uma boa conferência feitas por Watts em *The improvement of the mind* (1813). O próprio Faraday reconheceu ter sido muito influenciado por essa obra (Jenkins, 2008, p. 182). Assim, procuramos identificar nessa obra quais seriam as características consideradas ideais, na época de Faraday, para um conferencista se comunicar com seu público. Essa escolha teórico-metodológica se justifica no panorama de um estudo histórico, em que as categorias de análise foram construídas no contexto do que eram

consideradas como boas práticas educacionais de um conferencista no período focado. Fizemos, então, uma comparação entre o ideal expresso por Watts, compartilhado por Faraday, e o exemplo concreto representado pela primeira conferência de *A história química de uma vela*, intitulada "A Vela - A Chama - Suas Fontes - Estrutura - Mobilidade e Brilho". Dessa comparação, emergiram as categorias que estão apresentadas mais adiante.

Por se tratar da transcrição de uma conferência, a proposta de classificação dos recursos didáticos utilizados por Faraday se baseia em categorias ligadas à linguagem oral, admitindo-se, é claro, que o processo de transcrição acarreta perda de informação relacionada à linguagem não verbal do palestrante, apesar de alguns gestos e movimentos serem indicados por figuras e também pela fala que ficou registrada, como nos trechos apresentados na seqüência. Entre parênteses, indicamos a página da edição brasileira (Faraday, 2003) na qual se encontra cada trecho transcrito.

*Para que os senhores tenham uma idéia das várias características dessas velas, podem ver estas que tenho nas mãos. (p. 26)*

*Restam apenas as velas no molde. É só agitá-las um pouco, como estou fazendo, para que elas caiam... (p. 29)*

As categorias utilizadas nessa análise referem-se às estratégias: 1) de aproximação com o público; 2) de demonstração de fascínio pelo que se estuda; 3) de banalização (ou simplificação) de conceitos; 4) de demonstração de aplicações práticas das leis (utilitarismo); 5) do uso de analogias; 6) do apelo ao cotidiano do público; 7) das explicações sobre tecnologia

derivada de conceitos em estudo; 8) do contraponto entre o belo e o útil; 9) de adequação da linguagem (discurso) à proposta e ao conteúdo; 10) da visão de ciência implícita no discurso e que é divulgada; 11) do papel da experimentação no ensino, no aprendizado e no fazer científico; e 12) dos interesses declarados em relação ao público (da avaliação).

As categorias apresentadas foram quantificadas de acordo com a recorrência que a leitura dos textos permite detectar. Foram comentados ainda outros aspectos da narrativa que não se enquadram na classificação proposta, mas que se mostraram relevantes na tentativa de levantar um perfil da atuação de Faraday como divulgador da ciência. É importante frisar o caráter do texto em estudo, lembrando que não se trata de um livro didático propriamente dito, mas da transcrição de um ciclo de conferências que contava com público presente, o que justifica o grande número de referências abrangidas pela primeira categoria proposta, de aproximação do conferencista com o público. A identificação e classificação das estratégias didáticas foram feitas por meio de leitura atenta do texto, sendo considerada a possibilidade de marcação de mais de um tipo de estratégia em um mesmo período.

### Resultados e discussão

A Tabela 1 apresenta o número total de vezes em que foi identificado cada um dos tipos propostos de estratégias didáticas no primeiro capítulo da série *A história química de uma vela*.

Apesar de os resultados expostos na Tabela 1 indicarem que é bastante significativa a presença de estratégias didáticas no discurso de Michael Faraday, cabe notar que as categorias propostas neste trabalho colocam-se apenas como possíveis critérios de análise. Embora o trabalho com fontes primárias, orientado pela nova historiografia da ciência, permita fazer inferências acerca da visão do autor sobre sua obra, alcançar as reais intenções do palestrante, em cada detalhe de suas intervenções, cons-

Tabela 1: Recorrência, em número de vezes no trecho estudado, com que o autor se utiliza de cada tipo de estratégia categorizada.

Estratégias didáticas	Recorrência	
1.	Aproximação com o público	15
2.	Demonstração de fascínio pelo que se estuda	16
3.	Banalização (ou simplificação) de conceitos	4
4.	Demonstração de aplicações práticas das leis (utilitarismo)	7
5.	Uso de analogias	8
6.	Apelo ao cotidiano do público	13
7.	Explicações sobre tecnologia derivada de conceitos em estudo	8
8.	Contraponto entre o belo e o útil	7
9.	Adequação da linguagem (discurso) à proposta e ao conteúdo	9
10.	Visão de ciência implícita no discurso e que é divulgada	6
11.	Papel da experimentação no ensino, no aprendizado e no fazer científico	6
12.	Interesses declarados em relação ao público (avaliação)	8

titui tarefa impossível. Michael Faraday representa um personagem que efetivamente se dedicou à divulgação da ciência de seu tempo, e o fez com método e estudo, como pode ser verificado em seus diários e cadernos de anotações nos quais organizava suas palestras (James, 2004). Essas anotações que orientavam o curso de suas conferências eram utilizadas tanto por Faraday quanto por seu assistente durante as palestras, e incluíam referências à cronologia da narrativa que se pretendia seguir e também aos experimentos que seriam executados em cada momento da palestra.

Apesar de não ter sido considerado como uma categoria particular, um recurso ao qual Faraday recorre em várias ocasiões no texto é o de promover dúvidas e questionamentos, colocando-se na voz do seu público, como ocorre nos trechos selecionados a seguir (Faraday, 2003):

*Como são feitas essas velas?*  
(p. 28)

*[...] quando se liquefaz, como se conserva coeso?* (p. 31)

*Mas, como a chama atinge o combustível?* (p. 33)

*[...] em que ela difere de uma vela comum?* (p. 40)

Selecionamos a seguir alguns

trechos da conferência analisada (Faraday, 2003), que foram entendidos como indicadores de estratégias didáticas do interlocutor, classificados nas respectivas categorias e acompanhados de comentários.

- Categoria 8, de contraponto entre o belo e o útil:

*Entretanto, nem tudo o que é refinado e belo é útil. Essas velas caneladas, por mais bonitas que sejam, são ruins.* (p. 30)

*Não é a aparência mais bonita, e sim a mais funcional, que é a mais proveitosa para nós.* (p. 32)

- Categoria 11, do papel da experimentação:

*É feita por um processo particular, que poderei ilustrar dentro de um ou dois minutos, mas não devo gastar muito tempo com isso.* (p. 28)

*Será uma lição para mim, no futuro, mantê-los mais estritamente ligados na filosofia da coisa e não gastar tanto do seu tempo com*

*essas ilustrações.* (p. 41)

*[...] quem pode estudar um assunto, quando existem no caminho dificuldades que não lhe dizem respeito?* (p. 31)

*[...] aliás, temos de fotografá-las, de modo a que fiquem fixas para nós, se quisermos descobrir tudo o que lhes diz respeito.* (p. 39)

É importante notar, nesses fragmentos, duas interpretações possíveis para o papel da experimentação defendido por Faraday. Os dois primeiros trechos acima deixam a entender que Faraday se refere aos experimentos que realiza diante de seu público como meras ilustrações. Essa interpretação seria enganosa, se considerarmos o papel fundamental que ele atribui aos experimentos.

Devemos entender esses dois trechos por outro ângulo: embora Faraday reconheça que alguns experimentos consomem um tempo precioso, ainda assim ele não deixava de realizá-los diante

do público – por acreditar firmemente na sua importância para a construção do conhecimento científico. Nas duas

**As contribuições de Faraday são de vital importância dentro da história da ciência, tanto no que hoje tange à física quanto à química.**

outras citações, ele ressalta a necessidade de realizar bons experimentos, e também os cuidados que devem ser tomados para que um experimento seja considerado válido dentro do estudo de um fenômeno de interesse – como o controle das variáveis e a atenção aos detalhes.

Assim, outra estratégia didática auxiliar, também usada por Faraday, seria a facilitação do aprendizado pela materialidade exibida por ilustrações. Faraday apresenta algo como uma necessidade (ou estratégia) de considerar as simples demonstrações de objetos (sem experimentação envolvida) como uma alegoria que facilita a aproximação com o público e o despertar de seu interesse. Passa-se uma idéia de valorização da observação, talvez até de uma visão de ciência que se inspira na contemplação dos fenômenos. Utiliza-se muito do recurso de apresentar e tecer comentários sobre objetos que constituam ou representem a matéria estudada, seja a própria chama de uma vela, seja um desenho esquemático que permita a discussão de seus componentes e formas.

- Categorias 5, 6 e 7, do uso de analogias, do apelo ao cotidiano e à tecnologia:

*[...] a madeira das turfeiras irlandesas, material que parece uma esponja e conserva seu próprio combustível.* (p. 32)

*Mas devemos falar de velas como são encontradas no comércio. Eis aqui um par delas, comumente chamadas de velas de imersão. Elas são feitas de pedaços de algodão, cortados, pendurados por uma argola, mergulhados em sebo derretido, retirados e esfriados, e depois novamente mergulhados, até que haja um acúmulo de sebo em volta do algodão.* (p. 26)

**Michael Faraday representa um personagem que efetivamente se dedicou à divulgação da ciência de seu tempo, e o fez com método e estudo, como pode ser verificado em seus diários e cadernos de anotações nos quais organizava suas palestras.**

Principalmente no início da conferência, Faraday ilustra, com uma infinidade de exemplos, as aplicações dos conceitos que serão estudados e a relevância da sua abordagem. Busca em várias situações aproximar-se do público com comentários amistosos do tipo “com certeza vocês já viram uma dessas” ou “como vocês sabem”, e apresenta dados que caracterizam a tecnologia da época, principalmente quando descreve os métodos de produção de cada um dos tipos de velas que dispõe à apreciação do público, das mais comuns

e que pertencem ao cotidiano dos seus ouvintes, às mais inusitadas e de aplicações específicas. Outros facilitadores da relação entre palestrante e espectadores são observados nas estratégias das categorias 1 e 2, de aproximação com o público e de demonstração de fascínio pelo que se estuda, respectivamente. Em vários momentos, Faraday ajusta seu nível de linguagem, declaradamente, para adequar-se ao cotidiano do público, e também busca direcionar o olhar da platéia, enfatizando os aspectos da beleza e do interesse que encontra na matéria em estudo.

- Categorias 1 e 2, de aproximação com o público e demonstração de fascínio pelo que se estuda:

*Quero o privilégio de poder falar para jovens e da forma como um jovem faz.* (p. 25)

*Uma vela, os senhores sabem, não é mais uma coisa gordurosa, como uma vela de sebo [...].* (p. 27)

*É curioso ver como se fazem velas de cera.* (p. 29)

*Mas como a chama atinge o combustível? Temos aí uma coisa bonita: a atração capilar.* (p. 33)

- Categoria 12, dos interesses declarados em relação ao público e da avaliação:

*Ora, não tenho dúvida que os senhores perguntarão como é que o óleo, que não queima sozinho, chega até a extremidade do algodão, onde é queimado.* (p. 30)

*Os senhores poderão ver alguns belos exemplos (e espero que prestem atenção a eles) [...].* (p. 32)

*[...] a esta altura, os senhores decerto já estão aptos a generalizar o bastante para poder comparar uma coisa com a outra.* (p. 38)

A avaliação acontece na forma de comentários que deixam a entender certas expectativas do conferencista. Não há intervenções do público ou diálogo aberto por Faraday, mas ele dirige sua fala a determinados grupos componentes do público e expressa o que gostaria que fosse bem entendido, assim como o tipo de atitude que espera daqueles que presenciam suas conferências. É promovida uma nova maneira de lidar com os materiais e fenômenos que permeiam o cotidiano do público, com postura investigativa, olhar atento e busca de explicações. É essencialmente sob esse viés que acontecem as estratégias ditas avaliativas do discurso de Faraday.

- Categoria 4, da aplicação das leis:

*Se eu produzisse uma corrente [de ar] numa direção, minha concavidade [produzida pelo calor da chama sobre a cera da vela] ficaria inclinada e, conseqüentemente, o líquido escorreria, pois a mesma força da gravidade que mantém os mundos no lugar mantém esse líquido na posição horizontal; se o côncavo não fosse horizontal, é claro que o líquido escorreria, gotejando.* (p. 31)

O trecho selecionado pode ser entendido tanto como uma banalização do conceito de força gravitacional (por não explicar de maneira clara quais seriam os agentes envolvidos na interação implícita na frase) quanto como uma tentativa de simplificar, ou melhor, de fazer com que o público se sentisse inserido na condição de conhecedores das teorias científicas mais abrangentes, e que observasse uma aplicação prática das abstrações científicas vigentes.

- Categoria 10, da visão de ciência implícita no discurso:

*Agora estamos virando filósofos. Espero que os senhores sempre se lembrem, toda vez que acontecer um resultado, especialmente se for novo, que devem perguntar: “Qual foi a causa? Por que isso ocorreu?” E assim, com o tempo, descobrirão a razão.* (p. 32)

Mais do que “o que possui as respostas”, passa-se a visão de que o cientista (ou “filósofo”) é “o que busca as respostas”. Nesses termos, estaria colocada a atividade científica: a ciência vem para auxiliar o entendimento de que o útil é mais vantajoso que o belo, e que não é necessária uma vida reclusa da sociedade para que se influencie na criação do útil. Existe um momento de descontração na conferência, quando Faraday apresenta “uma invenção inteligente, feita por algum verdureiro ou barraqueiro do mercado, para proteger suas velas nas noites de sábado [...]” (p. 31). Faraday inclusive acrescenta que, em várias ocasiões, teve oportunidade de admirar essa invenção do tal verdureiro (tratava-se de um vidro em uma armação que protegia a chama da vela, envolvendo-a e permitindo sua mais fácil locomoção).

Por último, outro recurso, que não foi aqui considerado como uma categoria, é o de inferir certa linearidade

que seria útil ao entendimento do conteúdo proposto. Em vários momentos, Faraday simplesmente corta o assunto, mudando para um novo tópico que julga apropriado. A seqüência encontrada denuncia uma espécie de planejamento prévio, o que se considera mais do que adequado para a preparação de qualquer tipo de seqüência de ensino.

*Mas não devemos gastar mais tempo com a simples manufatura, e sim entrar um pouco mais no assunto.* (p. 30)

*Agora, passemos à luz da vela.* (p. 30)

*Há outra condição que os senhores precisam aprender a respeito das velas, sem a qual não conseguiriam compreender plenamente sua filosofia. Trata-se do estado vaporoso do combustível.* (p. 36)

*Agora, vamos considerar a forma da chama.* (p. 37)

*Agora, há mais alguns aspectos que devo apresentar-lhes.* (p. 39)

Dessa maneira, Faraday garante a abordagem do que considera adequado à situação de ensino à qual se propôs. Talvez consequência

dessa preparação, alguns termos de significado menos intuitivo aparecem no discurso e não são bem explicados em primeira instância, sendo às vezes retomados e discutidos em maior profundidade em outro momento da conferência.

Isso ocorre, por exemplo, com o conceito de “corrente ascendente” (que seria necessária à manutenção da chama), que é citado superficialmente na página 32, quando se discute a concavidade formada na base do pavio que sustenta a chama, e discutido em maior profundidade

nas páginas 38 e 39, quando se discute a sombra gerada pela chama. Em contrapartida, alguns termos científicos utilizados, que poderiam estar associados a desentendimentos por parte do público, não recebem maiores esclarecimentos no texto – são os casos de “solução saturada”, “atração mútua” (entre partículas), “permeabilidade” e “calor”.

### Considerações finais

É relevante notar como varia o modo de se dirigir ao público que Faraday sustenta ao longo da palestra. Apesar de manter a cordialidade e o bom humor durante toda a conferência, os conhecimentos prévios do público recebem uma relevância muito maior no início do que no final do encontro. As afirmações, em que o conferencista enaltece a vivência e o conhecimento prático do público que, “com certeza”, já teve contato com determinadas aplicações dos conceitos em estudo, foram consideradas pertencentes à categoria 1 de recursos didáticos (de aproximação com o público), mas nota-se que dez das quinze vezes em que foram percebidas essas estratégias se encontram na primeira terça parte do texto, o que indica uma alteração gradual do discurso.

Sempre que se aproxima de uma explicação mais elaborada, de raciocínio menos intuitivo, o discurso adquire traços de maior autoridade. À medida que o discurso avança, as posições de professor e de aluno vão ficando mais e mais demarcadas. Passa-se do comum, das idéias e dos conhecimentos prévios, ao novo, que a ciência já entendeu e que o professor ensina ao aluno.

*Para que os senhores tenham uma idéia das várias características dessas velas [...].* (p. 26)

*Uma vela, os senhores sabem, não é mais uma coisa gordurosa, como uma vela de sebo usual [...].* (p. 27)

*Espero que percebam que a perfeição de um processo –*

**Acreditamos que o estudo e a interpretação de textos de grandes divulgadores da ciência podem contribuir para a manutenção do diálogo necessário à melhora da formulação das estratégias de ensino e divulgação da ciência em âmbito geral.**

isto é, sua utilidade – é o que há de mais belo nele. (p. 32)

Por que isto acontece? É isto que tenho de lhes explicar. Quando o entenderem perfeitamente, os senhores poderão acompanhar melhor o que terei a dizer daqui em diante. (p. 40)

Tal percepção nos parece relevante por deixar a entender que, para Faraday, diferenciar os papéis de aluno e de professor seria ferramenta útil ao ensino, mas desde que essa diferenciação ocorresse de maneira gradativa e espontânea, sem que os alunos se sentissem inferiorizados diante do professor. Talvez valha lembrar que a categoria de maior recorrência no texto é a de demonstração de fascínio do conferencista pelo assunto que se estuda (categoria 2). Segundo relatos da época, esse fascínio parecia contagiar o público que, portanto, não se sentia inferiorizado diante de Faraday – antes, sentia-se maravilhado pelo conhecimento (Forgan, 1985).

O presente trabalho se apresenta como uma abordagem preliminar à

questão da didática da ciência na obra de Faraday. Acreditamos que o estudo e a interpretação de textos de grandes divulgadores da ciência podem contribuir para a manutenção do diálogo necessário à melhora da formulação das estratégias de ensino e divulgação da ciência em âmbito geral.

### Notas

1. O esboço biográfico foi baseado em James (1991), Williams (1960) e Thompson (1898).

2. Apenas listando algumas das contribuições para a química atribuídas a Faraday, podemos citar: aprimoramento das lâmpadas de segurança para mineiros de Davy; estudo e preparação de ligas de aço; determinação da pureza e composição da pólvora, ferrugem, água, argila, cal virgem e outros compostos; preparação de benzeno, isobuteno, tetracloreto, hexaclorobenzeno, isômeros de alcenos e ácidos naftalenosulfônicos  $\alpha$  e  $\beta$ ; vulcanização da borracha etc.; aperfeiçoamento de vidros para ótica; liquefação de gases; reconhecimento da existência de temperaturas críticas, relacionadas à possibilidade de liquefação por compressão; es-

tabelecimento das leis da eletrólise; equivalência entre as eletricidades estática, voltaica e animal; utilização eletrolítica de sais fundidos; catálise heterogênea; inibição de reações de superfície; estudos sobre adsorção seletiva e propriedades hidrofílicas de sólidos; estudo de descargas elétricas em gases (“plasma”) e de propriedades magnéticas da matéria; efeito Faraday (efeito magnético-óptico); conceitos de diamagnetismo, paramagnetismo e anisotropia; trabalho com metais coloidais; além do estudo de sóis, hidrogéis e do espalhamento da luz (Thomas 1991).

### Agradecimento

À FAPESP (processo nº 2007/02542-4), pelo financiamento da pesquisa.

**José Otávio Baldinato** (baldinato@iq.usp.br), bacharel e licenciado em Química pela USP, mestrando do Programa Interunidades em Ensino de Ciências pela USP, é professor do Instituto Técnico de Barueri (ITB - Professor Munir José). **Paulo Alves Porto** (palporto@iq.usp.br), bacharel e licenciado em Química pela USP, mestre e doutor em Comunicação e Semiótica pela PUC-SP, é professor do Instituto de Química da USP e coordenador do Grupo de Pesquisa em História da Ciência e Ensino de Química (GHQ).

### Bibliografia

ALFONSO-GOLDFARB, A.M.; FERRAZ, M.H.M. e BELTRAN, M.H.R. A historiografia contemporânea e as ciências da matéria: uma longa rota cheia de percalços. In: ALFONSO-GOLDFARB, A.M. e BELTRAN, M.H.R. (Orgs.). *Escrevendo a história da ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas*. São Paulo: Livraria da Física; EDUC; Fapesp, 2004.

CANTOR, G.N. Educating the judgment: Faraday as a lecturer. *Bulletin for the History of Chemistry*, 11, 28-36, 1991.

DEBUS, A.G. A ciência e as humanidades: a função renovadora da indagação histórica. *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência*, 5, 3-13, 1991.

FARADAY, M. *The chemical history of a candle*, 1885. Reimpressão. New York: Dover, 2002.

\_\_\_\_\_. *A história química de uma vela; As forças da matéria*. Trad. Vera Ribeiro.

Rio de Janeiro: Contraponto, 2003.

FORGAN, S. Faraday – From servant to savant: the institutional context. In: GOODING, D. e JAMES, F.A.J.L. (Eds.). *Faraday rediscovered: essays on the life and work of Michael Faraday, 1791-1867*. New York: Stockton Press, 1985.

JAMES, F.A.J.L. (Ed.). *The correspondence of Michael Faraday: 1811-1831*. V. 1. Londres: IET, 1991.

\_\_\_\_\_. (Ed.). *The manuscripts of Michael Faraday (1791-1867)*. Wakefield: Microform Academic Publishers, 2004.

JENKINS, A. (Ed.). *Michael Faraday's mental exercises: an artisan essay-circle in Regency London*. Liverpool: Liverpool University Press, 2008.

LUNDGREN, A. e BENSUADE-VINCENT, B. (Eds.). *Communicating Chemistry: Textbooks and their audiences, 1789-1939*. Canton: Science History Publications, 2000.

THOMAS, J.M. *Michael Faraday and the Royal Institution: The genius of man and place*. Nova York: Taylor & Francis, 1991.

THOMPSON, S.P. *Michael Faraday – His life and work*. New York: Macmillan, 1898.

WATTS, I. The improvement of the mind. In: *The Works of the Rev. Isaac Watts, D. D.* in nine volumes. V. VIII. Leeds: Edward Baines, 1813.

WILLIAMS, L.P. Michael Faraday's Education in Science. *Isis*, 51, 4, 515-530, 1960.

### Para saber mais

GOODING, D. e JAMES, F.A.J.L. (Eds.). *Faraday rediscovered: essays on the life and work of Michael Faraday, 1791-1867*. New York: M. Stockton Press, 1985.

JENSEN, W.B. (Ed.). *Bulletin for the History of Chemistry*, 11, 1991 (número especial sobre Faraday).

**Abstract:** *Michael Faraday and The Chemical History of a Candle: a case study on the didactics of science.* Michael Faraday (1791-1867) is well known for his efforts both in research and in popularizing science at his time. By approaching science dissemination to science teaching, this paper focuses on the investigation of Michael Faraday's didactic strategies used in his lectures at the Royal Institution. The first lecture of a series entitled "The chemical history of a candle", transcribed and published for the first time in 1861, was analysed. The different kinds of didactic strategies were identified and distributed in categories, which were discussed in the context of science teaching and under the light of the new historiography of science.

**Keywords:** Michael Faraday, history of science, science teaching.