UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Mestrado Interunidades em Ensino de Ciências
Modalidade Química

A química segundo Michael Faraday

Um caso de divulgação científica no século XIX

José Otavio Baldinato

Orientador: Prof. Dr. Paulo Alves Porto

São Paulo
2009

Universidade de São Paulo
Instituto de Física
Instituto de Química
Instituto de Biociências
Faculdade de Educação

A química segundo Michael Faraday

Um caso de divulgação científica no século XIX

José Otavio Baldinato

Orientador: Prof. Dr. Paulo Alves Porto

Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto de Física, ao Instituto de Química, ao Instituto de Biociências e à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

São Paulo
2009

FICHA CATALOGRÁFICA
Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação do Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Baldinato, José Otavio
A química segundo Michael Faraday: um caso de divulgação científica no século XIX. São Paulo, 2009.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Alves Porto

Área de Concentração: Ensino de Química

Unitermos: 1. Química (Estudo e ensino); 2. História da ciência; 3. Ensino e atividades correlatas; 4.Divulgação de ciências; 5. Ensino de Ciências.

USP/IF/SBI-071/2009

Para minha mãe, que me apoiaria
em qualquer bobagem.

Agradecimentos

À turma de 2002 do IQ-USP, que tornou suportável e até interessante uma graduação em química. Em especial à Tânia e ao Vina, por continuamente me esclarecerem o que é um voltamograma e uma amizade verdadeira. Ao Xandão, que me mostrou como é legal aparecer nos agradecimentos da tese de um amigo, e ao Bolo, por sua forma sutil de me incentivar a terminar este mestrado e parar de falar da famigerada vela que, no meu entendimento, explica quase tudo sobre química.

Ao meu orientador, Paulo Porto, que faz história com seu trabalho, em todos os sentidos. Questão de justiça expressar aqui minha admiração pela sua capacidade de escolher as palavras, particularmente instigantes nas reflexões e cáusticas nas ironias.

Aos colegas do Grupo de Pesquisa em História da Ciência e Ensino de Química, pelo incentivo e pelas valiosas conversas em que trocamos referências, críticas e muito mais dúvidas que respostas!

Ao professor Frank James, atual guardião dos arquivos de Michael Faraday na Royal Institution, pelas valiosas referências e dicas que me deu numa tarde de conversas.

Às várias equipes de professores e coordenadores com que trabalhei nos últimos anos, por me ajudarem a enxergar e aceitar minhas reais concepções sobre a educação e sobre o papel do professor dentro da sociedade. Em particular, agradeço ao professor Pimenta, que me contratou, me ensinou a dar aulas e depois aceitou minha demissão, para que eu pudesse terminar este mestrado.

Aos amigos do ITB, que primeiro me receberam como aluno e agora como colega de trabalho. Em especial à Ana Paula e à Cris Rocha, pela imensa ajuda com as traduções e com nosso novo e querido acordo ortográfico.

Ao diretório "Books", da Google, por destruir as barreiras de tempo e espaço no acesso a fontes bibliográficas.

Aos meus irmãos, Cibele, Cintia e Eduardo, que habitam três mundos completamente distintos, e que me acolhem dentro de suas fantásticas especificidades.

Ao meu pai, que me ensinou a gostar dos livros e me deixou de presente a estante que eu tanto invejava durante a infância.

E à Juzinha, minha mais que amiga, que pacientemente me deixa praticar a estratégia de aprendizado que mais me agrada (e sobre a qual discorro neste trabalho), que é aproveitar a primeira oportunidade para conversar sobre qualquer coisa que aprendo.

Nunca fale sobre ciência, mostre a eles.

LAWRENCE BRAGG

Resumo

A química segundo Michael Faraday: Um caso de divulgação científica no século XIX

A presente pesquisa apresenta um estudo do ciclo de palestras intitulado *A história química de uma vela*, proferido por Michael Faraday como parte das celebrações natalinas de 1860, na *Royal Institution*, em Londres. Nas palestras, Faraday apresentou uma vela como objeto motivador para o estudo de vários aspectos da ciência contemporânea, e a transcrição da sua fala nos permite observar como o tema detinha a atenção do público do período.

Seguindo os preceitos da nova historiografia da ciência, procuramos reconstruir parte do contexto de formação de Faraday, para entender como se consolidaram seus métodos de trabalho como palestrante. Algumas obras de influência sobre sua formação inicial são revisitadas: *Conversations on Chemistry*, de Jane Marcet (1805) e *The Improvement of the Mind*, de Isaac Watts (1741). O primeiro texto representa uma introdução à química do século XIX. Escritas sob a forma de diálogos, as *conversas* de Jane Marcet teriam nutrido o jovem Faraday de "fatos" científicos, que o motivaram no aprendizado das ciências naturais e renderam várias manifestações de reconhecimento do posterior filósofo para com a autora. Já a segunda obra se constitui num manual que instrumentaliza o autoaprendizado. Dividido em dois volumes, *The improvement of the mind* primeiro trata das regras para a aquisição de conhecimentos, amplamente estudadas e defendidas por Faraday em sua formação e, em seguida, das estratégias para a comunicação de conhecimentos, com particular ênfase sobre as palestras. Esta segunda parte da obra de Watts também foi objeto da atenção de Faraday, e os registros primários de ambos os autores nos fornecem critérios contemporâneos para a análise da atuação de Faraday como palestrante.

Os resultados da pesquisa apontam para a coerência do trabalho de Faraday em relação aos preceitos que construiu sob a orientação de referências pessoais e textuais, como os palestrantes a que assistiu na juventude, e as obras que estudou em suas etapas de formação. Faraday conciliou e incorporou vários dos aspectos atribuídos por Watts ao bom palestrante, e também promoveu uma visão da química consoante com a divulgada por Jane Marcet em seu livro.

Este estudo de caso busca na história da ciência a análise de fatores que contribuem ao êxito de uma iniciativa de divulgação científica. Dentro do seu contexto, o livro de Jane Marcet e as palestras de Faraday se constituíram em duas formas distintas de abordagem, e ambas lograram sucesso ao conseguirem ganhar a atenção do público para tratar das ciências naturais em geral, e da química em particular. Entendendo que nas iniciativas de divulgação científica a demanda por criatividade é atemporal, buscamos neste estudo histórico alguns argumentos que permitam refletir sobre essa prática em qualquer tempo.

Palavras-chave: Michael Faraday, divulgação de ciências, história da ciência, Jane Marcet, Isaac Watts.

Abstract

Chemistry according to Michael Faraday: A case of science popularization in the 19th century

This work presents a study on Michael Faraday's six-lecture course entitled *The chemical history of a candle*, delivered as part of the 1860 Christmas celebrations at the *Royal Institution*, London. In the lectures, Faraday departed from an ordinary candle to motivate the study of several current scientific issues. The transcription of his speech allows us to investigate how science attracted general public attention at the time.

In order to understand how Faraday achieved the maturity of his work as a lecturer, we considered the precepts of the new historiography of science and followed up on the context of his early intellectual development. Some works of reference are revisited: *Conversations on Chemistry*, by Jane Marcet (1805) and *The Improvement of the Mind*, by Isaac Watts (1741). The first book represents an introductory course in chemistry, written in the form of dialogs for the early nineteenth century general public. According to Faraday's own reports, such book had nourished him with scientific "facts", which stimulated him to pursue a scientific career. The second book consists in a manual aimed to improve self-learning initiatives. *The Improvement of the Mind* is divided in two volumes, being the first dedicated to the rules for the acquisition of knowledge, and the second to the skills to communicate such knowledge, specially by means of lectures. Both volumes seem to have influenced the young Faraday remarkably, not only by helping him to establish his methods of study but also by instructing him about dealing with knowledge. Moreover, this second volume of the book gives us contemporary criteria to analyze Faraday's later work as a lecturer.

Our research results point out to the coherence between Faraday's work and the precepts he developed under the guidance of both personal and textual references, such as the lecturers he attended to or the books he read during his apprenticeship. Faraday was able to personify many of the attributes of the good lecturer described by Watts, and also promoted a view of chemistry which coincides on several aspects with the one popularized by Jane Marcet in her *conversations*.

This case study focuses on a science popularization initiative, and analyzes the factors which influence its outcome. Within their particular context, Jane Marcet's *conversations* and Faraday's lectures represent two different approaches to science popularization, and they both achieved great success in getting the public's attention to chemistry, and to science in general. Taking creativity as a timeless requirement for any initiative in science popularization, we hope with this work to promote reflections about such practices at any time.

Key-words: Michael Faraday, science popularization, history of science, Jane Marcet, Isaac Watts.

Sumário

Introdução

A divulgação da ciência: algumas questões 10
Propondo um estudo de caso: a divulgação da ciência na Inglaterra do início do século XIX 16
A nova historiografia da ciência e os estudos de casos 18
Michael Faraday e as conferências públicas de ciência no século XIX 25
Faraday, suas fontes, e a divulgação da ciência 29

Capítulo I - Da livraria do Sr. Riebau à *Royal Institution*

A formação de Michael Faraday 32
O trabalho na *Royal Institution* 42

Capítulo II - Orientações ao autodidata: As fontes de Michael Faraday

Um outro padrão de formação 53
Jane Marcet e *Conversations on Chemistry* 62
Isaac Watts e *The improvement of the mind* 74
A aquisição de conhecimento segundo Faraday 83
A comunicação do conhecimento segundo Watts e Faraday 89

Capítulo III - Faraday como divulgador da ciência

Michael Faraday e *A história química de uma vela* 97
Por trás do brilho da vela 115

Considerações Finais 124

Referências Bibliográficas 129

Anexo A – Mapa de Londres – séc. XIX 138

Anexo B – Programas impressos – *Christmas Lectures* 139

Introdução

A divulgação da ciência: algumas questões

A ciência é uma construção humana. Ainda que sua crescente especialização a tenha afastado da cultura geral, criando algo como um corpo de conhecimentos paralelo, ou "científico" (KNIGHT, 2004), é inegável que os produtos da ciência invadem o cotidiano das pessoas. Isso não ocorre apenas na forma de tecnologia e bens de consumo, mas também por meio dos tratamentos médicos, do aprimoramento de técnicas produtivas, referências para melhora da qualidade e do tempo de vida, além de teorias, necessárias para embasar o debate de várias questões sociais, ambientais e políticas (DURANT *et al*, 1989). Tudo isso nos ajuda a perceber como a ciência participa diretamente do processo de desenvolvimento das sociedades (MORA, 1998).

Se aceitarmos que a ciência tem de fato essa relevância, então a difusão do conhecimento científico se torna algo da maior importância para nós, pois, numa perspectiva otimista, ela estaria ligada à reaproximação da cultura geral à científica (CALVO HERNANDO, 2003).

Luis Estrada, prêmio Kalinga da UNESCO ao lado do brasileiro José Reis,[1] afirma que a divulgação científica nasce com a própria ciência, e se refere ao que chamamos de ciência moderna: ligada a um movimento de abandono das concepções aristotélicas e de valorização do empirismo, com a união de experimentos e teorias que marcou os trabalhos de muitos autores no século XVII (*apud* MORA, 1998, p. 17). A própria opção de Galileu e outros autores, que publicaram seus textos em vernáculo em vez do latim, como seria usual na época, já foi entendida por alguns autores como um marco na história das iniciativas pela divulgação científica (GERMANO; KULESZA, 2007, p. 8).

Nesta dissertação, desenvolvemos um estudo de caso sobre um ciclo de palestras que tinha a química como tema principal. As palestras foram proferidas por Michael Faraday (1791-1867) para um público muito diversificado, majoritariamente

[1] O prêmio Kalinga é concedido anualmente pela UNESCO, desde 1952, em reconhecimento ao trabalho de divulgadores da ciência com destaque no aprimoramento do bem estar do público, enriquecimento da herança cultural dos povos e solução de problemas humanitários. Além de José Reis, que dividiu o prêmio com o mexicano Luis Estrada em 1974, outros quatro brasileiros já foram agraciados: Oswaldo Frota-Pessoa (1982); Ennio Candotti (1998); Ernst W. Hamburger (2000) e Jeter J. Bertoletti (2005).

composto por não-especialistas na ciência do período. Além de notável pesquisador, Faraday se celebrizou como divulgador da ciência num período em que a química atravessava importantes transformações. Assim, nosso principal objetivo neste trabalho é analisar uma situação concreta de divulgação científica que logrou sucesso dentro do seu tempo e espaço. Para tanto, propomos a reconstrução de parte desse contexto, investigando fatores ligados à formação do divulgador e à racionalização dos seus métodos de lidar com o conhecimento em geral e com os estudos científicos em particular. Como objetivo secundário, buscamos identificar reflexos das referências que ajudaram na formação inicial de Faraday – as quais teriam orientado seus estudos e influenciado a construção de seu perfil de trabalho como pesquisador e divulgador da ciência.

Embora se possa considerar que esse tipo de atividade tenha já alguns séculos de história, são bastante recentes os debates da literatura especializada sobre a divulgação científica. Segundo Mendes (2006), ainda não há consenso sobre questões fundamentais da área, incluindo sua terminologia, que mantém em aberto a conceituação do que seja popularização, disseminação, divulgação, vulgarização, difusão e outros tantos termos vinculados ao tema.

Seguindo a conceituação de Antonio Pasquali (1978), qualquer iniciativa de veicular ou propagar informações científicas e tecnológicas se enquadra na noção de difusão. Dentro deste conceito estariam as práticas de disseminação e divulgação, diferenciadas apenas pelo seu público alvo: a disseminação seria dirigida a especialistas, membros da comunidade científica de diversas áreas; e a divulgação seria orientada ao público leigo em geral.

A distinção do público também acarretaria diferentes padrões de linguagem. Enquanto a disseminação se daria por meio de códigos e linguagem especializada, somente inteligíveis ao seu seleto público de iniciados, a divulgação exigiria dos seus agentes a capacidade de converter essa linguagem das ciências em outra, não-especializada, de modo a tornar o conhecimento científico acessível ao grande público (MENDES, 2006, p. 28).

Neste trabalho, nos restringiremos a considerar o conceito de divulgação científica – ressalvando, porém, que a literatura especializada abarca um debate mais amplo, incluindo o papel do público, a legitimação da atividade científica e

outros fatores ligados à comunicação da ciência (ESTRADA, 1992; LEWENSTEIN, 1994; MORA, 1998; CALVO HERNANDO, 2003; MYERS, 2003; MENDES, 2006).[2]

Sanchez Mora (1998, p. 17) define a divulgação da ciência de modo operacional, como "uma recriação do conhecimento científico para torná-lo acessível ao público", e Calvo Hernando (2003) destaca duas características que considera necessárias na atividade:

> a primeira, que a explicação e a divulgação se façam fora do marco do ensino oficial ou equivalente; a segunda, que estas explicações extraescolares não tenham como objetivo formar especialistas ou aperfeiçoá-los em seu próprio campo, pois o que se pretende, pelo contrário, é complementar a cultura dos especialistas fora de sua especialidade.
>
> (LE LIONNAIS *apud* CALVO HERNANDO, 2003, p. 37)

É importante que ampliemos um pouco o entendimento sobre o trabalho do divulgador da ciência, pois se o vislumbrarmos como um mero tradutor da linguagem científica para a língua cotidiana do público, corremos o risco de assumir um ponto de vista ultrapassado: colocando o discurso científico e o discurso de divulgação em duas esferas separadas, mas que pretensiosamente respeitariam essa ordem hierárquica (MYERS, 2003). Segundo essa "visão dominante" da divulgação científica, a comunicação entre a ciência e o público se daria por uma via de mão única. Os cientistas e instituições de pesquisa representariam as autoridades, produtoras e detentoras do conhecimento a ser escrito em páginas praticamente em branco, representadas pelo público leigo. Assim, todas as iniciativas de divulgação científica seriam conduzidas com o mesmo objetivo: de identificar e suprir essas regiões deficitárias da esfera de conhecimentos da audiência (*Ibid.*, p. 266).

Esse modo de encarar a divulgação científica, que também já foi chamado de "modelo de déficit", tem sido aos poucos substituído por uma concepção mais abrangente e social da relação entre produtores e consumidores da ciência. A interação desses personagens adquire contorno mais cíclico e menos linear à medida que o conhecimento do público, suas expectativas, dúvidas, desejos e demandas ganham relevância no diálogo (MASSARANI; MOREIRA, 2004, p. 78). Dentro desta nova visão, a ciência assume o caráter de empreendimento público, pois é influenciada pelos diversos componentes da sociedade. Parte do

[2] A análise das referências citadas nos faz concluir que é preferível traduzir como divulgação científica o que os falantes de língua inglesa chamam de *popularization of science*. Isto porque a atividade de popularização, dita em português, carrega um compromisso social mais abrangente que o da divulgação. Vide Germano & Kulesza (2007, p. 14-20).

financiamento para pesquisas depende do êxito do pesquisador em interessar não-especialistas pelos seus projetos. Existem fatores éticos, econômicos, ambientais e de diversas outras naturezas que afetam a imagem da ciência. Assim, o papel da divulgação científica também se amplia, passando a considerar o suprimento de necessidades não apenas do público, mas também da própria ciência, numa relação de interdependência que contribui com a horizontalidade do processo.

Os propósitos mais diretos da divulgação científica também merecem nossa atenção, e constituem outro tópico que ainda alimenta debate. De acordo com Eugene Rabinowitch, também ganhador do prêmio Kalinga da UNESCO, no passado, a divulgação científica tinha dois objetivos fundamentais: o primeiro, de natureza intelectual, seria o de permitir que pessoas sem profunda formação científica pudessem se aproximar do processo investigativo, e que tivessem a oportunidade de "se emocionar frente à beleza que encerram as grandes construções teóricas da ciência moderna"; o segundo objetivo, este de ordem prática, seria disponibilizar aos profissionais informações úteis para o seu trabalho cotidiano, "ajudando-os a compreender a importância imediata que têm para eles as novas descobertas científicas" (*apud* CALVO HERNANDO, 2006, p. 2).

Numa abordagem que talvez possa ser caracterizada como um pouco mais "comportamentalista", Lubinski encontra argumentos na teoria da seleção natural de Darwin para afirmar que a função da divulgação científica é propor estímulos ao público, que o motivem a buscar conhecimento. De acordo com a analogia do autor, a Natureza impõe algumas necessidades à sobrevivência dos seres humanos, como comer, respirar, reproduzir, etc. A genialidade do mundo natural estaria em nos lembrar dessas necessidades através de estímulos sensíveis, como a fome, a asfixia e a libido. Em condições ideais, são estes estímulos que nos fazem atender às tais necessidades, e eles se processam em nível fisiológico, provocando dor, desconforto ou desejo pela execução de uma ação. Então, se convencionamos que o conhecimento das ciências constitui algo desejável, ou mesmo necessário para nossa melhor sobrevivência, torna-se prioritária a provisão de um estímulo, para que as pessoas sejam lembradas disso, e sintam vontade disso. Enquanto a seleção natural não isola os indivíduos capazes de sentirem essa necessidade como uma coceira ou um pequeno incômodo, caberia à divulgação científica oferecer os estímulos para a busca pelos conhecimentos da ciência (LUBINSKI, 1994, p. 296-298).

Em diversos artigos, Calvo Hernando considera a ciência contemporânea inserida num contexto social mais amplo, e atribui muito mais funções à divulgação científica, todas elas ligadas à democratização do saber e à aproximação dos grupos sociais, que devem, no mínimo, ser capazes de se comunicar melhor. A presença mais viva da ciência no pensamento de um povo é vista como fator de desenvolvimento cultural, que pode contribuir para a melhora da qualidade de vida (como se daria pelo amplo conhecimento de métodos para o melhor aproveitamento de recursos naturais e utilização dos progressos da ciência e tecnologia) e também para o que o autor chama de comunicação de risco: ligada ao esclarecimento da população quanto aos riscos aos quais estamos expostos, considerando problemas ambientais, surtos de doenças infecciosas, consumo de drogas e medicamentos, segurança em meios de transporte, etc. Tudo isso dependeria do estabelecimento de políticas de comunicação científica, com pesquisadores preocupados em aprender a informar à população sobre os resultados do seu trabalho, enquanto os interesses coletivos da sociedade de alguma maneira também interagiriam com a prática dos pesquisadores. Por fim, o autor ainda destaca um possível aspecto pedagógico da divulgação científica, ressaltando que ela não substitui a educação, "mas pode preencher alguns vazios do ensino moderno", contribuindo exatamente para a adoção de determinada postura frente à ciência (CALVO HERNANDO, 1998, p. 47-48).

Em meio a tantas divergências ligadas ao conceito e aos propósitos da divulgação científica, um ponto de consenso entre pesquisadores se refere à criatividade necessária aos agentes dessa prática (MORA, 1998, p. 54; CALVO HERNANDO, 2006, p. 1). Para que seja capaz de recriar o conhecimento científico de modo a contribuir com a formação e com a ampliação da cultura do público, o trabalho de divulgação científica é eminentemente criativo, e esse é um dos fatores que contribuem para que a fala do divulgador seja repleta de analogias e metáforas, que se prestam não só às explicações sobre o conteúdo das ciências, mas também às reflexões sobre a própria atividade de divulgação.

> Assim como a música requer intérpretes para ser apreciada, a ciência demanda profissionais que interpretem as obras científicas diante do público.
>
> (Fernando Del Rio *apud* MORA, 1998, p. 50)

A aceitação do público é fundamental para avaliarmos se uma iniciativa de divulgação científica é boa ou ruim, e os resultados de alguns levantamentos dão

margem para interpretações preocupantes. Em pesquisa realizada simultaneamente nos Estados Unidos e no Reino Unido, a maior parte dos entrevistados atestou ser pessoalmente interessada por assuntos da ciência – mas, diferente do que acontece com outros temas (como esportes, política ou cinema), declarar-se interessado por assuntos científicos não implica estar bem informado sobre eles, tampouco indica o domínio de alguns conceitos específicos. Alguns resultados da pesquisa chamam a atenção, como por exemplo: 54,5% dos entrevistados disseram acreditar que antibióticos são eficazes contra vírus; apenas 34,1% entendiam que a Terra completa uma volta ao redor do Sol a cada ano; e 31,6% acreditavam que os primeiros humanos viveram junto aos dinossauros (DURANT; EVANS; THOMAS, 1989).

Desses dados emerge a ineficácia da divulgação científica orientada pelo modelo de déficit (MILLER, 2001), e a alternativa mais promissora para melhorar esta situação parece estar mais próxima do público que dos cientistas, isto é, propor uma abordagem contextualizada, que considere a ciência a partir das demandas, interesses e problemas a serem resolvidos por cada comunidade. Essa mudança de enfoque pode contribuir para que o conhecimento científico seja valorizado não apenas pela sua utilidade, mas por sua real presença na vida e na cultura das pessoas (WYNNE, 1995; IRWIN, 1995).

Tal preocupação é muito característica dos tempos atuais, em que a ciência ocupa papel essencial na sociedade. Como afirmamos, porém, a prática da divulgação científica vem sendo feita já há muito tempo. Assim, uma das motivações desta pesquisa é analisar uma experiência bem sucedida de divulgação científica no passado, que pode fornecer subsídios para reflexões sobre essa atividade mesmo nos dias de hoje. É claro que tais reflexões, a partir da análise histórica, não podem incorrer na armadilha do anacronismo, de se julgar as práticas do passado como se o contexto em que elas faziam sentido fosse idêntico ao contexto atual. Tendo isso em mente, acreditamos que a adequada análise histórica tem muito a contribuir para o pensamento sobre a atividade de divulgação científica.

Propondo um estudo de caso: a divulgação da ciência na Inglaterra do início do século XIX

No século XIX, dentro de um contexto amplo de valorização das ciências, que abrangia tanto o divertimento da aristocracia como o ideal de progresso, ligado ao advento da máquina a vapor e à aplicação de novas tecnologias para o trabalho, a química se destacava aos olhos de várias esferas da sociedade, obtendo inclusive o suporte social que facilitava seu próprio desenvolvimento. Suas contribuições como via de conhecimentos úteis eram várias, do aperfeiçoamento de ferramentas e materiais à sua participação nos estudos de fenômenos elétricos, e seu alcance como entretenimento também era notável. A química era a ciência das qualidades secundárias, das cores, cheiros e gostos, e sua parte prática podia ser apresentada de maneira muito chamativa, que garantia a lotação de auditórios em Londres e Paris, onde Humphry Davy e Antoine Fourcroy conduziam suas palestras animadas por experimentos explosivos e empolgantes performances. David Knight descreve com certo saudosismo um tempo no qual tomar contato com a química era algo vibrante, o que talvez não combine com nossas "modernas legislações de saúde e segurança" (KNIGHT, 2007, p. 125).

Com o avanço das técnicas de impressão no segundo quarto do século, os excluídos das palestras podiam contar com interessantes livros de divulgação a preços reduzidos. A Enciclopédia, alinhada aos ideais iluministas do século anterior, objetivava aproximar o erudito ao popular, representando a "conjunção da atitude empírica da Inglaterra com o desejo de mudança da França" (MORA 1998, p. 27-28). Entre os textos que alcançaram grande popularidade, poderíamos destacar *Conversations on Chemistry*, de Jane Marcet (1805), que introduzia os conceitos da química para leigos. Por incrível que possa parecer, essa classe de público era bem-vinda aos estudos científicos do período.

A parcela mais ativa dos interessados pela ciência também encontrava *kits* de reagentes e laboratórios portáteis à venda, de vários preços e tamanhos, e mesmo para os menos dedicados ao desenvolvimento de suas habilidades manuais na condução de experimentos, a química ainda contava com um dinamismo bastante atrativo, ligado às suas ideias e aplicações (KNIGHT, 2007, p. 127).

Até a segunda metade do século, as frentes de divulgação andavam lado a lado com os mais recentes avanços da ciência química, da descoberta do potássio e outros elementos até o estudo do magnetismo. Mas isso começou a mudar com a

crescente profissionalização dos químicos, que passaram a se comunicar por meio de textos sucintos, cada vez mais dependentes de argumentos técnicos e matemáticos. Aos poucos, a cultura científica se afastava da cultura geral das pessoas e os amadores perdiam seu espaço. No final do século, as atividades de divulgação já eram vistas por muitos cientistas profissionais como algo abaixo do seu prestígio, e a partir dali até mesmo os especialistas de uma área enfrentavam dificuldades para acompanhar o desenvolvimento de outras (KNIGHT, 2007, p. 129-131).

Algumas instituições se colocaram à margem deste processo, mantendo atividades de divulgação como parte da rotina dos seus pesquisadores. Este é o caso da *Royal Institution* londrina, que nos últimos duzentos anos passou por várias reformas para cumprir sua meta de oferecer "ciência para os propósitos cotidianos da vida", e que hoje difunde pela televisão alguns dos seus ciclos de palestras de divulgação – cuja origem remonta ao início do século XIX (JAMES, 2007, p. 141).

Massarani e Moreira (2004, p. 76) associam a criação da *Royal Institution* com o estabelecimento de "um novo marco sobre as atividades de divulgação científica". A instituição foi fundada em 1799 por Joseph Banks, Benjamin Thompson e Thomas Bernard, entre outros, com o objetivo de

> difundir o conhecimento e facilitar a introdução de invenções e aprimoramentos mecânicos úteis: e para o ensino, através de cursos com palestras e experimentos filosóficos, das aplicações da ciência dentro dos propósitos cotidianos da vida.
>
> (JAMES, 2007, p. 141)

A *Royal Institution* oferecia vários tipos de palestras e cursos para diferentes públicos, e seus pesquisadores/palestrantes mais notáveis durante o século XIX foram Humphry Davy e Michael Faraday, cujas biografias atestam visões de mundo completamente distintas, em contraste com duas características que tinham em comum: as habilidades na pesquisa e na divulgação científica.

Exemplo destacado entre as atividades de divulgação da química em meados do século XIX foram as palestras proferidas por Michael Faraday na *Royal Institution*. Algumas delas eram organizadas na forma de séries (ou "cursos"), como o conjunto de palestras intitulado *A história química de uma vela*. Esta foi uma das duas séries de palestras que receberam autorização de Faraday para que fossem transcritas e publicadas por editores contemporâneos, compondo uma fonte primária

que nos permite boa aproximação ao contexto em que se inseria a atividade de divulgação.

Os objetivos deste trabalho se situam na esfera da análise da atuação de Faraday como divulgador da ciência. Então, é fundamental que nos aprofundemos no contexto que cercava suas atividades. Como veremos no desenrolar desta dissertação, os registros da correspondência de Faraday, associados a outras fontes primárias, nos dão dimensão do que se entendia por um bom palestrante e uma boa palestra no período, além de uma visão da química dentro do panorama de desenvolvimento das ciências naturais do início do século XIX.

Tal necessidade de reconstruir um contexto para proceder com a análise se alinha aos preceitos da nova historiografia da ciência, que tomamos como referencial teórico para este trabalho e que discutiremos brevemente na sequência.

A nova historiografia da ciência e os estudos de casos

À medida que se desenvolve, a ciência produz sua história. Nesta afirmação, o termo "desenvolve" não guarda qualquer relação com um ideal de progresso ou de evolução positiva da ciência através dos tempos. Quer dizer apenas que a história da ciência se constrói junto à própria ciência, entendida aqui como um encadeamento de atividades humanas que se sucedem, dia após dia, período após período. Nas palavras de Roberto Martins, "a história existe independentemente da existência dos historiadores" (MARTINS, R., 2004, p. 115). Seguindo esta linha, o produto do trabalho dos historiadores, isto é, a sua maneira de escrever e lidar com o passado em livros e comunicações constitui algo que não é a história – trata-se de historiografia.

> Em termos gerais e simplificados, *História* é o conjunto dos acontecimentos humanos ocorridos no passado, e a *Historiografia* é o conjunto dos registros, interpretações e análises desses acontecimentos.
>
> (D'AMBROSIO, 2004, p. 166)

Se considerarmos a ciência moderna como algo que se desenvolve há cerca de quatrocentos anos, e que já recebeu várias denominações ao longo deste período (como "filosofia natural", "nova ciência", "magia universal", etc.), perceberemos que os estudos históricos da ciência já assumiram vários papéis e se

prestaram a diferentes objetivos (ALFONSO-GOLDFARB, 1994). Seja para justificar os rumos a serem seguidos pela nova ciência, elucidar o método científico, ou para ressaltar um passado de glórias que nos permitiu alcançar o corpo de conhecimentos do presente, Debus nos mostra como, em todos os períodos, "o historiador escreve com um propósito em mente" (DEBUS, 1984, p. 15). Assim, não é de se estranhar a existência de vários padrões historiográficos da ciência.

Considerando qual deveria ser o lugar da história da ciência, se dentro de um departamento de história, filosofia, ciências ou se numa frente independente e interdisciplinar, Canguilhem (1972) problematiza o próprio objeto de estudo da área. Segundo o autor, o trabalho do historiador da ciência não admite analogia com o de um microscopista, que apenas amplia seu objeto de estudo com vias de observar e descrever melhor os seus detalhes. A crítica de Canguilhem à metáfora do microscópio ressalta que o instrumento só serviria para observar algo concreto, que já estivesse ali, como "objetos já constituídos" (CANGUILHEM, 1972, p. 11). A história da ciência não pode ser vista ao microscópio porque enxergá-la depende de escolhas do observador. Ela não se apresenta como um objeto natural, mas sim como algo que se constrói à medida que é interpretado. O viés historiográfico é decisivo sobre a história da ciência a ser narrada, e a problemática vai mais longe, pois a construção desse objeto de estudo histórico também é dependente do desenvolvimento da ciência atual, haja vista que uma mudança no corpo de saberes da ciência corrente pode contribuir para que se mude o foco ao olhar para a história da ciência. Assim, como em diferentes contextos e sob diferentes perspectivas historiográficas, os mesmos episódios ou períodos da história da ciência podem ser interpretados de maneira diversa, não se configura a existência de uma história definitiva da ciência. Então, nas palavras de Hübner, o trabalho do historiador da ciência deve ser o de

> reescrever continuamente a história, tendo em conta a inevitável mudança a que o passado está exposto, no decurso das épocas.
>
> (HÜBNER, 1993, p. 226)

Foi nas primeiras décadas do século XX que a história da ciência se institucionalizou como uma disciplina acadêmica. Neste processo, destacam-se os esforços de George Sarton (1884-1956), que tomou parte no estabelecimento de várias sociedades para a história da ciência ao redor do mundo e também fundou o periódico *ISIS* – ainda hoje um dos mais conhecidos e respeitados da área (DEBUS,

1984, p. 31). De origem belga e radicado nos Estados Unidos em consequência da Primeira Guerra Mundial, Sarton guardava grande admiração pelo positivismo de Auguste Comte (1798-1857). Tal inclinação se refletia em seu modo de olhar para a história da ciência e, consequentemente, a historiografia que desenvolveu era imbuída de um notável continuísmo das ideias científicas. Dentro das produções do período, era comum que se encontrasse uma espécie de história dos vencedores, pois o olhar para o passado sempre objetivava o entendimento do presente, numa busca muitas vezes anacrônica pelos precursores das ideias científicas "vitoriosas", que compunham a ciência contemporânea (ALFONSO-GOLDFARB; FERRAZ; BELTRAN, 2004, p. 50-51).[3] Segundo Debus (1991, p. 5), Sarton "buscava uma história da ciência verdadeira, ou seja, ciência tal como a concebemos hoje". Assim, qualquer linha de pensamento do passado que não houvesse positivamente prosperado, e não integrasse o conhecimento cientificamente aceito, poderia ser descartada nos estudos históricos.

Por focalizar os avanços da ciência sem maiores considerações sobre seus contextos sociais e de época, essa historiografia da ciência já foi chamada de "internalista". Entre os estudos representativos desta corrente, Alfonso-Goldfarb e colaboradoras destacam: *Histoire des Sciences: Antiquité*, de A. Mieli (1935); *L'Apogée de La Science de La Mathématique*, de A. Rey (1948); e *An Introduction to the History of Science*, do próprio Sarton (1927) (ALFONSO-GOLDFARB *et al*, 2004, p. 51).

Nas décadas de 1930 e 1940 é que surgiriam os primeiros trabalhos pautados por um viés historiográfico diferente ("externalista"), com particular atenção voltada a fatores adjacentes à prática científica. Estudos como os de B. Hessen (*The Social and Economic Roots of Newton's* Principia), J. D. Bernal (*Ciência na História*) e J. Needham (*Science and Civilization in China*) introduziam a influência de questões sociais sobre o desenvolvimento da ciência. E, no mesmo período, G. Bachelard propunha um debate que colocava em dúvida o continuísmo das ideias na história da ciência (*Ibid*., p. 51-52).

---

[3] H. Butterfield chamaria este tipo de narrativa de história *"Whiggish"*, em referência à ótica progressista do partido britânico dos *Whigs* (DEBUS, 1991, p. 6). Para uma discussão sobre distorções da história da ciência, seu vínculo com questões historiográficas e suas consequências para o ensino de ciências, vide Baldinato & Porto (2008a).

Segundo Bachelard, os “partidários do continuísmo da cultura científica” encobrem as descontinuidades no curso das ciências com base em alguns subterfúgios: 1) a vagarosidade dos progressos científicos, notadamente nos seus inícios, faz com que pareçam contínuos. Assim, “toda linha de continuidade é sempre um traço muito muito grande [e, portanto], um grande esquecimento da especificidade dos detalhes”; 2) as descontinuidades podem ser encobertas atribuindo seu mérito a massas de trabalhadores anônimos, seguindo a ideia de que “os progressos estavam ‘no ar’ quando o gênio os descobriu”. Isto contribui com o padrão de busca por “pais” e precursores de ideias, por mais distantes que estes se encontrem no tempo e no espaço; e 3) a lógica de uma ciência de saberes acumulativos e continuístas parece ser pedagogicamente menos problemática (BACHELARD, 1972, p. 30-33). Com relação a este último tópico, de fato, abordar as descontinuidades da história da ciência pode ter implicações sobre o seu aprendizado, mas, nas palavras de outro importante historiador da ciência, ignorá-las “pode prejudicar a apresentação da verdade histórica” (PAGEL apud DEBUS, 1991, p. 7).

De acordo com Debus (1991), foi Walter Pagel quem explicitou a necessidade da contextualização nos estudos históricos. Contudo, Pagel também advertiu que, se ela fosse devidamente realizada, as narrativas históricas da ciência poderiam

> parecer muito mais complicadas do que se afiguram na perspectiva usual de linhas retas do progresso. Todavia, teremos que assumir a tarefa incômoda de reconstituir o pensamento antigo se desejamos escrever história – em vez de *best-sellers*.
>
> (PAGEL apud DEBUS, 1991, p. 8)

Considerando aspectos da ciência de diferentes épocas, Bachelard já observava descontinuidades na linguagem, nos conceitos, e até mesmo nas dificuldades enfrentadas pelos estudiosos de cada período (BACHELARD, 1972, p. 36-38) – mas foi apenas no ano de sua morte, em 1962, que a polêmica obra *A estrutura das revoluções científicas*, de Thomas Kuhn, parece ter motivado o debate que levaria à ruptura definitiva com o modo continuísta de se olhar para a história da ciência (ALFONSO-GOLDFARB *et al*, 2004, p. 53). Kuhn apresenta seu conceito de *revolução científica*, e discute como um corpo de conhecimentos e práticas que goza de relativa aceitação e consenso (*ciência paradigmática*) pode sofrer abalos ao deparar-se com questões novas (*crise*), que só se acomodam mediante modificações drásticas da forma de pensar e trabalhar sobre os assuntos científicos

(*revolução*), levando ao estabelecimento de um novo corpo de conhecimentos que, em sua essência, não guarda semelhanças e não pode ser comparado ao anterior (*incomensurabilidade*) (KUHN, 1962). Apesar de todas as críticas possíveis quanto à clareza e a abrangência do modelo de Kuhn (que se baseia essencialmente na história da física, enquanto ignora particularidades de outras ciências, notadamente das mais jovens), é inegável o seu destaque dentro do debate sobre os estudos históricos da ciência, principalmente no que tange à contextualização e à acomodação dos períodos de continuidade e de ruptura que se sobrepõem na história da ciência (ALFONSO-GOLDFARB *et al*, 2004, p. 53-54).

O trabalho de Kuhn também parece ter influenciado novos estudos no campo da sociologia do conhecimento científico que, nas últimas décadas, têm defendido um modo bastante peculiar de observar o empreendimento científico: desprovendo as teorias científicas de qualquer valor epistemológico interno, ou melhor, abordando o desenvolvimento da ciência como fruto de um processo de negociação social de construções teóricas, cuja aceitação ou esquecimento depende mais de interações sociais localizadas que de critérios estritamente científicos, como a capacidade de elucidar resultados experimentais, por exemplo (PINCH, 1990).

O chamado "programa forte" da sociologia da ciência representa uma forma de expressar os pressupostos analíticos da nova sociologia do conhecimento científico (*Ibid*., p. 89). Introduzido por David Bloor e Barry Barnes na década de 1970, esse programa estabelece um compromisso com a "simetria" nas análises sociológicas de questões do conhecimento. Assim, nenhuma interpretação deve ser julgada por critérios de verdade ou falsidade científica. Como o próprio conhecimento científico representa apenas "um sistema de convenções socialmente estabelecido e reproduzido" (KROPF; FERREIRA, 1997, p. 592), o cientista atua como qualquer outro agente social, e procura garantir a aceitação de suas concepções por meio de técnicas persuasivas, que não necessariamente as aproximam de uma verdade concreta, ligada ao mundo real.

> Sociólogos do conhecimento científico devem ser imparciais frente à "verdade" ou "falsidade" das crenças que pretendem explicar. Do mesmo modo que um sociólogo da religião não almejaria explicar o domínio da fé Hindu sobre a Islâmica na Índia em termos do hinduísmo ser mais bem qualificado para representar Deus, o sociólogo da ciência também deveria resistir a explicações fáceis para o triunfo de ideias científicas particulares em termos de aquelas ideias serem mais aptas a representar o mundo natural.
>
> (PINCH, 1990, p. 90)

Martins (2000) pontua que esse "programa forte" da sociologia da ciência "advoga um relativismo radical", e que o direcionamento da atenção dos sociólogos para a ciência, orientada por este tipo de abordagem, talvez represente na verdade uma "vingança histórica", pelas décadas nas quais as ciências naturais relegaram à sociologia um caráter de "ciência inferior" (MARTINS, R., 2000, p. 48-49). Os argumentos de defesa da sociologia da ciência vão na linha que assume o relativismo como uma heurística metodológica. Por perceberem todo e qualquer conhecimento como construção social, "poucos sociólogos do conhecimento científico demandariam, atualmente, qualquer garantia epistemológica para suas próprias descobertas" (PINCH, 1990, p. 90).

Na visão de Martins, os estudos sociais contribuem sim com a compreensão da dinâmica científica, e seguramente auxiliam na eliminação de alguns mitos comuns, "tirando o pesquisador de seu pedestal" (MARTINS, R., 2000, p. 49). Contudo, a história da ciência não pode ser limitada à sociologia da ciência, pois a abordagem desta última simplesmente proíbe muitos tipos de investigação histórica – em particular, aqueles que dependem do conhecimento de conceitos e visões intrínsecas das ciências desenvolvidas em cada período.[4]

Depois de discutir várias outras deficiências que observa na atual abordagem sociológica da ciência, Roberto Martins propõe uma "visão mais equilibrada" do tema, que pode orientar futuros estudos históricos. Seu principal argumento é que a pluralidade de questões ligadas à história da ciência demanda variadas metodologias de trabalho investigativo. Questões como "por que a produção científica diminuiu durante a Segunda Guerra Mundial?" só poderão ser respondidas pela via sociológica, enquanto o estudo de "por que a maioria dos cientistas, em dado contexto, optou pela hipótese A e não B?" demanda a análise de fatores internos e externos à ciência, que devem ser balanceados nas investigações históricas (MARTINS, R., 2000, p. 52). Como Lilian Martins destaca em suas recomendações para pesquisas em história da ciência, entre uma abordagem estritamente internalista ou externalista, é preferível a junção de ambas, sendo

[4] Por exemplo, nesta dissertação, destacaremos como vários aspectos teóricos da química divulgada por Michael Faraday eram condizentes com os trabalhos de Lavoisier. Contudo, ao tratarmos da questão da ausência do elemento oxigênio na composição do ácido muriático, apresentaremos argumentos químicos, ligados à síntese dessa substância, que teriam incentivado Faraday a adotar a nova teoria de Humphry Davy em detrimento daquela de Lavoisier. Esta aproximação, que justifica a validação de ideias por critérios de coerência interna da ciência, não seria apropriada num estudo com o viés sociológico do "programa forte".

possível, “para efeito de estudo, dividir o processo em duas partes e, normalmente, um estudo não-conceitual deve ser precedido de um estudo conceitual bem feito” (MARTINS, L., 2005, p. 306).

A nova historiografia da ciência, descrita por Alfonso-Goldfarb e colaboradoras (2004) e que tomamos como referencial teórico neste trabalho, pauta-se por esta linha. Considerando superada a discussão entre internalismo e externalismo, admite que ambas as análises têm vital importância nos estudos históricos. Uma adequada contextualização das ideias é fundamental, pois, para que se possa entender efetivamente um período de debate, ou mesmo uma contribuição aceita ou descartada pelo corpo de conhecimento científico atual, é necessário que tal contribuição seja interpretada dentro de seu tempo e espaço, 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.

Levando em conta 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 das personagens estudadas, etc.), verificam-se as influências e inter-relações mais sutis que podem ter contribuído para a proposição de tal e qual interpretação da ciência. Assim, 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 observado. Para tanto, os estudos de casos históricos são dependentes de fontes primárias, e de fontes secundárias historiograficamente atualizadas, de modo que se possa reconstituir o contexto no qual o objeto de interesse histórico se desenvolveu. Nesse sentido, esta dissertação se apresenta como um estudo de caso centrado na questão da divulgação da química por Michael Faraday, levando em consideração algumas fontes que contribuíram para sua formação como divulgador da ciência.

Michael Faraday e as conferências públicas de ciência no século XIX

Michael Faraday integra o reduzido grupo de homens e mulheres que se dedicaram com igual atenção à pesquisa e à divulgação científica ao longo de toda a sua carreira. O histórico de personagens como este nos fornece ferramentas e ânimo para refletir sobre a prática e a divulgação da ciência em qualquer época, embora caiba notar que o contexto no qual se insere a atuação de Faraday foi particularmente interessante, principalmente pela proximidade física que se estabelecia entre o público e as instituições de pesquisa, com seus filósofos naturais que mantinham participação ativa na construção dos entendimentos científicos daquele tempo.

A linha de atuação de Faraday que nos interessa neste trabalho se refere à divulgação científica. Neste aspecto, podemos assumir que parte do seu estilo como divulgador ficou registrada pela transcrição de palestras que proferiu nos auditórios da *Royal Institution*, e os relatos deixados pelo público nos dão dimensão do seu alcance.

Em sua maioria, os registros da audiência de Faraday destacam a eloquência verbal e a clareza dos seus argumentos, além de sua cordialidade e destreza na execução de experimentos. Mas também são comuns os comentários sobre uma curiosa elevação, ou inquietude espiritual, que acompanharia o público mais atento após cada palestra.

> Nenhum ouvinte atento jamais saiu de uma palestra de Faraday sem ter ampliados os limites de sua visão espiritual, ou sem sentir que a sua imaginação fora estimulada a algo além da mera exposição de fatos físicos.
>
> (Cornélia Crosse *apud* CANTOR, 1991a, p. 29)

> Com alguns ouvintes, a impressão formada era tão profunda que os conduzia aos laboriosos rumos da filosofia.
>
> (Juliet Pollock *apud* FORGAN, 1985, p. 63)

A atuação de Faraday como palestrante já foi analisada sob diversos ângulos, incluindo: 1) suas habilidades e técnicas específicas, relacionadas à atuação nos auditórios de conferência; 2) as qualidades pessoais projetadas pelo palestrante e, em particular, sua habilidade de relacionar-se com o público; e 3) seu apelo a ideias e valores que transcendiam os tópicos científicos discutidos nas palestras. Todos esses vieses de análise enaltecem a capacidade que Faraday tinha de cativar seu público, aparentemente derivada de seu modo peculiar de lidar não somente com as informações e conteúdos da ciência propriamente ditos, mas também com as

pessoas que assistiam a ele, além das implicações morais, ou "dos julgamentos", que poderiam ser feitos a partir da aquisição de conhecimento (CANTOR, 1991a).

Uma das características que chamam a atenção no discurso de Faraday nos remete ao modo como ele usualmente encerrava suas intervenções: com apelos de cunho moral ou religioso que transcendiam os temas abordados da ciência, contribuindo para a citada inquietude relatada pelo público. Tomando o exemplo de um ciclo de palestras sobre "as forças da matéria", proferido em 1859, Faraday cita Shakespeare ao finalizar sua argumentação, desejando que o público volte sua atenção para algumas leis que regem o Universo,

> [leis] cujo conhecimento confere interesse aos fenômenos mais banais da natureza, e leva o observador estudioso a encontrar "línguas nas árvores, livros nos riachos, sermões nas pedras e o bem por toda parte".
>
> (FARADAY, 2003, p. 222)[5]

Outro recurso bastante popular no período consistia em motivar as palestras pela proposta de estudar um objeto cotidiano, mostrando como a ciência revelava minúcias curiosas do seu funcionamento. Assim como Thomas Huxley era capaz de introduzir seus ouvintes nas áreas da geologia e da paleontologia a partir de um pedaço de giz, Faraday o fazia para a química a partir de uma vela (GREGORY; MILLER, 1998, p. 133-134). O discurso do palestrante confere contornos quase míticos ao cotidiano, e uma mísera chama se torna algo de

> tal beleza e brilho que nenhuma outra coisa pode produzir [...] Há a beleza resplandecente do ouro e da prata, e o brilho ainda maior de joias como o rubi e o diamante. Mas nenhum desses rivaliza com o brilho e a beleza da chama. Qual diamante pode luzir como a chama? Ele deve seu brilho noturno à própria chama que o ilumina. A chama brilha na escuridão, mas a luz que o diamante tem não é nada até que a chama o ilumine [...] A vela sozinha ilumina por si mesma e para si mesma, e para aqueles que combinaram os seus materiais.
>
> (FARADAY, 2003, p. 37)

Segundo Forgan (1985), toda essa personalidade exposta por Faraday em seu discurso fazia com que, muitas vezes, o tema da palestra se tornasse algo de menor importância. Os olhos do público facilmente se apegavam às ilustrações e experimentos, enquanto seus ouvidos eram cativados pela eloquência do discurso. Em meio a tanta admiração, seria ingênuo acreditar que aquelas pessoas saíam do auditório dominando todos os conceitos científicos abordados, ou mesmo que

[5] A peça de Shakespeare citada é *"As you like it"*, escrita em 1599 e publicada pela primeira vez em 1623 (SHAKESPEARE, 2003).

entendiam sua complexidade além dos exemplos cotidianos. Mas de fato isto não parecia representar um problema, e por vezes passava despercebido do próprio público, que deixava o auditório satisfeito com a apresentação.

> Nada pode dar ideia do encanto que ele emprestava a estas palestras, nas quais sabia combinar linguagem vigorosa e frequentemente expressiva com um bom senso e perícia em seus experimentos, que se somavam à clareza e distinção de sua exposição. Ele provocava real fascínio sobre a audiência; e quando, depois de tê-los iniciado nos mistérios da ciência, ele terminava suas palestras como lhe era habitual, ascendendo a regiões muito acima da matéria, tempo e espaço, a emoção que ele experimentava não falhava em se transferir para aqueles que o ouviam, e o entusiasmo de todos não encontrava mais qualquer limite.
>
> (DE LA RIVE, 1867, p. 147)

Com mais de cinco décadas a serviço exclusivo da *Royal Institution*, as imagens de Faraday e da instituição se tornariam indissociáveis. Faraday ajudou a consolidar os formatos de vários programas de palestras da casa, e até hoje se mantém como o palestrante que mais ministrou cursos na história da instituição (JAMES, 2002, p. 136-140).

> Pelas últimas oito temporadas, o Professor Faraday tem se incumbido da tarefa com vigor e modéstia tais, que nenhum elogio pode ser tomado como exagero. Não pode haver prazer maior para qualquer afeiçoado pelas atividades científicas do que assistir a um curso destas palestras.
>
> (*Illustrated London News*, 1861 *apud* JAMES, 2008b, p. xx)

Séries de estudos recentes destacam que o sucesso de Faraday em cativar a audiência certamente não se devia a nenhum tipo de dom ou genialidade inata, mas sim a anos de trabalho duro e dedicação no aperfeiçoamento de técnicas e práticas. Forgan (1985) destaca que Faraday cuidadosamente analisou os ingredientes que contribuiriam ao êxito de uma palestra, e Cantor (1991a) e James (2002) detalham essa análise, relatando que desde sua contratação como assistente de laboratório na *Royal Institution*, Faraday tomou contato com grandes palestrantes do período, e desenvolveu o hábito de analisar as palestras que assistia, isolando diversos fatores favoráveis e contrários ao sucesso de cada evento (CANTOR, 1991a, p. 29; JAMES, 2002, p. 122-123). Futuramente, estes apontamentos auxiliariam Faraday na composição de suas próprias palestras, e o rigor dos seus planejamentos ficaria registrado em seus cadernos de notas para conferências (ROYAL INSTITUTION, 2004).

> Talvez pareça curioso e impróprio que alguém inteiramente incapacitado para a tarefa e que nem ao menos tem a pretensão de alcançar os requisitos para tanto deva ocupar-se

> de criticar e elogiar outros [palestrantes] [...] Se eu sou incapacitado para tal, é evidente que tenho ainda que aprender$_{[,]}$ e como aprender melhor que pela observação de outros[?]
>
> (Michael Faraday, em carta para B. Abbott datada de junho de 1813. JAMES, 1991, *letter* 23, p. 55)

É sob perspectiva historiográfica semelhante que se orienta este estudo. Mesmo com relação às etapas iniciais da formação de Faraday, antes do início do trabalho na *Royal Institution*, recusamos o romantismo que comumente se verifica nas biografias apresentadas nos livros didáticos, e até admitimos que a formação dos grandes nomes da ciência dependa de um pouco de inspiração, mas que nem de longe se compara à transpiração necessária para atingir tal prestígio. Desse modo, a grande ênfase dada ao termo "autodidata" nos recortes biográficos dedicados a Michael Faraday nos faz pressupor a existência de influências textuais, que o teriam ajudado no delineamento e na consolidação de seus métodos, tanto como cientista experimental, quanto como pensador e divulgador da ciência (BALDINATO; PORTO, 2009).

Sua correspondência, hoje compilada em volumes e publicada,[6] traz várias referências a obras literárias que estavam em destaque no final do século XVIII e início do XIX. Particular interesse para o presente trabalho repousa sobre as obras de Jane Marcet e de Isaac Watts, sendo a primeira uma introdução aos conceitos da ciência química para público não-especializado (de moças, em particular), e a segunda uma espécie de manual prático para o "autoaprimoramento", focado no desenvolvimento intelectual do leitor. O sucesso de ambos os textos pode ser aferido pelo número de citações e publicações que receberam ao longo dos últimos séculos.[7]

Ambos os textos parecem ter exercido forte influência sobre a formação inicial de Faraday, refinando seus hábitos e direcionando seus interesses ligados à ciência

---

[6] Existem sete volumes publicados com os diários de pesquisa de Faraday (MARTIN, 1932-36), e cinco com a correspondência que trocou com amigos e outros pesquisadores contemporâneos (JAMES, 1991-2008), além de outros originais fragmentados nas obras de diversos biógrafos (BENCE-JONES, 2008; THOMPSON, 2005) e nos acervos de instituições inglesas com as quais Faraday manteve vínculo de pesquisa.

[7] Como apresentaremos ao longo deste trabalho, existem vários estudos sobre as obras citadas de Marcet e Watts, e é interessante notar como as duas ainda recebem republicações nos dias de hoje. *Conversations on Chemistry* teve dezesseis edições revisadas pela própria autora entre 1805 e 1856, e recebeu recentemente uma inusitada adaptação para a sala de aula (ROSSOTTI, 2006). Já *The Improvement of the Mind* foi reeditado por mais de trinta vezes desde a sua edição original de 1741. A última reimpressão que encontramos data de 2007, e se constitui em versão fac-similar da edição de 1837.

(WILLIAMS, 1960; JENKINS, 2008). Traços dessas influências são percebidos em vários aspectos de sua atuação como homem da ciência, do valor que atribuía à precisão e à eficiência no trabalho de pesquisa até seu interesse pela divulgação – características centrais dos trabalhos de Watts e Marcet, respectivamente.

Como Bence-Jones destacou ao tratar das primeiras etapas da formação de Faraday,

> *The improvement of the mind* o ensinou a pensar, e *Conversations on Chemistry* e os verbetes da *Enciclopédia Britânica* direcionaram sua atenção para a ciência.
>
> (*apud* WILLIAMS, 1960, p. 515)

Faraday, suas fontes, e a divulgação da ciência

Além de ampliar o conhecimento histórico de um caso que remonta a uma sociedade específica, estudar as preocupações e o estilo de célebres divulgadores da ciência pode suscitar reflexões valiosas para iniciativas de divulgação em qualquer tempo.

Mesmo uma leitura superficial das palestras de Faraday é capaz de revelar uma preocupação muito particular do autor: a de que seus ouvintes tivessem contato com a ciência pelas suas vias práticas, tendo por certa a necessidade de realizar bons experimentos para que pudessem vislumbrar as verdades reveladas pela Natureza. Tal preocupação pode ser reconhecida como uma característica que sempre pautou o modo de trabalho de Faraday, sendo particularmente marcante na forma de suas principais contribuições à ciência: com forte valorização da parte experimental das pesquisas. Assim, o presente trabalho se coloca como um estudo de caso em história da ciência, com o propósito de identificar e analisar algumas das estratégias utilizadas por Michael Faraday para tornar efetiva a divulgação do que julgava ser útil ao público, em termos da ciência de sua época.

Nosso foco recairá sobre a transcrição do curso intitulado *A história química de uma vela*, composto por seis palestras ministradas por Faraday durante a celebração dos feriados natalinos de 1860, na *Royal Institution*. Dada a extensão das contribuições de Faraday à ciência, optamos por enfatizar seu trabalho ligado à

química,[8] lembrando que embora seu nome seja mais conhecido pelos estudos no campo do eletromagnetismo, sua formação em ciências foi essencialmente a de um químico, e nesta área da ciência, Michael Faraday realizou notável trabalho tanto na pesquisa[9] quanto na divulgação.

Considerando o contexto da divulgação científica no século XIX, uma das hipóteses a orientar este trabalho é de que Faraday foi capaz de identificar conceitos e organizá-los em torno de um tema central de estudo, além de se utilizar de técnicas para chamar a atenção da audiência.

A popularidade alcançada por suas palestras constitui um forte indício de pesquisa, e os recentes estudos dedicados à divulgação científica em diferentes momentos históricos (LEWENSTEIN, 1994; MASSARANI, 1998; MENDES, 2006), ao período áureo de popularidade da química no início do século XIX (KNIGHT, 2007), assim como às imagens associadas à química através dos tempos (SCHUMMER *et al*, 2007), deixam claro que ainda há muito para ser analisado no que tange a relação entre ciência e público ao longo da história.

Neste trabalho, propomos uma aproximação focada na contextualização do estudo de caso. Nossa análise da atuação de Faraday como divulgador da ciência se constrói a partir de critérios contemporâneos, incluindo o que se entendia por um bom palestrante e qual era a visão da química que se comunicava em discursos de divulgação do período. Um panorama dessas questões emerge do estudo das obras que, segundo o próprio Faraday, influenciaram sua formação inicial, direcionando seus interesses científicos e aperfeiçoando seus métodos de interação com o conhecimento (WILLIAMS, 1960): especificamente, nos referimos aos textos *Conversations on Chemistry*, de Jane Marcet, e *The improvement of the mind*, de

[8] Para um estudo das contribuições de Faraday no campo da física, com ênfase sobre o eletromagnetismo, vide Dias & Martins (2004).

[9] Apenas listando algumas das contribuições de Faraday para a química, podemos citar: o aprimoramento das lâmpadas de segurança para mineiros de Davy; o estudo e a preparação de ligas de aço; a determinação da pureza e da composição da pólvora, ferrugem, água, argila, cal virgem e outros compostos; a descoberta do benzeno, isobuteno, tetracloroeteno, hexaclorobenzeno, isômeros de alcenos e dos ácidos naftalenosulfônicos α e β, vulcanização da borracha etc.; o aperfeiçoamento de vidros para ótica; a liquefação de gases; o reconhecimento da existência de temperaturas críticas, relacionadas à possibilidade de liquefação por compressão; o estabelecimento das leis da eletrólise; a equivalência entre as eletricidades estática, voltaica e animal; a utilização eletrolítica de sais fundidos; a catálise heterogênea; a inibição de reações de superfície; os estudos sobre adsorção seletiva e propriedades hidrofílicas de sólidos; o estudo de descargas elétricas em gases ("plasma") e de propriedades magnéticas da matéria; o efeito Faraday (efeito magnético-óptico); os conceitos de diamagnetismo, paramagnetismo e anisotropia; o trabalho com metais coloidais, além do estudo de sóis, hidrogéis e do espalhamento da luz (THOMAS, 1991, p. 23).

Isaac Watts. Depois de apresentar os conteúdos destas duas obras, destacando seus papéis na formação inicial de Faraday, tomaremos o caso concreto de *A história química de uma vela* para verificar como algumas ideias centrais de Marcet e Watts foram incorporadas e transformadas na elaboração do ciclo de palestras.

Dessa forma, no primeiro capítulo desta dissertação apresentamos uma breve biografia de Faraday, com ênfase sobre alguns aspectos da sua formação e do seu posterior trabalho na *Royal Institution*, aproximando-o do contexto das palestras de divulgação de ciências. No segundo capítulo discutimos a questão do seu autodidatismo, apresentando um estudo das fontes que auxiliaram sua formação inicial. Chamamos a atenção para algumas análises disponíveis sobre os trabalhos de Jane Marcet e Isaac Watts, e detalhamos o conteúdo de suas obras, delineando alguns paralelos com a produção de Faraday. Por fim, no terceiro capítulo, apresentamos *A história química de uma vela* como exemplo da atuação de Faraday no papel de divulgador da ciência. As estratégias de comunicação utilizadas, e a visão da química que transparece no discurso de Faraday, serão consideradas a partir dos critérios levantados no segundo capítulo, com as observações de Watts, Marcet e do próprio Faraday, sobre como interagir com o conhecimento e entender a relação entre os estudos químicos e a Natureza.

Capítulo I
Da livraria do Sr. Riebau à *Royal Institution*

A formação de Michael Faraday

No início do ano de 1791, em meio aos desdobramentos da Revolução Francesa e com a crise do comércio agravando a situação econômica na Inglaterra, James Faraday viu-se obrigado a deixar a vila de Outhgill, na região noroeste da Grã-Bretanha, e seguiu com sua família para Londres. À época, James Faraday tinha já dois filhos, Elisabeth e Robert, e trazia sua esposa, Margaret Hastwell, grávida de poucos meses.[10]

Antes de emigrar, James Faraday já praticava sua fé cristã como membro da seita dos sandemanianos. Tão logo chegou a Londres ele se juntou à igreja local, e foi com a ajuda dessa comunidade religiosa que conseguiu se estabelecer na capital, ocupando-se do ofício de ferreiro. Aos 22 de setembro daquele mesmo ano, nascia seu terceiro filho, Michael Faraday.

Michael nasceu enquanto sua família morava na *Newington Butts*, em *Southwark*, margem sul do Tâmisa, mas logo mudaria com seus pais e irmãos para a *Gilbert Street*, em *Westminster*, na outra margem do rio. A Figura 1 mostra o registro mais antigo relacionado a Michael Faraday: trata-se de uma bíblia da família, na qual foram registradas as datas de nascimento de todos os seus membros.

Muito pouco é conhecido sobre a infância de Michael. Sabe-se que em 1796, aos cinco anos, ele se mudou com a família para a viela *Jacob's Well Mews*, dentro da mesma vizinhança em *Westminster*, e lá nasceu sua irmã mais nova, Margaret, em 1802. Conta-se que numa ocasião, na escola, Michael estava prestes a ser castigado pela professora por errar a pronúncia do nome de seu irmão mais velho, Robert – Michael chamava o irmão de "Wobert", ou algo assim. A professora teria incumbido o próprio Robert Faraday de conseguir uma vareta, com a qual Michael seria castigado. Mas, em vez de atender à solicitação da professora, Robert correu até a casa da família, retornando com sua mãe, que prontamente reagiu a tal método educativo, tirando os dois filhos da escola (THOMPSON, 2005, p. 2-3).

[10] Os dados biográficos compilados nesta seção são baseados em Williams (1960), James (1991) e Thompson (2005).

Em nota autobiográfica posterior, Michael Faraday descreveria sua educação inicial em poucas palavras:

> ...minha educação foi do tipo mais comum, consistindo de pouco mais que os rudimentos da leitura, escrita e aritmética em uma escola diurna comum. Minhas horas fora da escola eram passadas em casa e nas ruas.
>
> (BENCE-JONES *apud* JAMES, 1991, p. xxvii)

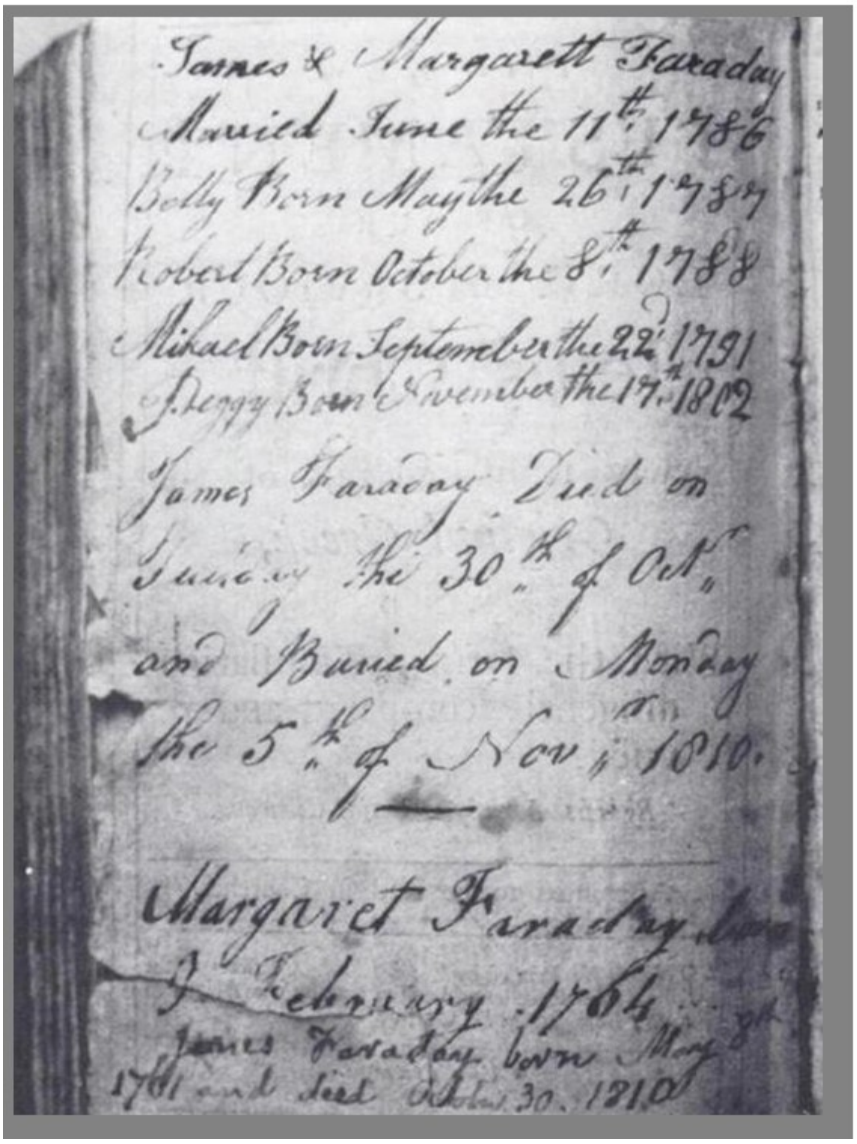


Figura 1 – Registro da data de nascimento dos membros da família Faraday. No topo da página, o registro do casamento dos pais de Michael e, ao centro, as datas de morte e sepultamento de seu pai.
(apud JAMES, 1991, p. xxviii)

Michael começou a trabalhar ainda durante a infância. Aos quatorze anos ele foi admitido como aprendiz de encadernador, depois de um período prestando pequenos serviços de entregas e recados para a livraria do Sr. George Riebau. Na época era comum que os aprendizes morassem com seus mestres. Assim, o jovem

Michael Faraday passou a viver no número 2 da *Blandford Street*, endereço da livraria, onde permaneceu por sete anos.

Antes de se tornar aprendiz, enquanto apenas entregava e recolhia jornais pelas ruas, Michael tinha o compromisso de manter-se atento aos seus horários, especialmente aos domingos, quando precisava terminar o serviço a tempo de ir com os pais à igreja prestar seus cultos. Da mesma forma que seus pais e avós, Michael Faraday assumiu os valores da doutrina sandemaniana, e manteve-se ligado à sua fé durante toda a vida.

A seita sandemaniana teve sua origem numa corrente protestante, que rompeu com a igreja presbiteriana da Escócia em meados do século XVIII. Inicialmente liderados por John Glas e seu genro, Robert Sandeman, os membros da seita se distinguiam por seu afastamento de qualquer outro grupo religioso, e também por sustentarem suas crenças e práticas sobre interpretações literais da Bíblia (CANTOR, 1989, p. 433). Os dogmas da doutrina sandemaniana foram mantidos por seus seguidores com notável seriedade e honestidade de causa. Acreditando que o cristianismo jamais poderia ser estabelecido como a religião de uma nação sem ter seus princípios subvertidos, os sandemanianos mantiveram-se em grupos pequenos, porém fiéis e extremamente devotados à sua fé. Seus cultos eram simples e a religião era entendida como uma questão do indivíduo para com sua alma, sendo a Bíblia o único e exclusivo guia para as almas. Os sandemanianos desprezavam todos os padres e ministros que recebessem qualquer pagamento para exercerem tal função, mas admitiam uma instituição de anciões não remunerados, da qual Michael Faraday faria parte anos mais tarde. Não há dúvidas de que a crença religiosa de Faraday tenha influenciado suas atividades, tanto como homem da ciência quanto como cidadão comum.[11]

Voltando ao trabalho de Michael como aprendiz de encadernador, em meio às prateleiras que organizava e livros que tinha para encadernar, o jovem Faraday tinha sua curiosidade instigada por todo tipo de informação. Inicialmente perdido entre tantos assuntos que lhe chamavam a atenção, aos poucos aprenderia a selecionar alguns tópicos nos quais se aprofundaria, formando opiniões e inclusive deixando registros delas, como discutiremos nos próximos capítulos deste trabalho.

---

[11] A religiosidade de Faraday e as relações entre suas crenças e práticas são analisadas por Cantor em vários trabalhos (1989, 1991b, 1992).

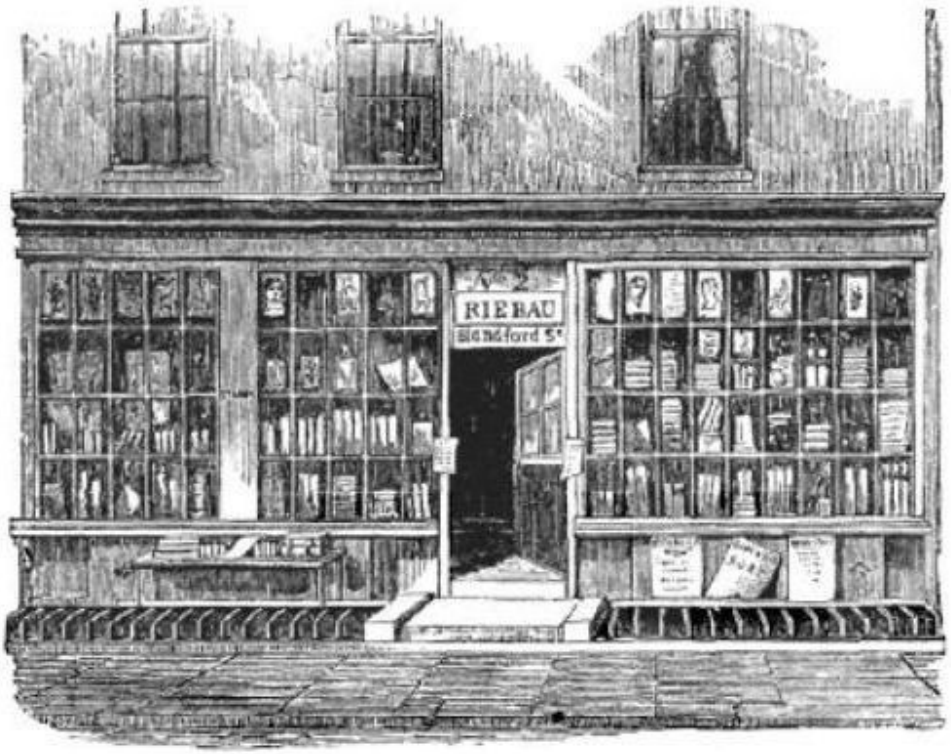


Figura 2 – Livraria do Sr. Riebau, na qual Faraday trabalhou como aprendiz de encadernador. (THOMPSON, 2005, p. 3)

Existem vários indícios de que o avanço nos hábitos de leitura de Michael não foi fruto do acaso. Algumas leituras em particular lhe teriam servido de guia, orientando-o para a melhora do seu modo de interagir com o conhecimento (WILLIAMS, 1960).

Um dos textos mais lidos e conhecidos no período era *The improvement of the mind*, escrito pelo clérigo Isaac Watts e publicado pela primeira vez em 1741. A obra foi inicialmente lançada como suplemento para um tratado anterior do autor, sobre a lógica, também muito lido ao longo do século XVIII.

The improvement of the mind pode ser entendido como um guia de estudos, ou mais precisamente, um manual que instrumentaliza o autoaprendizado. Várias cópias desse manual passaram pelas mãos de Michael para serem encadernadas e, aparentemente, os interesses do jovem aprendiz vinham ao encontro dos ensinamentos do livro, ligados ao aperfeiçoamento da percepção mental, por meio de exercícios ordenados e da prática sistemática da observação. Mais que isso, o livro propunha planos de estudos e orientava o leitor quanto aos processos desejáveis ao aprendizado autodidata (DOS REIS, 2006). Como detalharemos no próximo capítulo, Watts teria suprido um aspecto importante da formação inicial de

Michael: o de ensiná-lo a focar seus interesses sobre alguns temas, treinando e organizando seu raciocínio de modo a alcançar o entendimento (WILLIAMS, 1960).

Outros textos também teriam exercido forte influência sobre o direcionamento dos interesses de Michael, destacando-se as entradas de ciência da *Enciclopédia Britânica* (com particular ênfase para o artigo de James Tytler sobre eletricidade) e o livro *Conversations on Chemistry*, de Jane Marcet. Esse último constituía-se numa introdução à ciência química, editada sob a forma de diálogos entre uma professora e suas duas alunas, que diretamente representam o público alvo da obra. Michael teria encadernado várias cópias dessas obras entre 1809 e 1812, período no qual é mais sensível sua aproximação às ciências. É curioso notar como esses dois temas, a eletricidade e a química, constituiriam focos de sua posterior atuação como pesquisador. Faraday contribuiria para a sobreposição dessas áreas da ciência, com os estudos eletroquímicos.

Ainda na livraria do Sr. Riebau, Michael realizava alguns experimentos químicos simples e também improvisava aparelhos elétricos, tendo construído uma máquina de testes de eletricidade estática. Conta-se que ele teria "namorado" duas garrafas num armazém da pequena *Chesterfield Street* por dias, até que conseguiu juntar seis *pence* para comprar uma delas, e um *penny* para a outra.[12] A primeira foi transformada por ele num cilindro elétrico, e a segunda numa garrafa de Leyden. Uma bala de revólver e um pedaço de arame teriam servido como condutores.[13]

A partir de 1810, o Sr. Riebau consentiu que Michael se ausentasse em alguns momentos do trabalho para frequentar palestras sobre ciência. À época, Michael havia lido um panfleto que anunciava palestras sobre filosofia natural, proferidas por John Tatum em sua casa, no número 53 da *Dorset Street*, a algumas quadras da livraria. Nas tardes de segunda-feira, Michael carregava seu caderno de anotações, encadernado por ele próprio, e assistia às suas primeiras palestras sobre ciência.[14]

---

[12] Atualmente, um *penny* é o menor valor monetário utilizado na Inglaterra e em vários outros países de língua inglesa. Equivale a um centésimo de libra esterlina (ou de dólar, nos EUA e Canadá). *Pence* é o plural de *penny*. Na época de Faraday, antes da decimalização do sistema monetário inglês, uma libra era dividida em vinte *shillings*, e cada *shilling* em doze *pence*, totalizando duzentos e quarenta *pence* por libra. Desde a decimalização, ocorrida em 1971, os *shillings* não são mais utilizados.

[13] Baseado no texto *"Faraday, Memoir of his Life"* (*apud* WILLIAMS, 1960, p. 518).

[14] Faraday também frequentou palestras sobre eletricidade, proferidas por George John Singer, na *Prince's Street*, algumas quadras a leste, seguindo pela *Oxford Street*. No presente trabalho, damos certa ênfase aos endereços frequentados por Michael Faraday para ressaltar a proximidade entre eles. Consideramos interessante notar que as etapas iniciais da sua formação se restringiam fisicamente a um pequeno número

Esses ciclos de palestras eram abertos ao público mediante pagamento de pequenas taxas – um *shilling*, no caso das palestras do Sr. Tatum. Robert, o irmão mais velho de Michael, conseguia o dinheiro para custeá-las.

Dois anos antes, em 1808, o artesão de prata John Tatum havia inaugurado em sua casa a *City Philosophical Society*, uma espécie de grupo de estudos e discussões dedicado ao "autoaprimoramento".[15] O local também fora pensado como um facilitador para que outros artesãos e aprendizes, como o jovem Faraday, tivessem acesso ao conhecimento científico. Lá, Michael conheceu outros jovens com interesses semelhantes aos seus, e pôde trabalhar novos métodos de aprendizagem, estabelecendo fortes amizades com Benjamin Abbott, T. Huxtable, Edward Magrath e Richard Phillips, entre outros com os quais manteria correspondência por muitos anos.

Com a ajuda de Benjamin Abbott e John Tatum, Faraday seguia alguns dos ensinamentos de Watts quanto à organização de dados e informações, estudando artigos e arquivando resenhas junto de recortes, que colecionava em portfólios sobre os assuntos de seu interesse. Os três organizaram um plano conjunto para o aprimoramento mental, que foi redigido e apresentado sob a forma de discurso.

Além das palestras que eram abertas ao público, a *City Philosophical Society* também mantinha reuniões semanais de debate, alternando os encontros entre uma palestra proferida por algum membro do grupo numa semana, e a discussão do tema apresentado na semana seguinte, nas chamadas *private evenings*. As primeiras palestras de Michael Faraday seriam proferidas neste grupo, anos mais tarde, depois de já ter iniciado o trabalho com Humphry Davy e Thomas Brande na *Royal Institution*.

Sociedades dessa natureza eram comuns, tanto em Londres como em outras cidades britânicas, e o interesse em divulgar a ciência por meio de palestras se justificava por questões materiais e morais do período. Os ganhos materiais viriam da contribuição dada por essas sociedades à disseminação de avanços ligados à crescente industrialização inglesa, enquanto os benefícios morais decorreriam de um

---

de quarteirões, na margem norte do rio Tâmisa, em Londres. O Anexo A deste trabalho traz um mapa da região datado do início do século XIX, destacando os endereços frequentados por Faraday.

[15] "*Self-improvement*", ou "autoaprimoramento", em tradução nossa, é um termo muito utilizado por Isaac Watts (1801) quando se refere aos objetivos do aprendizado autodidata.

ideário comum da época: de que homens iniciados em assuntos da filosofia teriam entendimentos morais aprimorados (JAMES, 1991).

De certo modo, assim como Williams (1960) observa com relação às obras de Watts, Tytler e Marcet, também poderíamos atribuir à *City Philosophical Society* o preenchimento de uma lacuna na formação inicial de Faraday, que seria a possibilidade de partilhar seus conhecimentos e de aprender em grupo, mediante contato direto com um professor – representado por John Tatum – e com outros alunos, como foram seus colegas na sociedade.

Em 1811 Faraday completava vinte anos, e tanto seu tempo como sua atenção eram muito mais exigidos pelas atividades de aprendiz na loja do Sr. Riebau. Assim, sua frequência na *City Philosophical Society* diminuiria bastante. É através das cartas que trocou com Benjamin Abbott e T. Huxtable que conseguimos montar uma imagem mais fiel do que se passava com o jovem Faraday no período.

Faraday e Abbott diferiam em idade e formação (Abbott era alguns anos mais novo e, diferente do amigo, teve acesso a boa educação), mas a amizade entre os dois era algo valioso. Ambos partilhavam de um interesse vívido pela química, e foi acerca desse tema que trocaram vasta correspondência, levantando questões e comentando as ideias um do outro.

Em sua primeira carta para Abbott, Faraday descreve a construção de uma pilha voltaica e relata sua surpresa ao perceber a capacidade daquele aparelho para decompor o sulfato de magnésio. Sua curiosidade fora despertada ao observar que alguns dos discos de zinco haviam sido revestidos por cobre metálico, enquanto os discos de cobre apresentavam uma capa de óxido de zinco. Faraday observa que os metais “devem ter passado um pelo outro” e que “as circunstâncias merecem ser notadas”. Em carta imediatamente posterior, Faraday lamenta não poder continuar a investigação por falta de tempo, e então relata o efeito observado ao amigo, solicitando comentários (WILLIAMS, 1960, p. 526).

O evento que mudaria o curso da vida de Faraday viria, segundo vários biógrafos, no início de 1812, alguns meses antes do término de seu período como aprendiz de encadernador. O Sr. Willian Dance, cliente da loja, membro da *Royal Institution of Great Britain* e também um dos fundadores da *Royal Philarmonic Society*, seria informado das inclinações de Faraday para os assuntos da ciência, e o convidaria para acompanhá-lo a quatro das últimas palestras proferidas por *Sir* Humphry Davy na *Royal Institution*. O Sr. Dance teria tomado conhecimento dos

interesses de Faraday através de uma encadernação, enviada pelo Sr. Riebau, contendo anotações tomadas pelo seu aprendiz sobre os temas abordados por John Tatum na *City Philosophical Society*.

Nas palestras, Davy defendia sua visão sobre a composição do ácido muriático. A grande novidade trazida por sua teoria era admitir a ausência de oxigênio na fórmula do ácido,[16] que se formaria experimentalmente por meio da combinação do gás hidrogênio com outra substância de caráter elementar, o gás cloro. A empolgação de Faraday com a discussão introduzida nas palestras ficaria registrada em cartas enviadas a Benjamin Abbott.

> Não se surpreenda, meu caro Abbott, pelo entusiasmo com o qual acolhi esta nova teoria – Eu vi o próprio Davy a defendendo$_{[.]}$ Eu o vi apresentar experimentos conclusivos quanto a isto e o ouvi acomodar aqueles experimentos à teoria$_{[,]}$ os explicando e impondo de modo incontestável$_{[.]}$ Convicção, senhor, me chocou e fui compelido a confiar nele$_{[,]}$ e com tal confiança veio admiração.
>
> (Michael Faraday, em carta para Benjamin Abbott datada de agosto de 1812. JAMES, 1991, *letter 8*, p. 19)

Essa questão particular da química tornou-se um assunto de grande interesse para Faraday, e a aparente rejeição de seu amigo Abbott quanto à nova teoria de Davy só o impulsionou a se empenhar cada vem mais em sua defesa. Assim, várias cartas foram trocadas entre os amigos, cada um apresentando seus argumentos, dúvidas e objeções. Revisando anotações dos experimentos de Humphry Davy, Faraday chegou a questionar a autoridade de grandes filósofos naturais, como Lavoisier e Nicholson.

> Verifique o artigo sobre o Ácido Oxi-Muriático em seu Lavoisier, em seu Nicholson, Fourcroy ou em qualquer outro de seus livros de Química$_{[.]}$ Eles dirão que o Oxigênio [no Ácido Oxi-Muriático] é mantido por uma afinidade tão fraca que os combustíveis queimam muito facilmente em contato com a substância$_{[,]}$ obtendo-se compostos do Oxigênio com os inflamáveis, além do Ácido Muriático – Você considerará atrevimento meu, caro A[bbott], se eu negar todas essas autoridades, mas Davy o fez e eu o farei também, sob a força de seus argumentos$_{[.]}$ Um copiou os erros dos outros e todos estão errados.
>
> (Michael Faraday, em carta para Benjamin Abbott datada de setembro de 1812. JAMES, 1991, *letter 9*, p. 23)

Mas, mesmo com a euforia trazida pelo contato com o desenvolvimento vivo da química, presenciado através das palestras de Davy, para Faraday as coisas não

[16] Etimologicamente, a palavra oxigênio quer dizer "gerador de ácidos". Lavoisier acreditava que todos os ácidos apresentavam o elemento oxigênio em sua composição.

mudariam da noite para o dia. O aprendiz de encadernador teria ainda longos meses de angústia por não poder se dedicar integralmente a seus interesses científicos. No final do ano de 1812 as obrigações de Faraday deixariam sua vida ainda mais conturbada. Aos vinte e um anos, e prestes a terminar seu período de aprendizado na livraria, Faraday queria se ocupar de qualquer atividade relacionada à ciência, mas não vislumbrava tal possibilidade. Numa tentativa, escreveu uma carta a Joseph Banks, presidente da *Royal Society* à época. Abaixo, Faraday comenta a referida carta em nota autobiográfica posterior:

> Durante meu aprendizado, tive a imensa fortuna, através da bondade do Sr. Dance, que era um cliente da loja de meu mestre e também membro da *Royal Institution*, de assistir a quatro das últimas conferências de *Sir* Humphry Davy naquele local. As datas dessas conferências foram 29 de fevereiro, 14 de março, 8 e 10 de abril de 1812. Eu tomei notas nas conferências e então reescrevi as palestras de um modo mais completo, intercalando-as com desenhos que pude fazer. O desejo de estar envolvido com alguma ocupação científica, mesmo que do mais simples tipo, me persuadiu, enquanto ainda era um aprendiz, a escrever, em toda a minha ignorância do mundo e simplicidade de minha mente, a *Sir* Joseph Banks, então Presidente da *Royal Society*. Naturalmente, "Sem resposta" foi a mensagem deixada com o porteiro.
>
> (Michael Faraday, em nota autobiográfica.
> THOMPSON, 2005, p. 8)

Com esse ânimo, Michael Faraday concluiu sua formação de ofício no final de 1812. Voltou a morar com a mãe, que agora vivia na *Weymouth Street*,[17] na mesma vizinhança, e passou a trabalhar como encadernador em turno completo, na loja de livros de Henri de la Roche.

Em carta ao amigo T. Huxtable, datada de outubro do mesmo ano, Faraday seria bastante claro quanto ao seu desânimo com a profissão e com a falta de tempo.

> Devo pedir seu perdão por tamanho atraso e mal saberia como explicá-lo satisfatoriamente. De fato, tenho agido de modo inadvertido nesse ponto, por entender que seria melhor postergar minha resposta até que meu tempo estivesse expirado, o fiz. O fato ocorreu no dia 7 de outubro, e desde então eu tenho tido muito menos tempo e liberdade que antes. Com relação a um determinado lugar, eu me desapontei, e agora trabalho em meu velho ofício, o qual gostaria de deixar na primeira oportunidade conveniente. Espero (embora tema não ser possível) que você se satisfaça com essa causa para o meu silêncio; e caso pareça insuficiente para você, devo contar com a sua bondade. Com relação ao progresso das ciências sei de muito pouco, e agora estou propenso a

[17] Em 1809, quando Michael tinha dezoito anos e vivia com o Sr. Riebau na *Blandford Street*, sua família mudou-se para uma rua próxima, a *Weymouth Street*, onde um ano mais tarde, em outubro de 1810, morreu James Faraday, pai de Michael. Desde então, sua mãe, Margaret, passou a receber inquilinos em casa até que os filhos pudessem garantir o próprio sustento. Margaret Hastwell nasceu em 1764 e viveu até os 74 anos. Em sua velhice, foi mantida integralmente por seu filho, Michael Faraday.

> saber ainda menos; realmente, enquanto permanecer parado em minha situação presente (e ainda não vejo chances de sair dela), devo resignar a filosofia inteiramente para aqueles mais afortunados pela posse de tempo e de meios... Atualmente estou bastante desanimado e mal sei como continuar num esforço que lhe seja de alguma maneira aprazível...
>
> (Michael Faraday, em carta para T. Huxtable datada de outubro de 1812. WILLIAMS, 1960, p. 528)

Como expressou em suas notas autobiográficas, antes de encerrar seu aprendizado na loja da *Blandford Street*, Faraday pôde contar com o apoio do Sr. Riebau para gastar um pouco do seu tempo organizando as anotações que fez nas palestras de Humphry Davy. Influenciado pelo Sr. Dance, Faraday anexou a encadernação que fez a uma outra carta, que endereçou ao próprio *Sir* Humphry Davy, isso quando já trabalhava na nova loja. Tal carta nunca foi publicada, mas presume-se que ele pedia a Davy um cargo ligado à ciência, nos mesmos termos da carta anterior, destinada a Joseph Banks (THOMPSON, 2005).

Dessa vez, porém, houve resposta. Davy convidou Faraday para uma entrevista na qual explicou que, naquele momento, não via meios de contratá-lo, mas que pensaria nele caso surgisse uma oportunidade. Faraday foi ainda aconselhado a continuar se dedicando ao trabalho de encadernação, pois o próprio Davy lhe mandaria algum material da *Royal Institution* para encadernar.[18]

Os primeiros serviços que Faraday prestou para Davy foram motivados por um acidente. No final de outubro de 1812, Davy feriu gravemente os olhos ao manipular uma mistura de cloro e azoto[19] que explodiu em seu rosto e, para poder seguir com suas atividades, contratou o jovem Faraday por alguns dias, para auxiliá-lo como amanuense, copiando e escrevendo textos ditados, além de servir como secretário. Nessa ocasião, já ficava claro que Davy não ignorava a existência de Faraday.

No início de 1813, possivelmente no final do mês de fevereiro, Faraday foi surpreendido em casa por um mensageiro, enviado por *Sir* Humphry Davy. Por meio da mensagem, Davy pedia para falar com Faraday na manhã seguinte. Faraday foi questionado se ainda desejava mudar de profissão, e Davy lhe ofereceu o cargo de

---

[18] Quanto a esse detalhe, cabe notar que o conselho dado por Davy ao jovem Faraday, de que continuasse se dedicando ao trabalho de encadernação, acabaria por se tornar um mau conselho. Devido à revolução da imprensa ocorrida na década de 1820, com a entrada de novas tecnologias de impressão em escala e a perda do requinte associado aos livros encadernados manualmente, a arte do livreiro minguava (KNIGHT, 2000, p. 196).

[19] "Azoto" quer dizer "contrário à vida", e foi o nome dado por Lavoisier ao nitrogênio. Sobre os nomes dos elementos químicos em português, vide Rocha-Filho & Chagas (1999).

assistente de laboratório na *Royal Institution*. [20] A ata que registra a contratação de Faraday data de 1º de março de 1813.

> *Sir* Humphry Davy tem a honra de informar aos administradores que encontrou uma pessoa desejosa de ocupar o cargo na Instituição ultimamente preenchido por William Payne. Seu nome é Michael Faraday. Jovem de vinte e dois anos de idade. Até onde *Sir* Humphry Davy tem podido observar ou averiguar, ele parece bem adequado para o cargo. Seus hábitos parecem bons, sua disposição ativa e agradável, e sua conduta inteligente. Ele está disposto a enquadrar-se nos mesmos termos que aqueles estabelecidos ao Sr. Payne na ocasião de sua saída da Instituição.
>
> Decidido – Que Michael Faraday seja contratado para preencher o cargo previamente ocupado pelo Sr. Payne, nos mesmos termos.
>
> (Royal Institution. Minuta de contratação de Faraday. THOMPSON, 2005, p. 12-13)

O trabalho na *Royal Institution*

Entre 1813 e 1815, Faraday viajou com H. Davy pela França, Itália e Suíça, conhecendo os pesquisadores e as linhas de atuação científica que definiam os problemas de estudo da época. De volta a Londres, sua principal atividade era a de auxiliar os palestrantes da *Royal Institution* em seus cursos (JAMES, 2002, p. 122). Como detalharemos no próximo capítulo, esse convívio profissional permitiu que Faraday formasse rígidas opiniões sobre os detalhes que contribuiriam à composição de uma boa palestra e de um bom palestrante (JAMES, 1991, *letters* 23-25, p. 55-63).

As palestras sobre ciências desempenharam um papel fundamental na consolidação das atividades da *Royal Institution*, e mantiveram-se por muito tempo na mais alta prioridade aos olhos dos administradores da instituição. Ao longo dos anos, vários formatos de palestras foram criados, incluindo: as *morning lectures*, majoritariamente proferidas por Thomas Brande para estudantes de medicina no laboratório; os *afternoon courses of lectures*; os *friday-evening discourses*; e as *Christmas series of juvenile lectures* (FORGAN, 1985, p. 55).

---

[20] Há várias versões para a história de como Davy teria chegado até Faraday para, enfim, contratá-lo. Alguns relatos são apresentados por Thompson (2005, p. 12–14). Sabe-se que Faraday assumiu o posto de William Payne, antigo assistente de laboratório de Davy, que teria se envolvido numa briga com o fabricante de instrumentos da *Royal Institution*, John Newman. O comitê de administradores da *Royal Institution* decidiu demitir Payne após Newman tê-lo acusado de agressão.

Entre suas demais atividades na instituição, Faraday acompanhava as pesquisas experimentais de Davy, atuando também como seu agente, ou representante, quando este se encontrava fora de Londres, e ainda auxiliava Thomas Brande na editoria do *Quarterly Journal of Science*, para o qual preparava coletâneas de sumários dos artigos publicados tanto na Grã-Bretanha quanto na Europa continental. Faraday já contribuía com a editoria do periódico por pouco mais de uma década quando, em 1830, ele foi oficializado como veículo de comunicação da *Royal Institution*, assumindo o título de *Journal of the Royal Institution*. Faraday permaneceu encarregado do novo periódico por pelo menos dois anos.[21]

Os primeiros trabalhos independentes de Faraday datam de 1821, quando seguia a empolgação científica da época, à qual Davy também aderiu, envolvendo as pesquisas sobre o eletromagnetismo proposto por Oersted em 1820. A produção de rotação contínua de ímãs e fios condutores uns em torno dos outros foi seu primeiro feito notável e, de acordo com os registros preservados de Faraday, sua dedicação às pesquisas em eletromagnetismo se deu de maneira intermitente ao longo dos anos, com períodos de intensa produção intercalados com anos de afastamento total das pesquisas na área, marcados pela ausência de referências ao tema em seus diários (DIAS, 2004, p. 38).

Faraday herdou e desenvolveu algumas das características de atuação de Humphry Davy. Entre elas, podemos destacar a habilidade experimental e a retórica. 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*. Em 1824, começou a acompanhar as *morning lectures* de Brande, e a isso se seguiram as nomeações para diretor de laboratório e membro oficial da *Royal Institution*, em 1825. No ano seguinte, Faraday seria dispensado de seu trabalho como assistente nas palestras sobre química, numa clara demonstração de reconhecimento por parte de Thomas Brande.

[21] Alguns detalhes do trabalho desenvolvido por Faraday como editor do *Quarterly Journal of Science* e do *Journal of the Royal Institution* são discutidos por James (2002). Conta-se que participar da edição de um periódico científico conferia a Faraday acesso privilegiado a algumas pesquisas e discussões correntes, além de ter facilitado suas próprias contribuições científicas (JAMES, 2002, p. 125-126; 141).

> Em decorrência da posição que o Sr. Faraday detém junto à Ciência, e de suas muitas e importantes ocupações, seria apropriado dispensá-lo de seus cuidados como assistente do Professor de Química em suas palestras.
>
> (Thomas Brande, em carta aos administradores da *Royal Institution*, *apud* JAMES, 2002, p. 131)

As responsabilidades de Faraday junto à instituição não paravam de crescer e, cada vez mais, ele ganhava notoriedade e reconhecimento, tanto dentro da *Royal Institution* quanto por parte de outras sociedades científicas europeias.

Entre suas primeiras iniciativas como diretor de laboratório, Faraday logrou enorme êxito político ao abrir as portas do laboratório de química para que lá fossem realizadas reuniões dos membros da instituição. Nesses encontros, inicialmente chamados de *Friday-evening meetings*, Faraday proferia palestras sobre química para um grupo de pessoas bastante interessadas no assunto, explicando que tipos de pesquisas eram desenvolvidas naquele ambiente e o que elas significavam. Tal atitude se mostrou enormemente apropriada, pois daquele público dependia o financiamento das pesquisas, e a transparência proposta por Faraday se contrapunha de modo muito positivo à obscuridade com que o assunto fora tratado pelos diretores de laboratório anteriores. Administradores que antes recebiam inexplicadas solicitações de verbas, agora tinham plena ciência dos avanços científicos aos quais se vinculavam, e se interessavam por eles (HAMILTON, 2002, p.194).

Assim, as inicialmente esporádicas *Friday-evening meetings* revelaram o que havia de "secreto" no laboratório, e logo evoluíram, sob os cuidados de Faraday, até se tornarem os semanais *Friday-evening Discourses*, existentes até os nossos dias, de abrangência e reconhecimento muito maior, e que contribuíram em muito para a elevação do *status* de Faraday junto à instituição. Anos mais tarde, o reconhecimento por iniciativas como esta, ampliado por resultados de pesquisas e por toda a participação de Faraday nas atividades da *Royal Institution*, culminou com a criação da Cátedra Fullerton de Professor de Química, conferida a ele em 1833, em caráter vitalício (JAMES, 2002, p. 130-133).

Além dos seus resultados de pesquisas (THOMAS, 1991) e da sua forma particular de considerar o papel dos experimentos dentro do trabalho científico (CANTOR, 1985), parte da ascensão do status de Faraday, como pesquisador e divulgador da ciência, também se deve à sua capacidade de se comunicar com diferentes tipos de público de modo apropriado. Fisher (1992) o classifica como um

mestre da arte da prosa, e aponta como Faraday aprendeu a transitar entre dois padrões distintos de linguagem: o "dialético", mais livre e imaginativo, vinculado aos relatos de suas pesquisas experimentais; e o "pedagógico", mais organizado, embora também rico em analogias, normalmente destinado às palestras e comunicações mais gerais.

Praticamente toda a carreira de Faraday ficou registrada por cartas, além de séries de artigos e comunicações científicas. Mas, apesar do hábito de manter registros escritos de suas atividades, Faraday escreveu um único livro propriamente dito: *Chemical Manipulation*, de 1827, que trata dos métodos de trabalho da química como um objeto de estudo em si. Escrito como um manual para iniciantes nas práticas de laboratório químico, o livro de Faraday aborda os modos mais apropriados para a execução de análises e operações da química, sempre com vistas nos ideais de segurança e precisão de cada processo.

A Figura 3 mostra o detalhe de uma aquarela pintada por Harriet Moore, em 1852, e nos dá uma ideia do ambiente e dos materiais descritos por Faraday em seu manual de laboratório. À direita do cenário, vê-se um arco na parede que conectava o laboratório de química a um auditório menor da *Royal Institution*. Existem versões de que *Chemical Manipulation* seria motivado por alguns ciclos de palestras ministradas por Faraday neste laboratório, em cursos introdutórios à química e às práticas de laboratório, conduzidos em companhia de Thomas Brande. Mas também há quem defenda que *Chemical Manipulation* fora escrito apenas como parte das obrigações ligadas ao cargo ocupado por Faraday junto à *Royal Institution* – em concordância com os objetivos educacionais que motivaram a fundação da instituição em 1799 (JENSEN, 1991, p.66).

Em carta datada de 1826, Faraday revela certo enfado a seu amigo Edward Magrath quanto à escritura do livro:

> Escrevo continuamente e sigo muito bem, mas esta será uma tarefa muito mais trabalhosa do que eu esperava. Canso-me de escrever dia após dia, mas tenho me atido a isso muito bem até aqui.
>
> (Michael Faraday *apud* JENSEN, 1991, p. 67)

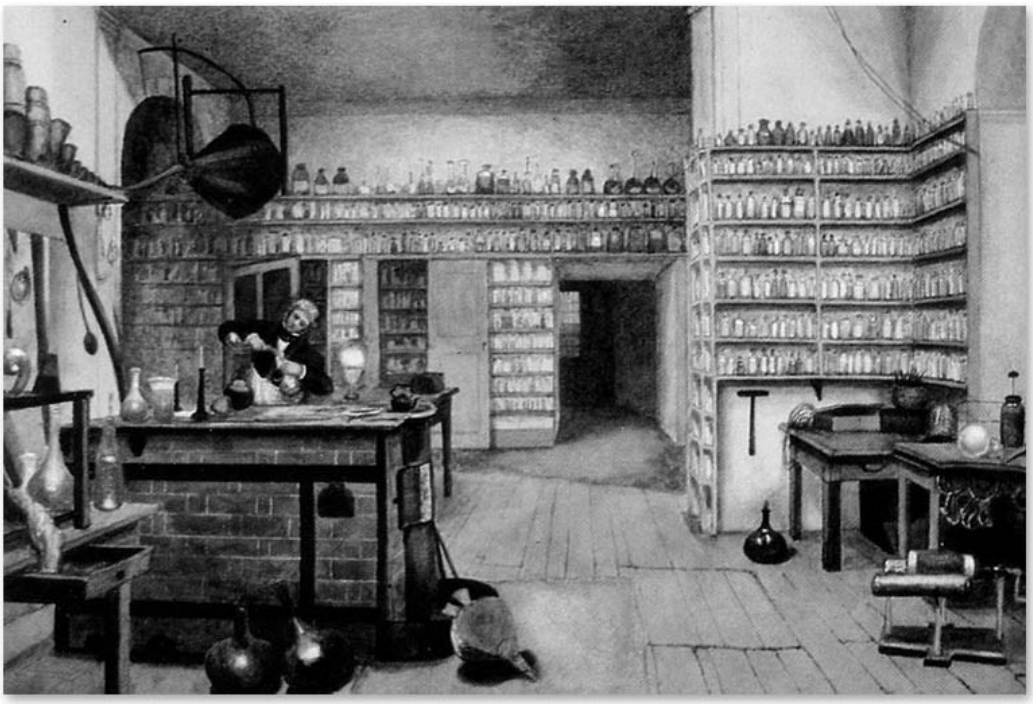


Figura 3 - Faraday trabalhando no laboratório de química da *Royal Institution*. Detalhe da aquarela pintada por Harriet Moore, em 1852.

(JAMES, 1991, p. 356.)

Apesar de toda a ênfase atribuída ao seu trabalho como experimentalista, aparentemente, o próprio Faraday tomava os experimentos mais como um meio que como um fim ligado ao conhecimento da Natureza. Assim, o mesmo desconforto que alguns biógrafos observam quanto à escritura de seu manual de laboratório,[22]

[22] Como mencionamos na página anterior, há uma controvérsia quanto ao interesse pessoal de Faraday pela elaboração de *Chemical Manipulation*. Enquanto o Prof. Ernst Cohen (1925, p. 1015) vê paixão em cada página escrita por Faraday em seu manual, Sydney Ross (1991) relata o desânimo com que Faraday tratava do livro, e descreve a encadernação feita pelo autor para sua própria edição inicial do texto, com várias folhas em branco intercaladas às impressas. Essas folhas adicionais serviriam ao autor para anotações e futuras inclusões nas edições posteriores, mas tais páginas permaneceram em branco, em sua enorme maioria. Uma interpretação alinhada com esse segundo ponto de vista é proposta por Brooke (2000, p. 11), destacando que pouco pode ser inferido de parágrafos que permanecem sem alterações em edições sequenciais de livros texto, dado que isso pode ser devido à preguiça do autor, mais do que à inércia da ciência (Faraday nem sequer escreveu o prefácio para a terceira edição: copiou o da segunda, acrescentando apenas que permanecia válido!). Apesar desses aspectos de desagrado do próprio autor quanto à elaboração e à atratividade de sua obra, sabe-se que *Chemical Manipulation* foi bem aceito numa Europa que, em grande parte, ainda não contava com cursos de química, e cuja formação dos interessados por essa ciência ainda dependia de iniciativas autodidatas, como fora a do próprio Faraday. Nesse contexto, o detalhado manual de laboratório foi rapidamente traduzido para o francês (ainda em 1827, dividido em dois volumes) e para o alemão (em 1828). A segunda edição, lançada em 1830, também gerou uma versão americana, de 1831. O texto se concentra na descrição, clara e detalhada, de como proceder com as operações de laboratório, sem se aprofundar nas teorias da ciência. Com ênfase no bom uso do tempo e também dos materiais disponíveis no laboratório de química, Faraday transmite sua experiência e destreza, adquiridas pela prática e pelo exercício.

também se verifica em relação às palestras nas quais Faraday tinha que restringir seu discurso às práticas de laboratório:

> As oito palestras sobre operações de laboratório na *Royal Institution*, abril de 1828, não me agradaram. Não parece existir a oportunidade de chamar a atenção do público por uma clara, consistente e conexa sequência de raciocínio que ocorre quando um princípio ou uma aplicação particular são efetuados. Eu não penso que operações de laboratório possam ser tomadas como úteis ou populares em conferências.
>
> (Michael Faraday *apud* THOMPSON, 2005, p. 233)

Para Faraday, os experimentos se prestariam a outros objetivos no contexto da divulgação de ciência. Segundo ele, o conhecimento comunicado nas palestras encontra suas vias de entrada para a mente do público através de seus olhos e ouvidos, e é desnecessário frisar como são desproporcionais as capacidades sensoriais desses órgãos para transportar ideias novas até a mente. Faraday ressalta que os olhos estariam aptos a receber informações com clareza e facilidade tais, que as ideias assim obtidas se fixariam à memória com firmeza muito maior do que os ouvidos poderiam proporcionar. Assim, os experimentos e todo o aparato envolvido nas palestras seriam importantes para ganhar os olhos do público, fixando sua atenção e auxiliando a aquisição de conhecimentos (JAMES, 1991, *letter* 24, p. 58).

As primeiras palestras de Faraday na *Royal Institution* datam de 1824, justamente quando ele começou a acompanhar Brande nos cursos de química para estudantes de medicina. Antes disso, Faraday tomou aulas de oratória com o Sr. B. H. Smart, e sempre contou com amigos como E. Magrath para que assistissem suas apresentações com o único intuito de apontar falhas em sua conduta. Consta que tais apontamentos eram recebidos por Faraday com sincera gratidão, e lhe serviam de guia para que as mesmas falhas não voltassem a ocorrer. Entre as notas e lembretes registrados por Faraday como auto-orientações, constavam imperativos como “Nunca repetir uma frase”, “Nunca retomar um trecho para corrigi-lo”, ou “Quando lhe fugir uma palavra, nunca dizer ‘eh-eh-eh’, mas parar e esperar por ela. A palavra logo virá, os maus hábitos serão evitados e a fluência logo será alcançada” (BENCE-JONES, 2008, p. 446). Faraday também contava com seu assistente, o Sr. Anderson, para lhe mostrar algumas placas indicativas, que ajudavam na condução das palestras. Ao longo das palestras, uma placa que permanecia à vista de Faraday em caráter quase que permanente continha a palavra “*SLOW*” em destaque, para que Faraday se lembrasse de nunca acelerar

seu discurso. Outra placa, com a palavra "*TIME*", era posicionada pelo Sr. Anderson apenas para indicar ao palestrante que se aproximava a hora de encerrar sua fala (*Ibid*., p. 115).

Descontadas poucas exceções,[23] pode-se dizer que todas as palestras de Faraday foram proferidas nos auditórios da *Royal Institution* (FORGAN, 1985, p. 62), onde se recebia o público mais variado, indo de jovens aprendizes de ofício à Família Real britânica. A Figura 4 mostra uma célebre gravura, registrando a ocasião em que Faraday proferia um de seus cursos natalinos no auditório da *Royal Institution*, tendo o marido da rainha Vitória, príncipe Albert, junto a dois de seus filhos, "atentos" em meio ao público (JAMES, 2008b).

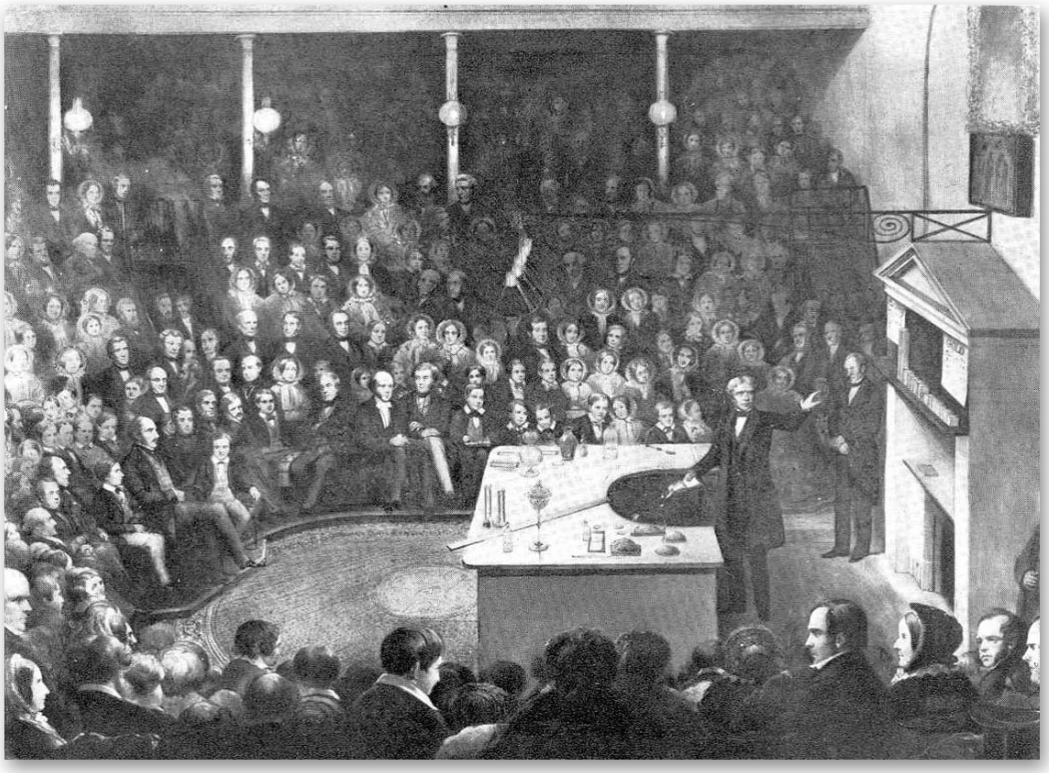


Figura 4 - Palestra de Faraday na *Royal Institution* em 1855, com o príncipe Albert em meio ao público. (JAMES, 2008b)

Sustentando o *status* da *Royal Institution* como centro de difusão do conhecimento científico, Faraday manteve, com propriedade, a tradição previamente

[23] Sabe-se que, desde 1816, Faraday já palestrava junto aos seus amigos da *City Philosophical Society* (BENCE-JONES, 2008, p. 445), mas, após 1824, as performances públicas de Faraday se limitariam ao espaço da *Royal Institution*, à exceção de uma única série de conferências na *London Institution*, em 1827, e algumas palestras para os cadetes da *Royal Military Academy*, entre 1830 e 1852 (JAMES, 2001, p. xvi).

estabelecida por *Sir* Humphry Davy, alcançando o público mais diverso e tornando-se um dos mais célebres conferencistas da história da ciência.

Além dos *Friday-evening Discourses*, outro evento regular da *Royal Institution* que se mantém até os dias de hoje consiste nos ciclos de palestras que anualmente celebram os feriados natalinos. Criadas em 1825, as *Christmas lectures*, como ficaram conhecidas, tiveram seu formato em muito influenciado pelo trabalho de Michael Faraday que, até hoje, representa o pesquisador que proferiu o maior número desses cursos.[24] Sua primeira participação como palestrante ocorreu em 1827, na terceira edição do evento, quando proferiu um ciclo de seis palestras sobre a química. Entre esta e sua última série de palestras, *A história química de uma vela*, de 1860, foram dezenove cursos no total que, segundo James (2008b, p. xix), ligariam o nome de Faraday às *Christmas lectures* de maneira inseparável.

Também como parte de suas funções junto à *Royal Institution*, Michael Faraday estabeleceria contato ainda mais próximo com o público. Entre os andares que separavam a partes públicas e privadas da vida de Faraday, era comum que pessoas viessem à *Royal Institution* e aos seus pesquisadores em busca da solução para pequenos problemas científicos, como a caracterização de compostos ou minerais encontrados em condições particulares, numa espécie de consultoria pública que era prestada pelos professores da instituição (FORGAN, 1985, p. 60-62; CANTOR, 1992, p. 198).[25]

Em suma, seja como autor de livros e artigos, palestrante ou consultor para assuntos científicos, Faraday serviu integralmente aos preceitos que orientaram a fundação da *Royal Institution*, em particular os de difundir conhecimento útil ligado aos avanços da ciência ao grande público. Faraday o fez sob essas várias frentes de atuação, mas é inegável que seu maior alcance em relação a esse público generalizado se deu pela via das palestras, como abordaremos com maior detalhe nos próximos capítulos.

---

[24] Nos arquivos da *Royal Institution* consta uma lista com os palestrantes e temas das *Christmas lectures* desde sua criação, em 1825. Das dezenove participações de Faraday, nada menos que onze foram dedicadas a tópicos diretamente ligados à química. Seus outros oito ciclos de palestras tratavam de temas como eletricidade e forças da matéria. Alguns dos cursos foram reciclados em diferentes ocasiões, como ocorreu com *A história química de uma vela*, originalmente apresentado em 1848, e retomado em 1860.

[25] Um bom exemplo que ilustra essa função de consultoria ocorreu em 1843, quando houve uma séria explosão numa fábrica de pólvora, alguns quilômetros ao norte de Londres. Na ocasião, pareceu natural recorrer à figura independente de Faraday para aconselhamentos sobre a segurança das construções do período. Este e outros exemplos são apresentados por Forgan (1985).

As contribuições de Faraday foram vitais para a construção histórica tanto da física quanto da química, mas além da vida e da importância que construiu como cientista, James Clerk Maxwell observa outros aspectos inerentes a Faraday:

> As características de seu espírito científico transparecem em seu trabalho e são patentes para todos os que leem 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 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 importando 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.
>
> (Maxwell *apud* FARADAY, 2003, p. 18)

Apesar de nunca ter cursado uma universidade, Faraday prestou consultoria para instituições e recebeu títulos honorários, além de ter se tornado membro da *Royal Society* em 1824. Aposentou-se da carreira científica em 1862, mantendo a posição vitalícia de Titular da cátedra Fullerton de química na *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 acontecera anteriormente com Isaac Newton, os 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 manteve vínculos em vida.[26]

Em 1991, várias sociedades celebraram os duzentos anos do nascimento de Michael Faraday. Entre as homenagens, destacam-se: uma edição completa do *Bulletin for the History of Chemistry* dedicada a artigos sobre Faraday, que abordam essencialmente seu trabalho como químico e como conferencista popular; e o lançamento de uma nova cédula britânica de vinte libras esterlinas (Figura 5), que

[26] James (1991) descreve grandes dificuldades na organização de seus volumes com a correspondência de Faraday, isso devido à fragmentação dos registros escritos deixados pelo autor e por seus correspondentes.

trazia estampado o rosto de Faraday e, no detalhe, uma referência à sua atuação como conferencista no auditório da *Royal Institution*.[27]

Figura 5 – Cédula inglesa de 20 libras esterlinas, lançada em 1991 em homenagem a Faraday.

Nos próximos capítulos, nos interessa estudar a atuação de Michael Faraday como divulgador da ciência. Para isso, seguiremos com a análise de duas das influências citadas nesta breve biografia, *The improvement of the mind*, de Isaac Watts, e *Conversations on Chemistry*, de Jane Marcet.

As relações mais óbvias entre Faraday e essas duas influências indicam que, enquanto o texto de Watts teria auxiliado na formação dos métodos de estudo mantidos e aprimorados por Faraday ao longo de sua vida, a obra de Marcet exerceria uma influência mais temática, apontando seus interesses para a química. Mas tal apresentação nos parece superficial, e o estudo dessas obras permite verificar paralelos muito mais profundos entre a atuação de Faraday e as ideias defendidas por Watts e Marcet em suas obras.

Além de discutir métodos para a aquisição de conhecimentos, Watts também aborda uma série de estratégias que visam a sua comunicação, chegando a descrever, com pormenores, os atributos que compõem um bom palestrante. Muitas dessas características são nítidas na atuação de Faraday, e pelas cartas que ele próprio destina à análise de palestras e palestrantes, tais correlações não parecem acidentais. Da mesma forma, ao apresentar um tratado que introduz o público leigo à química, Jane Marcet revela traços de uma visão sobre o que é essa ciência e, em

[27] A cédula representada na Figura 5 saiu de circulação em 1999. Atualmente, a cédula inglesa de vinte libras traz Adam Smith estampado.

linhas gerais, essa visão é bastante concordante com a que Faraday expressaria posteriormente em suas palestras. Os vários registros deixados por Faraday de sua admiração por tais obras e autores nos levam a acreditar na relevância dessa análise para que possamos, na sequência, lançar um novo olhar sobre sua atuação como divulgador da ciência.

Capítulo II
Orientações ao autodidata: As fontes de Michael Faraday

Um outro padrão de formação

Apesar de toda a ênfase que se dá à origem humilde de Faraday e à sua formação essencialmente autodidata, cabe lembrar que adquirir uma graduação em química na Inglaterra só se tornou possível após a década de 1850. Até então, o autodidatismo constituía o padrão de aprendizagem do período para algumas áreas da ciência, como a química. Entre os vários cientistas contemporâneos que tiveram sua formação baseada em métodos autodidatas, poderíamos destacar nomes conhecidos, como John Dalton, William Herschel ou o próprio Humphry Davy, cujo aprendizado foi orientado por trabalhos como os de Lavoisier (em francês) e William Nicholson (em inglês)[28] (WILLIAMS, 1960, p. 515; KNIGHT, 1998, p. 20).

Tratava-se de um grande período para as enciclopédias e dicionários temáticos. Como citamos no esboço biográfico do capítulo anterior, há várias referências sobre o interesse de Faraday pelos tópicos de ciência da *Enciclopédia Britânica*, "mas aprender ciência com uma [enciclopédia] é certamente uma iniciativa desesperada" (KNIGHT, 2000, p. 189). Quando se trata de uma ciência experimental, como a química, o aprendizado restrito ao contato com os livros se faz insuficiente, ou seja, torna-se necessária a figura do professor (WILLIAMS, 1960).

> [Os livros didáticos] podem nos enganar em relação a como aquele conhecimento foi produzido, e nos enganam novamente se acreditarmos que eles constituíram a via primária para o ensino de química. O desempenho de um conferencista carismático, aliado a uma envolvente coleção de anotações tomadas nas palestras, pode ter servido, em muitos casos, para despertar o interesse pelo assunto.
>
> (BROOKE, 2000, p. 2)

A revista *Isis* traz, em 1960, um artigo de L. Pearce Williams com dezesseis páginas inteiramente dedicadas à educação de Faraday em ciência (WILLIAMS, 1960). Ainda que produzido dentro de uma perspectiva historiográfica diferente da atual, o trabalho de Williams nos oferece informações bastante úteis sobre o tema. O autor chama a atenção para o período que vai de 1809 a 1821, compreendendo o intervalo "desde que a curiosidade de Faraday despontou pela primeira vez até sua

---

[28] Em 1795, Nicholson publicou seu *Dictionary of Chemistry,* dentro do gênero composto por dicionários e enciclopédias que foi de considerável importância para o período. Antes disso, ele também teve sucesso com seu livro *First Principles of Chemistry*, de 1790 (KNIGHT, 2000, p. 189).

primeira publicação de maior importância" (WILLIAMS, 1960, p. 515). No artigo, o referido período é dividido em quatro partes, sendo que a primeira abrange o curto intervalo entre 1809 e 1810, no qual Faraday teria realizado um aprendizado efetivamente autodidata.

Antes de 1809, Faraday já apresentava grande interesse por assuntos das ciências, mas de maneira dispersa, dedicando pequenas porções da sua atenção a tudo que parecesse curioso ao passar por suas mãos. O próprio Sr. Riebau, mestre do jovem Faraday nas artes da encadernação, apresentaria uma clara descrição da voracidade intelectual de seu aprendiz:

> Depois das horas habituais de trabalho, ele se ocupava essencialmente de desenhar e copiar [...] máquinas elétricas do Dicionário de Artes e Ciências, e outros trabalhos que chegavam para encadernar... Ele saía em caminhadas pela manhã, sempre visitando alguns trabalhos de artes ou a procura de alguma curiosidade sobre minerais ou vegetais [...] Esboçando o maquinário, calculando a força de máquinas a vapor, etc. [...] Se eu tinha um livro curioso de algum cliente para encadernar, com ilustrações, ele copiava aquelas que julgava singulares ou engenhosas [...] ele comprou "Chemistry", em quatro volumes, e intercalou folhas em branco em boa parte [do texto], eventualmente adicionando notas com desenhos e observações.
>
> (George Riebau *apud* WILLIAMS, 1960, p. 516)[29]

Williams também faz uso da palavra "desespero"[30] para comentar a variedade de temas que fragmentava a atenção de Faraday no período. Nesse contexto, *The improvement of the mind*, de Isaac Watts (1801), teria o imenso mérito de colocar ordem nesse disperso trabalho intelectual, orientando os hábitos de estudo do jovem aprendiz de encadernador.[31] De acordo com Williams, é de 1809 a edição com maior probabilidade de ter passado pelas mãos de Faraday. Em seu prefácio, a obra oportunamente se endereçava aos jovens à procura de um guia para o labirinto da aprendizagem.

É importante citar que, dentro do contexto de desenvolvimento das ciências experimentais no início do século XIX, o ponto de vista filosófico sustentado em *The Improvement of the mind* não era propriamente inovador. Na verdade, o texto se

---

[29] Fragmento retirado de Williams (1960). O texto original consta de uma carta datada de 1813 que o Sr. G. Riebau teria escrito ao editor de um periódico, descrevendo o prévio desenvolvimento intelectual de Faraday. A carta se encontra hoje na *Royal Institution* (WILLIAMS, 1960).

[30] *"This absorption of hosts of unconnected facts has about it a note of desperation"* (WILLIAMS, 1960, p. 517).

[31] Entre as muitas regras para o aprimoramento intelectual abordadas por Watts, há a recomendação de que o estudante "não comprometa a mente com a intensa busca por muitos assuntos de uma vez, principalmente por aqueles que não se relacionam entre si. Isso contribuirá para distrair o entendimento e dificultar que se alcance a perfeição em qualquer tema de estudo." (WATTS, 1801, p. 139.)

alinhava a aspectos de um pensamento de época, que entendia o aprimoramento das habilidades intelectuais de cada indivíduo como demanda da vida em sociedade (WATTS, 1801, p.15).

Williams sugere que a leitura de Watts influenciou bastante o jovem Faraday, servindo como motivação para várias de suas ações nos anos seguintes:

> Faraday seguiu fielmente a todas e a cada uma destas sugestões. O Dr. Watts recomendou que fosse mantido um caderno de anotações, de modo que ideias e fatos interessantes pudessem ser preservados para referência futura. Em 1809, Faraday iniciou seu caderno de anotações - prática que manteve por anos. Assistir a palestras era sugerido; em 1810, Faraday começou a frequentar as palestras do Sr. Tatum na *City Philosophical Society*. O Dr. Watts recomendou a troca de cartas com pessoas de interesses e conhecimentos semelhantes como método para ampliar o entendimento; em 1812, Faraday começou sua longa correspondência com Benjamin Abbott. O Dr. Watts enfatizou o valor do intercâmbio de ideias que se faz em pequenos grupos de discussão; em 1818, Faraday ajudou a organizar tal grupo.[32]
>
> (WILLIAMS, 1960, p. 517)

Pode-se entender que, para Faraday, faltavam algumas habilidades, talvez como reflexo de seu reduzido contato com uma formação acadêmica regular. Por exemplo, Faraday carecia de aprender a selecionar suas fontes, dando crédito a algumas leituras, mas não a todas. Então, a obra de Watts tem seu mérito ampliado por suprir uma deficiência fundamental de Faraday que, aos poucos, aprendeu a aprofundar seus estudos sobre uma quantidade menor de temas, comparando os pontos de vista e as argumentações de diferentes autores, até que formasse suas próprias opiniões com maior embasamento.

Williams reconhece indícios desse amadurecimento intelectual num documento escrito em 1810, quando Faraday já contava seus dezoito anos. Nele são examinados diferentes entendimentos sobre a natureza elétrica da matéria, defendidos por James Tytler e Benjamin Franklin. Faraday comenta e contrapõe as visões de ambos os pesquisadores, e apresenta de maneira clara os argumentos que sustentam a elaboração de sua própria visão do tema.[33]

Contudo, a análise desse episódio permite observar algo ainda mais curioso que o referido amadurecimento da leitura de Faraday. Apesar de ter desenvolvido

---

[32] "*The Class Book for the Reception of Mental Exercises*", instituído em julho de 1818. Os membros eram M. Faraday, E. Deeble, T. Deacon, J. Corder e E. Barnard (JENKINS, 2008, p. 10). Edward Barnard era irmão de Sarah Barnard, que posteriormente se casaria com Michael Faraday, em 1821.

[33] James Tytler contribuiu com um artigo sobre "Eletricidade" para a *Enciclopédia Britânica*, que era outra das leituras preferidas de Faraday. A discussão em torno da natureza elétrica da matéria proposta por Tytler em oposição à teoria de Franklin está disponível em Williams (1960).

bons métodos para julgar as informações e construir seu ponto de vista, Faraday não questionou a atualidade dos artigos que discutia. Contrapondo as ideias de Tytler e Franklin, Faraday construiu sua interpretação baseado em argumentos antigos para seu tempo. Em 1810, a investigação científica sobre a natureza elétrica da matéria já havia dado novos e gigantescos passos com o advento da pilha, derivada dos trabalhos de Luigi Galvani e Alessandro Volta, além dos experimentos eletroquímicos de *Sir* Humphry Davy. O texto de Faraday deixa claro que ele ignorava esses avanços quando se ocupou do assunto. Tal anacronismo de Faraday é um forte indício de que, em 1810, ele ainda não havia entrado em contato com a obra *Conversations on Chemistry*, de Jane Marcet, cuja primeira edição, de 1805, já trazia essas questões à luz da ciência com dados mais atualizados.[34]

O curto período de aprendizado efetivamente autodidata de Faraday, ou a primeira parte de seu aprendizado, na divisão de Williams, se encerra justamente quando aprender sozinho, ou com os livros, não é mais satisfatório, e Faraday precisa de companhia, seja de um professor, seja de outros jovens com interesses em comum. Os meios para preencher essa lacuna são encontrados quando Faraday se aproxima da *City Philosophical Society*, e as palestras de John Tatum propiciam sua inclusão no contexto das conferências científicas para público geral, que marcaram a sociedade inglesa da época.

Na Europa do século XVIII, eram comuns os conferencistas itinerantes de ciência e, com a organização das Sociedades Literárias e Filosóficas, as palestras e conferências se tornaram atividades bem estabelecidas (KNIGHT, 2000). Após os trabalhos de Lavoisier, que foram rapidamente traduzidos e disseminados na Europa,[35] a química era vista como uma ciência de coisas práticas, e atraía a

---

[34] Marcet cita a "pilha Galvânica" como o único meio de oxidar "metais perfeitos" como ouro, prata e platina. No diálogo em que trata do tema, a personagem da professora no livro lamenta não poder executar esse experimento para suas alunas devido à necessidade de uma "considerável bateria Galvânica", mas ressalta que elas poderiam observar tal aparato nas palestras proferidas (por Humphry Davy) na *Royal Institution* (MARCET, 1809, p. 134). Neste trabalho, utilizamos como fonte primária a 1ª edição americana de *Conversations on Chemistry*, que reproduz o texto original inglês de 1805. Essa edição americana foi editada em um volume que reunia outros textos de importância no contexto das pesquisas em química da época, incluindo uma comunicação na qual Humphry Davy discutia suas novas descobertas sobre os "álcalis fixos", obtidas com a utilização da pilha voltaica na tentativa de decompor a potassa, o que somente havia sido realizado em 1807 (MARCET, 1809, p. 338-351).

[35] O original de *Traité Élémentaire de Chimie*, de Lavoisier, foi publicado na França em 1789, e a primeira tradução inglesa, realizada por Robert Kerr, foi publicada já no ano seguinte, sob o título *Elements of Chemistry* (KNIGHT, 2000, p. 188).

atenção do público em geral, que frequentava os auditórios de instituições de pesquisa para interagir com o conhecimento científico e se maravilhar com os experimentos e interpretações da química.

A *Royal Institution* teve grande destaque ao desempenhar esse papel de centro de divulgação científica na Londres do início do século XIX. Seu principal pesquisador era Humphry Davy, um brilhante conferencista, que já foi cotado como "o homem mais atraente da história da ciência" (WILLIAMS, 1960). Com suas apresentações, Davy cativava a atenção das jovens senhoras da alta sociedade inglesa, que enchiam o auditório da instituição. Entre as muitas senhoras encantadas pelas performances de *Sir* Humphry Davy figurava Jane Marcet, filha da próspera família Haldimand, de banqueiros na Suíça, e casada com Alexander Marcet, um químico e médico suíço que mantinha em seu círculo de amizades nomes como J. J. Berzelius, H. B. Saussure, Thomas Malthus, August de la Rive, Pierre Prevost e o próprio Humphry Davy (LINDEE, 1991). Jane Marcet exerceria um importante papel na formação do jovem Faraday, ao transpor muitos dos conhecimentos adquiridos nas apresentações de Davy em uma obra de introdução à química, fascinantemente escrita sob a forma de diálogos. Seu livro, *Conversations on Chemistry*, foi publicado pela primeira vez em 1805, e tornou-se um dos textos de divulgação da ciência mais lidos do século XIX.

O público leitor de Marcet era precisamente o mesmo que lotava as palestras de Humphry Davy (JAMES, 2007, p. 150), e entre os propósitos do livro, fica clara a intenção de difundir um entendimento maior da ciência química, mostrando que ela não se limita às artes em seu sentido técnico, pois também se vincula aos fenômenos naturais de maior escala, como ilustra o primeiro diálogo do texto:

> Caroline. Para confessar a verdade, Senhora B., não estou propensa a formar uma ideia muito favorável da química, nem espero encontrar muito entretenimento nela. Eu prefiro as ciências que exibem a natureza em grande escala àquelas confinadas às minúcias e aos pequenos detalhes. Será que os últimos estudos que temos desenvolvido, sobre as propriedades gerais da matéria ou sobre as revoluções dos corpos celestes, podem ser comparados com o simples ato de misturar alguns compostos insignificantes?
>
> Sra. B. Eu prefiro imaginar que esse desgosto pela química se deve à ideia bastante limitada que você faz dela. Você limita o laboratório químico à restrita atividade das lojas de boticários, quando na verdade ele se presta a uma imensa variedade de outros propósitos úteis. Além do mais, minha cara, a química não está, de modo nenhum, confinada ao trabalho das artes [*i. e., de simples produção, vinculado às técnicas artesanais*]. A Natureza também tem seu laboratório, que é o universo, e nele ela realiza operações químicas incessantemente. Você se surpreende, Caroline, mas eu lhe afirmo que os mais maravilhosos e interessantes fenômenos da Natureza são quase todos produzidos por forças químicas. Portanto, sem entrar nos detalhes mais específicos da prática química,

> uma mulher pode obter tal conhecimento da ciência, que não lançará interesse apenas sobre os acontecimentos cotidianos da vida, mas que engrandecerá a esfera de suas ideias, fazendo da contemplação da Natureza uma fonte de prazerosa instrução.
>
> (MARCET, 1809, p. 1-2)

Como se percebe, o texto da Sra. Marcet também visava a aproximação do público feminino à química, e seu sucesso nos indica que esta ciência era relativamente acessível e interessante a tal público no início do século XIX. Apesar disso, é certo que seu mais célebre leitor foi o jovem Michael Faraday, ainda aprendiz de encadernador sob a tutela do Sr. Riebau, mas já dedicado às técnicas do Dr. Watts para o aprimoramento da mente, e também frequentador da *City Philosophical Society*, onde ampliava, discutia e testava seu aprendizado de ciências.

Williams (1960) defende que o trabalho de Marcet influenciou a formação de Faraday de modo tão marcante porque vinha diretamente ao encontro de seus interesses mais específicos na época, ligados à natureza elétrica da matéria. Mas não é isso o que se verifica no discurso do próprio Faraday que, quando se refere ao trabalho de Marcet, chama a atenção para outros aspectos que o cativaram no livro, essencialmente ligados à forma com que ele fora escrito.

> Não suponha que eu era um profundo pensador, ou mesmo que tinha traços de uma pessoa precoce. Eu era uma pessoa vívida e imaginativa, que acreditaria nos contos das mil e uma noites tão facilmente quanto na Enciclopédia. Mas fatos me eram importantes e me salvaram. Eu poderia acreditar em um fato, desde que ele se sustentasse em cada detalhe. Então, quando questionei o livro da Sra. Marcet através dos pequenos experimentos que tinha meios de realizar, e os vi concordarem com os fatos como eu os conseguia entender, senti que tinha alcançado no conhecimento químico a sustentação de uma âncora, e rapidamente me agarrei a ela. Daí o meu profundo respeito pela Sra. Marcet. Primeiramente, como alguém que me conferiu enorme prazer e satisfação pessoal, e então, como alguém capaz de transmitir as verdades e os princípios daqueles infindáveis campos de conhecimento dos quais tratam as coisas naturais, para uma mente jovem, não instruída e questionadora.
>
> (Michael Faraday, em carta para Auguste de la Rive datada de outubro de 1858. JAMES, 2008a, *letter 3519*, p. 453-454)

Percebe-se no discurso de Faraday uma valorização de aspectos didáticos do texto de Marcet, que favorece o entendimento da ciência química e de suas interpretações pela simplicidade de sua abordagem. Outro fator importante seria a possibilidade de verificar conceitos por meio de experimentos simples que, para Faraday, contariam com a credibilidade associada ao que chamou de “fatos”.

Retomando a questão das conferências sobre ciência e da necessidade de um professor, bem antes de seu primeiro contato com a *Royal Institution*, Faraday

frequentava as palestras de John Tatum na *City Philosophical Society*. Seu interesse pelas palavras do Sr. Tatum é atestado pelos cadernos de anotações que manteve no período e que continuam preservados na *Royal Institution*. A coleção de notas de Faraday sobre as palestras que acompanhou revela traços de uma metodologia de estudos, incluindo alguns detalhes metalinguísticos, nos quais Faraday discute seus próprios métodos de anotação:

> Meu método consistia em levar comigo uma ou duas folhas de papel, com um ponto de costura ou um alfinete no meio, de modo a formar algo como um livro. Eu normalmente sentava em uma cadeira da frente e, ali, colocando meu chapéu sobre os joelhos e minhas folhas sobre o chapéu, eu, à medida que o Sr. Tatum procedia com sua palestra, anotava as palavras mais importantes, pequenas frases, títulos dos experimentos, nomes de quais substâncias eram discutidas e várias outras alusões que ajudariam a remontar o que tinha se passado em minha mente... Ao sair da sala de conferência, eu seguia diretamente para casa e naquela noite, ou na seguinte, já tinha normalmente esquematizado um segundo conjunto de notas a partir do primeiro... Esse segundo conjunto de notas era meu guia quando reescrevia a palestra na forma de um esboço. As notas me davam a sequência na qual as diferentes partes foram apresentadas e em quais delas foram feitos os experimentos, além de me lembrar os assuntos mais importantes que foram discutidos. Eu então apelava para a memória em busca dos conteúdos pertencentes a cada tema e acredito que não deixava escapar muito dos entendimentos e das ideias expressas nas palestras do Sr. Tatum.
>
> (Faraday *apud* WILLIAMS, 1960, p. 524-525)

Faraday tinha interesses em comum com Tatum, ou foi fortemente influenciado por ele, que tratava de vários assuntos em palestras pontuais, mas dedicava séries de encontros ao estudo do galvanismo e da química, duas áreas às quais Faraday se dedicaria e que receberiam importantes contribuições suas (WILLIAMS, 1960). Ao aplicar seu método de reelaboração das anotações que tomava nas palestras, Faraday não mantinha necessariamente uma postura passiva diante da atuação de Tatum, permitindo-se algumas reorganizações, que reforçam indícios de um pensamento preocupado com a didática na abordagem de assuntos da ciência.

> NOTA: Eu agora iniciarei a descrição da força mecânica: mas acho necessário ressaltar que o faço aqui numa ordem diferente daquela seguida pelo Sr. Tatum quando falava do tema. Ele inicialmente abordou as roldanas, em seguida as rodas e os eixos, e por último as alavancas: mas como tanto a roldana quanto as rodas e eixos são muito mais facilmente explicadas quando consideradas como alavancas, eu considerei apropriado começar com o estudo de uma alavanca simples, antes de seguir para as condições mais complicadas delas.
>
> (*Ibid*., p. 525)

Como percebemos até aqui, a construção da identidade de Michael Faraday como homem da ciência foi fortemente influenciada por uma série de fatores, que

incluem: seu histórico familiar; a condição social e econômica do período e da região na qual cresceu; seu limitado acesso a um padrão de educação formal, em contraposição à prática do desenvolvimento autodidata que pautava os estudos em algumas áreas da ciência do período; o contato que estabeleceu com referências físicas e textuais sobre assuntos da ciência e do pensamento; além do contexto de popularização da ciência que caracterizava a sociedade inglesa do século XIX.

Obviamente, essa cadeia de influências na formação de Faraday se estende até a sua relação com Davy, Brande e outros cientistas contemporâneos, mesmo após o início de seus trabalhos independentes na *Royal Institution*. Todavia, nos próximos tópicos daremos ênfase aos autores que influenciaram sua formação inicial, enquanto ainda aprendiz de encadernador na livraria da *Blandford Street*. Não buscamos nessas influências os precursores de cada uma das características que marcariam a posterior atuação de Faraday, mas sim o entendimento de que a construção do *modus operandi* deste grande pesquisador, e divulgador da ciência, não é fruto de uma genialidade inata e inacessível, mas repousa sobre um processo lento e gradual, pautado por trabalho duro que leva ao aprimoramento de técnicas e práticas sob constante revisão. Estudar esses fatores adjacentes à prática e ao desenvolvimento da ciência propicia, em última instância, um melhor entendimento do que ela é e de como se constrói.

O autor de *The improvement of the mind*, Isaac Watts, era discípulo de John Locke (1632-1704), e constantemente chamava a atenção para a importância da observação e para os perigos do uso de linguagem imprecisa. Há indícios de que tais apontamentos tenham influenciado alguns aspectos do modo de trabalho desenvolvido por Faraday, como seu extremo cuidado semântico e seu comportamento como pesquisador experimental (WILLIAMS, 1960; ANDERSON, 2006). Mas seria ingênuo pensar que essas características não tenham sido gradualmente elaboradas por Faraday durante seu treinamento científico. Levando isso em consideração, buscaremos levantar alguns paralelos entre o desenvolvimento das visões de Watts e Faraday em relação a como adquirir e como comunicar um conhecimento específico.

Da mesma forma, nos propomos a aprofundar o estudo da influência do texto de Jane Marcet sobre Faraday enquanto conferencista. Como citamos anteriormente, a primeira edição de *Conversations on Chemistry*, de 1805, já abordava os avanços trazidos pelo uso da pilha nas pesquisas em eletricidade,

assim como sua aplicação nas análises químicas realizadas por Davy. Este capítulo, ignorado por Faraday em sua juventude, posteriormente se tornaria o registro de uma inusitada relação entre autores, leitores e fontes de referência: nota-se uma espécie de retroalimentação entre os trabalhos de Marcet e Faraday, pois, em sua primeira edição, o trabalho de Marcet inspirou Faraday a se dedicar à ciência e, décadas mais tarde, em sua 12ª edição, Marcet recorreu aos trabalhos de Faraday para ampliar dois dos diálogos que já constavam da edição inaugural do texto. Na página 189 do 1º volume do livro, e novamente nas páginas 146 e 147 do 2º volume da edição de 1832 (MARCET, 1832), o nome de Faraday aparece, já como reconhecido filósofo natural, associado aos avanços nas pesquisas com a liquefação de gases.[36] Em edições posteriores de *Conversations on Chemistry*, o nome de Faraday também apareceria ligado aos estudos que aproximavam os campos da eletricidade e do magnetismo.

> O Sr. Faraday tem se ocupado amplamente de importantes experimentos sobre aqueles agentes misteriosos, calor, luz, magnetismo e eletricidade, com o intuito de descobrir se eles são elementos distintos, ou se representam variações de um mesmo princípio. Por parte de tão notável filósofo, podemos ansiar que a relação desses corpos uns com os outros, se não sua verdadeira identidade, poderá ser verificada, e o conhecimento mais preciso a seu respeito os colocará mais completamente sob nosso controle.
>
> (MARCET, 1853, p. 294)

Interessa-nos, porém, com maior propriedade, observar se a escolha de conceitos de química, sua organização e modos de abordagem encontram paralelos nas obras de Marcet e Faraday.

Na sequência, abriremos duas subseções para apresentar as obras de Marcet e Watts, com o objetivo de explicitar seu conteúdo e formas de abordagem. Nosso foco, contudo, sempre recairá sobre os trechos e interpretações que encontrem paralelos nos registros deixados por Faraday, tanto relativos à sua formação quanto à sua posterior atuação como divulgador da ciência.

---

[36] O nome de Faraday foi incluído nas conversas "sobre oxigênio e nitrogênio", no 1º volume da edição de 1832, e "sobre ácidos bórico, fluorídrico e muriático; e muriatos – sobre o cloro e cloratos – sobre o iodo e ácido iodídrico – sobre o bromo", no 2º volume da mesma edição.

Jane Marcet e *Conversations on Chemistry*

As colocações irônicas ou de significado implícito nunca fizeram sentido para Jane Haldimand Marcet. Conta-se que ela, aos oito anos, ouviu sua avó reclamando de um relógio que funcionava mal. A avó teria encerrado suas lamúrias dizendo que, de bom grado, trocaria aquele relógio por um guinéu.[37] A jovem Jane não teve dúvidas, pegou o relógio e o negociou com um comerciante, retornando à avó, no dia seguinte, orgulhosa pela barganha que havia conseguido. A menina tinha vendido o relógio por um guinéu e meio, e qual não foi o seu espanto ao receber uma repreensão de sua avó, que tentava lhe ensinar que nem tudo o que as pessoas dizem deve ser entendido ao pé da letra. Aos oito anos, e pelos oitenta que ainda teria de vida, Jane Marcet se colocaria contra essa postura, de querer dizer coisas diferentes daquelas que são pronunciadas (DE LA RIVE, 1858, p. 447-448). Esse é o tom da biografia escrita por Auguste de La Rive que, a pedido dos filhos de Marcet, figura entre as homenagens prestadas logo após o falecimento dessa notável escritora do século XIX.[38]

Jane Haldimand foi filha de uma próspera família de banqueiros suíços, e cresceu em meio a muitos irmãos, dividindo seu tempo entre a residência, em Londres, e as frequentes visitas aos parentes em Genebra. Aos quinze anos, com a morte de sua mãe, Jane assumiria muitas das tarefas da casa, estabelecendo grande proximidade com seu pai, numa relação de companheirismo que se estenderia até a morte dele. Numa viagem que fez com o pai à Itália, Jane desenvolveu o gosto pelas artes, que começou a expressar através da pintura. Devido às boas relações da família, Jane teria contato com grandes mestres nessa arte, e encontraria ricas fontes de conhecimento dentro do convívio familiar.

Algo similar ocorreria após seu casamento, em 1799, com Alexander Marcet que, à época, exercia a medicina no dispensário de Finsbury, ao norte de Londres. Alexander nasceu em Genebra, em 1770, e lá chegou a ingressar nos estudos do direito. Em decorrência de desdobramentos da Revolução Francesa, foi preso e exilado do país, sendo acolhido na Inglaterra em 1794, junto ao seu amigo de infância, Charles-Gaspar de La Rive. Ambos se tornariam médicos de destaque, e

---

[37] *Guinéu* era o nome da moeda de ouro utilizada na Inglaterra até 1813, de valor variável, mas aproximadamente igual ao de uma libra.

[38] Os dados biográficos apresentados são baseados em De La Rive (1858), Armstrong (1938) e Lindee (1991).

logo Alexander se inclinaria aos estudos da química aplicada à medicina, desenvolvendo-se notavelmente nas análises que permitiam a detecção de cálculos urinários e compostos presentes no sangue de diabéticos. Poucos anos após seu casamento com Jane Haldimand, Alexander assumiu o posto de médico no *Guy's Hospital* londrino, e lá teve a oportunidade de se envolver com os ciclos de palestras sobre a química para estudantes de medicina, que já eram uma espécie de tradição no hospital. Alexander participou da fundação da *Medico-Chirurgical Society*, e sua familiaridade com notáveis médicos e químicos estrangeiros, incluindo Berzelius, fez com que a sociedade se tornasse bastante conhecida. Em 1819, com a morte de seu sogro e a herança recebida pelo casal, Alexander pode abandonar o ofício da medicina para dedicar-se integralmente à sua paixão pela química (COLEY, 1968).

Influenciada pelos interesses do marido e também pelo seu novo círculo de amizades, Jane Marcet tomou contato com as palestras de Humphry Davy, William Wollaston e vários outros divulgadores da ciência do período, e se encantou com as maravilhas das ciências. Obviamente, acompanhar as argumentações lançadas em tais palestras não era tarefa fácil, mas a Sra. Marcet teve a iniciativa de procurar auxílio e, é claro, contava com a facilidade de encontrar bons mestres em seu convívio familiar, incluindo seu marido e amigos, com os quais obtinha as explicações que permitiam a ela entender melhor as palestras. Ao reconhecer o interesse e a importância de tantos conceitos desconhecidos do público, Jane Marcet se sentiu pressionada por um desejo natural de transmitir essa instrução às outras pessoas, e foi incentivada pelo marido a escrever (DE LA RIVE, 1858, p. 449).

Quebrando um tanto do romantismo dessa história, Saba Bahar faz uma análise detalhada do contexto no qual toda uma comunidade de pensadores incentiva a publicação de textos introdutórios às ciências. Pensava-se na ampliação do papel social das ciências, com o ideal de que uma maior parcela da sociedade alcançasse o esclarecimento que conecta o conhecimento das ciências não apenas à sua vida cotidiana, mas também ao desenvolvimento das profissões, talvez como uma resposta aos desdobramentos da Revolução Francesa e à expansão do Império Napoleônico. Numa interpretação possível, a autora considera que destinar livros ao público feminino era uma maneira de disfarçar seu real endereçamento à média dos leitores da época, composta por aqueles que, como as mulheres, não

tinham pleno conhecimento das línguas clássicas e, portanto, careciam de textos restritos à sua língua materna (BAHAR, 2001, p. 35).

Jane Marcet iniciou sua carreira como escritora oficialmente em 1805, com *Conversations on Chemistry*, mas ela não se limitaria às ciências químicas em seus textos. Auguste de La Rive nota certa coerência entre os temas escolhidos por Marcet para as suas *Conversas*. Aparentemente, a autora desenvolveu o hábito de tornar público aquilo que lhe era familiar em cada momento da vida: após seu casamento, a ciência de interesse de seu marido lhe rendeu as *Conversas sobre a Química*; por volta de 1816, quando as elites intelectuais começavam a discutir economia política, Marcet novamente recorreu às amizades da família para publicar suas *Conversas sobre Política Econômica*; depois de acompanhar com grande interesse um curso do botânico Augustin de Candolle, publicou suas *Conversas sobre a Fisiologia Vegetal*; e, enfim, voltando-se para a criação de seus filhos, encontrou neles a inspiração para sua coleção de histórias infantis e obras de auxílio à educação.

A obra completa de Jane Marcet comporta cerca de vinte títulos, e sua aceitação pode ser verificada pelo número de edições e publicações de alguns de seus livros.[39] Mas o sucesso das obras de Marcet se deve em muito a duas características de seu estilo de escrita. Seus textos são carregados de vivacidade e clareza, que refletem a repulsa que a autora fazia das ironias e frases com ideias subentendidas. Essa simplicidade com que era capaz de transmitir os conhecimentos que adquiria, aliada à atenção que dedicava às suas amizades, faria de Jane Marcet uma figura bastante respeitada em seu tempo. Em 1858, aos oitenta e nove anos, Jane Marcet faleceu em Londres, deixando dois filhos que não encontraram qualquer dificuldade para reunir dezenas de amigos e admiradores notáveis de sua mãe, que lhe renderam sinceras homenagens.

À época do lançamento de *Conversations on Chemistry*, as ciências naturais contavam com enorme apelo, e acompanhar o seu frenético desenvolvimento era curioso, mas muito difícil. Em meio a adventos como o da máquina a vapor, e a

[39] De acordo com as pesquisas de Jacques (1986), *Conversations on Chemistry* teve dezesseis edições publicadas na Inglaterra, além de quatorze edições americanas e duas traduções para o francês, uma destinada ao público francês e outra ao suíço. Entre os outros títulos de Marcet, Auguste de La Rive lista dezoito edições inglesas da obra *Mary's Grammar*, treze de *Conversations on Natural Philosophy* e sete de *Conversations on Political Economy.* Todos os outros títulos de Marcet receberam um mínimo de duas edições.

multiplicidade de aplicações às quais ela poderia se prestar, as ciências de um modo geral adquiriam uma popularidade incontestável, e a química em particular parecia intimamente ligada à interpretação das coisas práticas (DE LA RIVE, 1858, p. 451). Marcet se lançou então na tentativa de tornar essa ciência acessível, mas sem menosprezar a seriedade do assunto. Com esse intuito, abordar o conhecimento químico sob a forma de diálogos se mostrou uma escolha bastante feliz, já que abria ao leitor a possibilidade de se colocar no papel do aprendiz, que questiona de modo leigo e que aprende tanto por meio das respostas do professor como por suas próprias racionalizações (*Ibid*., p. 452).

Conversations on Chemistry foi publicado anonimamente no final de 1805, e esse anonimato chegaria a causar certa confusão quanto à real autoria do texto.[40] Avançando pelas páginas da obra, o leitor toma contato com vários conceitos da química, que são discutidos pelas três personagens criadas por Marcet: a professora, "Sra. B.", e suas duas aprendizas, "Emily" e "Caroline". Ao longo de todo o texto, as perspicazes racionalizações de Emily e as um tanto quanto frívolas críticas de Caroline são gerenciadas pela professora, que conduz o grupo com maestria pelas áreas de estudos da química, ora com experimentos simples, ora com reflexões acerca do conhecimento historicamente construído no que tange à Natureza.

Uma estratégia utilizada por Marcet para tornar mais acessíveis os temas da química foi tratar primeiro dos conceitos gerais desta ciência e, em seguida, discutir os compostos mais simples, considerando suas propriedades e usos, gradualmente avançando os diálogos, numa escala crescente de complexidade. Assim, a obra se divide em dois volumes, com séries de conversas temáticas. No primeiro volume são abordados o que a autora chama de "corpos simples", e no segundo, os "corpos compostos". Transparece uma ideia de interconexão entre todos os conceitos estudados, de modo que fica difícil usar o livro como referência para uma busca específica, mas como a própria autora indica no prefácio, aqueles que se derem ao

[40] Lindee (1991) comenta que, devido ao anonimato da autora no livro, *Conversations on Chemistry* foi muitas vezes atribuído a outras autoras do período e, nos Estados Unidos, era comum que se atribuísse a obra aos comentaristas cujos nomes apareciam na página de rosto de cada edição. Nos diálogos de *Conversations on Chemistry*, a personagem da professora recebe o nome de "Sra. B.", fato que abriu margem para especulações de que a autora do livro poderia ser Margaret Bryan, que já era uma divulgadora da ciência de renome na Inglaterra antes que Jane Marcet começasse a escrever (LINDEE, 1991, p. 10).

trabalho de acompanhar a íntegra do texto perceberão que ele se constrói como uma cadeia de fatos e racionalizações bem ordenada (MARCET, 1809, p. iv).

A edição americana de 1809, que foi utilizada como fonte primária desta pesquisa, traz reunidos os dois volumes de *Conversations on Chemistry*. Agrupadas em torno do tema "corpos simples", a autora propõe conversas sobre a luz e o calor, tipos de calor (sensível e insensível), oxigênio, nitrogênio, hidrogênio, enxofre, fósforo, carbono, metais, compostos alcalinos e "terras" (referindo-se a substâncias que hoje chamaríamos de óxidos, mas entendidas na época como corpos elementares). Já na segunda parte do texto, dedicada aos "corpos compostos", o leitor acompanha conversas sobre a atração entre princípios elementares, combinações do oxigênio com enxofre, fósforo, nitrogênio e carbono, propriedades dos ácidos muriáticos (que contêm cloro) e dos muriatos, a natureza e a composição dos vegetais e animais, além dos processos animais como a digestão, circulação, respiração e produção de energia, e dos produtos animais, como leite, manteiga, cera, seda e álcool.

Através dos diálogos, a química se apresenta com o objetivo de alcançar um conhecimento acerca da natureza íntima dos corpos e das interações que eles estabelecem entre si. Em várias passagens, ela assume o papel de ciência das coisas práticas, ligada às várias atividades comuns à vida das pessoas. Numa passagem, Marcet compara o trabalho de um cozinheiro, em seu "laboratório culinário", ao de um grande químico, que extrai dos compostos os seus princípios constituintes (MARCET, 1809, p. 295).

> Neste sentido, [a química] parece apresentar uma vantagem sobre a maior parte das outras artes e ciências; pois elas tendem quase sempre a confinar a imaginação aos seus assuntos particulares, enquanto a busca da química é tão extensa e diversificada que inspira a curiosidade comum, e um desejo de investigar a natureza de cada objeto.
>
> (MARCET, 1809, p. 296)

Com relação à composição da matéria, a autora difunde a teoria elementar de Lavoisier,[41] pois entende que ela torna mais simples o entendimento dos materiais,

[41] Em 1789, Lavoisier propôs uma definição operacional para o termo elemento químico. Segundo ele, faz sentido chamar de *elemento* "o último ponto que a análise é capaz de alcançar", ou seja, qualquer substância que não pode ser decomposta por nenhum dos métodos de análise conhecidos (LAVOISIER, 1790, p. xxiv). Tal interpretação abre margem para que uma substância considerada elementar em determinado momento histórico deixe de o ser num momento posterior, caso se torne possível a sua decomposição em corpos mais simples. Marcet pactua deste entendimento e faz menção a ele em vários trechos de *Conversations on Chemistry* (MARCET, 1809, p. 106, 151, 168).

além de se mostrar coerente com os experimentos e pesquisas que vinham sendo desenvolvidas por vários filósofos naturais do período. Os experimentos, aliás, recebem enorme relevância na abordagem. Ao comentar essas questões, a Sra. B. diz a suas alunas que "se cada substância fosse formada a partir de materiais diferentes, o estudo da química seria infinito"; mas, sabe-se que os vários corpos da natureza são compostos por alguns poucos princípios elementares, e isso torna o trabalho um tanto mais interessante e praticável (MARCET, 1809, p. 4). A lista das substâncias consideradas elementares na época traz quarenta e cinco nomes, incluindo a luz e o calórico, a soda e a potassa cáusticas, além do oxigênio, nitrogênio, hidrogênio, carbono, enxofre, fósforo, algumas substâncias que hoje classificaríamos como óxidos metálicos (alumina, magnésia, cal, etc.) e mais de vinte metais. Essa lista serve de roteiro para todas as conversas da primeira parte do livro.

É curioso que, em seu *Tratado Elementar da Química*, Lavoisier não incluiu a soda e a potassa entre os elementos. Contrariando sua própria definição operacional, o autor afirmou que, embora não fosse capaz de decompor a soda e a potassa, elas eram "evidentemente" corpos compostos (LAVOISIER, 1790, p. 178). Marcet considera essa possibilidade, citando que não é improvável que a soda e a potassa renunciem ao posto de corpos elementares, "dado que são fortemente suspeitas de serem compostas" (MARCET, 1809, p. 151), mas mantém-se mais fiel que o próprio Lavoisier à sua definição, e relaciona essas substâncias em sua tabela de elementos, pelo simples fato de, até então, não terem sido decompostas.

Notadamente, os trabalhos de Lavoisier orientam boa parte dos argumentos de Marcet. Ao longo do texto, seu nome é diretamente associado à definição de elemento químico, à decomposição da água, às novas regras para a nomenclatura de compostos com base em seus constituintes, à invenção do calorímetro e à interpretação de fenômenos como combustão, respiração e produção de calor animal. Além de Lavoisier, vários outros pesquisadores são vinculados às interpretações que a química construía acerca da Natureza, entre eles Davy, Cavendish, Black, Pictet, Herschel, Wollaston, Tennant, Hope, Berthollet e Hatchett.

Os diálogos transcorrem com a naturalidade que se esperaria encontrar em conversas reais entre uma professora e suas aprendizas, principalmente quando os temas são de um entendimento que a professora considera seguro, dentro do corpo de conhecimentos da ciência de seu tempo. Com notável fluidez, a discussão sobre

o calor leva à questão da dilatação dos corpos, que rapidamente encontra aplicação nos termômetros, levando a considerações sobre as propriedades do mercúrio e sobre os pontos de fusão e ebulição de diferentes substâncias, escalas de temperatura, etc. Mas, quando as perguntas das alunas apontam para questões mais obscuras, ou menos consensuais, como a natureza da luz, por exemplo, a professora se limita a descrever quais avanços já foram alcançados nas pesquisas a esse respeito e ressalta que, como ainda não há evidências conclusivas sobre o assunto, acha mais produtivo prosseguir discutindo aquilo que já é bem entendido pela ciência.

> Já se supôs que a luz poderia ser algo como um fluido; mas eu confesso que não acho isso provável: pois como o experimento do Dr. Herschel indica que o calor é menos refrangível que a luz, eu estaria mais inclinada a imaginá-la como a mais pesada entre os dois. Mas, enquanto vocês têm tantos fatos mais bem averiguados para aprender, eu não as devo confundir com conjecturas.
>
> (MARCET, 1809, p. 65)

Um meio termo entre esses dois padrões de abordagem ocorre em alguns diálogos, nos quais diferentes interpretações acerca de determinado tema parecem complementares, com uma suprindo as falhas da outra. Deste modo, a consideração de teorias concorrentes, discutidas em seus avanços e limitações, se daria em prol do entendimento mais profundo dos assuntos da ciência. Por exemplo, quando trata do fenômeno da respiração animal, Marcet apresenta duas teorias que abordam o papel do oxigênio no processo. De acordo com ambas, o sangue venoso transportado pelas veias até os pulmões chegaria carregado de hidrogênio e carbono que, em contato com o oxigênio inspirado, sofreria algo como uma combustão, liberando vapor de água e ácido carbônico[42] na expiração, e produzindo o calor que mantém a temperatura corporal. A divergência entre as teorias se dava em relação ao local de contato do oxigênio com o sangue venoso. Pela primeira interpretação, que parecia mais simples e prática, o oxigênio processaria a queima do hidrogênio e do carbono apenas nos pulmões, purificando o sangue ao final do processo de circulação. Isso explicaria a rápida alteração que ocorre na composição do ar entre a inspiração e a expiração. Já a segunda teoria dizia que o processo de queima se dava ao longo de toda a circulação, com parte do oxigênio inspirado

[42] No início do século XIX, entendia-se por "ácido carbônico" o gás liberado na combustão completa do carvão, o que chamaríamos hoje de "dióxido de carbono", ou "gás carbônico".

sendo absorvido e distribuído pelo corpo, junto ao sangue arterial. A vantagem dessa segunda interpretação estaria na distribuição uniforme do processo de queima de carbono e hidrogênio ao longo de todo o corpo, que explicaria a homogeneidade da distribuição de calor nos animais. A personagem da professora no texto de Marcet, a Sra. B., ressalta que, embora as duas teorias sejam concordantes quanto ao papel do oxigênio na respiração, saber se ele entra ou não na circulação sanguínea seria de enorme importância para o conhecimento médico e fisiológico. Então, justificava-se a busca por evidências de cada hipótese (MARCET, 1809, p. 317-321).

A controvérsia também serve para questionar entendimentos aparentemente consolidados da ciência. No início do texto, Marcet segue a linha conceitual de Lavoisier, que associa o elemento oxigênio à composição de todos os ácidos. Mas, muitos capítulos à frente, quando são discutidos os ácidos animais, Marcet descreve a decomposição do ácido prússico, que leva unicamente aos constituintes hidrogênio, nitrogênio e carbono, contrariando a teoria de Lavoisier. O fato não passa despercebido, e a professora explica então que

> fatos como esse levavam vários químicos da época a suspeitar que o oxigênio poderia não ser o único gerador de ácidos,[43] e que a acidez possivelmente dependeria mais do seu arranjo que da presença de quaisquer princípios particulares.
>
> (*Ibid*., p. 299)

Para facilitar o entendimento de conceitos mais abstratos, as analogias são largamente empregadas. A Sra. B. explica a decomposição de substâncias por meio do processo imaginário de se extrair de um filão de pão os seus ingredientes, como a farinha, o fermento, o sal e a água. Da mesma forma, a impossibilidade de medir quantidades absolutas de calor com um termômetro encontra paralelo em um poço, abastecido pela água de uma nascente. Se a profundidade do poço é inacessível, pode-se no máximo medir as variações do nível da água, sem nunca saber sua quantidade absoluta em dado momento (MARCET, 1809, p. 20).

Sob a óptica do entendimento da química, uma leitura mais atenta de *Conversations on Chemistry* leva à percepção de que todas as conversas desenvolvidas no texto, de alguma maneira, derivam de duas linhas centrais de

[43] Como mencionamos na biografia do capítulo I, a controvérsia científica quanto ao vínculo dos ácidos com o oxigênio foi particularmente significativa para Faraday nas fases iniciais de sua formação científica. Vide nota 16 (p. 39).

argumentação, que revelam inclinações da autora com relação à natureza do conhecimento químico. Uma dessas linhas seria a de propor explicações para as propriedades macroscópicas dos materiais por meio de considerações acerca dos atributos de seus elementos constituintes. É assim para explicar a ação cáustica de compostos, que seriam formados por elementos com forte afinidade por quaisquer dos constituintes da pele (MARCET, 1809, p. 151). Seguindo o mesmo raciocínio, os combustíveis seriam os materiais em cuja composição se encontram elementos com forte afinidade pelo oxigênio, necessário a todas as combustões (*Ibid*., p.70).

Num dos diálogos sobre a química dos vegetais, após várias considerações sobre processos de fermentação, Caroline fica maravilhada ao descobrir que todo o vigor do álcool pode provir da suavidade do açúcar. Questionada pela professora se seria capaz de explicar as principais diferenças entre as duas substâncias, Caroline retoma as conversas anteriores e racionaliza:

> Deixe-me pensar... Açúcar consiste em carbono, hidrogênio e oxigênio. Se dele é extraído ácido carbônico durante a formação do álcool, este último apresentará menos carbono e oxigênio que o açúcar; portanto, o hidrogênio deve ser o princípio predominante no álcool.
>
> (MARCET, 1809, p. 258)

A avaliação da professora é positiva, e em muito sustentada por essa extrapolação das propriedades dos corpos elementares sobre os materiais que eles compõem. A Sra. B. ressalta que a diferença entre o açúcar e o álcool foi muito bem explicitada por Caroline, e que essa grande proporção de hidrogênio responde pela leveza e pela combustibilidade do álcool.[44]

Na sequência do mesmo diálogo, a outra aluna, Emily, pergunta se seria então possível recompor o açúcar a partir da combinação do álcool com o ácido carbônico. A resposta da professora ilustra a segunda linha de argumentação que permeia todo o texto, que trata das combinações e separações entre os compostos químicos:

> [Os] químicos nunca obtiveram êxito nessa tentativa; mas, por analogia, devo imaginar que tal recomposição é possível.
>
> (MARCET, 1809, p. 258)

[44] Desprezando o calórico e a luz, cujo peso não podia ser comparado ao das demais substâncias, já se atribuía ao hidrogênio a menor massa relativa entre os elementos conhecidos.

De todo o discurso construído ao longo do texto, entende-se que os corpos compostos são formados a partir de combinações dos corpos simples, e tais combinações se justificam por forças de atração existentes entre os constituintes da matéria. A química se apresenta então como a ciência que investiga essas interações, e que as explora na produção dos compostos e efeitos desejados para os mais variados fins, como a medicina, a agricultura, a cosmetologia e a produção de energia. Obviamente, a química não é apresentada meramente como um meio para a obtenção de drogas e fertilizantes, mas também como o ramo da filosofia natural que nos aproxima do conhecimento dos mecanismos pelos quais a Natureza opera sobre todos os corpos.

Essa lógica de estudo baseada nas separações e combinações de componentes constitui a segunda linha central de argumentação à qual nos referimos. De acordo com a abordagem de Marcet, é essencialmente por essas vias que a química amplia seu entendimento sobre a Natureza:

> O primeiro desses processos se chama análise, e o segundo, síntese. Quando somos capazes de precisar a natureza de uma substância por meio destes dois métodos, de tal modo que o resultado de um confirma o do outro, alcançamos o mais profundo conhecimento que nos é possível acerca dessa substância.
>
> (MARCET, 1809, p. 114)

Um exemplo bem claro dessa linha de argumentação é apresentado já na primeira conversa entre a Sra. B. e suas duas alunas. O tema da atração entre compostos é ilustrado por um experimento simples, em que a professora introduz uma peça de cobre num recipiente de vidro contendo ácido nítrico.[45] À medida que o ácido e o metal interagem, o líquido inicialmente incolor torna-se azul, característico do cobre em solução.[46] A aluna Emily, então, entende perfeitamente como a atração química pode provocar a formação de novos compostos pela combinação de corpos

[45] Na época, entendia-se por "ácido nítrico" o gás produzido pela combinação de uma parte de gás nitrogênio e duas partes de gás oxigênio submetida a séries de descargas elétricas em laboratório. Então, quando cita "ácido nítrico" no texto, a autora se refere ao que hoje chamaríamos de "dióxido de nitrogênio". No experimento citado, o "gás ácido nítrico" se encontra dissolvido em água. É essa combinação do "gás ácido nítrico" com água que ataca o cobre.

[46] Entre os indícios da produção de novas substâncias no processo químico, além do aparecimento da cor azul na solução, a reação entre o cobre e o ácido nítrico tipicamente provoca a liberação de um gás que, ao entrar em contato com o ar, adquire coloração marrom-avermelhada bastante perceptível (forma-se o dióxido de nitrogênio, em termos atuais). No primeiro diálogo, sobre a natureza geral da química, nenhuma das personagens faz menção à liberação desse gás (MARCET, 1809, p. 7-8). Mais à frente, porém, quando são discutidas as propriedades dos metais, outra versão do mesmo experimento é realizada, e Caroline reclama de um odor desagradável decorrente do processo (*Ibid*., p. 137).

simples, mas questiona como essa mesma atração poderia servir para separar os constituintes de um corpo composto. A explicação de que seria necessário um terceiro material, com maior atração por uma das substâncias combinadas, orienta a conclusão do experimento. A Sra. B. mergulha a ponta de uma lâmina de ferro no líquido azul produzido e, ao retirá-la, as alunas percebem que o cobre fica aderido à superfície da lâmina, separado, portanto, do ácido nítrico.

Todas as demais conversas sobre as substâncias elementares, como os gases hidrogênio e nitrogênio, ou sobre os sólidos de enxofre, carbono e fósforo, são pautadas pelas combinações desses materiais com oxigênio, com o calórico, ou entre si, seguindo para os compostos formados e para a verificação de sua natureza através de processos de decomposição.

Num primeiro paralelo entre os modos de trabalho de Marcet e Faraday, caberia notar que essas duas linhas de argumentação verificadas (das citadas extrapolações de propriedades e das idas e vindas das combinações químicas), com particular ênfase sobre a segunda, também permeariam o discurso de Faraday de modo muito marcante em sua atuação como palestrante. Retomaremos essa discussão mais à frente, no próximo capítulo desta dissertação.

No diálogo que inicia a segunda parte do texto de Marcet, sobre os corpos compostos, a atração entre os corpos simples é detalhada em sete leis que, de modo bastante engenhoso, e por vezes até matemático, atribuem graus de afinidade a cada composto ou par de compostos. O estudo da química, orientado por tais leis, permitiria inclusive a realização de previsões quanto à tendência de determinadas combinações resultarem na produção de novas substâncias (MARCET, 1809, p. 187). Por levar a abordagem a tal nível de sofisticação, fica evidente que a autora tem a clareza de que as qualidades dos corpos compostos não dependem unicamente daquelas de seus princípios constituintes.

Depois de tratar dos corpos simples e de suas combinações nos corpos compostos, Marcet conduz a conversa de suas personagens ao que chama de “corpos organizados”. Neste ponto, todas as leis que regem a atração entre os compostos encontram o equilíbrio que lhes permite produzir sistemas complexos como os vegetais e animais. Assim, o estudo das combinações específicas que se formam na produção de cada material ganha relevância, que talvez se equipare à do estudo das propriedades específicas de cada corpo elementar. Por exemplo, quando

a Sra. B. explica às suas alunas que é através do reino vegetal que as substâncias minerais são introduzidas nos sistemas animais, ela diz que:

> [...] é, portanto, por meio desta via que os elementos simples se tornam parte da estrutura animal. Nós tentaríamos em vão retirar nosso alimento a partir do carbono, hidrogênio e oxigênio, tanto em seus estados isolados, como combinados dentro do reino mineral; pois é somente a partir da sua união em combinações vegetais que eles se tornam capazes de prover nossa nutrição.
>
> (MARCET, 1809, p. 272)

Essas interconexões entre os reinos animal, vegetal e mineral reforçam o vínculo estabelecido por Marcet entre a química e as esferas mais amplas dos fenômenos naturais, exatamente como havia proposto nos primeiros diálogos do livro.

Auguste de La Rive ressalta que Jane Marcet prestou um grande serviço à ciência de seu tempo ao popularizá-la de modo tão eficaz. Na biografia que escreveu como parte das homenagens feitas à autora após seu falecimento, De La Rive parafraseia um relato que recebeu do próprio Faraday, como registro da eterna gratidão e profunda admiração que mantinha em relação à sua "primeira mestra" (DE LA RIVE, 1858, p. 453-454):

> [...] A Sra. Marcet foi uma amável amiga para mim, assim como deve ter sido para muitos dentre a raça humana. Eu fui acolhido na loja de um vendedor de livros e encadernador quando contava treze anos, em 1804, permaneci lá por oito anos, e durante a maior parte do tempo encadernava livros. Foi justamente nesses livros, nas horas após o trabalho, que encontrei os princípios da minha filosofia. Há dois em especial que me ajudaram; a *Enciclopédia Britânica*, pela qual adquiri minhas primeiras noções sobre eletricidade; e *Conversations on Chemistry*, da Sra. Marcet, que me proporcionou meus fundamentos naquela ciência. Acredito que eu tenha lido sobre o flogisto &c na *Enciclopédia*, mas o seu livro surgiu como uma luz em minha mente.
>
> (Michael Faraday, em carta para Auguste de La Rive datada de outubro de 1858. JAMES, 2008a, *letter* 3519, p. 453)

Segundo De La Rive, o mérito maior de Jane Marcet foi a iniciativa, por ousar acreditar que seria possível introduzir aos ignorantes os assuntos de natureza mais abstrata.

> As qualidades do estilo de Madame Marcet foram aquelas do seu modo de pensar. Uma elegância sem refinamento, uma clareza sem esforço, uma animação fácil, uma expressão justa e natural lhe consagraram um sucesso que, depois de ter brilhado, perdurou.
>
> (DE LA RIVE, 1858, p. 463)

Em 1846, Jane Marcet escreveu um bilhete a Faraday, perguntando se ela poderia assistir a sua palestra que ocorreria naquela mesma manhã na *Royal*

Institution. A Sra. Marcet logo sairia em viagem e temia não ter oportunidade de ouvi-lo novamente. A resposta veio a tempo:

> Caríssima amiga. Seu pedido é uma honra e fico muitíssimo agradecido [...] Não lhe envio uma entrada porque espero que entenda que, ao mencionar seu nome, você e sua companhia serão sempre recebidos aqui. Eu dei ordem para que assim seja.
>
> (Michael Faraday, em bilhete para Jane Marcet, datado de maio de 1846. JAMES, 1996, *letter* 1873, p. 509)

Assim, Faraday manifestava seu reconhecimento a uma divulgadora da ciência que contribuiu para a sua formação como cientista e também como divulgador da ciência.

O contato de Marcet com seu público se deu por meio de suas publicações. Faraday, por sua vez, promoveu a ciência para o público em geral essencialmente pela via das conferências. Ainda em sua juventude, Faraday desenvolveu o hábito de assistir a palestras assumindo postura bastante crítica, que lhe permitia delinear algumas condições contribuintes para o sucesso do evento. Vários dos critérios que utilizava nessas análises provinham de uma obra muito popular em sua época, que também o auxiliou na consolidação de seus próprios modos de divulgar ciência: trata-se de *The improvement of the mind*, de Isaac Watts, que analisaremos mais detidamente na sequência.

Isaac Watts e *The improvement of the mind*

Não é comum que o nome de Isaac Watts apareça em coletâneas de pensadores ou entre os filósofos de maior destaque no século XVIII. Seu reconhecimento é mais evidente junto à igreja protestante, dentro da qual é considerado por muitos como pioneiro na composição de hinos religiosos na língua inglesa.[47]

Além de sua participação na igreja, como pastor e escritor de hinos, sermões, tratados de teologia e livros educacionais para crianças dentro da fé protestante, Isaac Watts também publicou trabalhos nos campos da lógica, astronomia, geografia, gramática, pedagogia e ética. Sua obra completa inclui nada menos que

[47] Os dados biográficos apresentados nesta seção são baseados em Johnson (1785) e Palmer (1919).

cinquenta e dois livros. Em 1810, foi publicada em Londres uma coletânea dos seus trabalhos dividida em seis volumes, e em 1813 esse material recebeu nova edição, dividida em nove volumes.

Isaac Watts nasceu em Southampton, sul da Inglaterra, em 1674. Durante a infância, teve seu pai aprisionado por questões religiosas, e conta-se que a memória de tal fato o fez posteriormente recusar as oportunidades que teve de ingressar numa universidade ligada à igreja anglicana, da qual seu pai fora dissidente. Precoce, iniciou muito cedo seus estudos em latim, grego e hebraico, gastando em livros as eventuais moedas que ganhava. Os arquivos de sua igreja registram alguns hinos escritos por Watts antes mesmo que ele tivesse alcançado quinze anos, idade na qual ingressou numa academia em Londres dirigida pelo Reverendo Thomas Rowe, que também era ministro numa congregação de independentes.

Ao deixar a academia, Watts retornou à casa de seus pais e lá permaneceu por dois anos, antes de se tornar tutor a serviço de uma família em Stoke Newington, subúrbio de Londres, e de assumir o posto de ministro assistente na capela independente de Mark Lane, também em Londres. Quando o pastor da capela, Dr. Isaac Chauncy, faleceu em 1701, Watts aceitou o convite para sucedê-lo.

Desde a juventude a saúde de Watts não era das melhores, sofrendo com esporádicos ataques de febre e indisposição. Durante muitos anos, Watts contou com a solidariedade dos membros de sua congregação, a qual retribuiu com seu trabalho, enquanto a saúde o permitiu, além de uma dedicatória que registrou num dos volumes de seus sermões. Watts também foi auxiliado por um ministro assistente, o reverendo Samuel Price, que por cerca de nove anos facilitou o cumprimento de suas tarefas como pastor. Após esse período, uma nova crise de febre fez com que ele se afastasse definitivamente de suas funções junto à congregação. Thomas Abney, amigo de Watts, o convidaria então para passar um período de descanso em sua casa, alguns quilômetros ao norte de Londres. A visita durou trinta e seis anos.

Dois eventos marcaram a década de 1720 para Isaac Watts: o primeiro deles foi a morte de seu amigo e anfitrião, Thomas Abney; e o segundo foi a emissão de um diploma não solicitado, que conferia a Watts o título de Doutor em Teologia pela Universidade de Edimburgo. Watts continuaria por muitos anos a viver com a família de seu amigo como se fosse a sua própria e, por volta de 1735, se mudaria com a

senhora Abney e suas três filhas para outra casa, retornando a Stoke Newington, onde passaria os últimos treze anos de sua vida.

A estreita relação que manteve com sua congregação, mesmo após seu afastamento físico da capela, permitiu que Watts alcançasse uma proeminente posição como pregador e líder entre dissidentes, além de conferir a ele a condição de poeta que modelou os pensamentos e aqueceu as emoções dos cristãos protestantes ingleses por séculos (PALMER, 1919, p. 378).

Watts compôs a maior parte de sua obra no período em que viveu junto à família de Thomas Abney, desde os trabalhos em educação religiosa para crianças, derivado de seu convívio com as três filhas de seu anfitrião, passando por volumes de sermões e hinos religiosos, até a parte de sua obra que nos interessa neste trabalho, *The improvement of the mind,* publicado em 1741 como suplemento a um tratado anterior sobre a lógica.

The improvement of the mind se apresenta como um manual, ou um guia de estudos, que objetiva potencializar o aprendizado. Originalmente, o texto foi escrito em duas partes, sendo a primeira dedicada aos métodos para a aquisição de conhecimentos úteis, e a segunda, à comunicação desses conhecimentos. Por questões editoriais ligadas ao número de páginas do manuscrito, a segunda parte da obra não foi publicada em sua edição inicial, mas como o próprio autor antevia em seu prefácio, a aceitação da primeira parte o daria ânimo para proceder às revisões da segunda. De fato, como relatam os editores no prefácio dessa segunda parte de *The improvement of the mind*, Watts deixou pouquíssimas lacunas a serem preenchidas com exemplos e notas de rodapé, e a íntegra do texto foi publicada pela primeira vez em 1751, já como obra póstuma do autor, junto a um discurso sobre a educação de jovens e crianças, que passou a integrar a obra.

Como mencionamos na introdução deste trabalho, o sucesso do manual de estudos de Watts pode ser mensurado pelo número de publicações e reimpressões que recebeu. Desde a publicação inicial de 1741, que contava apenas com a primeira parte do texto, até as reimpressões posteriores ao ano 2000, impressas em formato de bolso, *The improvement of the mind* já teve mais de trinta edições.

Neste trabalho, utilizamos como fonte primária a edição britânica de 1801 (WATTS, 1801), que traz as duas partes do texto, além do prefácio e da introdução

escritos pelo próprio Watts para a obra. Tal edição também carrega a adequação da contemporaneidade em relação ao período de formação do jovem Faraday.[48]

No prefácio, Watts diz que o livro foi escrito a partir de suas próprias observações e estudos, e que as ideias básicas que viriam a compor a obra já haviam sido lançadas nas considerações finais de seu tratado anterior sobre a lógica, publicado décadas antes. Assim, *The improvement of the mind* foi escrito lentamente, ao longo de quase vinte anos, como explica o autor, valendo-se de uma analogia:

> Vez por outra, ele se expande em galhos e folhas, como uma planta em abril, e avança sete ou oito páginas numa semana; às vezes ele repousa sem crescimento, como um vegetal no inverno, e não aumenta a metade disso no ciclo de um ano.
>
> (WATTS, 1801, p. IX)

Esses inconstantes períodos de dedicação e afastamento em relação à obra são utilizados pelo autor como desculpa para eventuais alterações em seu próprio estilo de escrita, assim como pela repetição de ideias, temas, destaques e opiniões em pontos diferentes da narrativa, o que não se verifica com tal recorrência.

O livro se dirige aos jovens em busca de conhecimentos, ou mesmo àqueles que queiram evitar interpretações e juízos enganosos, e também se coloca como fonte passível de ser utilizada por moças interessadas no desenvolvimento de suas capacidades intelectuais. Para se perceber incluída no contexto da obra, essa audiência feminina teria de executar o simples exercício mental de trocar terminações, ajustando o gênero de algumas palavras.

> As tarefas e benefícios comuns das sociedades, às quais pertencem todos os homens [...] obrigam todas as pessoas a fazer uso de seus poderes de raciocínio em milhares de ocasiões [...]. Então, aquilo que deve ser sempre praticado, precisa, em algum momento, ser aprendido.
>
> (WATTS, 1801, p. 15-16)

Praticamente todos os parágrafos do texto se orientam sobre algumas diretrizes que o autor chama de “regras”. No primeiro capítulo, são apresentadas as regras básicas para a aquisição de conhecimentos, que incluem: entender a importância do bom julgamento e do raciocínio acertado sobre as coisas; considerar

[48] Segundo Williams (1960), é de 1809 a edição que mais provavelmente passou pelas mãos do jovem Faraday enquanto trabalhava como aprendiz de encadernador. Não tivemos acesso a essa edição, mas verificamos que, em relação à versão de 1801, o texto não sofreu alterações, mesmo em versões posteriores, como a de 1814.

as falhas, fragilidades e enganos como componentes da natureza humana; assumir como insuficiente uma visão superficial sobre temas importantes, buscando aprofundar-se particularmente nos assuntos ligados à sua profissão; entender que tanto o conhecimento como a sabedoria só derivam do trabalho e do estudo; não crer na tolice de que a erudição está ligada a uma vida de ócio e conforto; permitir que a expectativa por novas descobertas e a satisfação pelo entendimento das verdades conhecidas vitalizem seu esforço diário; fazer um balanço diário dos aprimoramentos alcançados em tudo que tange o conhecimento, incluindo novas ideias adquiridas, proposições ou verdades confirmadas, etc.; manter-se vigilante contra morais dogmáticas; ter a humildade de se retratar de enganos e assumir erros; não abordar assuntos de modo que diminua sua importância e não brincar com temas sagrados; manter uma atitude virtuosa e devota, pois os vícios comprometem o juízo e pervertem os julgamentos; vigiar a soberba e a vaidade quanto às suas próprias capacidades intelectuais, não negligenciando a graça e a ajuda divina; e, por fim, pedir diariamente a Deus que abençoe seus esforços na leitura, no estudo e demais iniciativas em busca do aprimoramento intelectual.

Watts transita com naturalidade entre os temas das ciências humanas e do divino, em geral encerrando seus capítulos com considerações que ressaltam a importância da devoção e a primazia da fé cristã sobre todos os pensamentos que permeiam a mente dos homens. Por exemplo, quando trata das regras do aprendizado que se dá pela leitura, Watts ressalta que o objetivo do leitor não deve ser simplesmente o de assimilar as opiniões que um autor expressa em sua obra, mas o de julgar essas opiniões, avaliando-as como certas ou erradas, de modo a suplementá-las ou corrigi-las com o apoio de seus estudos anteriores e dos que decorrerão do aprofundamento na matéria em questão. Mas isso somente se aplica quando tratamos de “autores humanos”, e não das escrituras sagradas, pois nelas o objetivo deve se restringir à procura do sentido e do real significado de cada parágrafo e página. O *status* de verdade, neste caso, estaria atrelado ao fato de tais escritos serem divinos (WATTS, 1801, p. 54).

No segundo capítulo da primeira parte do livro, Watts apresenta seus cinco métodos para o aprimoramento da mente no conhecimento das coisas, a saber: *Observação*; *Leitura*; *Instrução por Palestras*; *Conversas*; e *Estudo* (ou *Meditação*). Essencialmente, todos os demais capítulos, dos vinte que compõem a primeira parte de *The improvement of the mind*, são dedicados ao desenvolvimento de ideias

vinculadas ao aprendizado por meio destes cinco métodos, com as regras que potencializam o rendimento de cada um deles.

A *Observação* seria o método primeiro pelo qual todos os homens adquirem conhecimento. Watts confere um sentido bastante amplo à observação, que inclui:

> tudo o que vemos, ouvimos ou sentimos, que percebemos pelos sentidos ou pela consciência, ou que entendemos de maneira direta, praticamente sem o exercício de nossas faculdades reflexivas ou poderes de raciocínio.
>
> (WATTS, 1801, p. 34)

Assim, é pela observação que mais diretamente interagimos com o mundo, incluindo nós mesmos, além dos outros sujeitos e objetos. Sem ela seríamos incapazes de fazer uso dos demais métodos de aprimoramento da mente, pois se nos fossem vedados os sentidos pelos quais tomamos ciência dos objetos exteriores, não haveria livro ou professor capaz de nos ensinar coisa alguma. É pela observação que formamos nossas primeiras impressões sobre tudo (WATTS, 1801, p. 36).

Pela interpretação de Watts, verifica-se que a observação pode atuar tanto de modo passivo quanto ativo frente ao conhecimento que se adquire através dos sentidos humanos. É interessante notar como o autor utiliza esse possível caráter ativo do primeiro método de aprimoramento da mente para traçar uma estreita relação entre a observação e os experimentos. A noção de *experimento* estaria embutida na prática da observação, pois, segundo Watts:

> quando investigamos a natureza ou as propriedades de um ser por vários métodos de ensaio, quando aplicamos forças ou colocamos algumas causas em ação, observando quais efeitos elas produzem, este tipo de observação é chamado de experimento.
>
> (WATTS, 1801, p. 34)

Outra característica fundamental da observação seria a sua constante atividade. Enquanto estamos acordados, interagimos ininterruptamente com os objetos, pessoas e coisas pelas vias da observação. Também podemos entender que essa interação, entre o sujeito que estuda e o objeto que é estudado, se dá de modo direto, diferente de quando lemos um livro ou assistimos a uma palestra, pois nesses casos, o contato estabelecido com a matéria em estudo se dá através de um intermediário, sendo, portanto, indireto. Assim, o conhecimento que alcançamos pela leitura, palestras ou conversas, seria apenas “uma cópia das ideias de outros

homens, ou seja, a imagem de uma imagem, que está um degrau mais distante do original" (WATTS, 1801, p. 36).

O método da *Leitura* traz consigo a escrita e, de acordo com Watts, é um dos que merecem a maior atenção e tempo de dedicação por parte dos que planejam aprimorar a mente. Se comparada às palestras e conversas, a grande vantagem da leitura seria a ausência de fronteiras de tempo e de espaço, pois com um pouco de empenho, é possível acessar fontes escritas pelos povos mais antigos e das terras mais distantes. A leitura nos confere o imenso proveito de tomar parte nas opiniões, observações, no raciocínio e nos aprimoramentos registrados por todo o mundo instruído. Os livros também recebem destaque por outras características, como a possibilidade que nos conferem de ler e reler um trecho mais complicado, sempre que divagamos quanto às ideias e interpretações ali contidas, além de geralmente representarem o registro de pensamentos já em certo estágio de amadurecimento, diferentes das opiniões vagas e pouco elaboradas que comumente emergem em conversas informais.

Dentre as regras que orientariam a prática da leitura de modo a torná-la mais proveitosa, Watts dá algumas dicas simples, como: ler atentamente o prefácio e verificar pelo sumário se aquela obra efetivamente aborda as questões do interesse do leitor em seu contexto de estudos corrente; sempre fazer uma segunda leitura dos bons textos; montar índices para futuras referências e buscas; resumir trechos; e, na primeira oportunidade, conversar a respeito dos aprimoramentos obtidos com aquela leitura (WATTS, 1801, p. 52-56). Essas seriam algumas regras básicas para uma leitura que leva ao aprendizado. Mas Watts estende o assunto, orientando também o leitor a nunca iniciar uma leitura predisposto a aceitar ou refutar as opiniões de um autor, pois tal parcialidade constitui uma obstrução para o aprendizado e compromete a capacidade de julgamento (*Ibid*., p. 58). Do mesmo modo, não se pode julgar um tratado inteiro com os mesmos argumentos. Por questão de justiça, Watts ressalta que mesmo as obras de grandes autores têm seus altos e baixos, e cada parte do texto precisa ser julgada quanto à sua veracidade em separado (*Ibid*., p. 72-73).

A deficiência dos livros estaria ligada à sua condição estática ou, mais precisamente, à sua impossibilidade de parafrasear suas próprias palavras, tirando dúvidas ou exemplificando seus argumentos dentro de tal e qual contexto. Essa problemática é facilmente superada nas *Palestras* que, na definição de Watts,

abrangem as instruções verbais fornecidas por um professor enquanto os aprendizes assistem em silêncio, incluindo todo o aparato utilizado nessas ocasiões. Para Watts, as palestras têm algo de mais prazeroso, interessante e vivaz que a "silenciosa e sedentária" prática da leitura (WATTS, 1801, p. 38). Além de poder incrementar seu discurso e favorecer o entendimento com experimentos, ilustrações e diagramas, o sábio professor[49] pode esclarecer pontos controversos do tema com a mais criteriosa escolha das palavras e entonações que usará em sua abordagem, e também facilitar aos aprendizes a escolha de quais autores ou obras merecem ser lidas, prevenindo-os de assumirem algumas interpretações equívocas ou de gastarem tempo demais em meio a fontes não reconhecidas dentro de cada área do conhecimento.

Considerando a relevância da leitura e o apelo das palestras, aparentemente, a única vantagem que sobraria para as *Conversas* seria a possibilidade de tirar dúvidas diretas, o que nem sempre ocorre nas palestras, e quase nunca é possível nos livros. Mas Watts lista mais vantagens para este do que para qualquer outro dos métodos de aprimoramento discutidos em seu livro. Entre as vantagens das conversas estaria o rápido diagnóstico de más interpretações ou da aceitação de argumentos e ideias ingênuas, que não se sustentam frente à crítica um pouco mais fundamentada, ou mesmo a possibilidade de desviar-se do eixo central de debate, atentando para tópicos e dúvidas periféricas a ele. Esses desvios, que por vezes se mostram produtivos, são rapidamente considerados nas conversas, mas podem ser esquecidos ou ignorados nos livros e palestras.

> Homens, sendo criaturas sociais, têm maior prazer em conversas e aprendem melhor por meio delas, isso se puderem ser sempre praticadas alegre e sabiamente.
>
> (WATTS, 1801, p. 122)

As conversas podem ser formais ou informais, e também abrangem vários tipos de discussões, debates e disputas intelectuais, que Watts aborda em maior detalhe ao longo da primeira parte do livro. Essencialmente, elas são valiosas por trazerem a possibilidade de conhecermos as opiniões dos outros enquanto expomos

[49] Apesar de sempre fazer referência às "palestras" (*lectures*), Watts se alterna entre os termos "professor", "tutor", "palestrante" e "instrutor" (*teacher*, *tutor*, *lecturer*, *instructor*), quando trata do mestre que gerencia tal ambiente, aparentemente sem fazer distinção entre essas funções. A mesma indiscriminação ocorre entre os termos "estudante", "aprendiz" e "discípulo" (*student*, *learner*, *disciple*), quando trata daqueles que assistem às palestras ou que visam o aprimoramento intelectual por qualquer dos métodos abordados no livro.

nossas próprias, o que, nos melhores casos, propicia o aprimoramento de ambas as partes envolvidas no processo. Entre as regras que potencializam os resultados das conversas está a ideia de que todos têm algo a ensinar. Mesmo as pessoas mais simples são capazes de transmitir informações verdadeiras adquiridas através da experiência, principalmente acerca de suas profissões. Neste sentido, Watts atesta que "um mecânico é mais sábio que um filósofo" (WATTS, 1801, p. 93).

Por fim, o *Estudo*, ou a *Meditação*, seria o método de aprimoramento capaz de gerenciar, julgar e avaliar todo o conhecimento adquirido pelas vias de acesso constituídas pelos outros quatro métodos descritos. O estudo seria a forma mais pessoal de lidar com o conhecimento, mas que, para se tornar eficiente, também demandaria exercício.

> É por meio da meditação que certificamos nossa memória dos assuntos que passam por nossos pensamentos nas situações da vida, em nossas experiências, e nas observações que fazemos: é através da meditação que traçamos várias inferências, e estabelecemos princípios gerais do conhecimento em nossas mentes. É pela meditação que comparamos as várias ideias que derivam de nossos sentidos [...] e as reunimos em proposições. É pela meditação que fixamos na memória o que aprendemos e formamos nossa própria opinião quanto à verdade ou falsidade, a força ou a fragilidade daquilo que outros dizem ou escrevem. É a meditação, ou o estudo, que desenha longas séries de argumentos, buscando e encontrando verdades profundas e intrincadas, que até então se ocultavam na escuridão.
>
> (WATTS, 1801, p. 35)

Segundo Watts, qualquer iniciativa pelo aprimoramento da mente que não inclua esses cinco métodos de modo ponderado é ineficiente. Watts chega a expor sua visão pessoal de como seria essa ponderação entre os métodos, colocando a leitura e o estudo em posição superior à das conversas e palestras, sendo então, as duas primeiras, merecedores de maior tempo e dedicação. Isso por lembrar, é claro, que a observação se dá de modo ininterrupto.

Os últimos capítulos da primeira parte de *The improvement of the mind* tratam de recomendações e técnicas acessórias, como o treino da memória e da atenção, além da discussão sobre algumas características das mentes realmente preparadas para a aquisição de conhecimentos. Para Watts, a memória constitui uma faculdade importantíssima do homem, que serviria como um suporte para a percepção, para o julgamento e a razão (WATTS, 1801, p. 170). É com o subsídio da memória que somos capazes de julgar uma situação presente, verificando paralelos com outras já estudadas, de modo a ponderar sobre os resultados que decorreriam de tal e qual

intervenção. É a memória que sustenta o aprendizado que chega até nós pela experiência de vida.

A memória e o julgamento constituem duas habilidades diferentes da mente, interdependentes. A capacidade de julgamento, frente a qualquer situação ou conhecimento a ser avaliado, depende em muito das várias interconexões que fazemos em nossa mente sobre tudo aquilo que já estudamos, ou seja, o julgamento depende em grande parte da memória. Portanto, para os que não têm uma memória bem treinada, restariam apenas a cautela e a prudência de avaliar cada situação mais detalhadamente no momento em que elas surgem, antes de pronunciar uma opinião (WATTS, 1801, p. 172-173).

Quanto à ampliação das capacidades mentais, Watts lista e comenta três aspectos fundamentais a serem trabalhados: 1) a mente deve estar pronta a receber grandes ideias sem dificuldades, isto é, deve estar preparada para fugir das questões cotidianas, lidando com matérias que causam estranhamento, como se faz ao discutir o infinito do universo ou o invisível dos átomos; 2) a mente deve estar pronta a receber ideias novas e estranhas a partir de evidências, sem grande surpresa ou aversão, ou seja, é necessário fugir daquilo que só se justifica pelo hábito ou pela tradição, reconhecendo o valor das evidências e das novas interpretações decorrentes destas; e 3) a mente deve ser capaz de lidar com muitas ideias e variáveis simultaneamente e sem confusão, tirando conclusões a partir de análises amplas (WATTS, 1801, p. 152-175).

A aquisição de conhecimento segundo Faraday

Todos esses tópicos ligados ao autoaprimoramento sempre foram muito caros a Faraday, e são inúmeros os registros de seu interesse por desenvolver aspectos de sua atividade mental e de suas habilidades ligadas ao intelecto e à linguagem, aos moldes do que professava Watts. Em vários momentos, Faraday conta com a ajuda de amigos para aprimorar sua formação, e aborda questões sobre como lidar com o conhecimento, como fazer julgamentos acerca da verdade ou da falsidade de ideias, como comunicar conhecimentos, etc.

No parágrafo de introdução de uma das várias cartas que escreveu ao amigo Benjamin Abbott, Faraday se diverte com a ideia de que qualquer estranho faria um julgamento superficial de dois amigos que, apesar de se encontrarem pessoalmente com razoável frequência, mantêm por hábito a troca de correspondências. Faraday declara abertamente que guardava interesses "egoístas, embora não censuráveis", escondidos nesse hábito. Interesses ligados ao desenvolvimento de suas habilidades descritivas e de organização do raciocínio, na busca pelo que ele próprio resume com a palavra "aprimoramento" (JAMES, 1991, *letter 20*, p. 50-52).

Nos volumes publicados com a correspondência de Faraday, algumas séries de cartas chamam a atenção. Mencionamos no capítulo anterior que, em 1812, Faraday e seu amigo Benjamin Abbott defendiam diferentes hipóteses sobre a composição do ácido muriático (JAMES, 1991, *letters 7-10*, p. 15-31). Faraday era partidário da hipótese de Humphry Davy, de que o ácido muriático não continha oxigênio em sua composição, sendo produto da combinação dos gases elementares hidrogênio e cloro. Isso contradizia uma teoria anterior, proposta por Lavoisier e defendida por Abbott, que associava o oxigênio à composição de todos os ácidos. Depois de argumentar entusiasticamente em defesa da hipótese de Davy, Faraday percebe que seu amigo cede ao seu discurso sem se mostrar inteiramente convencido pelos fatos e experimentos relatados. Faraday então abandona o tema da discussão por alguns parágrafos, e se concentra nesse processo de mudança de opinião de Abbott, chegando a questionar o que chamou de "um sinal de volubilidade" que não esperava encontrar no amigo:

> Eu lhe apresentei esta teoria não como a verdade, mas como aquela que me parece correta – e quando eu perceber falhas nela, imediatamente renunciarei a ela, parcial ou inteiramente, dependendo de como se fizer meu julgamento – A partir disto, caro amigo, você perceberá que sou muito aberto a convicções, mas da maneira pela qual responderei à sua carta, também perceberá que eu devo estar convencido antes de renunciar [à teoria que aceito].
>
> (Michael Faraday, em carta para B. Abbott datada de setembro de 1812. JAMES, 1991, *letter* 10, p. 26-31)

Em outra série de cartas, Faraday desenvolve sua visão sobre as palestras que frequentava no período, apontando detalhes do que entendia como um teatro ideal para esse tipo de evento, e discorrendo sobre o uso de experimentos e sobre os melhores modos para organizar e apresentar argumentos (JAMES, 1991, *letters 23-26*, p. 55-65). A partir desses registros, Alice Jenkins nota que Faraday já demonstrava entender que a receptividade do mundo científico às novas pesquisas

poderia ser afetada pela forma com que o pesquisador as apresentava. Assim, Faraday teria dedicado particular atenção a aspectos estilísticos da fala, da escrita e, naturalmente, da prática de ministrar palestras (JENKINS, 2008, p. 5).

Tais preocupações não se limitariam às etapas iniciais da formação de Faraday como pesquisador. Em outra carta enviada a Abbott, em 1816, quando contava vinte e cinco anos e já trabalhava como assistente de laboratório na *Royal Institution*, percebe-se certo agravamento das preocupações de Faraday quanto às suas próprias técnicas de escrita. Faraday pede ajuda ao amigo, solicitando que ele discorra sobre as formas possíveis para organizar sequências de ideias em um texto, além de descrever metalinguisticamente como percebe seus próprios métodos de escrita, e como gostaria de vê-los aprimorados. De acordo com sua autocrítica, Faraday mantinha um método de estruturação de seus textos a partir de séries de ideias listadas em tópicos, o que a seu ver conferia certa rigidez ao texto, e se contrapunha ao desejo de desenvolver uma escrita que corresse com naturalidade e maciez entre os assuntos abordados. Nesse sentido, Faraday faz uso da mesma analogia com a Natureza que Watts apresentara na introdução de *The improvement of the mind*:

> [este método] introduz uma frieza e rigidez ao estilo da peça composta por meio dele, pois as partes parecem se juntar como tijolos uns após os outros e, embora eles possam se encaixar, deixam a impressão de muita regularidade, e é meu desejo se possível me familiarizar com um método pelo qual eu possa escrever meu exercício numa progressão mais simples e natural. Eu gostaria de imitar uma árvore em sua progressão das raízes ao tronco, galhos e folhas, em que cada alteração se dá de maneira tão natural, contudo efetiva, que embora as vias sejam constantemente variadas, o efeito é preciso e determinado.
>
> (Michael Faraday, em carta para B. Abbott datada de dezembro de 1816. JAMES, 1991, *letter* 70, p.149)

No ano seguinte ao da carta acima, Faraday daria nova prova do apreço que tinha em relação à obra de Watts. Numa de suas palestras junto à *City Philosophical Society*, ele conclama os demais membros da sociedade a se dedicarem ao autoaprimoramento com mais afinco. Na palestra, intitulada *Observações sobre os meios para a aquisição de conhecimento*, Faraday basicamente retoma os cinco métodos apontados por Watts para se adquirir conhecimento: *Conversas*; *Palestras*; *Leitura*; *Observação*; e *Estudo* (JENKINS, 2008, p. 179-186).

São perceptíveis traços de seu autocriticado método de organização do texto em tópicos estanques. Faraday esmiúça e trata da importância de cada uma das

cinco estratégias de aprendizado separadamente, priorizando a clareza da abordagem de cada tópico em detrimento de uma progressão mais natural entre os assuntos da palestra (JENKINS, 2008, p. 179).

> Considerando abstratamente meu aprendizado a respeito do conhecimento, ele se formou a partir dos escritos de *Lord* Bacon e de uma obra do Dr. Watts, *The Improvement of the Mind*, a qual considero tão boa dentro de seu estilo, que nenhuma pessoa deveria passar sem ela.
>
> (Michael Faraday, *Observations on the Means of Obtaining Knowledge, apud* JENKINS, 2008, p. 182)

A argumentação sobre os métodos de aprimoramento do aprendizado não difere muito daquela apresentada por Watts em *The improvement of the mind*. As *Conversas* são tratadas com muito apreço por Faraday em seu discurso, principalmente por constituírem um meio tão prazeroso e efetivo para se alcançar o aprendizado. Faraday argumenta que, uma vez iniciada uma discussão, da exposição dos pontos de vista, do apontamento de novas observações e da colisão de opiniões, as ideias frequentemente evoluem, e tal dinâmica não seria possível através de nenhum dos outros métodos de aprimoramento propostos. Faraday exorta os membros da *City Philosophical Society* a participarem mais ativamente das *private evenings*, que eram reuniões dos membros da sociedade, intercaladas semanalmente com as palestras, e que tinham justamente o propósito de ampliar o entendimento dos assuntos apresentados nelas.

> Eu confiro tanto valor às oportunidades que temos de conversar que preferiria faltar em qualquer de nossas noites de palestras do que numa *private evening*.
>
> (*Ibid*., p. 184)

Algumas das vantagens atribuídas por Faraday às *Palestras* estão ligadas à preparação do palestrante, que facilita o entendimento da matéria pelo planejamento que faz da sua fala. Subentende-se que o palestrante esteja bastante familiarizado com seu tema, e que forneça informações seguras, de modo organizado e sequencial, o que não se pode esperar de uma conversa. Em palestras que envolvem experimentação há também esse recurso auxiliar, que deriva de um bom planejamento e que facilita a aquisição de conhecimento. Faraday ressalta que as vantagens das palestras não se limitam a quem assiste, mas também estimulam o aprimoramento do palestrante, tanto em relação ao aprofundamento dos conhecimentos a serem abordados, como no que tange à habilidade de persuasão e à retórica ao comunicar o conhecimento.

Sobre a *Leitura*, Faraday comenta que o cuidado e a atenção despendidos por quem escreve superam em muito aqueles empregados por quem ministra palestras, e mais ainda por quem simplesmente toma parte numa conversa. Nos livros, os significados são apresentados pelos autores em sua forma mais pura, à qual podemos considerar e reconsiderar pelo tempo que for necessário, permitindo-nos maiores divagações e deliberações, sempre mantendo a possibilidade de voltar àquelas linhas e verificar se não fugimos às ideias do autor em nossas digressões. Faraday reconhece a importância da leitura no aprimoramento pessoal e lamenta a carência de uma biblioteca na *City Philosophical Society*.

A *Observação* seria um método de aprimoramento aberto a todos os homens, em todos os lugares e sob quaisquer condições, mas Faraday ressalta uma condição mais específica, em que o uso da observação é de vital importância, que seria a realização de experimentos.

> Investigações experimentais são meras investigações conduzidas pela observação: um fato é observado, sobre o qual se forma uma interpretação; então, traçando-se uma dedução, um novo fato é observado, e em concordando ou se opondo à interpretação prévia, a reforça ou enfraquece.
>
> (FARADAY *apud* JENKINS, 2008, p. 185)

O *Estudo* seria o último e mais importante método de aprimoramento da mente e aquisição de conhecimento. Esse seria o único meio de estender os limites do saber, pois o estudo seria a ferramenta com a capacidade de avaliar e corrigir o conhecimento adquirido por todos os outros métodos de aprendizado.

> Sem ele [o estudo], as conversas, palestras, leituras e a observação seriam como sonhos, que apenas apresentam figuras para deleitar a imaginação, mas que logo se esvaem e se perdem para sempre. Já atreladas a ele, elas são fontes de benefício, prazer e ventura, e se tornam a nascente da prosperidade universal para os homens.
>
> (*Ibid*., p. 186)

O prêmio da pessoa que estuda seria ter uma mente sempre original, pois estudar seria relacionar situações e problemas conhecidos de modo a extrair deles um conhecimento novo. Apesar de sugerir a existência de várias formas de estudo, Faraday se limita a discutir os portfólios, que guardam particular semelhança com os

chamados *commonplace books*, bastante defendidos e aprimorados por John Locke, de cujas ideias Watts fora seguidor (DACOME, 2004).[50]

Em 1818, ano seguinte ao deste discurso, Faraday retomaria a discussão sobre o aprendizado que se dá pelas vias das palestras e conversas, mas desta vez em tom mais áspero. Nessa conferência, intitulada *Observações sobre a inércia da mente*, Faraday conclama os membros da *City Philosophical Society* a assumirem postura mais ativa na aquisição de conhecimento, desvencilhando-se da preguiça e superando os obstáculos que se impõem na busca pelo desenvolvimento intelectual.[51] Ainda nesse ano, quatro amigos se juntariam a Faraday em outra iniciativa em prol do aprimoramento de suas mentes. Dessa empreitada resultou um livro, *The class book for the reception of mental exercises*, mantido nos arquivos da *Royal Institution* e publicado na íntegra por Jenkins (2008). A compilação traz a possibilidade de interagir com ideias filosóficas e com os gostos literários de Faraday, e apesar de não tratarem diretamente de questões científicas da época, os exercícios mentais

> desenvolvem ideias que foram cruciais ao sustentar e possibilitar a incessante defesa de Faraday em relação ao autoaprimoramento, assim como seu comprometimento com a causa, incluindo a questão da educação científica.
>
> (JENKINS, 2008, p. 1)

Até aqui, discutimos vários aspectos da influência da obra de Watts sobre os métodos de estudo desenvolvidos por Faraday ao longo de sua formação, incluindo: a prática da observação; a frequência a palestras e grupos de estudos; a troca de cartas com amigos; o arquivamento de anotações, etc. Tais influências foram consideradas evidentes e vitais por Williams (1960), e também motivaram análises críticas por parte de outros autores e biógrafos (JAMES, 1991; THOMPSON, 2005). Mas outro tópico abordado na obra de Watts nos será mais útil na análise que desenvolvemos no terceiro capítulo desta dissertação. O estudo de técnicas para a comunicação do conhecimento foi essencial na formação do perfil de Faraday como

---

[50] Lucia Dacome (2004) apresenta uma rica pesquisa sobre os aprimoramentos trazidos por John Locke à prática de manter *commonplace books* como forma de organizar os estudos e adquirir conhecimentos. Locke teria inovado ao propor um novo padrão para os índices desses portfólios, que aperfeiçoava o registro do conteúdo dos livros, além de facilitar a procura de termos e assuntos contidos numa encadernação. Dacome aponta que Watts chegou a tratar da mente dos estudantes como um *commonplace book*, valorizando aprimoramentos da memória que viriam através de revisões anuais dos portfólios mantidos por aqueles que se dedicavam aos seus métodos de estudo (DACOME, 2004, p. 616-617).

[51] A palestra está disponível em Jenkins (2008, p. 187-197) e é analisada por Fisher (1992, p. 183-186).

divulgador da ciência, e é exatamente desses fatores ligados à disseminação do conhecimento (principalmente pela via das palestras) que trata a segunda parte da obra de Isaac Watts, à qual daremos maior atenção na sequência.

A comunicação do conhecimento segundo Watts e Faraday

Watts inicia a segunda parte de *The improvement of the mind* descrevendo a figura do bom palestrante, e várias considerações acerca desse personagem são lançadas ao longo de toda a obra. Faraday, por sua vez, também deixou registradas várias impressões que fazia das boas e más qualidades dos palestrantes a cujas apresentações assistiu (JAMES, 1991), além de contar com o apoio de seus amigos correspondentes para discutir e aprimorar suas próprias técnicas, que contribuiriam para que ele alcançasse o status de "o mais notável conferencista de ciência de seu tempo" (CANTOR, 1991a, p. 34).

Watts confere enorme valor à figura do professor, ressaltando que há pouquíssimas pessoas com tal talento que sejam capazes de aprender as artes e as ciências sem o seu auxílio (WATTS, 1801, p. 76). Aquele que aprende algo de modo claro e metódico, e que desenvolve uma visão ampla do assunto e de suas ramificações por meio do estudo, leitura, observação e talvez proferindo alguns discursos, é mais qualificado a apresentar esse assunto a aprendizes, pois tendo examinado o tema por uma gama de aproximações, ele sabe qual delas é a mais simples de ser seguida por seus discípulos e também sabe como iluminá-la de modo a encantar e assistir os aprendizes em suas futuras investigações mais aprofundadas sobre o tema (WATTS, 1801, p. 250). Contudo, o professor não se compõe apenas do conhecimento e de suas habilidades nas ciências que ensina, pois deve também se desenvolver nos métodos de ensino, e ser paciente nessa prática. Além disso, deve se aplicar com cuidado e interesse em sua tarefa, que é a de

> ensinar seus discípulos e verificar se eles aprenderam; adaptar seus modos e métodos o máximo possível às várias aptidões, assim como às capacidades daqueles a quem instrui, e sempre informar-se do progresso e dos aprimoramentos alcançados pelos seus discípulos.
>
> (WATTS, 1801, p. 77-78)

Segundo Watts, nada nos modos ou no caráter do professor deve servir de mau exemplo. Nenhuma arrogância ou orgulho exagerado lhe cabem, nem nada que o exponha à aversão ou ao desprezo de seus pares. Pelo contrário, o bom professor deve portar integridade e brandura tais que propaguem o conhecimento às mentes de seus discípulos, gentil e prazerosamente, atraindo-os fortemente aos mais altos aprimoramentos da razão (WATTS, 1801, p. 78).

Na primeira parte de *The improvement of the mind*, quando trata dos métodos para se adquirir conhecimento, Watts enfatiza que estudantes devem se ater mais às ideias que às palavras, pois o importante é entender a que realmente se referem os termos escritos nos livros ou proferidos nas palestras. Já na segunda parte do livro, quando trata dos métodos para a comunicação do conhecimento, essa relação entre palavras e ideias se modifica um pouco. Além dos conceitos, fenômenos e coisas que compõem as ideias a serem abordadas, o professor também deve estar familiarizado com as palavras, para que seja capaz de reformular seu discurso a cada vez que não se fizer entender (WATTS, 1801, p. 250).

Depois de comentar o quanto as palestras e a leitura devem se complementar nas situações mais formais de instrução, como nas academias e faculdades, Watts discorre em maior detalhe sobre a atuação do palestrante, listando algumas estratégias para que ele amplie as possibilidades de aprendizado daqueles que frequentam suas palestras (*Ibid*., p. 250-257). Segundo Watts, durante sua abordagem, é interessante que o palestrante partilhe um pouco de sua experiência, com histórias e fatos que relacionem aspectos do tema. Sempre que possível, professores devem conferir certo grau de diversão às suas instruções, lembrando-se, é claro, que o objetivo das palestras não é meramente o entretenimento, e que existe um compromisso com o aprimoramento das mentes que assistem a elas. Falar a partir da memória e de um sólido conhecimento acerca do tema também contribui para manter a atenção do público por mais tempo do que quando são feitas meras leituras em voz alta (*Ibid*., p. 171).

Aquele que instrui deve ter pleno controle de sua linguagem, de modo a aproximar-se do público com adaptações no estilo de seu discurso. Nas ciências, o uso de terminologias alheias ao cotidiano é necessário, mas não deve ser feito apenas como demonstração da erudição de quem fala. A postura do professor também deve ser solícita. À medida que busca familiarizar os ouvintes com seu padrão de discurso, o professor deve sempre questionar se sua expressão é

inteligível, e se o público entende as ideias apresentadas. Watts também enfatiza que, na construção de um padrão de discurso, devem ser privilegiadas a clareza e a simplicidade dos argumentos. As ideias apresentadas em períodos curtos têm maiores chances de alcançar o entendimento das pessoas (WATTS, 1801, p. 262). Em palestras seriadas, é importante que o palestrante retome rapidamente alguns tópicos abordados nos encontros anteriores, por meio de perguntas, verificando os aprimoramentos alcançados pelo público a cada sessão. Watts ressalta ainda que seria impossível para o professor continuar com suas instruções sem saber, de fato, o quanto seus aprendizes recordam daquilo que já foi estudado.

Quanto à retórica, Watts a define como “a arte da persuasão”, e comenta algumas técnicas que a influenciariam. Watts comenta por alto aquilo que chama de “figuras de linguagem”, mas não aponta maiores detalhes sobre o que exatamente se entendia pela expressão, ressaltando apenas que elas não podem faltar nas palestras de um bom orador. Num exemplo breve, Watts atesta que as figuras de interrogação e exclamação encontram grande espaço e causam bons efeitos dentro do discurso (WATTS, 1801, p. 237). Segundo Watts, há várias regras e apontamentos registrados pelos professores da arte da retórica, mas nada substituiria a experiência e as noções adquiridas pelo escrutínio dos textos de grandes autores e pelo acompanhamento das falas dos melhores oradores.

O professor deve ser capaz de se adaptar às particularidades do público, fazendo uso de diferentes métodos para chamar sua atenção, assim como para persuadir e assistir a cada aprendiz em sua busca pelo conhecimento. Quando encontrar uma menor perspicácia, o professor deve dar maior destaque às ilustrações e exemplos. Por outro lado, quando se deparar com uma mente talentosa, que manifesta sua curiosidade por meio de frequentes questionamentos, o professor deve satisfazer essa ânsia respondendo às questões e esclarecendo as dúvidas. Nas situações extremas em que os questionamentos não cessam e se tornam inconvenientes, o professor não deve silenciar o jovem com repulsa, mas sim com o gentil adiamento daquelas questões, que devem ser retomadas em momento oportuno.

Segundo Watts, deve-se recorrer a esse mesmo tratamento para lidar com a curiosidade, que é “uma mola para o conhecimento”, mas que nos jovens precisa ser moderada, pois “por perambularem entre todos os temas, não se apropriam de nenhum à perfeição” (WATTS, 1801, p. 255). Também com o intuito de prevenir a

formação de visões demasiado superficiais ou confusas entre temas, professores não devem sobrecarregar seus aprendizes com informações muito diversificadas, que causarão tumulto em suas mentes pela multiplicidade de ideias e pensamentos sobrepostos. Devem sim exercer sua capacidade de avaliação, julgando sabiamente quanto às capacidades dos jovens, de modo a não exigir deles mais do que são capazes de suportar com interesse e aprimoramento (WATTS, 1801, p. 178-179).

Quem ensina também não deve se limitar ao tempo e ao espaço que tem reservado com seus aprendizes para isso. O professor deve aproveitar qualquer oportunidade para instigar a razão e aprimorar os conhecimentos de seus discípulos através de conversas. Nessas interações menos formais, deve mostrar ao aprendiz quando suas ideias são apresentadas de modo confuso ou quando seus argumentos são fracos, sempre com o objetivo de incentivá-los no aprimoramento das suas capacidades. Este, por sinal, deve ser percebido por todos como o real desejo do professor: o desenvolvimento de seus aprendizes. Assim, a afetividade que se estabelece na relação contribui para que os estudantes atentem às palestras do professor com maior interesse.

Encerrando sua argumentação, Watts destaca que essa capacidade de cativar pessoalmente o público é determinante sobre os resultados da atuação do palestrante, ressaltando que há pouquíssimas possibilidades de um professor obter sucesso em suas instruções se não puder contar com a estima e o respeito daqueles que assistem a ele (WATTS, 1801, p. 256).

A biografia de Faraday nos mostra que esse tipo de interação com o conhecimento, que se dá pelo intermédio das palestras, o acompanhou ao longo da maior parte de sua vida, tanto na condição de ouvinte quanto na de palestrante. Pela experiência e pelo estudo, Faraday aprendeu quais componentes contribuem para o sucesso das palestras, ora intentando o mero entretenimento do público em geral, ora com vistas na real formação científica de classes de aprendizes.

Desde as palestras de John Tatum na *City Philosophical Society*, e mais intensamente depois de tornar-se assistente de Humphry Davy na *Royal Institution*, Faraday teve a possibilidade de acompanhar as palestras de vários divulgadores da ciência. Logo ele começaria a reparar nas condições que, ao seu julgamento, ajudariam a compor ou a comprometer uma boa palestra. Em cartas para o amigo de sempre, Benjamin Abbott, Faraday faz comentários sobre as circunstâncias que atraíam sua atenção em palestras, e diz também ter se dedicado a reparar nas

reações da plateia frente a particularidades das palestras que assistia (JAMES, 1991, *letters 23-26*, p. 55-65). Alguns dos detalhes considerados relevantes por Faraday são bastante óbvios, como a configuração da sala a abrigar a palestra e a necessidade de sua adequada iluminação. Mas, mesmo nesses detalhes mais ligados ao conforto do público, Faraday encontra correlações diretas com as possibilidades de sucesso do palestrante. Por exemplo, Faraday comenta algumas situações em que teve sua atenção totalmente desviada do tema da palestra por conta da má circulação de ar no teatro em que se encontrava (JAMES, 1991, *letter 23*, p. 56). Nesse tipo de condição, tudo que o público deseja é o final da palestra, e o alcance dos propósitos do palestrante fica seriamente comprometido.

Antes de comentar sobre as características do palestrante e de seu discurso, Faraday se alonga um pouco em outros aspectos das palestras, como no ajustamento do tema aos propósitos do evento e ao público. Neste tópico, percebe-se um nítido afastamento temporal entre as visões de Faraday e Watts quanto aos temas das ciências naturais, o que pode ser atribuído tanto aos distintos contextos de época, quanto às inclinações pessoais dos dois autores, ligadas aos temas da natureza e do divino, respectivamente. Faraday apresenta as ciências (naturais) como o tema "inegavelmente mais eminente em sua adequação aos propósitos de uma palestra", e ressalta que tal ajuste deriva das várias possíveis ilustrações e experimentos que, acompanhados das devidas explicações, conferem proveito e prazer aos ouvintes (JAMES, 1991, *letter 23*, p. 57). Quase um século antes, Watts encarava a filosofia natural como algo menos entusiástico, tomando-a basicamente como um meio de aprimorar a visão que temos da criação divina, e que até permite, em alguns casos, a consideração das causas e efeitos que nos mostram as leis da Natureza, da matéria e do movimento, pelas quais Deus conduz seu trabalho de providência, desde a criação até os nossos dias (WATTS, 1801, p. 226). Watts chega a citar que há grande prazer em acompanhar o desenvolvimento da ciência, principalmente com o auxílio das novas ferramentas matemáticas e pela vastidão de experimentos que vinham se desenvolvendo, mas o interesse por tal desenvolvimento era visto como ferramenta para lapidar as únicas três profissões de nível superior existentes no período: a Medicina, o Direito e a Teologia.[52]

[52] Segundo Watts, as ciências naturais contribuiriam com a Medicina na medida em que ampliavam o conhecimento do corpo, das ervas, minerais e tudo que compõe a *materia medica*; no Direito, ou na Lei,

Faraday prossegue em sua análise das palestras, comentando sobre diferentes tipos de público, entre o mais refinado e o comum, o versado e o ignorante (no tema a ser tratado), o ouvinte e o contemplador, e revela o tipo de atitude que se espera do palestrante por parte de cada um.

> A companhia refinada espera ser entretida não apenas pelo assunto da palestra, mas também pelos modos do palestrante. Eles buscam respeito, uma linguagem consonante à sua dignidade, e ideias de mesmo nível que as suas. A comum que é, de modo geral, aquela que se dará ao trabalho de pensar, e os homens práticos desejam algo que possam compreender. Isto pode ser profundo e elaborado para os eruditos, mas para aqueles que são ainda principiantes e não familiarizados com o assunto, deve ser simples e claro. Por fim, ouvintes esperam racionalidade e sentido, enquanto contempladores só precisam de uma sucessão de palavras.
>
> (Michael Faraday, em carta para B. Abbott datada de maio de 1813. JAMES, 1991, *letter* 23, p. 55-58)

Quando se trata de palestras envolvendo experimentos, particular atenção deve ser dada à organização dos materiais sobre a bancada, de modo a causar uma boa impressão ao público. Segundo Faraday, o conhecimento que nos chega pelos olhos se prende mais firmemente à memória do que aquele que nos alcança pelos ouvidos. Portanto, todo aparato a ser utilizado nas ilustrações e experimentos deve estar disposto de modo a transmitir ao público uma ideia de ordem – incluindo o palestrante, que deve estar perfeitamente visível mesmo em meio ao seu material. Diagramas, tabelas, desenhos e quadros também são apontados como materiais úteis nessas situações, por facilitarem o acompanhamento e o entendimento das palestras.

Finalmente, depois de três cartas e várias páginas dedicadas às opiniões sobre as palestras, Faraday aborda a figura do palestrante, e neste tema suas opiniões são bastante convergentes com as de Watts. Para Faraday, o requisito de maior proeminência para um palestrante em ciências é a elocução, ou seja, sua capacidade de expressar o pensamento em palavras. Essa habilidade de moldar o discurso seria fundamental, pois:

---

ajudariam na resolução de crimes, com as análises e procedimentos que hoje chamamos “forenses”; e na Teologia, um maior conhecimento da filosofia natural ajudaria a descrever a criação e a incentivar o exercício da devoção, fornecendo ainda subsídios para que os iniciantes não julgassem qualquer processo natural como milagre (WATTS, 1801, p. 227).

> [...] para os filósofos, a ciência e a Natureza terão sempre os seus encantos, independente da roupagem com que sejam apresentadas, mas sinto dizer que a maior parte das pessoas é incapaz de nos acompanhar por uma mísera hora, a menos que o caminho seja coberto de flores.
>
> (Michael Faraday, em carta para B. Abbott datada de junho de 1813. JAMES, 1991, *letter* 25, p. 60)

Na visão de Faraday, para ser entendido, o palestrante deve manter uma expressão calma e equilibrada, a fim de conduzir as ideias de modo claro e simplificado até as mentes da audiência. O palestrante deve se esforçar para manter um padrão de linguagem que conecte seus argumentos suave e harmoniosamente, em períodos curtos e diretos, pois quando as ideias se obscurecem em frases longas e truncadas, é demandado um grau de atividade mental dos ouvintes que rapidamente os conduz ao cansaço e os faz tratar da palestra com indiferença e tédio. Alguma movimentação do palestrante no tablado também é desejável, pois ajuda a manter a atenção da plateia. O palestrante deve manter um semblante sereno e despreocupado, que denote a segurança de quem tem familiaridade com o tema abordado. Seus movimentos não devem ser bruscos, mas naturais, com mudanças na postura do corpo, e sua atenção deve estar sempre voltada para o público, numa demonstração de respeito e interesse.

Um planejamento escrito da palestra é desejável, mas Faraday desaprova a leitura de textos em frente ao público. O palestrante deve estar preparado para proferir seu discurso a partir da memória e de sua experiência com o tema, em concordância com a argumentação de Watts. Faraday também recomenda que se façam pequenos comentários para recapitular assuntos importantes já apresentados, isso à medida que tal conhecimento se fizer necessário no decorrer da palestra.

Por conta desse ideal, de manter a atenção do público e de orientar o seu raciocínio durante toda a abordagem do tema, Faraday se coloca contrário a qualquer tipo de intervalo nas palestras, incluindo digressões do palestrante que, para ele, produzem efeito negativo sobre o público. Também estabelece que nenhuma palestra deveria durar mais que uma hora, a menos que tenha intervalos justificados pela necessidade de preparações especiais para experimentos, ou quando os temas a serem trabalhados antes e depois do intervalo apresentam fraca interdependência. Se um intervalo é inevitável, deve-se contar com a maestria do palestrante para retomar a atenção do público, e Faraday admite que isso nem sempre é possível (JAMES, 1991, *letter 25*, p. 61-62). Apesar de ser contrário às

digressões, Faraday considera bastante proveitoso nas palestras quando o palestrante tem a perspicácia de tomar alguma circunstância casual como ilustração do tema discutido. Qualquer trivialidade local ou assunto corrente que seja vinculado pelo palestrante ao tema confere ao público o prazer de se sentir incluído no debate, além da sensação de entender perfeitamente do que trata a explicação.

Por fim, o sucesso da palestra está vinculado à capacidade do palestrante de se dirigir ao público, mantendo as atenções e o raciocínio voltados unicamente para o tema em estudo. Assim, nem mesmo um erro experimental pode afetar o temperamento do palestrante, que deve se manter cortês e dedicado à audiência. Frente a adversidades dessa natureza, Faraday ressalta que, em algumas ocasiões, um pedido de desculpas pode ser necessário, mas nem sempre. Desculpas devem ser tão raras quanto possível, restringindo-se basicamente aos casos em que a inconveniência afeta outras pessoas. Para Faraday, tal atitude se justifica porque, em muitos casos, a atenção da maior parte do público só se direciona a um erro por conta do pedido de desculpas que o sucede (JAMES, 1991, *letter 25*, p. 61-62).

O propósito de todas as considerações apresentadas até este ponto era o de construir critérios, baseados em argumentos da época, para que possamos na sequência analisar a atuação de Faraday como palestrante. Já verificamos vários aspectos da sua formação e das influências que contribuíram para o delineamento de seus interesses e métodos de estudo. Assim, nos resta verificar um registro da atuação de Faraday como divulgador da ciência.

Procederemos com um estudo do texto *A história química de uma vela*, composto pela transcrição de um ciclo palestras ministrado por Faraday na edição de 1860 das *Christmas lectures*, na *Royal Institution*. Nesse curso, Faraday parte do estudo de um fenômeno cotidiano, a queima de uma vela, para tratar de uma série de temas da ciência de seu tempo. Nosso olhar sobre a obra é orientado por todas as relações que apresentamos neste capítulo, considerando as características da ciência química e as estratégias para a sua comunicação, como foram discutidas por Faraday, Marcet e Watts. Tanto no que se refere à visão dessa ciência, que se comunica por meio do discurso e seu modo de abordagem, como no que tange a adequação dos modos do palestrante às condições e aos propósitos do evento, buscaremos na atuação de Faraday um exemplo concreto de como todas estas questões eram consideradas e postas em prática.

Capítulo III
Faraday como divulgador da ciência

Michael Faraday e *A história química de uma vela*

Como já era de costume, entre os últimos dias de 1860 e os primeiros do ano seguinte, o auditório principal da *Royal Institution* teve seus assentos tomados por um público bastante diversificado. Isso a despeito dos pequenos impressos com o programa do curso indicarem que o ciclo de *Christmas lectures* era especificamente adaptado ao público jovem.[53]

Em seis sessões, Faraday reciclaria suas anotações do curso *A história química de uma vela*, proferido originalmente em 1848. Logo no início do primeiro encontro, o palestrante manifesta uma admiração pessoal ao justificar sua escolha por um tema não inédito. Segundo ele, o estudo de uma vela desperta tão grande interesse e permite a abordagem de tantos domínios da filosofia, que "preferiria repeti-lo quase cada ano", em vez de selecionar um tema novo que, embora pudesse até igualar-se a este, não poderia superá-lo (FARADAY, 2003, p. 25).

> Não há porta melhor nem mais aberta para que os senhores possam iniciar o estudo da filosofia natural do que o exame dos fenômenos físicos de uma vela.
>
> (*Ibid*.)

Ainda nas apresentações, Faraday também explicita seu enfoque, atentando para o direcionamento do público-alvo das palestras. O palestrante ressalta sua intenção de abordar o tema de modo honesto, sério e filosófico, mas sem se preocupar com a parcela da audiência composta por adultos:

> Quero o privilégio de poder falar para os jovens e da forma como um jovem faz. Tenho feito isto em outras ocasiões e, se permitirem, vou fazê-lo novamente. Apesar do fato de que eu apareço aqui como quem tem o conhecimento das palavras que devem ser oferecidas ao mundo, isto não me deve impedir de falar de modo coloquial com aqueles que pretendo que estejam mais próximos de mim nesta ocasião.
>
> (*Ibid*.)

A história química de uma vela é dividida em seis palestras, e a sequência escolhida para a abordagem dos tópicos já revela traços da linha de argumentação utilizada por Faraday. A história começa com uma visão geral e cotidiana da vela, e segue com: (Palestra I) a chama, suas fontes, estrutura, mobilidade e brilho;

[53] Alguns programas impressos das palestras de Faraday permanecem arquivados na *Royal Institution*. O Anexo B apresenta dois deles (ROYAL INSTITUTION, 2004).

(Palestra II) o ar necessário à combustão, o brilho da chama e os produtos da combustão; (Palestra III) a água da combustão, a natureza da água e o início do estudo da sua composição, o hidrogênio; (Palestra IV) o hidrogênio na vela, sua transformação em água mediante a combustão e a outra parte da água, o oxigênio; (Palestra V) o oxigênio presente no ar, a natureza da atmosfera, suas propriedades, outros produtos da vela, o ácido carbônico e suas propriedades; (Palestra VI) o estudo do carbono ou carvão, o gás carbônico, a respiração e sua analogia com a combustão da vela; conclusão.

Depois de apresentados o tema e o enfoque, Faraday passa diretamente para a análise da vela. O discurso começa já muito próximo do cotidiano do público, com observações sobre as velas que se encontravam no comércio da época. Fala-se da confecção de velas de imersão e das moldadas, sejam elas de sebo, estearina, espermacete, cera ou parafina. Também se comenta a evolução das velas à lâmpada de Davy, que trouxe maior segurança ao trabalho dos mineiros.

Utilizando-se de armações e exemplares de velas, de vários tipos e formatos, Faraday ilustra seu tema ao público, destacando não apenas os produtos finais, mas também seus modos de produção.

É interessante o "gancho" feito pelo palestrante para levar a narrativa dos meios de produção à análise do funcionamento das velas. Ele o faz por meio de comentários acerca do luxo que se pode encontrar nelas. Apresentando algumas velas com detalhes ornamentados e coloridos, Faraday destaca como a beleza de tais artefatos se contrapõe à sua utilidade.

> [...] nem tudo o que é refinado e belo é útil. Essas velas caneladas, por mais bonitas que sejam, são ruins; são ruins por causa de sua forma externa.
>
> (FARADAY, 2003, p. 30)

Associando a forma à eficiência de uma vela, Faraday simula um processo investigativo, questionando como se dá cada detalhe do seu funcionamento. Após aceso o pavio, Faraday chama a atenção para a concavidade que surge no topo da vela, formada pela corrente ascendente de ar. É essa concavidade horizontal que possibilita ao combustível líquido alcançar a ação química, que ocorre na chama. Em séries de perguntas e reflexões, o palestrante destaca como cada detalhe do funcionamento de uma vela contribui para os demais: ao se aproximar da vela acesa, o ar "é deslocado para cima pela força da corrente que o calor dela produz"; essa circulação faz com que as bordas da vela permaneçam mais frias que o seu

topo, onde a parafina derrete, dando origem ao côncavo citado; o líquido formado e armazenado no côncavo pode então subir pelo pavio, por efeito de capilaridade; reduzida a uma pequena quantidade que permeia o pavio, a parafina líquida se vaporiza e, na chama, alcança a temperatura necessária para manter a combustão, até que toda a parafina seja consumida, num processo tão perfeito que se encerra sem deixar vestígios.

Todos esses pormenores do funcionamento das velas são ricamente ilustrados pelo palestrante com experimentos, demonstrações e analogias. E as considerações sobre o mecanismo de queima das velas se encerram quando Faraday retoma o citado contraponto entre o belo e o útil. Devido ao seu formato irregular e intermitente (como o das velas em forma de rosas), as velas mais bonitas são incapazes de produzir um côncavo adequadamente horizontal, e assim permitem que o combustível líquido escorra, comprometendo seriamente a sua utilidade.

> Espero que percebam que a perfeição de um processo – isto é, a sua utilidade – é o que há de mais belo nele. Não é a aparência mais bonita, e sim a mais funcional, que é mais proveitosa para nós.
>
> (FARADAY, 2003, p. 32)

Entendido o funcionamento geral das velas, Faraday prossegue em sua abordagem, agora de modo mais descritivo que investigativo, concentrando-se sobre a chama e utilizando diagramas e experimentos simples para ilustrar suas regiões, além do caráter dinâmico de sua forma.

Quando se propõe a observar mais atentamente a chama, Faraday se depara com o problema do vento dentro do auditório, e destaca com bastante admiração "uma invenção inteligente, feita por algum verdureiro ou barraqueiro do mercado para proteger suas velas nas noites de sábado". Tratava-se de um vidro apoiado em uma estrutura que envolvia a vela, estabilizando a chama e resolvendo um importante problema científico, "pois quem pode estudar um assunto, quando existem no caminho dificuldades que não lhe dizem respeito"? Em outras palavras, impedindo-se a instabilidade da chama, seria possível estudá-la melhor (*Ibid*., p. 31).

Assim como havia começado, o primeiro encontro sobre a história química de uma vela se encerra bem próximo à vida cotidiana do público, com a mobilidade da chama explicada pelo exemplo de uma tradicional brincadeira inglesa da época de

Natal, o *snapdragon*, em que crianças pegavam passas ou ameixas de uma travessa com conhaque incandescente. Tudo dentro do clima das *Christmas lectures*.

O segundo encontro do curso ainda se inicia com uma abordagem bem geral da vela, tratando das regiões da chama e da sua interação com o ar atmosférico. Mas, aos poucos, Faraday começa a direcionar o olhar do público para as transformações químicas ligadas ao processo de queima. Reconhecendo neste encontro a existência de produtos da combustão, Faraday justifica o interesse de que, nas próximas palestras, fosse considerada a composição dos constituintes da vela e do ar necessário ao processo.

A argumentação é retomada com considerações sobre o estado vaporoso do combustível da vela, e sobre a necessidade do ar para que se processe a queima. Um diagrama de distribuição do calor nas diferentes regiões da chama é usado para ilustrar como o vapor combustível se forma na parte mais interna, enquanto a queima efetiva, com maior reflexo sobre o calor da vela, só ocorre na parte externa da chama, onde o combustível entra em contato com o ar.

Num experimento bastante chamativo, Faraday utiliza um tubo de vidro dobrado para recolher parte do vapor de parafina produzido na chama, fazendo-o queimar na outra extremidade do tubo, como mostra a Figura 6, retirada das ilustrações do próprio livro.

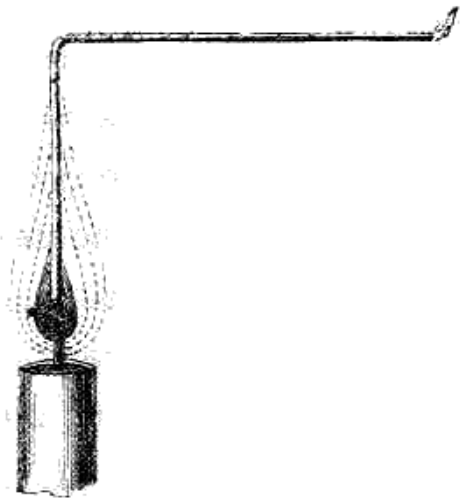


Figura 6 – Ilustração de experimento com a vela.
(FARADAY, 2003, p. 45)

A discussão sobre a composição dos materiais começa com a análise do ar necessário às combustões. A vela precisa de “ar puro” para queimar, mas à medida que queima, ela muda a composição desse ar, que se torna menos adequado à

continuidade do processo. A demonstração é feita cobrindo a vela com um frasco cheio de ar: A chama se mantém por um tempo, até que é alongada para cima, num último suspiro, e se extingue.

> Por que se apaga? Não é meramente por lhe faltar ar, pois o frasco continua tão cheio quanto antes; mas lhe falta ar puro, ar fresco. O frasco está cheio de ar, parcialmente modificado e parcialmente não modificado, mas não tem uma quantidade suficiente do ar puro necessário à combustão de uma vela.
>
> (FARADAY, 2003, p. 46)

A esta altura, Faraday conta explicitamente que seu público já é capaz de perceber as semelhanças entre os processos, e se permite tomar a queima de uma lamparina como análoga à de uma vela. A lamparina em questão é munida de uma válvula, que permite controlar a entrada de ar no sistema. Com pequenos ajustes no posicionamento desta, Faraday ilustra não apenas a necessidade do ar à combustão, mas também as condições em que se dão a combustão perfeita, que não resulta em produtos diretamente visíveis, e a imperfeita, que libera uma fumaça preta rica em fuligem, decorrente do suprimento insatisfatório de ar ao local da queima. Essas diferentes condições de queima levam a considerações sobre a composição e sobre a origem dos seus produtos.

É quando fala da fuligem que Faraday traça os primeiros paralelos entre o que chamaríamos de “produtos” e “reagentes” de um processo.

> Mas, que vem a ser esta substância negra? Ora, trata-se do mesmo carbono que existe na vela. E como é que ele sai da vela? É evidente que existia nela. Caso contrário, não o teríamos aqui. [...] Os senhores mal poderiam supor que todas aquelas substâncias que voam por Londres, sob a forma de fuligem e sujeira, são a própria beleza e vida da chama [...].
>
> (FARADAY, 2003, p. 49-50)

Percebe-se claramente a influência dos trabalhos de Lavoisier sobre a linha argumentativa de Faraday. Quando se fala do carbono presente na fuligem da vela, a lógica de conservação dos elementos na formação de compostos é tratada como algo “evidente”. Faraday não se detém em maiores considerações a respeito das teorias que orientam sua abordagem, mas como perceberemos ao longo do curso, a regularidade com que o palestrante recorre a esta linha de pensamento em suas interpretações faz com que, aos poucos, ela se torne previsível, chegando ao ponto de permitir que o público a utilize no delineamento de algumas conclusões, como mencionaremos mais à frente.

Tratando na sequência do brilho liberado nos processos de queima, Faraday apresenta pela primeira vez ao público os gases hidrogênio e oxigênio, ainda sem vinculá-los diretamente à vela ou à água, mas antecipando que seu público logo saberia tudo sobre aquelas substâncias. A queima do hidrogênio, assim como a de diversos outros combustíveis, é utilizada para ilustrar como muito do brilho produzido se deve à presença de partículas sólidas entre os produtos de uma combustão.

O segundo encontro do curso se encerra em tom de mistério. Muito se falou sobre a existência de produtos, ou seja, sobre a liberação de substâncias específicas a partir do processo de queima. Mas além do carvão, que outras substâncias seriam estas? É esta a dúvida que Faraday instiga no público e o faz levar para casa. O palestrante chega a sugerir alguns experimentos simples, que os mais curiosos poderiam realizar em casa, antecipando-se às revelações da próxima palestra, mas o pleno entendimento da história química de uma vela ainda dependeria em muito da condução teórica do hábil conferencista.

A terceira parte do curso começa exatamente no ponto em que havia terminado a segunda. Faraday retoma a questão dos produtos da combustão, mas agora dirige o olhar do público à parte condensável desses produtos, composta por água.

A caracterização da identidade da água é obtida de modo dramático. Faraday utiliza um pedaço de potássio metálico para verificar “uma ação muito visível da água”, que serve como “teste para verificar a sua presença”. Ao entrar em contato com a água de uma vasilha, o público pode ver o potássio “se iluminar e boiar, queimando com uma chama violeta” (FARADAY, 2003, p. 58). Realizando o mesmo teste com a parte condensável dos produtos da vela, Faraday obtém resultados análogos, com o potássio se inflamando sobre a superfície do líquido. Assim, caracteriza-se o produto condensável da chama como nada mais, nada menos, que água.

Faraday provavelmente opta por este método de identificação da água em decorrência da sua rapidez e praticidade, além do forte apelo visual que torna mais simples sua verificação por parte do público. Mas a escolha não é trivial e, de modo um pouco mais crítico, não poderia ser tomada como demonstração definitiva da identidade de um composto. Para tanto, além de aceitar a reação com o potássio como uma propriedade essencial da água, Faraday também teria de admitir que nenhuma outra substância responderia daquela forma à presença do potássio, o que

poderia não ser verdadeiro. O fato é que testar essas hipóteses poderia ser complicado ou demorado demais, e Faraday sabe que vários outros testes apenas reforçariam a mesma conclusão. Assim, ele aparentemente se vale de sua confiabilidade para que esse pormenor metodológico passe despercebido.

O palestrante se alonga então no estudo das propriedades deste composto familiar, a água, que "é a mesma em toda parte, seja ela produzida pelo oceano ou pela queima de uma vela" (FARADAY, 2003, p. 64). São discutidos e ilustrados os estados físicos, assim como a variação de volume da água vinculada às transições entre estados. Sem comprometer a identidade do composto, os experimentos ilustrativos dessa variação de volume servem para explicar fenômenos comuns ao cotidiano do público, como o fato do gelo flutuar sobre a forma líquida da água, enquanto sua forma vaporosa é capaz de empurrar para cima a tampa de um frasco, preenchendo todo o seu volume, mesmo se produzida a partir de pequena quantidade do líquido aquecido.

Em seguida, Faraday passa a considerações sobre a composição da água, associada à sua origem no processo de queima da vela.

> Onde está, portanto, essa água que obtemos da vela? [...] É evidente que ela vem, em parte, da própria vela. Mas, será que estava dentro da vela antes disso? Não, ela não estava na vela, nem tampouco no ar em torno da vela, que é necessário para sua combustão. Não está em uma coisa nem em outra. Provém da ação conjunta das duas: em parte, da vela, em parte, do ar. Agora temos de examinar isso [...].
>
> (*Ibid*.)

Examinando a composição da água, Faraday conduz seus argumentos por uma linha de raciocínio que passa longe do óbvio, mas é interessante notar a preocupação manifestada pelo palestrante de que o público assumisse uma postura ativa nesta investigação. Ainda que tal participação seja meramente idealizada, Faraday solicita aos seus espectadores que associem os vários fatos aos quais haviam sido recentemente apresentados para que, de modo estruturado, lhes fosse possível delinear conclusões.

As demonstrações e argumentos que se sucedem envolvem metais, a água e as combustões. Repete-se o experimento do potássio agindo sobre a água, e Faraday destaca como o metal "queima lindamente, criando uma lâmpada flutuante, ao usar a água em vez do ar". Numa analogia um tanto quanto difícil, Faraday coloca um pouco de limalha de ferro na água e observa que ela enferruja, e "embora com grau de intensidade diferente", "a limalha atua sobre a água do mesmo modo que o

potássio". Faraday pede que o público relacione mentalmente esses fatos, e apresenta outro metal, o zinco, também combustível, mas cuja ação sobre a água é de grau intermediário entre a do ferro e a do potássio. A série de experimentos norteadores do raciocínio se encerra com a combustão de lascas de ferro atiradas em uma chama. O palestrante mostra como as raspas queimam e ressalta que "aos poucos, fomos aprendendo a modificar a ação dessas substâncias diferentes e fazê-las dizerem o que queremos saber" (FARADAY, 2003, p. 64-65).

A relação entre todos estes experimentos começa a se delinear quando Faraday reproduz um experimento descrito por Lavoisier (1790, p. 83-85), em que faz vapor de água atravessar o interior de um cano de metal contendo raspas de ferro aquecidas ao rubro, como mostra a Figura 7.

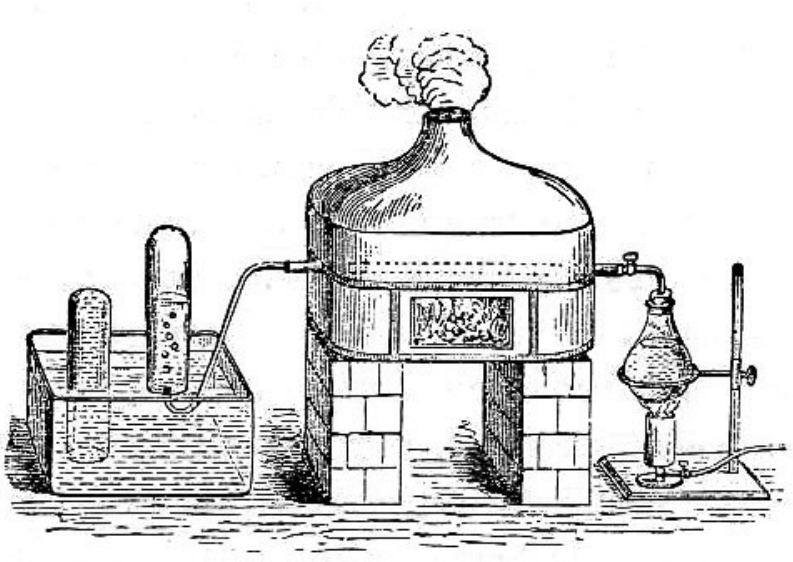


Figura 7 – Experimento de Lavoisier utilizado por Faraday para demonstrar a decomposição da água. (FARADAY, 2003, p. 66)

Faraday observa que, à medida que o vapor de água atravessa o cano, recolhe-se na outra ponta um gás, que passa por um tubo e fica armazenado num recipiente emborcado em água. Como este gás não se condensa ao ser resfriado na saída do sistema, constata-se que não se trata de vapor de água, ou seja, pela extremidade final do cano, sai um gás que decorre da interação entre o vapor de água e as lascas de ferro aquecidas que se encontravam dentro do tubo. Faraday afirma que o peso das lascas de ferro aumenta mediante este contato com o vapor, e que após o experimento elas são recolhidas "num estado muito parecido com o da limalha depois de ser queimada" (*Ibid*., p. 67).

O gás recolhido, por sua vez, também apresenta propriedades notáveis. Trata-se de um material combustível, que queima emitindo um estampido particular, além de ser "uma substância muito leve", que se mantém no interior de um frasco invertido e que, se soprada por um cachimbo contendo água e sabão, produz bolhas que se movem sempre para cima, em oposição às bolhas comuns, de ar, que se dirigem para baixo tão logo são sopradas (FARADAY, 2003, p. 67).

Faraday ressalta que este gás singular pode ser obtido "tanto da água produzida pela vela quanto de qualquer outra fonte", e conduz novos experimentos ilustrando como a ação do zinco e do potássio sobre a água também permitem o recolhimento desta substância (*Ibid*.). Juntam-se então algumas peças do quebra-cabeça que relaciona indiretamente o gás produzido à vela, pois o gás se obtém da água, e esta, por sua vez, decorre da queima da vela. Assim, além do carbono, outro princípio estaria ligado à sua composição, o hidrogênio, mas novos experimentos e evidências ainda seriam expostos nas próximas palestras.

Faraday recorre novamente aos trabalhos de Lavoisier para classificar o hidrogênio "entre as coisas que, na química, chamamos de elementos, por não podermos extrair mais nada delas" (*Ibid*., p. 69).[54] E deste ponto até o final da palestra, procede com experimentos que exploram as propriedades desta substância elementar, com particular ênfase sobre a sua queima, que traz apenas a água como produto.

Diferente de Jane Marcet em seu *Conversations on Chemistry*, Faraday não vincula nominalmente os conceitos que aborda aos pesquisadores que contribuíram com seu desenvolvimento. No conjunto das seis palestras do curso, são citados apenas os nomes de Joseph Black, associado à denominação do ácido carbônico como "ar fixo", e Humphry Davy, responsável pela descoberta do potássio e pelo desenvolvimento das lâmpadas de segurança utilizadas em mineração. Apesar disso, é nítido que a maior parte dos argumentos de Faraday considera a obra de Lavoisier, seja em relação à nomenclatura de compostos, ao conceito de elemento ou à noção de conservação de massa nos processos químicos.

Pela experiência adquirida nas duas primeiras palestras do curso, era de se esperar que Faraday também encerrasse essa terceira adiantando algo de muito curioso a ser abordado no próximo encontro. Ele o faz apresentando ao público uma

[54] Ver nota 41 (p. 66).

potente pilha voltaica. Ao juntar os terminais da pilha, Faraday maravilha sua audiência com um clarão, reflexo daquilo que é "equivalente ao poder de vários raios e trovoadas" (FARADAY, 2003, p. 73).

O palestrante utiliza a pilha para queimar um pedaço de palha de ferro, e diz que no próximo encontro aplicará o dispositivo sobre a água, com vias de aprofundar o estudo da sua composição.

A quarta parte da história de uma vela começa com uma breve retomada de raciocínio, seguindo a linha que definira o foco das palestras anteriores: da vela à água; da água ao hidrogênio; do hidrogênio ao que mais deveria estar presente na água.

Rapidamente, Faraday rememora o público quanto à pilha elétrica, "um arranjo de força, ou potência, ou energia química, ajustado de maneira a nos transmitir seu poder por estes cabos" (*Ibid*., p. 75). O palestrante já havia anunciado que utilizaria a pilha para decompor a água, mas antes disso ele se propõe a demonstrar o que decorre da ação daquele dispositivo sobre diferentes substâncias, e novamente se utiliza de analogias que não podemos considerar tão simples.

> Para que os senhores possam compreender o caráter e o uso deste instrumento, façamos um ou dois experimentos [...] vamos juntar algumas substâncias, sabendo o que elas são, e em seguida ver o que o instrumento faz com elas.
>
> (*Ibid*.)

Faraday mergulha cobre numa solução de ácido nítrico, e pede que seu assistente mantenha o recipiente debaixo de uma chaminé enquanto ocorre a ação, para que o público não seja incomodado pelo "belo vapor vermelho" que se desprende no processo.[55]

Enquanto testa o circuito da pilha e dá novas demonstrações do poder daquele instrumento, Faraday aguarda que a solução resultante do cobre com ácido nítrico fique azul, o que ocorre quando boa parte do metal já não é mais visível. Reposicionando parte da aparelhagem, Faraday dá sequência aos experimentos.

Cada terminal da pilha é conectado a uma placa de platina, e as duas juntas são imersas no líquido azul. Nota-se que uma das placas permanece intacta e limpa,

[55] Faraday executa uma versão do experimento descrito por Jane Marcet em *Conversations on Chemistry*. Logo na primeira conversa do texto, a Sra. B. explica as combinações e decomposições químicas às suas alunas, Emily e Caroline. A ilustração se dá com a destruição de uma placa de cobre em ácido nítrico, seguida de sua recomposição sobre uma lâmina de ferro imersa na solução. Vide página 71.

enquanto a outra é revestida de uma capa avermelhada de cobre metálico. Faraday inverte as placas, trocando os terminais da pilha, e nota que "o que era antes uma chapa acobreada sairá limpo, enquanto a chapa que estava limpa sairá revestida de cobre" (FARADAY, 2003, p. 78). Conclui-se que a ação da pilha é capaz de restaurar o cobre que originalmente havia formado um composto azulado com o ácido nítrico. Analogamente, Faraday se propõe a testar a ação da pilha sobre a água, pensando em restaurar os constituintes que originalmente se combinariam para sua formação.

Procede-se com a eletrólise da água em dois experimentos que utilizam montagens diferentes. A primeira delas é bem complicada e não permite a separação dos gases coletados em cada eletrodo. Ainda assim, Faraday faz a montagem do equipamento diante do público e explica a função de cada parte dele (Figura 8). Os eletrodos se fixavam à parte de baixo do frasco contendo água – com um pouco de ácido (C), "apenas para facilitar a ação" – e os contatos com a bateria incluíam duas cubas pequenas, cheias de mercúrio, que se conectavam às pontas dos fios ligados aos eletrodos (A e B). A parte de cima do frasco era tampada por uma rolha perfurada, transpassada por um tubo de vidro dobrado (D), que levava a mistura de gases coletados até a base de um segundo frasco (F), contendo água e emborcado sobre uma cuba maior, também cheia de água. A boca deste segundo frasco era munida de uma válvula de controle de vazão (H), que permitia a passagem da mistura de gases para um funil (G) equipado com fios elétricos (I e K). Ao final do experimento, a faísca elétrica produzida por uma garrafa de Leyden (L) provocava a queima da mistura de gases coletados. Descrevendo a montagem desse complicado aparelho, Faraday explicita sua preocupação de que o público acompanhe cada etapa do processo (*Ibid*., p. 78-79).

> Apesar do fato de que eu estou fazendo este experimento de maneira muito apressada, ainda assim prefiro deixar que vejam tudo a prepará-lo de antemão.
>
> (FARADAY, 2003, p. 78)

Ao ligar os terminais da pilha, recolhe-se no final do sistema uma mistura do gás hidrogênio com alguma outra substância, que o permite queimar mesmo na ausência de ar. Como desta queima resulta novamente a água, Faraday conclui que "portanto, a água deve conter aquela outra substância que a vela extrai do ar e que, ao se combinar com o hidrogênio, produz água" (*Ibid*., p. 81). Neste ponto, julgamos apropriado destacar como Faraday se utiliza da mesma lógica de Jane Marcet para explicitar um aspecto fundamental da ciência química: o de operar pela via das

separações e recombinações de constituintes para alcançar o entendimento sobre as substâncias.

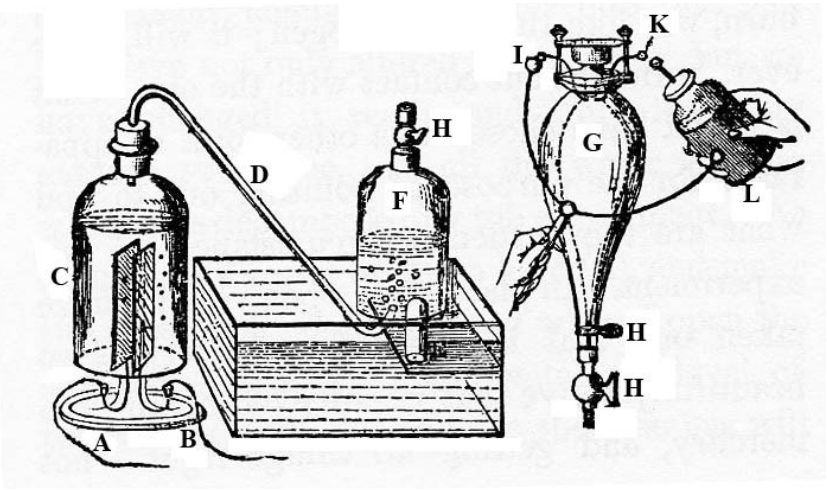


Figura 8 – Aparelho para eletrólise da água.
(FARADAY, 2003, p.79)

A segunda montagem para eletrólise da água é bem mais simples: uma cuba grande e dois frascos cheios de água, emborcados, um sobre cada eletrodo conectado à pilha. Ao ligar o aparelho, a água dentro de cada frasco dá espaço a um dos gases advindos da decomposição da água. Nota-se que um dos frascos se enche mais rápido que o outro. Faraday efetua uma série de testes e reconhece, neste primeiro gás, todas as qualidades do hidrogênio. No frasco que demora mais para encher, o palestrante coloca uma lasca de madeira acesa e nota como a combustão é intensificada. Faraday reforça então a sua proposição de que a água é formada pelo hidrogênio e pela mesma substância que, no ar atmosférico, permite que os materiais queimem. Essa substância recebe um nome “com um toque de distinção” – trata-se do oxigênio (FARADAY, 2003, p. 83).

Faraday explica que há outras formas de se obter oxigênio. Aquecendo uma mistura de óxido de manganês e clorato de potássio numa retorta, ele coleta oxigênio suficiente para ilustrar como o gás é capaz de aumentar o brilho e a intensidade de qualquer queima, seja a de uma vela, lamparina, madeira, ferro, enxofre ou fósforo, pois

> tudo o que é passível de queimar no ar queima com intensidade muito maior no oxigênio, o que os levará a pensar que talvez a própria atmosfera deva todo o seu poder de combustão a este gás.
>
> (*Ibid*., p. 87)

Depois de trabalhar algumas medidas quantitativas, utilizando-se de diagramas para ilustrar as proporções e pesos relativos do hidrogênio e oxigênio, e de um último experimento bastante lúdico, com bolhas de sabão feitas da mistura explosiva desses gases, Faraday parece confiar que o público se encontra pronto para acompanhá-lo em algumas conclusões decisivas, sobre tudo o que se apresentou até então.

> Por que um pedaço de potássio decompõe a água? Porque encontra oxigênio nela. O que é liberado quando introduzo água, como vou fazer novamente? Ela libera hidrogênio, que se queima, mas o potássio em si combina-se com o oxigênio. Este pedaço de potássio, ao decompor a água – a água, dirão os senhores, derivada da combustão da vela –, retira o oxigênio que a vela tirou do ar e, deste modo, libera o hidrogênio.
>
> (FARADAY, 2003, p. 89)

Como indicamos alguns parágrafos acima, Faraday faz uso constante desta lógica de sínteses e decomposições para ilustrar como o conhecimento químico se constrói a partir do estudo da Natureza. Aos poucos, mesmo o ouvinte leigo nas teorias da ciência pode se acostumar com os termos e com a linha de raciocínio seguida pelo palestrante. Isso não garante que o público se torne efetivamente capaz de entender as conclusões apresentadas, mas pode contribuir para que ele tenha essa impressão, e deixe o teatro com a sensação de que domina os assuntos abordados.

Faraday parece satisfeito com toda a manipulação efetuada sobre aquelas substâncias e, tendo exposto ao público a natureza íntima de tantas substâncias por meio de testes e experimentos incomuns, planeja voltar-se agora para a Natureza e seus processos como são vistos no cotidiano. É este o tom das duas últimas palestras do curso sobre a história química de uma vela.

Logo no início da quinta palestra, Faraday questiona porque o oxigênio apresenta propriedades semelhantes às do ar atmosférico, mas realçadas em sua intensidade. Pela argumentação e pelos experimentos que se seguem, logo se percebe que a pergunta de Faraday, na verdade, seria: mas então, além do oxigênio, o que mais há no ar atmosférico?

Os primeiros experimentos envolvem duas garrafas, uma contendo oxigênio puro, e a outra, ar atmosférico. Como visualmente é impossível a distinção dos dois gases, Faraday lança mão de um “gás de teste” que, ao entrar em contato com o oxigênio, produz um novo gás, de tom avermelhado bem marcante (FARADAY,

2003, p. 92).[56] Faraday faz entrar um pouco do gás de teste em cada garrafa e destaca a formação do gás avermelhado em ambas, mas de modo mais intenso na garrafa que continha o oxigênio puro. Como esse gás avermelhado é solúvel em água, Faraday faz a dissolução do produto formado em cada garrafa, antes de injetar nova porção do gás de teste, obtendo misturas de um vermelho mais claro a cada repetição do processo, até que a garrafa com ar atmosférico não apresenta mais mudança de cor frente ao contato com o gás de teste. Neste ponto, Faraday diz que acabou o oxigênio daquela amostra de ar, mas outro componente gasoso ainda é abundante.

O ar atmosférico seria formado então por dois componentes: o oxigênio, necessário às combustões e detectável pelo óxido nitroso; e outro gás, que "não tem cheiro, não é azedo, não se dissolve na água, não é ácido nem um álcali, e é tão indiferente a todos os nossos órgãos quanto uma coisa pode ser": o nitrogênio. Faraday apresenta uma descrição bastante utilitária para justificar a existência e o estudo do nitrogênio: "O nitrogênio controla o oxigênio e o torna moderado e útil para nós", ou seja, uma atmosfera de oxigênio puro seria perigosa demais. Além dessa atenuação das propriedades do oxigênio, o nitrogênio também seria responsável pela dispersão dos fumos atmosféricos e, de algum modo, estaria ligado ao "sustento da vegetação" (FARADAY, 2003, p. 94).

Em seguida, Faraday apresenta diagramas escritos e faz novas comparações quantitativas entre os pesos dos gases, passando então a considerar efeitos ligados ao peso do ar. Neste momento, o palestrante expõe uma opinião pessoal, de que "devemos mostrar aos senhores, jovens, experimentos que lhes seja possível fazer em casa", e se utiliza de ventosas, bexigas, taças de vinho e tubos simulando espingardas de ar comprimido, em várias analogias mecânicas que ilustram não apenas o peso, mas também a elasticidade do ar, sua permeabilidade e a tendência dessa mistura de gases a se difundir e ocupar espaços previamente evacuados (*Ibid*., p. 100).

Retornando ao estudo da vela, Faraday direciona o raciocínio para a composição do ar, questionando se não haveria algum outro produto gasoso proveniente do processo de queima. Pelo adiantado da hora, o palestrante acelera o passo enquanto dirige uma série de experimentos e interpretações, mas ainda assim

[56] Trata-se do óxido nitroso que, ao reagir com oxigênio, produz o referido gás de tom avermelhado.

não permite que alguns resultados ou fatos curiosos passem despercebidos do público. Primeiro, ele posiciona uma vela sobre uma base elevada, que permite a entrada de ar por baixo do sistema enquanto os produtos gasosos da combustão são forçados a atravessar uma chaminé de vidro. Nota-se a já esperada condensação do vapor de água nas paredes internas da chaminé, mas Faraday chama a atenção para uma propriedade do gás que sai pela extremidade do duto: ele é capaz de extinguir uma chama, como mostra a Figura 9.

Figura 9 – Experimento sobre as propriedades dos produtos gasosos da combustão. (FARADAY, 2003, p. 103)

Faraday ressalta que tal efeito não se deve ao nitrogênio presente no ar e que não participa da combustão, mas sim a um novo produto, que seria caracterizado na sequência pela sua ação diferenciada sobre a água de cal. O palestrante alega ter uma boa quantidade de água de cal previamente preparada para as ilustrações, mas novamente prefere despender um pouco mais de tempo preparando o reagente na hora, aos olhos do público. Faraday dissolve cal viva em água comum e filtra a solução resultante. Ao colocar o líquido filtrado em contato com o gás proveniente da vela, nota que o sistema fica turvo, com aparência leitosa, e o mesmo não ocorre ao dissolvermos ar atmosférico na água de cal. O produto esbranquiçado é reconhecido por Faraday como giz, e sua formação se daria pelo contato da água de cal com aquele novo produto gasoso da vela, o ácido carbônico.[57]

O palestrante afirma existirem várias outras fontes de ácido carbônico. Ele estaria presente em materiais sólidos, como “todos os tipos de giz, todas as conchas

[57] Vide nota 42 (p. 68).

e todos os corais" e, por se fixar a essas rochas, fora chamado de "ar fixo" por Joseph Black (FARADAY, 2003, p. 104). O gás é obtido por Faraday em abundância, mediante a ação dos ácidos muriático e sulfúrico sobre mármore e giz, respectivamente. Com essa grande quantidade do gás à disposição, Faraday se permite o estudo de suas propriedades, concentrando-se no peso, bem maior que o do ar comum, e na sua já reconhecida capacidade de extinguir o fogo.

A conversa sobre o ácido carbônico se prolonga, ocupando também a primeira parte da sexta e última palestra do curso. Para entender "plenamente e com clareza, a história química desta substância", Faraday propõe a mesma abordagem que utilizou ao investigar a natureza da água:

> Vimos os produtos e sua natureza ao saírem da vela. Decompusemos a água em seus elementos e agora temos que ver quais são os elementos do ácido carbônico que a vela fornece; alguns experimentos nos mostrarão isso.
>
> (*Ibid*., p. 110)

Faraday lembra que "a vela produz fumaça quando a combustão é ruim, mas não há fumaça quando ela queima bem" (*Ibid*.). Assim, entende-se que a fuligem é, na verdade, o carbono, que caso fosse completamente queimado, seria liberado na forma de ácido carbônico. A fim de ilustrar esse ponto, Faraday procede à queima de carbono, sob a forma de carvão comum, pulverizado, e mostra que o mesmo queima de modo característico, com fagulhas, mas sem chama.

Depois de queimar lascas de madeira e blocos de carvão para ressaltar as peculiaridades destes processos, Faraday se atém às proporções com que o oxigênio e o carbono se combinam na produção do ácido carbônico. Entendida e verificada a síntese do composto, passa-se ao processo inverso.

> Sendo um corpo composto, feito de carbono e oxigênio, o ácido carbônico é um corpo que devemos poder decompor. E podemos. Assim como fizemos com a água, podemos fazer com o ácido carbônico – separar as duas partes. A maneira mais simples e rápida de fazê-lo é agir sobre o ácido carbônico com uma substância capaz de atrair o oxigênio que existe nele, deixando para trás o carbono.
>
> (FARADAY, 2003, p. 113)

Se a necessidade do palestrante era remover o oxigênio de um composto, o potássio era certamente a solução mais promissora, já que essa substância fora capaz de separar o oxigênio do hidrogênio quando posta em contato com a água. Como o ácido carbônico apresenta a propriedade de extinguir as chamas, Faraday precisa iniciar o processo de queima do potássio em contato com o ar atmosférico,

isto é, fora do recipiente contendo o gás a ser decomposto. Encontramos um registro raro neste ponto da história química de uma vela: o experimento não correu como Faraday esperava ou, em termos mais claros, falhou! Ao aquecer o primeiro pedaço de potássio, ele explodiu. Diante de tal imprevisto, Faraday seguiu criteriosamente seus próprios apontamentos, e não se desculpou. Deu sequência aos experimentos de modo a impedir que o público se concentrasse naquela falha.

> Às vezes, pegamos um pedaço ruim de potássio, que explode, ou coisa parecida, ao entrar em combustão. Apanharei outro pedaço e, agora que está aquecido, vou introduzi-lo no frasco.
>
> (FARADAY, 2003, p. 113-114)

A segunda tentativa deu certo, e o potássio inflamado foi colocado no frasco com o ácido carbônico. Em contato com o gás, a queima do potássio sofre uma previsível redução de intensidade, mas não se extingue, revelando a vivaz capacidade que aquela substância tem de retirar o oxigênio do composto. Ao mesmo tempo, o carbono é liberado na forma de pequenas partículas negras, que se tornam visíveis no final do processo. Conclui-se então a "comprovação completa da natureza do ácido carbônico como composto de carbono e oxigênio" (*Ibid*., p. 114).

As considerações sobre o carbono se encerram com novas demonstrações da admiração do palestrante para com seu tema de estudo. Segundo Faraday, é notável que o carbono seja a única substância elementar por ele conhecida que, mesmo sendo sólida, ao queimar se dispersa como um gás, e nos permite desfrutar do calor e da comodidade de uma lareira sem termos de recolher pilhas de resíduos sólidos, como os que decorreriam da queima do ferro ou do chumbo.

Na segunda metade dessa última palestra, o discurso de Faraday muda de tom. Gradualmente, o direcionamento do raciocínio passa das minúcias da análise de compostos para a contemplação mais ampla dos processos naturais e das suas interconexões.

Faraday apresenta a respiração animal como análoga à combustão de uma vela. Vários experimentos ilustram como o ar expirado, ao sair dos pulmões, guarda todas as propriedades do ácido carbônico, sendo capaz de turvar a água de cal ou mesmo de extinguir a chama. A analogia se estende até o calor associado aos processos de queima. Tendo os alimentos como combustível, os animais fariam a

sua combinação com o oxigênio do ar inspirado para produzir energia, num processo particularmente importante para os seres de sangue quente.

Pensa-se em como é séria a questão do ar, já que trocamos sua composição por meio do simples ato de respirar. Então Faraday eleva o entendimento do público, com nítida inspiração de natureza religiosa, chamando a atenção para como, à semelhança das partes que se integram na combustão de uma vela, toda a criação interage de modo a tornar útil cada processo e cada transformação.

> À medida que queima, o carvão transforma-se em vapor e passa para a atmosfera, que é o grande veículo, o grande transportador que o leva para outros lugares. E o que acontece com ele? É maravilhoso descobrir que a mudança produzida pela respiração, que parece tão nociva para nós (pois não podemos respirar duas vezes o mesmo ar), é a própria vida e o esteio das plantas e vegetais que crescem na superfície da Terra.
>
> (FARADAY, 2003, p. 123)

Louvando a integração dos reinos animal e vegetal, que se colocam "subservientes um ao outro", Faraday traz ao olhar do público uma simples planta, posta ali para representar todas aquelas que

> estão retirando seu carbono da atmosfera, doado por nós sob a forma de ácido carbônico, e vão crescendo e vicejando. [...] Assim, somos dependentes não apenas dos nossos semelhantes, mas dos outros seres que convivem conosco, estando toda a natureza ligada por leis que fazem com que uma parte conduza ao bem de outra.
>
> (*Ibid*.)

Por último, Faraday também encontra evidências de uma sabedoria divina ao considerar a parte imaterial necessária à combustão, que é o calor. Cada combustível só começa a queimar quando encontra uma quantidade específica de calor. Assim, uma vela pode permanecer guardada por séculos antes de entrar em ação, e manuscritos grafados sobre matéria carbonada podem atravessar vastos intervalos de tempo, mesmo em contato com a atmosfera que dispõe dos recursos para a sua destruição. A interpretação dada pela filosofia natural a fatos tão maravilhosos é chamada por Faraday de "afinidade química" (*Ibid*., p. 124).

O encerramento da história química de uma vela é emblemático, com a expressão de um desejo pessoal do palestrante: de que seu público esteja apto a se comparar a uma vela, isto é, que percebam cada um de seus atos como parte de um sistema maior, agindo de maneira honrada e eficaz "no cumprimento de seu dever para com os seus semelhantes" (*Ibid*., p. 126).

Por trás do brilho da vela

Complementando os comentários lançados em meio à apresentação do conteúdo das palestras, propomos a divisão da análise que se segue em duas partes. Primeiro, verificaremos como Faraday incorpora as características do bom palestrante, descrito por Isaac Watts e esmiuçado por ele próprio nas cartas que remeteu ao amigo Benjamin Abbott. Em seguida, lançaremos foco sobre a visão da química que Faraday comunica através de seu discurso, traçando alguns paralelos com a obra de Jane Marcet.

Frank James nota impressionante coerência entre a postura assumida por Faraday em suas conferências e os apontamentos que ele havia registrado décadas antes, depois de meros três meses de convivência com os demais palestrantes da *Royal Institution* (JAMES, 2002, p. 123). Isso se aplica não somente à montagem da palestra, com ênfase na atratividade visual dos experimentos, mas também aos pequenos detalhes que orientavam sua fala e postura. Por exemplo, Faraday entende que o sucesso de uma palestra depende muito da capacidade do palestrante de se dirigir ao público, de modo a manter as atenções voltadas para o tema da palestra. Assim, vários aspectos ligados à postura e ao discurso são cuidadosamente considerados na condução do curso: o padrão de linguagem é combinado com a audiência; os argumentos são apresentados em períodos curtos e se conectam com suavidade, valorizando a clareza e a simplicidade na condução das ideias; o semblante do palestrante é seguro e sua atenção está sempre voltada para o público; e, por fim, Faraday também se motiva a conduzir sua fala a partir da memória, praticamente sem recorrer ao seu caderno de anotações, que se torna mais útil ao seu assistente, Sr. Anderson, garantindo os preparativos para a sequência de experimentos a serem executados.

De acordo com as análises de Watts e do próprio Faraday, é crucial que o palestrante seja capaz de se adaptar às particularidades do público, escolhendo os métodos mais apropriados para cativar sua atenção. Faraday chega a descrever os modos de abordagem e aspectos da postura do palestrante que seriam apropriados a alguns estereótipos de público. Mas o que fazer quando o teatro abriga uma concepção tão ampla da expressão “público em geral”? Faz sentido, portanto, que ele mantenha sua usual cortesia e diversifique, tanto quanto possível, os recursos auxiliares de que dispõe. A rigorosa preparação de Faraday para suas palestras, aliada a tantos anos a serviço quase que exclusivo da *Royal Institution*, permite que

ele tenha pleno domínio da situação, e sinta-se à vontade para expressar sua voz pedagógica (FISHER, 1992). Segundo Fisher, Faraday tem controle sobre o que acontece dentro do teatro e conhece bem sua audiência, sabe o que lhes atrai, em qual quantidade e profundidade.

> O prazer que todos derivavam das exposições de Faraday era, de alguma forma, diferente daquele produzido por qualquer outro filósofo cujas palestras tivéssemos assistido. Em parte, decorria de sua extrema habilidade como manipulador: com ele, não tínhamos qualquer possibilidade de desculpas por um experimento mal sucedido – nenhuma falha durante uma série de brilhantes demonstrações [...] Tudo era uma torrente vivaz de eloquência e ilustração experimental.
>
> (William Crookes *apud* FISHER, 1992, p. 170)

O discurso de Faraday é cheio de idas e vindas. Resultados de experimentos ou conceitos já expostos são constantemente retomados, mas dificilmente uma frase se repete. O palestrante reformula suas colocações a cada retomada, e se utiliza muito de analogias para facilitar o entendimento de alguns conceitos. É assim com "a madeira das turfeiras irlandesas, (...) que parece uma esponja e conserva seu próprio combustível", ou com "a combustão viva que se dá dentro do nosso corpo" (FARADAY, 2003, p. 32, 117). O palestrante também promove pequenas pausas na sequência de argumentos científicos, sempre de modo pertinente, para contar alguma história curta ou para valorizar aspectos do conhecimento popular que se relacionam ao tema estudado, reforçando o vínculo da ciência química com a vida prática. Esses intervalos não são longos, talvez com o intuito de não facilitar que a atenção se disperse, mas contribuem com certa diversão ao evento e também permitem ao público retomar o fôlego, antes de prosseguir na linha do raciocínio científico que norteia o curso.

O foco na experimentação faz parte da estratégia das *Christmas lectures*, mas vários outros artifícios também são utilizados, como o apelo ao cotidiano, as analogias, o uso de dados grafados em tabelas, imagens e objetos ilustrativos, diagramas, etc. Faraday é bastante versátil nesse aspecto, o que apenas revela novos traços de seu cuidadoso planejamento para cada palestra.

Num estudo preliminar, realizado sobre a primeira palestra da história química de uma vela, utilizamos um conjunto de categorias para agrupar essa variedade de estratégias de divulgação utilizadas por Faraday. As categorias propostas englobavam estratégias de: 1) aproximação com o público; 2) demonstração de fascínio pelo que se estuda; 3) apelo ao cotidiano, às simplificações e às aplicações

práticas dos conceitos abordados; 4) uso de analogias; 5) contraponto entre o belo e o útil; e 6) expressão de uma visão de ciência e, no caso particular de Faraday, do papel da experimentação dentro do fazer científico (BALDINATO; PORTO, 2008b).

Entre os resultados mais interessantes dessa análise, surgiu a constatação de que a estratégia de maior recorrência no discurso de Faraday é a demonstração de fascínio pelo tema abordado. Para Forgan, esse elemento da performance do conferencista ajuda a justificar porque o público era tão fortemente afetado por suas palestras. Segundo a autora, os relatos da paixão de Faraday e da vivacidade de sua expressão durante as palestras sugerem a imagem de alguém "tão consumido por crença e paixão pelo seu tema que todo o seu corpo era fisicamente afetado por ele" (FORGAN, 1985, p. 62-63). Na transcrição das palestras perdemos a maior parte das informações ligadas às expressões e aos gestos do palestrante, mas, ainda assim, reconhecemos demonstrações dessa admiração pessoal de Faraday por seu tema em passagens como:

> Analisei este assunto em outra ocasião e, se fosse pelo meu desejo, preferiria repeti-lo quase cada ano, tão grande é o interesse que ele desperta e tão maravilhosas as variedades de resultados que ele oferece aos vários domínios da filosofia.
>
> (FARADAY, 2003, p. 25)

> [...] como os senhores sabem, a vela colocada diante de nós e queimada, se for apropriadamente queimada, desaparece sem deixar o menor vestígio de sujeira no castiçal, o que é uma circunstância curiosíssima.
>
> (*Ibid*., p. 43)

> Este poder [referindo-se à bateria voltaica] está correndo de forma muito bonita através do fio, que foi feito fino com o objetivo de mostrar-lhes que temos aqui forças poderosas. Agora, de posse deste poder, iremos examinar a água com ele.
>
> (*Ibid*., p. 77)

> Agora, preciso levá-los a uma parte muito interessante do nosso tema: a relação entre a combustão da vela e o tipo de combustão viva que se dá dentro do nosso corpo.
>
> (*Ibid*., p. 117)

Também de modo premeditado, Faraday mantinha certa movimentação no teatro, e elevava os ânimos do público com seus gestos e eloquência. Nas palavras de Juliete Pollock, frequentadora das palestras na *Royal Institution*, "sua audiência pegava fogo com ele, e cada rosto se ruborizava" (*apud* FORGAN, 1985, p. 63).

Apesar de se posicionar contrariamente a grandes intervalos entre as partes de um curso, Faraday procede exatamente de acordo com as recomendações de Isaac Watts, e começa cada palestra com uma breve recapitulação do que se

discutiu no encontro anterior. Faraday também se utiliza muito da "figura de linguagem" descrita por Watts, das "interrogações e exclamações", simulando diálogos que em geral levam a conclusões importantes dentro do curso, como ocorre ao tratar do transporte do combustível da vela até a chama ou da origem dos elementos constituintes da água e do ácido carbônico (FARADAY, 2003, p. 31, 64, 114).

É também por meio desses diálogos simulados que Faraday chega ao seu interessante contraponto entre a beleza e a utilidade das velas. Numa primeira leitura, a afirmação de que "não é a aparência mais bonita, e sim a mais funcional, que é mais proveitosa para nós" (FARADAY, 2003, p. 32) nos remete aos ideais de fundação da *Royal Institution*, que incluíam a divulgação de aspectos utilitaristas da ciência (JAMES, 2007, p.150). É a própria análise científica dos mecanismos de queima que reforça as vantagens do útil sobre o belo, e Faraday lança logo em seguida a ideia de que qualquer cidadão pode contribuir com a criação do útil – ele o faz ao destacar a cúpula inventada "por algum verdureiro" e que protege as velas do vento e da chuva. Mas considerando outros aspectos da vida e do trabalho de Faraday, percebe-se que esse apelo à praticidade e à economia de um sistema cujas partes se relacionam de modo harmônico, com os rejeitos de um processo servindo de nutrientes para o seguinte, tudo isso remete à simplicidade da sua fé e, consequentemente, à sua visão particular de como deveria funcionar a Natureza (CANTOR, 1992, p. 194-197). Para Faraday, a Natureza representava a criação divina, regida por um conjunto de leis, também divinas, que permaneciam as mesmas desde a gênese, "manifestando sinais de planejamento e economia" (*Ibid*., p. 195). Assim, justifica-se em parte o enfoque experimental com que Faraday conduzia seu trabalho dentro das ciências, tanto na pesquisa quanto na divulgação, pois este estaria ligado ao ideal de recorrer diretamente à Natureza em busca das leis que a governam segundo a lógica do Criador. Em outras palavras, para Faraday, o entendimento das verdades da Natureza dependeria mais de revelações advindas dela própria que da simples confirmação ou negação de hipóteses pré-concebidas.

> Devo manter minhas pesquisas Experimentais e não permitir que elas assumam de modo algum o caráter de imaginações hipotéticas.
>
> (FARADAY, Diários, 19 de dezembro de 1833, 2. 1207.
> *apud* CANTOR, 1985, p. 74)

Estendendo um pouco esta discussão, poderíamos entender que, para Faraday, os experimentos constituíam as vias pelas quais a Natureza (visível) nos fornece indícios das suas leis (invisíveis), o que, segundo Cantor (1985), é coerente com a interpretação bíblica que um sandemaniano faria do mundo,[58]

> Porque as suas coisas invisíveis, desde a criação do mundo, tanto o seu eterno poder, como a sua divindade, se entendem, e claramente se veem pelas coisas que estão criadas, para que eles fiquem inescusáveis
>
> (Romanos 1:20.)

Se aqui nos aventuramos por essas questões mais ligadas à religiosidade de Faraday, é porque várias análises ressaltam a sua influência direta sobre o modo deste filósofo interpretar a prática científica em relação ao mundo natural, e isso necessariamente afeta a visão da ciência comunicada pelo discurso de divulgação. Dentro do trabalho de Faraday, os experimentos cumpriam a função de "tornar visíveis aos olhos os poderes da Natureza" (SIMPSON, 1970 *apud* FISHER, 1992, p. 167), e a própria história química de uma vela é motivada pela visão de que

> Não existe lei pela qual seja regida qualquer parte deste Universo que não entre em ação e não seja abordada nesses fenômenos [da queima de uma vela].
>
> (FARADAY, 2003, p. 25)

Mais à frente, quando investiga os constituintes da água, Faraday também ressalta que, aos poucos, aprendemos a modificar a ação de algumas substâncias "e fazê-las dizerem o que queremos saber" (*Ibid*., p. 65). Por esta linha de raciocínio, em resposta aos experimentos, a Natureza se comunicaria por meio de fatos e, diferentes das teorias, esses fatos não dependeriam da imaginação dos cientistas, podendo ser ilustrados e percebidos por qualquer um, como Faraday propõe em suas palestras.[59]

Conciliar tantas questões ligadas à visão do mundo e da ciência não é tarefa fácil, e tornar os resultados dessa reflexão acessíveis ao público é ainda mais problemático. Assim, é fundamental que o divulgador da ciência se mova com

---

[58] Um contraponto entre os experimentos e as teorias no trabalho de Faraday, incluindo a questão da matematização do conhecimento científico, é aprofundado por Cantor (1985). Segundo o autor, essa visão da Natureza e das leis que a governam justificaria inclusive a busca de Faraday por uma unificação das forças da matéria (calor, eletricidade, magnetismo, afinidade química, etc.), também associada ao ideal de planejamento e economia da criação divina.

[59] Numa crítica a esta visão, poderíamos considerar que toda observação (envolvida na prática experimental) está, de alguma forma, vinculada a uma teoria pré-concebida. Para um estudo desta e de outras questões da filosofia da ciência, vide Chalmers (1983).

perícia das observações às ideias, e destas às palavras, exatamente como Watts ressalta no plano teórico e Faraday concretiza na prática. Neste aspecto, é interessante notar como alguns termos de significado menos intuitivo aparecem no discurso de Faraday 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), 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 (FARADAY, 2003). Todavia, 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".

Não poderíamos concluir, a partir desta análise, que Faraday ignorava a complexidade dos conceitos abordados em suas palestras. Longe disso: ele se utiliza de exemplos do cotidiano, valorizando os conhecimentos e a vivência do público, aparentemente de modo a compensar essa complexidade, permitindo que a audiência se sentisse incluída na condição de conhecedores dos assuntos abordados. Como atestado por John Tyndall – sucessor de Thomas Brande no posto de Professor de Filosofia Natural na *Royal Institution*, e de Faraday, como Superintendente da casa (JAMES, 2007, p.161) – os discursos de Faraday eram

> por vezes difíceis de acompanhar, mas ele exercia um encanto sobre seus ouvintes que sempre os fazia ir embora persuadidos de que entendiam tudo a respeito de um assunto sobre o qual sabiam muito pouco.
>
> (TYNDALL, 1889 *apud* FORGAN, 1985, p.63)

Faraday transfere ao público parte da responsabilidade de chegar a conclusões, e até demonstra acreditar que seus ouvintes são capazes de acompanhá-lo em generalizações difíceis, como as que descrevemos sobre a composição da água e a ação do potássio sobre as substâncias. Novamente, o palestrante se esforça para que o público se sinta incluído nesse contexto simulado de descobertas, mas não foge à tarefa de orientar o raciocínio e fazer as retomadas necessárias para que a audiência possa associar ideias e resultados já observados, facilitando (ou forçando) a citada sensação de entendimento.

Ao final do curso, justificam-se muitos dos relatos sobre a elevação espiritual que acompanharia o público após cada palestra de Faraday. O encerramento da história química de uma vela propõe uma extrapolação do entendimento desses fenômenos, que novamente alcança a esfera religiosa das interpretações da Natureza. Obviamente esse apelo tem valor intrínseco para o palestrante e é perfeitamente coerente com sua fé (CANTOR, 1985), e não é de se estranhar que algo parecido ocorra ao final de cada capítulo da obra de Isaac Watts, cuja biografia é ainda mais marcada que a de Faraday por sua participação nos assuntos da igreja. Mas, se forçarmos a análise desse aspecto do discurso de Faraday também como uma estratégia de divulgação, seremos obrigados a admitir que ela não passava despercebida em meio ao público.

> […], pois era evidente, mesmo em suas palestras, que ele possuía a mais profunda percepção da fé, e que era um daqueles felizes mortais "capazes de ler" sermões nas pedras e o bem em todas as coisas.
>
> (LLOYD, 1879, p. 67)

Retomando o que foi discutido no Capítulo II desta dissertação, percebemos que o exemplo de divulgação da ciência representado pela *História química de uma vela* é consoante com boa parte dos apontamentos feitos por Watts, e pelo próprio Faraday, quando se propõem a descrever a figura do bom palestrante – que, em linhas bem gerais, resume a pessoa que concilia grande familiaridade com seu tema, adquirida pelo estudo e outras formas de contato com o conhecimento, com a capacidade de cativar pessoalmente o público. Em conjunto, esses dois atributos supririam a maior parte dos requisitos para uma boa palestra, e potencializariam a disseminação de conhecimento.

No caso de Faraday, a familiaridade com o tema obviamente derivava de sua intensa dedicação ao desenvolvimento da ciência de seu tempo, e sua imagem pública, como descrita por vários autores, certamente contribuía para sua elevação ao *status* de figura admirável dentro da sociedade londrina do século XIX (FORGAN, 1985; GOODING, 1985; CANTOR, 1992).

No que tange aos aspectos internos da química dentro da série de palestras sobre a vela, alguns paralelos entre os padrões de abordagem de Faraday e Marcet são facilmente delineados, principalmente com relação à escolha dos motivadores para o curso e à visão da química que se comunica.

Faraday escolhe um tema que invade o cotidiano do público. Explicitamente, ele reforça a ideia de que esta área da ciência se liga à interpretação das coisas práticas, mas sem se afastar dos grandes mecanismos que (parafraseando sua concepção) regem o funcionamento da criação divina. Jane Marcet expressa o mesmo no início de *Conversations on Chemistry* (MARCET, 1809, p. 1-2), e tal noção é constantemente retomada por ambos os autores em suas narrativas, que reconhecem no trivial as portas de acesso aos conceitos mais amplos da ciência (MARCET, 1809, p. 295; FARADAY, 2003, p.37).

A exemplo do que se verifica nas conversas de Marcet, a linha central dos argumentos de Faraday também segue a orientação dos trabalhos de Lavoisier. Quando fala do carbono liberado na queima da vela (FARADAY, 2003, p. 49-50), ou da água, cujos constituintes advêm parte da vela e parte do ar (*Ibid*., p. 64), um princípio de conservação dos elementos é abordado como algo "evidente", e o conjunto das palestras deixa claro que é pela via das sínteses e decomposições que a química alcança o conhecimento mais profundo da natureza das substâncias. Essa lógica permeia todo o discurso de Faraday, que, embora se concentre sobre a vela e sobre o ar, enfatiza sempre a relação entre os elementos constituintes desses dois materiais e os produtos do processo de combustão, como tentamos representar no esquema da Figura 10.

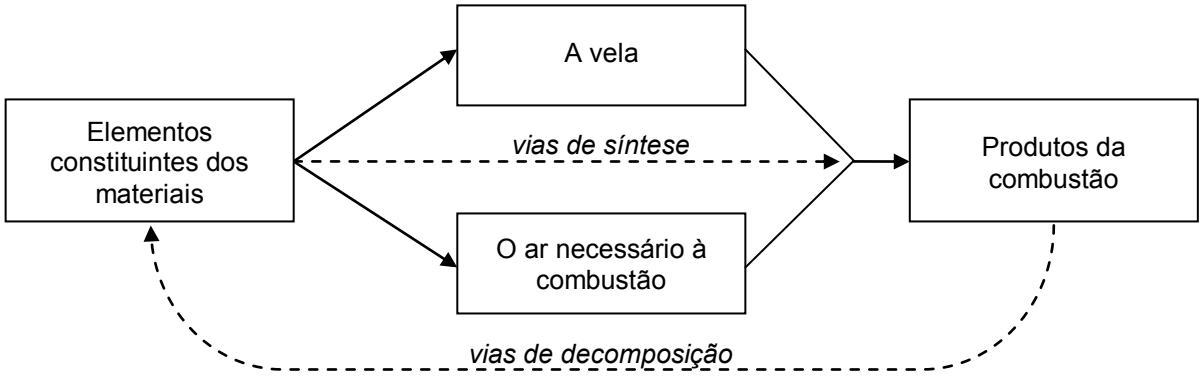


Figura 10 – Relação entre constituintes dos materiais abordados por Faraday em *A história química de uma vela*

É curioso notar como Faraday se utiliza de argumentos muito semelhantes aos usados por Marcet para facilitar o entendimento dos mecanismos de síntese e decomposição das substâncias. A afinidade entre os corpos elementares seria a chave para compreendermos a formação de compostos como a água ou o ácido

carbônico, decorrentes da afinidade do oxigênio pelos elementos hidrogênio e carbono, respectivamente. A decomposição dessas substâncias dependeria então de outro elemento, cuja afinidade pelo oxigênio superasse a do hidrogênio ou carbono. Faraday apresenta o potássio e o utiliza na separação dos constituintes tanto da água quanto do ácido carbônico, do mesmo modo como Marcet utilizara o ferro para restaurar o cobre de uma solução com ácido nítrico. Com o auxílio de uma bateria elétrica, Faraday também processa essa separação, repetindo o raciocínio descrito por Marcet.[60]

Embora a própria analogia entre os processos de respiração animal e de combustão também esteja presente no texto de Marcet (1809, p. 57), seria forçado se déssemos a entender que *Conversations on Chemistry* encerra todos os conceitos, além da visão da química, que Faraday se propõe a divulgar em suas palestras. Bem menos pretensiosos, os paralelos que traçamos servem apenas para marcar a coerência entre as propostas de divulgação destes dois autores, que se aproximam do público por duas vias distintas – das palestras e do texto escrito – mas que se revelam complementares, por transportarem mensagens com vários aspectos em comum. Cabe lembrar que as primeiras edições de *Conversations on Chemistry* se destinavam à parcela do público de Humphry Davy que, como a própria Sra. Marcet, assistia com entusiasmo às palestras, mas encontrava dificuldade para compreendê-las em sua plenitude. Décadas se passaram, Davy foi sucedido por Faraday no auditório, e novas edições do texto de Marcet passaram a pormenorizar os avanços trazidos à ciência por este novo filósofo conferencista. Quando chegamos ao curso sobre a história química de uma vela, os trabalhos de divulgação de Faraday e Marcet já haviam alcançado esse caráter de obras complementares, cada qual contribuindo a seu modo para a divulgação da ciência química.

[60] Os referidos experimentos de Marcet e Faraday estão descritos, respectivamente, nas páginas 71 e 106 desta dissertação.

Considerações Finais

Se, no passado, o papel da divulgação científica era o de emocionar as pessoas com a ciência (RABINOWITCH *apud* CALVO HERNANDO, 2006), então os relatos do público – alguns deles, citados ao longo desta dissertação – nos levam a acreditar que Faraday desenvolveu um bom trabalho. Ao longo do texto, tentamos mostrar que a notoriedade alcançada por Faraday enquanto pesquisador e divulgador da ciência não foi obra do acaso, nem de uma genialidade autodidata tão destacada em alguns relatos históricos dedicados a ele (BALDINATO; PORTO, 2009).

A formação de Faraday para lidar com os assuntos do conhecimento e da ciência foi orientada por várias referências pessoais e textuais, com destaque para as palestras e grupos de discussão frequentados por ele na juventude, e para os textos de Watts e Marcet que discutimos neste trabalho.

As *conversas* de Jane Marcet também podem ser encaradas como uma frente de divulgação da química no início do século XIX, e há vários estudos que registram sua popularidade (BAHAR, 2001; KNIGHT, 2007). Além de auxiliar o entendimento das palestras de Humphry Davy e orientar as pesquisas de químicos amadores, *Conversations on Chemistry* também teria ajudado a alimentar a curiosidade do jovem Faraday, nutrindo-o de "fatos", como ele próprio relatou:

> [...] fatos me eram importantes e me salvaram. [...] Então, quando questionei o livro da Sra. Marcet através dos pequenos experimentos que tinha meios de realizar, e os vi concordarem com os fatos como eu os conseguia entender, senti que tinha alcançado no conhecimento químico a sustentação de uma âncora, e rapidamente me agarrei a ela.
>
> (Michael Faraday, em carta para Auguste de la Rive datada de outubro de 1858. JAMES, 2008a, *letter* 3519, p. 453)

Com relação às técnicas de comunicação do conhecimento desenvolvidas por Faraday no papel de divulgador, verificamos que os apontamentos de Watts, apesar de simples, produziram impressões bastante positivas sobre a formação de Faraday, e também se tornaram motivos de admiração e respeito.

Consideramos justo registrar como nos impressiona que o texto de Watts, datado de 1741, se mantenha tão atual, e notamos que algo semelhante parece acontecer com alguns conceitos ligados à divulgação de conhecimentos. Por exemplo, se buscarmos as descrições dadas em diferentes épocas para os

requisitos básicos de uma boa comunicação, encontraremos nos textos de Watts, Faraday e Luis Estrada, as seguintes indicações:

> A qualidade mais necessária e útil de um estilo apropriado para a instrução é que ele seja claro, compreensível e natural.
>
> (WATTS, 1801, p. 257)

> O requisito de maior proeminência para um palestrante, embora talvez não o mais importante, é uma boa elocução [...] O modo de falar não deve ser rápido e precipitado, e consequentemente ininteligível, mas brando e ponderado, *conduzindo ideias com naturalidade a partir do palestrante, e introduzindo-as com clareza e facilidade* nas mentes da audiência.
>
> (Faraday, em carta para B. Abbott datada de junho de 1813. JAMES, 1991, *letter* 25, p. 60, grifo nosso)

> As qualidades indispensáveis numa boa divulgação da ciência são as seguintes: em primeiro lugar está a claridade da mensagem e o apego fiel ao conhecimento que se quer transmitir [...].
>
> (ESTRADA, 1992, p. 70)

Já para a época de Faraday, as recomendações de Watts não eram inovadoras (Williams 1960, p. 517-518). Vistas por olhos presos ao nosso tempo presente, os apelos à paciência, domínio da linguagem e reconhecimento do público, além da contextualização e da imprescindível clareza no discurso do palestrante, poderiam até ser rotulados como senso comum. Contudo, no que se refere aos pequenos detalhes que problematizam os processos de aquisição e comunicação de conhecimentos, não estranharíamos se um educador ou divulgador atual tomasse as palavras de Watts como reflexões sobre sua prática no presente.[61]

De acordo com Watts, o bom palestrante não se constrói apenas sobre o conhecimento do seu tema, devendo também preocupar-se em como comunicá-lo. Ambos os requisitos demandam estudo e prática, e Faraday não se furtou a esse trabalho ao longo de sua formação. Assim, ao tomarmos um episódio de divulgação de ciência, num contexto em que Faraday já havia alcançado a maturidade de sua carreira, não é inesperado que encontremos nele a personificação de boa parte dos atributos apontados por Watts na composição do bom palestrante: Faraday detinha pleno conhecimento do seu tema, adquirido por anos de dedicação à investigação científica, e era capaz de reconhecer modos favoráveis de aproximar o público àqueles conceitos. Um reflexo desta segunda habilidade pode ser interpretado na

[61] Caso o leitor se enquadre nesta condição, talvez uma releitura das páginas 90 e 91 deste trabalho possa ilustrar melhor a sensação à qual nos referimos.

escolha de um objeto cotidiano (a vela) como elemento motivador do contato com a ciência. Essa opção de Faraday por introduzir a ciência a partir de um objeto familiar ao público se revela bastante criativa, assim como fora a de Marcet, ao considerar a química sob a forma de diálogos. A aceitação experimentada pelas duas iniciativas nos remete a outra questão atual: do consenso que existe em torno da criatividade necessária à atividade de divulgação. É claro que hoje a discussão sobre a divulgação da ciência deve incluir mídias eletrônicas, além do rádio, televisão e museus (LEWENSTEIN, 2001), mas a criatividade continua sendo requisito básico da tarefa, independente da sua forma de apresentação.

> A divulgação da ciência é uma das atividades que mais exigem criatividade e imaginação de seus cultivadores. Frequentemente incompreendida, esta é uma batalha de duas frentes: por um lado, deve extrair sua essência, seus ingredientes do fechado âmbito científico, e por outro, deve alcançar, interessar e, se possível, entusiasmar ao leitor comum com seus resultados.
>
> (CALVO HERNANDO, 2006, p. 1)

Aliando a criatividade ao seu rigoroso planejamento para cada palestra, Faraday parece ter alcançado a fluidez que almejava em seus discursos. Com argumentos conectados de modo natural e sem sobressaltos, o palestrante se permite inclusive algumas divagações, manejadas de um modo que traz ares de casualidade à fala, mas que consideram questões direta ou indiretamente ligadas ao seu tema. Essa percepção nos parece importante, pois sugere que Faraday tenha extrapolado às palestras uma das vantagens que Watts atribuíra somente às conversas: justamente, a de possibilitar alguns pequenos desvios, que ampliam o entendimento de adjacências do assunto principal em estudo (WATTS, 1801, p. 39-40). Com isso, a ciência entrelaçava os temas do cotidiano, do progresso das técnicas e até mesmo da fé contemplativa sobre a Criação.

De fato, o contexto da nossa pesquisa não parece descrever uma sociedade na qual ciência e humanidades habitam duas esferas culturais dissociadas. A ciência parecia mais próxima do público geral neste “período áureo da química” (KNIGHT, 2007). Mediante algum esforço, amadores e leigos podiam se inteirar sobre a ciência daquele tempo, e as iniciativas de divulgação se mantinham tão próximas quanto possível das pesquisas correntes. Uma ilustração dessa ideia pôde ser verificada quando Faraday, em 1839, aproveitou o final de uma palestra para anunciar publicamente, em primeira mão, a invenção da fotografia por William Henry Fox Talbot (JAMES, 2007, p. 157).

Mas essa aparente harmonia entre a cultura popular e a científica parece não haver durado muito. De acordo com algumas das referências utilizadas neste trabalho, a própria autorização de Faraday, para que seus últimos ciclos de palestras fossem transcritos e publicados, pode ser entendida como resposta à preocupação do autor com os rumos que a cultura geral das pessoas vinha tomando em meados do século XIX (CANTOR, 1991a; JAMES, 2008b; JENKINS, 2008). Segundo essas referências, o crescente movimento espírita, ligado ao fenômeno das "mesas girantes", consternava Faraday. Para o filósofo natural, crer naqueles fenômenos constituía algo como um distúrbio das capacidades de julgamento do homem. Efeitos como o movimento deveriam estar sempre associados a causas físicas e, portanto, a credulidade das pessoas em assuntos daquela natureza estaria ligada à sua ignorância científica, sobre a qual Faraday poderia intervir. Assim, a publicação dos ciclos *A história química de uma vela* e *As forças da matéria* teria sido parcialmente motivada por um ideal de contribuir para que argumentos científicos tivessem maior relevância no modo como o público em geral interagia com o mundo. Contudo, questionar em profundidade como essas questões foram tratadas por Faraday foge ao alcance desta dissertação.[62]

Trazendo agora a discussão para nosso tempo presente, indagaríamos: poderá a cultura científica se reaproximar da cultura geral das pessoas num futuro próximo? Essa questão nos parece difícil demais para receber uma resposta rápida. Talvez um caminho seja dividi-la em várias questões menores, como: a quem interessa a reaproximação dessas culturas? É papel da divulgação científica facilitar esse processo? Qual é o compromisso da divulgação científica com o ensino de ciências? Qual deveria ser sua proximidade com a ciência corrente? Como deve ser a formação do divulgador? Essas e outras indagações relacionadas, embora aparentem a pretensão de abranger o relacionamento das pessoas com toda a ciência em geral, também poderiam se concentrar sobre a química em particular. Cada uma delas já nos parece justificar futuras pesquisas.

[62] Segundo Cantor (1991a), Faraday tinha objeções de ordem religiosa e científica ao espiritismo. Contudo, suas oposições públicas se limitaram à segunda. Uma das principais respostas de Faraday a este movimento foi a palestra *Observations on mental education*, de 1854, quando recorreu a exemplos do desenvolvimento da ciência e de sua própria carreira para ressaltar como a educação deveria se voltar ao refinamento das capacidades de julgamento. A íntegra da palestra está disponível em Jenkins (2008, p.200-212).

Olhando para o contexto que abordamos neste trabalho, e a julgar pelo sucesso alcançado por palestras e livros de divulgação, a química parece ter sido bastante atrativa ao público durante a maior parte do século XIX. Mas, ao longo dos últimos cento e trinta anos, algo mudou, e esse panorama foi drasticamente afetado. Muito recentemente, a publicação da obra *The public image of chemistry* (SCHUMMER *et al.*, 2007) lança questionamentos sobre os fatores que contribuíram para o comprometimento da imagem dessa ciência. Os autores apontam que, para fugir de associações fáceis com a poluição do planeta, as "guerras químicas" e o lucro exorbitante das indústrias farmacêuticas, alguns grupos têm atribuído a suas áreas de pesquisa rótulos como "química verde", "ciências moleculares" ou "nanotecnologia". Com o olhar para o passado representado por este trabalho, esperamos também renovar os ânimos voltados à divulgação da ciência, e contribuir de alguma forma para que novos caminhos e novas estratégias ajudem a revitalizar a imagem da química.

Referências Bibliográficas

ALFONSO-GOLDFARB, A. M. **O que é História da Ciência**. São Paulo: Brasiliense, 1994.

ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; FERRAZ, M. H. M.; 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. p. 49-74.

ANDERSON, R. *The Crafting of Scientific Meaning and Identity: Exploring the Performative Dimensions of Michael Faraday's Texts*. ***Perspectives on Science***, v. 14, v. 1, p. 7-39, 2006.

ARMSTRONG, E. V. *Jane Marcet and Her "Conversations on Chemistry"*. ***Journal of Chemical Education***. n. 15, p. 53-57, 1938.

BACHELARD, G. Conhecimento comum e conhecimento científico. In: Epistemologia. **Revista Tempo Brasileiro**, n. 28, p. 27-46, 1972.

BAHAR. S. *Jane Marcet and the limits to public science*. ***British Journal for the History of Science***. n. 34, p. 29-49, 2001.

BALDINATO, J. O.; PORTO, P. A. Variações da história da ciência no ensino de ciências. In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2008, Florianópolis, SC. **Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte: ABRAPEC, 2008(a).

_____. Michael Faraday e A História Química de Uma Vela: Um Estudo de Caso Sobre a Didática da Ciência. **Química Nova na Escola**, n. 30, p. 16-23, 2008(b).

_____. Variações da história da ciência e a (pseudo-) história de Michael Faraday. In: **Jornada de História da Ciência e Ensino, 2009, São Paulo, SP**: História da Ciência e Ensino - Propostas, tendências e construção de interfaces. São Paulo: Livraria da Física, 2009. p. 80-85.

BENCE-JONES H. ***Life and Letters of Michael Faraday***. Vol. II. *London*: Longmans, Green *and* Co, 2008. Reimpressão do original de 1870.

BROOKE, J. H. *Introduction: The Study of Chemical Textbooks*. In: LUNDGREN, A.; BENSAUDE-VINCENT, B. (eds.) ***Communicating Chemistry**: Textbooks and their audiences, 1789-1939*. *Canton*, MA: *Science History Publications*, 2000. p. 1-18.

CALVO HERNANDO, M. *La comunicación de la ciencia al público, un reto del siglo XXI*. ***ACTA***. *Manual formativo*. n. 9, p. 45-49, 1998.

_____. ***Divulgación y periodismo científico**: entre la claridad y la exactitud. Dirección general de divulgación de la ciencia*. México: UNAM, 2003.

_____. ***Objetivos de la divulgación científica***. 2006. Disponível em <http://www.manuelcalvohernando.es/articulo.php?id=66> Acesso em: 16 jul. 2009.

CANGUILHEM, G. O Objeto da História das Ciências. In: Epistemologia. **Revista Tempo Brasileiro**, n. 28, p. 7-21, 1972.

CANTOR, G. N. *Reading the book of Nature: The relation between Faraday's religion and his science*. In: GOODING, D; JAMES, F. A. J. L. (eds.) ***Faraday Rediscovered**: Essays on the Life and Work of Michael Faraday, 1791-1867*. *New York: Stockton Press*, 1985, p. 68-81.

_____. *Why was Faraday excluded from the sandemanians in 1844? British* ***Journal for the History of Science***. v. 22, n. 4, p. 433-437, 1989.

_____. *Educating the judgment: Faraday as a Lecturer*. ***Bulletin for the History of Chemistry***. n. 11, p. 28-36, 1991(a).

_____. ***Michael Faraday Sandemanian and Scientist**: A Study of Science and Religion in the Nineteenth Century*. *London: Macmillan Press*, 1991(b).

_____. *How Michael Faraday brought Law and order to the west end of London*. ***Physis**: Rivista Internazionale di Storia della Scienza*. n. 29, p. 187-203, 1992.

CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** Tradução Raul Fiker. São Paulo: Brasiliense, 1983.

COHEN, E. *Faraday and his Contemporaries*. Suplemento de ***Nature***, n. 27, p. 1014-1016, 1925.

COLEY, N. G. *Alexander Marcet (1770-1822), Physician and Animal Chemist*. ***Medical History***. v. 12, n. 4, p. 394-402, 1968.

DACOME, L. *Noting the Mind: Commonplace Books and the Pursuit of the Self in Eighteenth-Century Britain*. ***Journal of the History of Ideas***, v. 65, n. 4, p. 603-625, 2004.

D'AMBROSIO, U. Tendências historiográficas na história da ciência. 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. p. 165-200.

DAVENPORT, D. A. *Symposium Introduction: Michael Faraday: Chemist and Popular Lecturer*. ***Bulletin for the History of Chemistry***. n. 11, p. 3-4, 1991.

DAY, P. (Comp.) ***The philosopher's tree***. *Bristol: IOP publishing*, 1999.

DEBUS, A. G. Ciência e história: o nascimento de uma nova área. 1984. 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. p. 13-39.

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

DE LA RIVE, A. *Madame Marcet*. ***Bibliothèque revue Suisse et étrangère***, v. 64, n. 4, p. 445-468, 1858.

DEMEO, S. *Teaching Chemical Thecnique*. ***Journal of Chemical Education***. v. 78, n. 3, p. 373-379, 2001.

DIAS, V. S. **Michael Faraday**: Subsídios para a Metodologia de Trabalho Experimental. 2004. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto de Física, São Paulo, 2004.

DIAS, V. S.; MARTINS, R. de A. Michael Faraday: O caminho da Livraria à Descoberta da Indução Eletromagnética. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 3, p. 517-530, 2004.

DOS REIS, J. B. A. **A Arquitetura Metodológica de Michael Faraday**. 2006. Tese de doutorado. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2006.

DURANT, J. R.; EVANS, G. A.; THOMAS, G. P. *The public understanding of science*. ***Nature***, v. 340, n. 6, p. 11-14, 1989.

ESTRADA, L. M. *La divulgación de la ciencia*. ***Ciencias***, n. 27, p. 69-76, 1992.

_____. *Conocimiento del Universo y La divulgación de la ciencia*. In: ESTRADA, L. M. (ed.) ***La divulgación de la ciencia****: ¿educación, apostolado o...? Cuadernos de divulgación para divulgadores*. México: UNAM, 2003. p. 39-45.

FARADAY, M. ***Chemical Manipulation***. 1ª ed. *London:* J. Murray, 1827.

_____. ***Chemical Manipulation***. 3ª ed. *London:* J. Murray, 1842.

_____. ***The Chemical History of a Candle***. *New York:* Harper & *Brothers*, 1861.

_____. **A história química de uma vela**; As forças da matéria. Tradução Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Contraponto, 2003.

FISHER, H.J. *Faraday's two voices*. ***Physis****: Rivista Internazionale di Storia della Scienza*. n. 29, p. 165-186, 1992.

FORGAN, S. *Faraday – From Servant to Savant: The Institutional Context*. In: GOODING, D; JAMES, F. A. J. L. (eds.) ***Faraday Rediscovered****: Essays on the Life and Work of Michael Faraday, 1791-1867*. *New York: Stockton Press*, 1985. p. 51-67.

GERMANO, M. G.; KULESZA, W. A. Popularização da ciência: uma revisão conceitual. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Florianópolis, v. 24, n. 1, p. 7-25, 2007.

GOODING, D. *In Nature's school: Faraday as an experimentalist*. In: GOODING, D; JAMES, F. A. J. L. (eds.) ***Faraday Rediscovered****: Essays on the Life and Work of Michael Faraday, 1791-1867*. *New York: Stockton Press*, 1985. p. 105-135.

GREGORY, J.; MILLER, S. ***Science in Public****: Communication, Culture, and Credibility*. *New York/London: Plenum Trade*, 1998.

HAMILTON, J. ***A Life of Discovery***. *New York: Random House*, 2002.

HÜBNER, K. **Crítica da razão científica**. Tradução Artur Mourão. Lisboa: Edições 70, 1993.

IRWIN, A. ***Citizen Science****: A Study of People, Expertise and Sustainable Development*. *London: Routledge*, 1995.

JACQUES, J. *Petite chronique archéologique: Une chimiste qui avait de la conversation – Jane Marcet (1769-1858)*. ***Nouveau Journal de Chimie***. v. 10, n. 4-5, p. 209-211, 1986.

JAMES, F. A. J. L. ***The correspondence of Michael Faraday****: 1811 – 1831*. Vol.1. *London: IET*, 1991.

_____. ***The correspondence of Michael Faraday****: 1832 – 1840*. Vol.2. *London: IET*, 1993.

_____. ***The correspondence of Michael Faraday****: 1841 – 1848*. Vol.3. *London: IET*, 1996.

_____. ***The correspondence of Michael Faraday****: 1849 – 1855*. Vol.4. *London: IET*, 1999.

_____. ***The correspondence of Michael Faraday****: 1855 – 1860*. Vol.5. *London: IET*, 2008(a).

_____. (ed.) ***Christmas at the Royal Institution****: An anthology of Lectures by M. Faraday, J. Tyndall, R. S. Ball, S. P. Thompson, E. R. Lankester, W. H. Bragg, W. L. Bragg, R. L. Gregory and I. Stewart*. *Singapore: World Scientific*, 2008(b).

_____. *Running the Royal Institution: Faraday as an Administrator*. In: JAMES, F. A. J. L. (ed.) ***The common purposes of life****: Science and society at the Royal Institution of Great Britain*. *London: Ashgate*, 2002. p. 119-146.

_____. *Constructing Space for Science at the Royal Institution of Great Britain*. ***Physics in Perspective***. n. 9, p. 130-185, 2007.

JENKINS, A. (ed.) ***Michael Faraday's Mental Exercises****: An artisan essay-circle in regency London*. *London: Liverpool Univ. Press*, 2008.

JENSEN, W. B. *Michael Faraday and the Art and Science of Chemical Manipulation*. ***Bulletin for the History of Chemistry***. n. 11, p. 65-76, 1991.

JOHNSON, S. ***The life of the Rev. Isaac Watts, D.D.***. *London:* Rivingtons *and* Buckland, 1785.

KNIGHT, D. ***Humphry Davy****: Science and Power*. *Cambridge: University Press*, 1998.

_____. *The Frontier between Popular Books and Textbooks in Britain during the First Half of the Nineteenth Century*. In: LUNDGREN, A.; BENSAUDE-VINCENT, B. (eds.) ***Communicating Chemistry**: Textbooks and their audiences, 1789-1939*. *Canton,* MA: *Science History Publications*, 2000. p. 295-310.

_____. Trabalhando à luz de duas culturas. 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. p. 147-164.

_____. *Popularizing chemistry: Hands-on and hands-off*. In: SCHUMMER, J.; BENSAUDE-VINCENT, B.; VAN TIGGELEN, B. (eds.) ***The public image of chemistry***. *Singapore: World Scientific*, 2007. p. 123-135.

KROPF, S. P.; FERREIRA, L. O. A prática da ciência: uma etnografia no laboratório. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 4, n. 3, p. 589-597, 1997.

KUHN, T. S. ***The Structure of Scientific Revolutions***. *Chicago: University Press*, 1962.

LAVOISIER, A. L. ***Elements of Chemistry**: In a New Systematic Order, Containing All the Modern Discoveries*. Tradução Robert Kerr. *London:* William Creech, 1790.

LEWENSTEIN, B. V. *A Survey of Activities in Public Communication of Science and Technology in the United States*. In: SCHIELE, B. (ed.) ***When Science Becomes Culture**: World Survey of Scientific Culture*. *Boucherville, Quebec: University of Ottawa Press*, 1994. p. 119-178.

_____. *Who produces science information for the public?* In: FALK, J. H. (ed.) ***Free-choice science education**: How we learn science outside of school*. *New York: Teachers College Press*, 2001. p. 21-43.

LINDEE, S. *The American Career of Jane Marcet's Conversations on Chemistry, 1806-1853*. ***Isis***, v. 82, n. 1, p. 9-23, 1991.

LLOYD, M. ***'Sunny memories'**: containing personal recollections of some celebrated characters, by M.L.*. *London: Women's Printing Society*, 1879.

LUBINSKI, J. W. *A favor del conocimiento científico (Los nuevos museos)*. ***Revista Valenciana d'estudis autonómics***, n. 23, p. 295-309, 1998.

MARCET, J. H. ***Conversations on Chemistry***. Vol. II. 1ª ed. *London*: Longman, Hurst, Rees *and* Orme, 1806.

_____. ***Conversations on Chemistry***. 1ª ed. americana: *Sidney's Press For Increase* Cook & Co., 1809.

_____. ***Conversations on Chemistry***. 12ª ed. *London*: Longman, Rees, Orme, Brown, Green & Longman, 1832.

_____. ***Conversations on Chemistry***. 16ª ed. *London*: Longman, Brown, Green & Longmans, 1853.

MARTIN, T. (ed.) ***Faraday's diary****: being the various philosophical notes of experimental investigation made by Michael Faraday, during the years 1820-1862 and bequeathed by him to the Royal institution of Great Britain*. *London*: G. Bell *and sons*, 1932-36.

MARTINS, L. A. P. História da ciência: objetos, métodos e problemas. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, p. 305-317, 2005.

MARTINS, R. A. Que tipo de história da ciência esperamos ter nas próximas décadas? Episteme. **Filosofia e História das Ciências em Revista**, n. 10, p. 39-56, 2000.

_____. Ciência versus historiografia: os diferentes níveis discursivos nas obras sobre história da ciência. 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. p. 115-145.

MASSARANI, L. **A divulgação cientifica no Rio de Janeiro**: algumas reflexões sobre a década de 20. 1998. Dissertação de mestrado. Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Comunicação, Rio de Janeiro, 1998.

MASSARANI, I.; MOREIRA, I. C. *Popularization of science: historical perspectives and permanent dilemmas*. ***Quark***, n. 32, p. 75-79, 2004.

MENDES, M. F. A. **Uma perspectiva histórica da divulgação científica**: a atuação do cientista-divulgador José Reis (1948-1958). 2006. Tese de doutorado. Casa de Oswaldo Cruz – FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 2006.

MILLER, S. *Public understanding of science at the crossroads*. ***Public Understanding of Science***, n. 10, p. 115-120, 2001.

MORA, A. M. S. ***La divulgación de la ciencia como literatura***. México: UNAM, 1998.

MYERS, G. *Discourse studies of scientific popularization: questioning the boundaries*. ***Discourse Studies***. *SAGE Publications*, v. 5, n. 2, p. 265-279, 2003.

PALMER, F. *Isaac Watts*. ***The Harvard Theological Review***. v. 12, n. 4, p. 371-403, 1919.

PASQUALI, A. **Compreender la comunicación**. Caracas: Monte Ávila Editores, 1978.

PINCH, T. *The sociology of the scientific community*. In OLBY, R. C. *et al*. (eds.) ***Companion to the History of Modern Science***, 1990. p. 87-99.

ROCHA-FILHO, R. C.; Chagas, A. P. Sobre os nomes dos elementos químicos, inclusive dos transférmios. **Química Nova**. v. 22, n. 5, p. 769-773, 1999.

ROSS, S. *The Chemical Manipulator*. ***Bulletin for the History of Chemistry***. n. 11, p. 76-79, 1991.

ROSSOTTI, H. ***Chemistry in the schoolroom, 1806****: selections from Mrs. Marcet's Conversations on chemistry*. *Bloomington, Indiana*: *AuthorHouse*, 2006.

ROYAL INSTITUTION. ***The Manuscripts of Michael Faraday*** *(1791-1867)* - CD 7. *Wakefield*: *Microform Academic Publishers*, 2004.

SIMPSON, T. K. *Faraday's Thought on Electromagnetism*. ***The St. John's Review***, v. 22, n. 2, p. 6-16, 1970.

SCHUMMER, J.; BENSAUDE-VINCENT, B.; VAN TIGGELEN, B. (eds.) ***The public image of chemistry***. *Singapore: World Scientific*, 2007.

SHAKESPEARE, W. *As you like it*. In: SOMOGYI, N. (ed.) ***The Shakespeare Folios***. *London: Nick Hern Books*, 2003.

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

THOMPSON, S. P. ***Michael Faraday His Life and Work***. *London: Kessinger Publishing*, 2005. Reimpressão do original de 1898.

TYNDALL, J. Michael Faraday. In: STEPHEN. L. (org.) ***Dictionary of National Biography***, v. 18. *London*: Elder Smith, 1889. p. 190-202.

VIANA, H. E. B.; PORTO, P. A. O processo de elaboração da teoria atômica de John Dalton. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**. n. 7, p. 4-12, 2007.

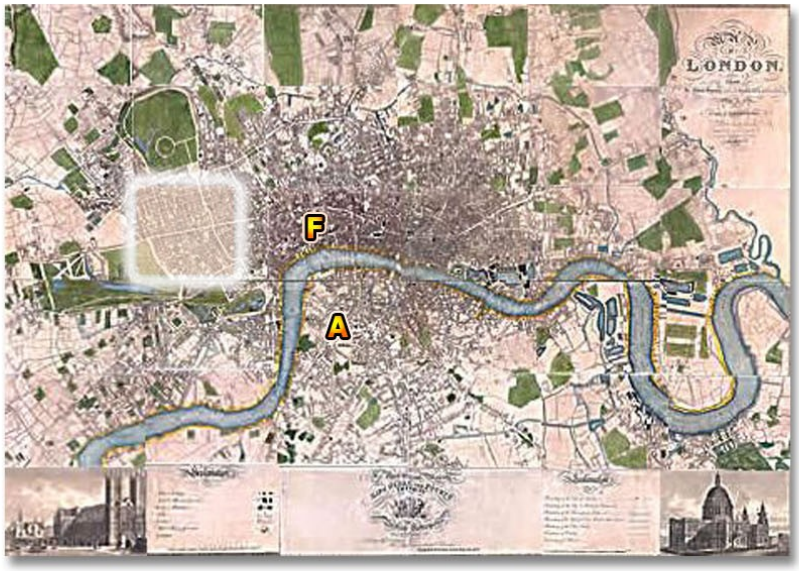
WATTS, I. ***The improvement of the mind***. *Edinburgh*: D. Schaw, Riddell's *court*., 1801.

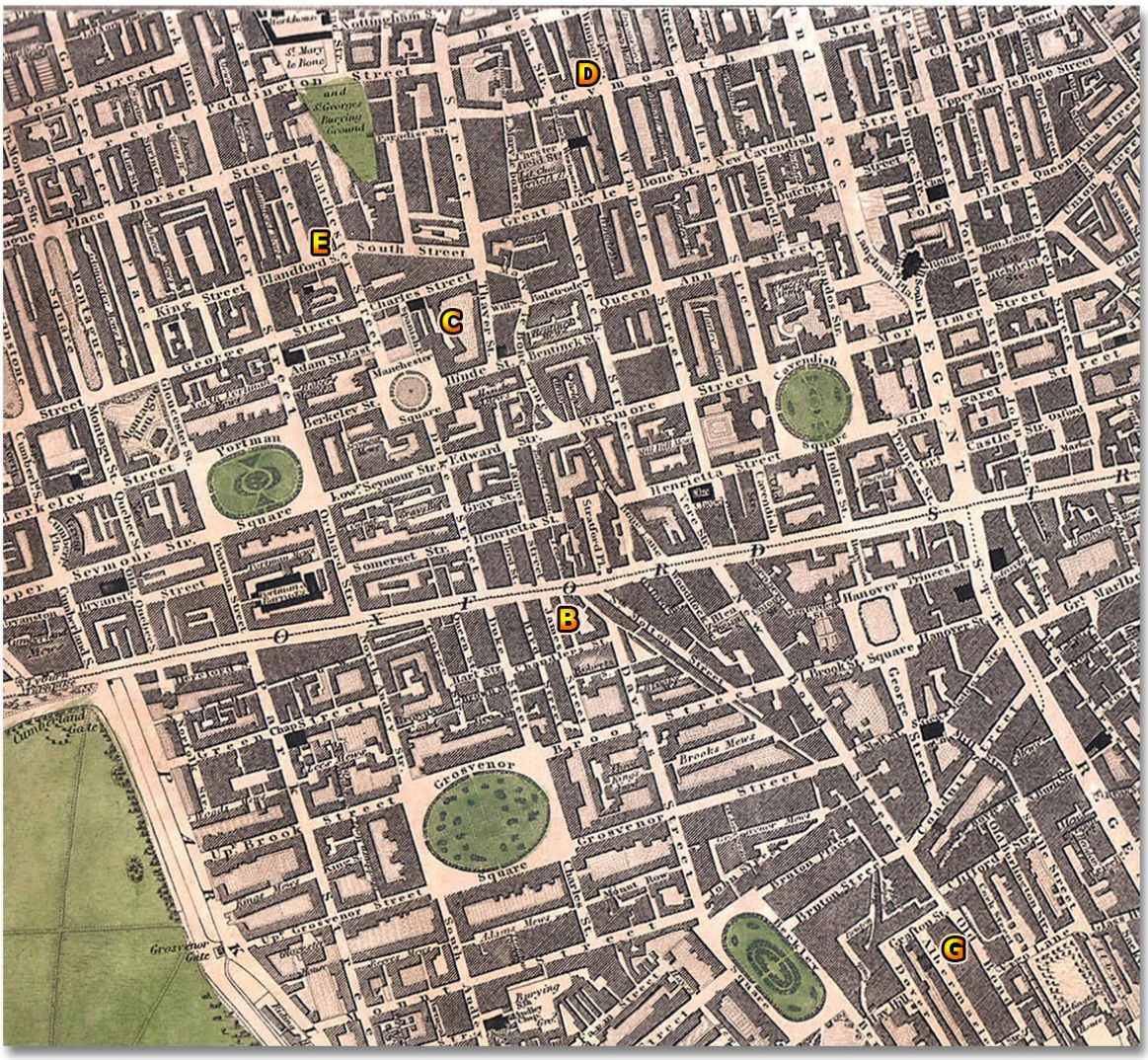
_____. ***The improvement of the mind***. *London*: S. Hamilton, Weybridge, 1814.

WYNNE, B. *The public understanding of science*. In: JASANOFF, S.; MARKLE, G.; PETERSEN, J. C.; PINCH, T. (ed.) ***Handbook of Science and Technology Studies***. *Thousand Oaks*, CA: *Sage Publications*, 1995. p. 361-388.

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

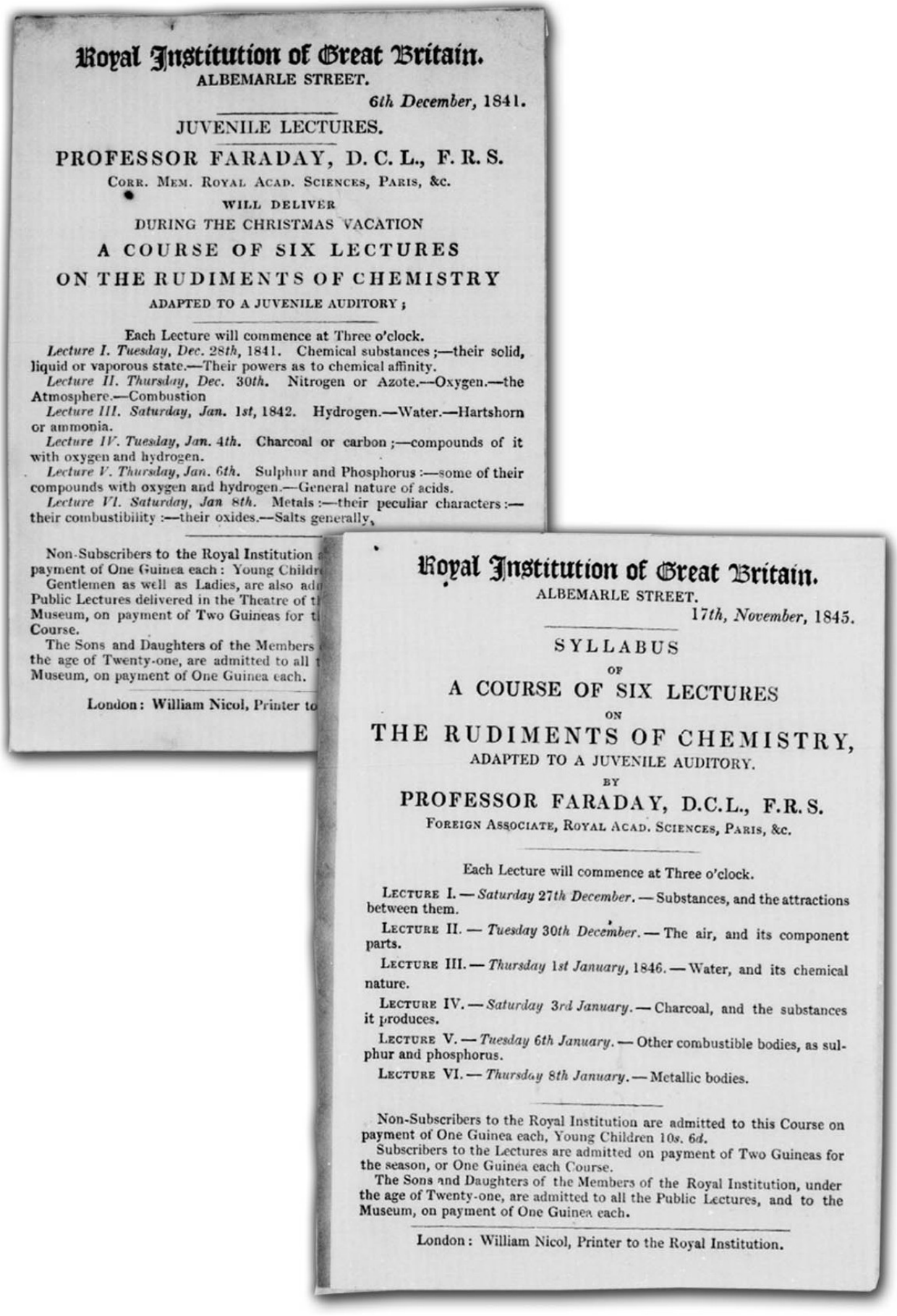
Anexo A – Mapa de Londres – séc. XIX





A. *Newington Butts* - Primeira residência dos Faraday em Londres, onde nasceu Michael (1791)
B. *Gilbert St.* - Primeira residência na região de *Westminster*, na margem norte do Tâmisa
C. *Jacob's Well Mews* - Onde a família Faraday viveu entre 1796 e 1809
D. *Weymouth St.* - Onde viveram a mãe e os irmãos de Michael, após o inicio de seu trabalho como aprendiz do Sr. Riebau em 1805 e a morte de seu pai, em 1810
E. *Blandford St.* - Livraria do Sr. Riebau
F. *Dorset St.* - Sede da *City Philosophical Society*
G. *Albemarle St.* - *Royal Institution of Great Britain*

Anexo B – Programas impressos – Christmas Lectures



Royal Institution of Great Britain.
ALBEMARLE STREET.
6th December, 1841.

JUVENILE LECTURES.

PROFESSOR FARADAY, D. C. L., F. R. S.
CORR. MEM. ROYAL ACAD. SCIENCES, PARIS, &c.
WILL DELIVER
DURING THE CHRISTMAS VACATION
A COURSE OF SIX LECTURES
ON THE RUDIMENTS OF CHEMISTRY
ADAPTED TO A JUVENILE AUDITORY;

Each Lecture will commence at Three o'clock.

Lecture I. Tuesday, Dec. 28th, 1841. Chemical substances;—their solid, liquid or vaporous state.—Their powers as to chemical affinity.

Lecture II. Thursday, Dec. 30th. Nitrogen or Azote.—Oxygen.—the Atmosphere.—Combustion

Lecture III. Saturday, Jan. 1st, 1842. Hydrogen.—Water.—Hartshorn or ammonia.

Lecture IV. Tuesday, Jan. 4th. Charcoal or carbon;—compounds of it with oxygen and hydrogen.

Lecture V. Thursday, Jan. 6th. Sulphur and Phosphorus:—some of their compounds with oxygen and hydrogen.—General nature of acids.

Lecture VI. Saturday, Jan 8th. Metals:—their peculiar characters:—their combustibility:—their oxides.—Salts generally,

Non-Subscribers to the Royal Institution
payment of One Guinea each: Young Childr
Gentlemen as well as Ladies, are also ad
Public Lectures delivered in the Theatre of t
Museum, on payment of Two Guineas for t
Course.
The Sons and Daughters of the Members
the age of Twenty-one, are admitted to all
Museum, on payment of One Guinea each.

London: William Nicol, Printer to

Royal Institution of Great Britain.
ALBEMARLE STREET.
17*th, November*, 1845.

SYLLABUS
OF
A COURSE OF SIX LECTURES
ON
THE RUDIMENTS OF CHEMISTRY,
ADAPTED TO A JUVENILE AUDITORY.
BY
PROFESSOR FARADAY, D.C.L., F.R.S.
FOREIGN ASSOCIATE, ROYAL ACAD. SCIENCES, PARIS, &c.

Each Lecture will commence at Three o'clock.

LECTURE I. — *Saturday 27th December.* — Substances, and the attractions between them.

LECTURE II. — *Tuesday 30th December.* — The air, and its component parts.

LECTURE III. — *Thursday 1st January*, 1846. — Water, and its chemical nature.

LECTURE IV. — *Saturday 3rd January.* — Charcoal, and the substances it produces.

LECTURE V. — *Tuesday 6th January.* — Other combustible bodies, as sulphur and phosphorus.

LECTURE VI. — *Thursday 8th January.* — Metallic bodies.

Non-Subscribers to the Royal Institution are admitted to this Course on payment of One Guinea each, Young Children 10*s.* 6*d.*
Subscribers to the Lectures are admitted on payment of Two Guineas for the season, or One Guinea each Course.
The Sons and Daughters of the Members of the Royal Institution, under the age of Twenty-one, are admitted to all the Public Lectures, and to the Museum, on payment of One Guinea each.

London: William Nicol, Printer to the Royal Institution.

Royal Institution Manuscripts (2004), p. 821.