

O Projeto de divulgação da Ciência em Michael Faraday e as Lectures

João Reis

Resumo

Nesse estudo, objetivou-se abordar as principais conexões ligadas aos mecanismos políticos e econômicos da Inglaterra do final do século XVIII, que haviam deixado de reestruturar em razão da intempestiva industrialização. Tais pressupostos levariam às principais consequências nos primeiros trinta anos do século XIX. Essas pressões eram tais que principalmente a sociedade londrina teve que se modernizar. Nos situamos neste período onde a popularização da ciência e as conexões da difusão dela no cotidiano do século XIX ocorreu em função da evolução social, política e científica. Basicamente, a ciência utilitarista e a filantropia científica, que sugeriam priorizar pontos cruciais, no contexto. A proposta de Michael Faraday (1791-1867) de divulgação da ciência, fundamentavam-se na argumentação contendo naturalmente pressupostos metafísicos, o próprio método experimental complexo, todavia, elucidativo e adequado aos aspectos inerentes ao estudo da matéria e suas forças. Assim como, a proposta de divulgação científica fundamentava-se em ensinar e tornar público o conhecimento científico. Os assuntos originados a partir das pesquisas formais, de Michael Faraday, ou melhor, das investigações vivenciadas no interior do laboratório, eram divulgadas em lições públicas com uma linguagem das alegorias, dos estudos direcionados ao sucesso da ciência e da tecnologia, tornando acessível o experimento ao entendimento do leigo, para demonstrar e recriar um ambiente envolvente, agradável o bastante, diferentemente do rigor “científico” dos laboratórios. Reproduzir experimentos, divulgá-los aos jovens entre 15 – 20 anos, reconstruir experimentos, com profundidade teórica para estimular, principalmente, para despertar nos jovens a vontade de aprender a “treinar a mente”, como um processo também educativo.

Palavras-chave: Divulgação da Ciência, Educação para Jovens, Ciência utilitarista e a Filantropia científica.

Abstract

This study aimed the main connections linked to the political and Economic mechanisms of late eighteenth-century England had failed to restructure due to untimely industrialization. Such assumptions would lead to major consequences in the first thirty years of the nineteenth century. These pressures were such that London society in particular had to modernize. We are situated in this period where the popularization of science and connections of its diffusion in the daily life of the nineteenth century occurred due to social, political and scientific developments. Basically, utilitarian science and scientific philanthropy, which suggested prioritizing crucial point, in the context. Michael Faraday's (1791-1867) proposal for the dissemination of science was based on argumentation naturally containing metaphysical assumptions, complex experimental method itself, however, elucidative and adequate to the aspects inherent to the study of matter and its forces. The proposal of scientific dissemination was based on teaching and making scientific knowledge public. The subjects originated from Michael Faraday's formal research, or rather, from the investigations experienced inside the laboratory, were disseminated in public lessons with a language of allegories, of studies aimed at the success of science and technology, making the experiment accessible to the understanding of the layman, to demonstrate and recreate an engaging environment, pleasant enough, unlike the "scientific" rigor of the laboratories. Reproduce experiments, disseminate them to young people between 15 - 20 years, reconstructing experiences, with theoretical deepening to stimulate, mainly, to awaken in young people the will to learn to "train the mind", a process also educational.

Keywords: Science Outreach, Youth Education, Utilitarian Science and Scientific Philanthropy.

Introdução

A concepção da divulgação da ciência idealizada por Michael Faraday objetivava demonstrar e recriar um ambiente envolvente, agradável o bastante, porém simples do universo científico dos laboratórios. Mas que reconstruísse os experimentos com toda profundidade teórica para estimular e, principalmente, para despertar nos jovens a vontade de aprender a treinar a mente, como um processo também educativo. A intenção geral seria a popularização da ciência marcadamente uma característica na vida de Faraday, além de que para ele a ciência deveria fornecer meios para fundamentar a educação dos jovens.

O projeto de divulgação e conexões da difusão no cotidiano do século XIX em função da evolução social e científica. Basicamente, a ciência utilitarista e a filantropia científica, assim como, contextualizar a questão do utilitarismo inerentes aos objetivos prioritários das sociedades científicas da época, cita-se, particularmente, a *Royal Institution of Great Britain* (RI), o local onde ocorreu a história que aqui se reporta, a popularização ou divulgação da ciência, através da metodologia das *lectures* (palestras, conferências, etc.), marcadamente uma fortíssima característica presente na vida de Michael Faraday (1791-1867)¹.

A sociedade inglesa da época convivia com várias fontes propícias ao florescimento da ciência. Cita-se a democratização política e uma crescente demanda por educação pública. Ainda, a percepção por parte da sociedade inglesa sobre a importância da ciência na vida, Referência retirada da coletânea "*Lectures on Education Delivered at the Royal Institution of Great Britain*" publicada pela Universidade da Califórnia em 1893.

Quando nos referimos a questão da divulgação científica em Michael Faraday (1791-1867) objetivou-se, neste trabalho demonstrar e recriar um ambiente envolvente, agradável o bastante, diferentemente do rigor "científico" dos laboratórios. Bem como discutir as temática da divulgação e popularização, como veremos adiante, principalmente que reconstruísse e incentivasse provocando os alunos de licenciatura e bacharelado do Centro Universitário de Caratinga – MG, Brasil nos cursos de ciências Exatas (Física – EAD, Ciência Biológicas na disciplina História da Ciência) e Ciências Humanas nas disciplinas Filosofia da Ciência, EAD), diversificando a tônica e seleção das questões do Eletromagnetismo no primeiro e no início do segundo quartéis do século XIX, na Londres no Royal Institution of Great Britain e os experimentos, com toda profundidade teórica para estimular e,

¹ Peter Day (1999, p. 186). As *Christmas Lectures (Juvenile Auditory)* visavam principalmente, demonstrar e recriar um ambiente envolvente, agradável o bastante, diferentemente do rigor "científico" dos laboratórios, transpor experimentos e divulgá-lo orientados aos jovens entre 15 – 20 anos e reconstruir experimentos, com toda profundidade teórica para estimular e, principalmente, para despertar nos jovens a vontade de aprender a "treinar a mente", ou melhor, "disciplinar a mente". (No site da RI, aparece o início das *Christmas Lectures* ministrada por John Millington *Natural Philosophy*; e, em 1826 por J.). Wallis título: *Astronomy*.

principalmente, despertar nos jovens a vontade de aprender a “treinar” ou “disciplinar a mente”, como um processo também educativo em Faraday, comparativamente. Cita-se, nesse ínterim, a opinião do Professor Michael Faraday (F.R.S), “Fellow of the Royal Society”, na *Lecture: Observations on Mental Education* (maio de 1854), editada na coleção de 1859 no *Experimental Researches in Chemistry and Physics* perante uma extraordinária audiência:

"Disciplina mental" é de grande importância, e, além disso, difícil de lidar, porque envolve um conflito interno, e igualmente toca a nossa vaidade e nossas facilidades. Consiste na tendência de nos enganar sobre tudo o que desejamos, e, na necessidade da resistência a esses desejos.²

Os Efeitos da revolução francesa (criação de organizações educacionais às classes menos favorecidas) e a revolução industrial apropriou-se da função do conhecimento para minimizar as tensões encontradas no campo. “A Vida durante a primeira metade do século XIX, parecia ser uma mistura explosiva de atividade cultural e científica em Londres. Este aspecto reformula radicalmente a nossa percepção não apenas de Michael Faraday, mas da interação das artes, ciências e educação no alvorecer da era moderna”. A sociedade inglesa da época convivia com várias fontes propícias ao florescimento da ciência, em função da evolução social e científica. Ou seja, a democratização política e uma crescente demanda por educação pública e a percepção por parte da sociedade inglesa sobre a importância da ciência na vida.

Adaptação da linguagem específica da ciência, elimina e minimiza o tecnicismo como função teórica, em troca da divulgação e popularização da ciência e ensino. Os princípios formadores da ciência útil e a filantropia científica focaram-se nas invenções mecânicas e no reforço da aplicação da ciência para propósitos comuns na vida pública.

Devemos salientar, que, quando da comunicação dos resultados científicos que se originaram neste projeto de pesquisa, formalizaram-se em seminários, os quais adentraram como agentes interlocutores entre a ciência e a sociedade (aspectos filosóficos e sociológicos) mencionou,

² Michael Faraday, *Experimental Researches in Chemistry and Physics*, Michael Faraday, 1859, p. 52. Vide também *Faraday's Diary*, vol. I, 1933. Vide sumário de Faraday, from *Observations on the Means of Obtaining Knowledge* (1817). Publicação impressa (Livro) e editado por Alice Jenkins, 2008, pp 179-186, Publicado online em 25 de julho de 2017, pp 179-186, London.

www.cambridge.org/core/books/abs/michael-faradays-mental-exercises/faraday-from-observations-on-mental-education

Ainda em Jenkins, *Michael Faraday's Mental Exercises: An Artisan Essay-Circle in Regency*, Liverpool University Press. <https://www.liverpooluniversitypress.co.uk>

evidentemente, sobre as diferenças entre os procedimentos da alfabetização científica, divulgação científica, popularização do conhecimento, disseminação científica.

Nesse íterim, nos debruçamos no conteúdo da primeira das séries dos *Friday Evening Discourses* sobre o caucho (caoutchouc - cauchu) – Borracha do Brasil e das Índias Ocidentais. Encontra-se inserido nos propósitos do projeto das *Lectures...* Nela, o palestrante ressaltou as propriedades de flexibilidade, de impermeabilidade e a utilidade, inerentes a esse tipo de material, tanto para calafetar quanto para reduzir as vibrações mecânicas “impróprias” das máquinas de um modo geral. No final da conferência (*Lectures*) revelou “*processos secretos*” desenvolvidos com o caucho para transformá-lo em uma matéria adequada à confecção de tessituras impermeáveis e protetoras. Como por exemplo: capas impermeáveis para proteção da chuva.

Comentadores de Michael Faraday como Geoffrey Cantor, David Gooding e James Hamilton sugerem priorizar três pontos cruciais nos trabalhos dele de divulgação da ciência, quais sejam:

- (1) A argumentação continha naturalmente pressupostos metafísicos e especialmente religiosos;
- (2) O próprio método experimental complexo, mas, elucidativo, adequado aos aspectos inerentes ao estudo da matéria e suas forças.

A proposta de divulgação científica fundamentava-se em ensinar e tornar público o conhecimento científico. Os assuntos originados a partir das pesquisas formais, de Michael Faraday, ou melhor, das investigações vivenciadas no interior do laboratório, eram divulgadas em lições públicas usando a linguagem das alegorias, dos estudos direcionados ao sucesso da ciência e da tecnologia, tornando acessível o experimento ao entendimento do leigo.

A questão da popularização da ciência, conexões aos mecanismos políticos, econômicos, e o utilitarismo

A partir de 1826, Faraday, dava início a dois projetos educacionais direcionados à popularização e ao entendimento da ciência.³ A princípio apoiado pelo tradicional público que frequentava as *Lectures* de Humphry Davy. Faraday começaria com as conferências intituladas: *Friday Evening Discourses* para membros e convidados da *Royal Institution of Great Britain*, no mesmo ano na época do natal, começaram as *Christmas Lectures (Juvenile)* especialmente dedicadas aos jovens.⁴

Michael Faraday abriu as séries *Friday Evening Discourses* em 3 de fevereiro de 1826 com uma palestra sobre o caucho (*caoutchouc*) - borracha das Índias Ocidentais e do Brasil. Faraday havia feito em novembro 1824 algumas análises preliminares da seiva da borracha (caucho) no laboratório. Orientou

³ John Meurig Thomas, *Michael Faraday and the Royal Institution: The Genius of Man and Place*, Bristol and Philadelphia: Institute of Physics Publishing, 1997, p. 37.

⁴ Gwendy Caroe, *The Royal Institution: An Informal History*, 1985, p. 54.

essa conferência para as propriedades da flexibilidade e da impermeabilidade, o que tornava o material útil para preencher as juntas de madeira nas embarcações, ou seja, tanto para calafetar quanto para reduzir as vibrações nas máquinas.

Na mesma época, havia sido aventada a estimulante idéia de se utilizar essa matéria prima na indústria manufatureira de tecidos e roupas, além de que seria um bom material para ser usado como proteção na chuvosa Londres. Faraday naquele início de noite úmida de fevereiro teve a oportunidade de levar sua conferência aos secretos processos desenvolvidos com o caucho para transformá-lo de forma adequada à confecção de capas de chuva impermeáveis.⁵

A ênfase dada às conferências estava concentrada nas ideias, nas teorias e nos experimentos ordenados em sintonia direta com a natureza harmônica e progressiva inerente à ciência. Algo que envolvia a sistematicamente os experimentos demonstrados nas conferências e, até mesmo, como particularidades para persuadir outros a construírem um ponto de vista científico.

Uma análise detalhada das anotações de Faraday, permitiu-nos, perceber a essência de sua realidade e influência do pensamento científico, estendendo-se à construção do social. O estudioso britânico continuamente reconstruía, refinava e elaborava novas teorias e aparatos, reforçando-os através de novas inferências.⁶

O cuidado era invulgar, o salão do teatro era especialmente iluminado e observado com detalhe as condições de uma boa ventilação. A entrada e a saída do anfiteatro, os arranjos das cadeiras eram convenientemente adaptados a abrigar com conforto um grande número de pessoas.⁷ Michael Faraday conscientemente sabia que, “uma verdadeira conferência popular não podia ter como objetivos ensinar, pois uma conferência que verdadeiramente ensinasse não poderia ser popular”.⁸ Esses empreendimentos alcançariam grande sucesso no meio científico e acadêmico e as conferências continuam até os dias de hoje, tendo apenas sido interrompidas durante a Segunda Grande Guerra Mundial.⁹

A ciência sem dúvida foi o mais eminente tema para os propósitos de Faraday. Nesse projeto, nenhuma parte poderia ser tratada sem proveito e prazer e, desta maneira, procurava sempre ilustrar,

⁵ James Hamilton, *Faraday: The Life*, 2002, pp. 196-197. Nos experimentos com o *caoutchouc* desta vez em 1825 aqueceu em tubos, combinou com óxido de cobre e de enxofre, quebrou-o e misturou seus constituintes, prensou e pulverizou-o, a idéia era confeccionar tubos flexíveis para experimentos em laboratórios, fazer teste como isolante, separar os produtos químicos que o destruísse e os que nada influenciasse na estrutura.

⁶ Lewis Wolpert, *The Unnatural Nature of Science*, London/Boston: Faber and Faber, 1993, pp. 118-119.

⁷ Peter Day, (org), *The Philosopher's Tree: Michael Faraday's life and work in his own words*, 1999, pp.132-133.

⁸ John Meurig Thomas, *Ibid.*, 1997, p. 192.

⁹ Peter Day, *ibid.*, p. 142

explanar, incluir e inter-relacionar os universos da ciência e das artes. Os tópicos eram fundamentados por manuais apropriados e ilustrações, inclusive de sua autoria. Mas, experimentos também eram executados diante do público assistente.¹⁰

A primeira série das *Christmas Lectures* versava sobre a “Astronomia”, sendo apresentada pelo amigo de Faraday, J. Wallis. A organização dos tópicos visava planos direcionados à educação dos jovens, evidentemente. No caso dos *Friday Evening Discourses* uma grande variedade de assuntos pertinentes requeria preparativos e exercícios especiais, para a apresentação pública. Naquela época, foram publicados dezesseis ensaios por ano. Incluindo títulos sobre os mais diversos assuntos úteis e de interesse, bem como, um pequeno guia laboratorial, o “Plan of an extended and practical course of Lectures and demonstrations on Chemistry” elaborado por Michael Faraday e William T. Brande. Este guia ficava no laboratório da *Royal Institution* para consultas.¹¹

A partir de 1827, aparecem discussões e aspectos mais abrangentes relacionados aos temas em debate nas sociedades científicas, quais sejam: inventos, construção de equipamentos, tais como eletromagnetos, máquinas elétricas, caleidoscópios e estereoscópios, telegrafias elétricas, cabos de telegrafia submarina na *Swansea Bay*, bem como processos endereçados às indústrias químicas. O sucesso das conferências deveu-se, principalmente, ao fato de que Faraday sabia exercer domínio sobre o público, além de ter grande habilidade para manipular experimentos. De fato, diversos experimentos foram apresentados nas conferências do teatro da *Royal Institution*, cuja ênfase privilegiava o ideal de um processo que se aprendesse com a Natureza.¹²

Estudos sobre a acústica, além da demonstração da importância das investigações em diversos ramos do conhecimento, tais como: as utilidades da óptica e da música, da geologia e da oxidação do ferro foram temas apresentados por vários conferencistas entre os quais se destacavam Michael Faraday e Charles Wheatstone (1802-1875) professor de filosofia experimental do *King’s College* de Londres.¹³

Planejar e executar palestras envolvia diversos e distintos tipos inter-relacionados de problemas. Quais sejam: a discriminação, a representação, as provas, as escalas e as demonstrações a serem padronizadas, Faraday adaptou-as ao público jovem, tornando as *Christmas Lectures* um momento imperdível.

A divulgação refletia o imenso interesse pelo ensino de ciência através de um programa organizado e construído pelo interesse em divulgar o conhecimento, cuja extensão objetivava aperfeiçoar o desempenho sustentado normativo. Nesses empreendimentos, encontrava-se um objetivo central;

¹⁰ *Ibid.*, p. 134

¹¹ John Meurig Thomas, 1997, p. 38.

¹² David Gooding, “In Nature’s: Faraday as an Experimentalist”, in: *Faraday Rediscovered: Essays on the Life and Work of Michael Faraday, 1791-1867*, 1985, p. 105.

¹³ John Meurig Thomas, 1997, pp. 39-40.

ensinar de forma sistemática a manipulação de experimentos nos laboratórios de pesquisa da *Royal Institution*, promovendo e aperfeiçoando da prática das investigações para alcançar a compreensão aos leigos. Faraday publicou diversos ensaios com esses objetivos, inclusive uma grande edição composta por 656 páginas constituindo, um manual bem completo, intitulado: *Chemical Manipulation: Being Instructions to Students in Chemistry*.¹⁴

Quando da publicação dessas obras, o estudioso britânico escreveu algumas palavras para expressar seu desejo de que esse manual levasse aos estudantes segurança, serenidade e imparcialidade mental. Idealizou exercícios para reforçar o aperfeiçoamento das habilidades, dotando o leitor de uma capacidade especial para separar das coisas tidas com aceitas as certezas e as incertezas.¹³ Conforme Faraday descreveu: “há um desnível entre os fatos sólidos, o inquestionável resultado experimental e a persistente ‘pequena’ dúvida, que nos corrói quando novamente se olha cuidadosamente os fatos já observados”¹⁵.

Conforme John Meurig, ex-diretor da *Royal Institution* (1985-1991), Michael Faraday era dotado de uma compulsiva vontade de escrever e comunicar seus pensamentos produziu uma gigantesca provisão de contribuições escritas, as quais, mais de um século depois de sua morte continuariam atraindo jovens e maduros historiadores da ciência.¹⁶

Meurig refere-se tanto às obras que foram escritas para as conferências e dos diversos comentários adicionados, quanto ao *Experimental Researches in Chemistry and Physics* de 1859, o *Experimental Researches in Electricity and Magnetism* constituído de três volumes publicados entre de 1839 e 1855, e ainda mais dois livros baseados nas *Christmas Lectures* intitulados: *Various Forces of Matter*, (1860) e a popularíssima *Chemical History of a Candle*, (1861).¹⁷

David Gooding questiona as condições tidas como inerentes, quando se executava uma comunicação pública, pois os fatos naturais nem sempre eram auto evidenciados.¹⁸ Referindo-se aos resultados apresentados publicamente e testemunhados coletivamente, Gooding indaga sobre situações isoladas em que alguns experimentos executados nessas condições especiais e públicas criavam problemas para a teoria. Como Faraday os resolvia? Respondendo, referindo-se a fatos notórios: Faraday usava o próprio questionamento do ensaio que por ventura viesse a constituir dúvida e com serenidade e segurança os refazia.

¹⁴ *Ibid.*, 192-193. Vide, também, Maria Helena Roxo Beltran, *Divulgação de conhecimentos sobre as artes e sobre as ciências: os manuais práticos*, pp. 140-146, 2005.

¹³ James Hamilton, *Faraday: The Life*, 2002, p. 216-217.

¹⁵ *Ibid.*, pp. 218-219.

¹⁶ John Meurig Thomas, *Ibid.*, pp. 200-201.

¹⁷ Michael Faraday, *A história química da vela: As forças da matéria*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2003, p. 95.

¹⁸ David Gooding, *Ibid.*, pp. 104-105.

Michael Faraday usava as informações para modificar e clarear a concepção daquele experimento motivo de dúvidas e de suas expectativas sobre a produção deles, exemplo os experimentos sobre a indução eletromagnética, com os cristais diamagnéticos, relações entre a luz e o magnetismo, etc.

Ainda conforme Gooding, Faraday, mantinha suas notas e ensaios com notável cuidado, completas. Considerava tudo que elevava e esclarecia o intelecto e a prática. Assim, o estudioso britânico demonstrava que as relações entre os testes, produções e aprendizagens eram mais interessantes e mais complexas do que apenas realizar experimentos.¹⁹

Em vários momentos, apesar, de normalmente explorar temas os mais diversos, Michael Faraday priorizava aqueles que se caracterizavam pela utilidade. Todavia, sobre as relações que constituíam os ensaios efetuados publicamente entre os experimentos, aferições e resultados, concluiria, ser mais interessante aprender a observar a complexidade para controlar a construção de estruturas que permitissem idealizar estratégias e práticas conclusivas.

Assim, os resultados dessas pesquisas incorporavam-se em uma metodologia de transferências, que, iniciando do abstrato ao concreto se adequava aos aspectos teórico-experimentais.

Michael Faraday estendia os mesmos expedientes e procedimentos formulados na identificação dos resultados obtidos no laboratório no momento da investigação, à comunicação pública, como um instrumental adequado para fomentar e reforçar a educação. Esclareceria nas conferências principalmente o envolvimento metodológico entre a experimentação e a explicação, bem como harmonizava o texto verbal com o visual para tornar efetivo o diálogo entre o fato e o experimento, dentro da idéia de unicidade da natureza.

Foram anos de pesquisa na busca de desvendar os segredos da unificação, como mensagem enviada por Deus, nos quais o talento exploratório do estudioso britânico e a crença em uma linguagem própria da Natureza constituíram os elementos que orientaram as características de seus estudos.

As principais contribuições adicionadas à divulgação e popularização da ciência derivariam de todo o seu trabalho centralizado nas investigações sobre a indução eletromagnética, a teoria de campo elétrico e magnético, ou seja, dos estudos das linhas de força física, da óptica, da química ou da metalurgia.

No trabalho de Faraday, o cultivo às imagens relativas aos experimentos, foi representado de forma menos formal.²⁰ Porém, algumas vezes, o formato tornou-se um agregado de metáforas refletindo uma notável tensão dramática, provendo os experimentos de uma visão extraordinária entre o real expresso pela

¹⁹ *Ibid.*, p. 106.

²⁰ *Ibid.*, 94-96.

Natureza e o julgamento da investigação. Para Thomas Simpson todos esses procedimentos identificam um paradigma visual na investigação experimental de Michael Faraday.²¹

Por outro lado, reforça-se uma distinção útil que se refletia nas conferências e nas investigações sobre o eletromagnetismo, cabeça e mãos mantiveram-se estreitamente coordenadas. Como observou o filósofo americano Charles S. Peirce, “Faraday tinha extraordinário poder de esboçar seus experimentos fazendo seus aparatos físicos, sem vacilar, pensarem, então a experimentação e a inferência foram dois processos, em um só”.²²

Comentários de Cantor, Gooding e James sugerem que Michael Faraday priorizava três pontos cruciais em seus trabalhos de divulgação da ciência, quais sejam: as suas primeiras abordagens que continham naturalmente pressupostos metafísicos e especialmente religiosos; e o segundo, o seu próprio método experimental complexo e pluralístico. Finalmente, sua proposta de divulgação era ensinar e tornar público o conhecimento científico.²³

As *Lectures* tornaram-se tradições e momentos especiais de contato entre o universo científico e o público, um ambiente de divulgação em diferentes ramos de atividades. A partir do engenho elétrico, às eletroterapias através de máquinas elétricas, como as do francês Hipollite Pixii, até a exemplar influência dos estudos de Faraday sobre a tecnologia, como já foi citado, principalmente o caso do telégrafo elétrico a cabo.

Ainda conforme Cantor, Gooding e James, Michael Faraday orientava e trocava informações sobre os modelos de suas invenções com inventores, tais como: William Fothergill Cooke, inventor ou “quem patenteou” o telégrafo elétrico a cabo. Este foi usado pela primeira vez no ano de 1838, para o envio de mensagens de *Paddington* para *West Drayton*, instalado ao longo do caminho da recém construída ferrovia a *Great Western Railway*. Depois disso, espalharam-se rapidamente fiações para transmissões telegráficas ao longo das linhas das ferrovias e proliferaram por toda a Grã-Bretanha, como também aconteceu no continente europeu.

Novos intentos ressurgiriam desse processo construtivo, derivados dos trabalhos de pesquisa e assessoria de Faraday, durante dedicados anos na *Royal Institution*, alimentando direta e indiretamente as novas técnicas, a indústria, o comércio e as mudanças técnicas úteis ao emergente universo sócio-político mundial.

²¹ T. Simpson, “Faraday’s Thought on Electromagnetism”, *The College*, XXII, 1970, 2, pp. 6-16. Ver também, H. J. Fisher, “Faraday’s Two Voices”, *Physis*, p. 167.

²² P. P. Wiener (Ed), *Charles S. Peirce: Selected Writings*, p. 272.

²³ Geoffrey Cantor, David Gooding & Frank A. J. L. James, *Michael Faraday*, New York: Humanity Books, 1996, p. 99.

Em relação a tais procedimentos, a narrativa proclamada por Faraday através de esboços e diagramas relacionados aos seus estudos sobre a natureza e o comportamento da matéria elétrica e magnética, implicitamente, despertou um processo mais sofisticado de divulgação pública.

Em 1848, o desenrolar de procedimentos de uma especial continuidade de projetos cada vez mais importantes, como foi o caso da construção de cabos subterrâneos para a transmissão telegráfica, quando de um encontro do parlamento alemão - *German Diet* - de Frankfurt para Berlin: o governo prussiano queria saber de antemão o que estava ocorrendo na assembleia.²⁴

Até esta época as mensagens telegráficas haviam sido somente transmitidas a curtas distâncias. O engenheiro encarregado da telegrafia a cabo, Werner Siemens, observou que sinais sofriam interferências que retardavam a transmissão telegráfica, pois quando um sinal nítido saía de Frankfurt era atenuado havendo ruídos indesejáveis, quando chegava a Berlim. Esse fenômeno somente incentivou a busca pela resolução.

Em 1850, tal problema foi aparentemente resolvido, com a implantação dos primeiros canais cruzados interligando a Grã-Bretanha com a França e a Bélgica. Neste mesmo período, num projeto que ambicionava interligar a Irlanda à Groenlândia retornariam os mesmos problemas de interferência ou “retardo” na transmissão telegráfica. Uma consulta da *Atlantic Telegraph Company* a William Thomson (Lord Kelvin) inicia uma etapa importante para investigar esses fenômenos devidos à distância. Thomson abordou o problema usando a teoria de Michael Faraday dos campos eletromagnéticos.

A solução de William Thomson envolveu solucionar o problema de resistividade do fio de cobre e a capacidade elétrica criada ao longo do isolante. Enrolou guta-percha no fio, assim proporcionava o mesmo efeito da indução. Thomson ressaltou, inclusive, a teoria de campo e a importância do diâmetro dos fios isolantes como agentes atenuadores, no processo, dos ruídos das transmissões telegráficas, ou seja, as interferências observadas nas comunicações recebidas a distância. Então, o procedimento utilizado por Thomson reduziu as interferências na transmissão das mensagens, conforme predizia o princípio da condução através de indução eletromagnética.

Por outro lado, Michael Faraday, nas questões práticas da ciência envolvia questões de estado civil e militar. Assim, entre os trabalhos executados como professor de química da *Royal Academy* em *Woolwich*, e na *Board of Trade* e para a *Trinity House*, Faraday desenhou aparatos de proteção e diversos equipamentos.²⁵

²⁴ *Ibid.*, p. 94.

²⁵ *Ibid.*, pp. 4-5. Vide, também, Geoffrey Cantor, David Gooding & Frank A. J. L. James, *Ibid.*, p. 239.

A Lectures referente a *The Chemical History of a Candle*: Uma Vela: A chama, Suas Origens, Estrutura, Mobilidade e Brilho.

Considerando a proposta dos seminários de divulgação e popularização da ciência proposta de demonstrar neste estudo, em toda a sua extensão, a história química de uma vela. Pode-se, em tese Faraday citar que: “Não existe lei pela qual seja regida qualquer parte do Universo que não entre em ação e não seja abordada nesses fenômenos”. Bem como, “Não há porta melhor aberta para que os senhores possam iniciar o estudo da filosofia natural (trata-se da ciência física atualmente) do que o exame dos fenômenos físicos de uma vela”²⁶

Faz um roteiro bastante detalhado sobre as características físico-químicas de uma vela, bem como sua estrutura e correlações, com outros materiais, que se comportam como uma vela, por exemplo, a *candle-wood*, a vela do filósofo, etc. Estender-nos-íamos a inúmeras folhas e relatos sobre esse tema. Assim, como motivo, dessa pesquisa, adentra nesta subdivisão sobre os constituintes, descrição e preparo - manufatura e processo – acabamento da vela, a chama suas características, bem como a explicitação das nuances e utilidades de uma vela.²⁷

Neste caso, o início perpassa a questão, propriamente dita, quando o ar chega à vela e a importância da concavidade – implicações quanto a permanência da chama acesa, o aspecto da chama, como atinge ela o estado vaporoso do combustível, localizado em um ponto escuro no centro da vela, a “atração ou repulsão capilar” como causa que determina a subida ou a descida de um fluido em um tubo capilar – fenômeno da capilaridade e sifonação, a mobilidade e a beleza do brilho, a dependência dos metais na formação da chama.

Faraday antes de fechar a *Lectures, Chemical History of a Candle* reporta-se a um experimento, no que para representa a mobilidade das chamas que sobem ou descem (devido às correntes de ar), comparando uma com a outra. Nesse caso, propõe generalizando, transformar uma corrente ascendente (chama no alto) em uma corrente descendente. Referindo-se à mobilidade e o brilho da chama, ilustra o fato de que uma chama poder subir ou descer de acordo com a corrente de ar ascendente ou descendente. Mudando sua direção, ou seja, transformava a corrente ascendente que levava o fogo para cima em uma corrente descendente, usando não mais uma vela, mas sim um aparelhinho (como uma chaminé) como ele diz esboçado na figura 1, contendo álcool etílico e colorindo a chama com cloreto de cobre para produzir uma chama esverdeada e facilitar o acompanhamento do trajeto da chama.²⁸

²⁶ Michael Faraday, *A história química da vela: As forças da matéria*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2003, p. 95.

²⁷ *Ibid.*, pp. p. 26-29.

²⁸ *Ibid.*, p. 38-39.

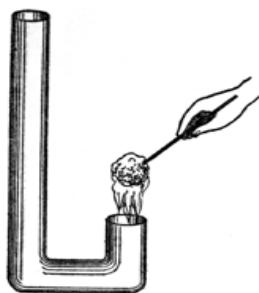


FIGURA1: Experimento sobre a mobilidade e brilho da chama. Reporta-se à mobilidade e à combustão através das correntes ascendentes e ou descendentes. FARADAY, 2003, p.39.

Explicando os passos referentes ao experimento (*Fig. 1*) ascendendo o espírito de vinho [álcool etílico], produzimos uma chama que, segurada pelo ar, vai naturalmente para cima. Faraday reportava, agora os senhores podem compreender, com bastante facilidade, a razão de, em circunstâncias normais, as chamas irem para o alto: isto se deve à corrente de ar pela qual se forma a combustão. No entanto, vamos soprar na chama de cima para baixo, e vemos que a chama também se inverte. Antes de terminarmos estas lições, tenho que vos mostrar uma pequena chaminé em que a chama se dirige para cima e o fumo para baixo, ou a chama para baixo e o seu fumo para cima. Vejam que temos o poder de variar a chama em diferentes direções.

No prefácio da primeira edição, em 1861, Sir Williams Crookes (1832-1919) cita que “entre os leitores deste livro alguns poucos podem dedicar-se a aumentar os estoques de conhecimento: a lâmpada da Ciência deve queimar *“Alere flammam”*”.²⁹

Na parte inicial da subdivisão da *Lecture II*: O ar necessário à combustão - Brilho da Chama - Ar necessário para a combustão - Produtos da Combustão. Faraday³⁰ esclarece que: “Para examinar esta vela com cuidado, elaborou um aparelho da (*figura 2*) cuja serventia os senhores perceberão, à medida que prosseguirmos”. Esse aparato por ele confeccionado proporcionava analisar a parte escura das chamas, esclarecia dois fenômenos distintos, um era a produção de vapor - não se tratavam de gases, os gases se mantêm permanentes – os vapores se condensam –, e o outro era a combustão do vapor, os quais ocorriam em partes específicas da vela.³¹ Assim como, as especificidades e locais onde ocorriam, bem como também, a localização do calor, mais precisamente em uma fronteira, onde o ar e o combustível entram em contato.

²⁹ John Meurig Thomas, *Michael Faraday and the Royal Institution: The Genius of Man and Place*, 1997, pp. 1993-199.

³⁰ Michael Faraday, *A história química da vela: As forças da matéria*. 2003, p. 43

³¹ *Ibid.*, pp. 44 – 46.

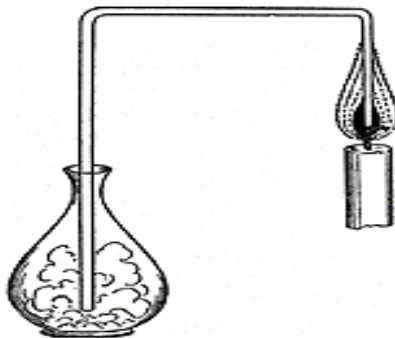


FIGURA 2: Aparato versátil para diversas constatações relativas às características do ar necessário e as relações da produção de vapor e combustão vapor, o brilho da chama e os produtos da combustão, para examinar uma vela com cuidado e o caminho que a sua estrutura tomada após a queima. Fonte: Faraday, 2003, p. 43.

Esse aparato separava os vapores, no interior da vela (no meio dela) a chama vertia para um frasco, conforme a Fig. 2. Nesse caso, o vapor produzido pelo calor, era da própria vela. O estudioso britânico, na continuidade solicitava a atenção de todos para observa com atenção a forma como ele iria deter uma parte particular da chama, de modo a descobrir o que aí acontecia, e como acontece no final. Pois toda a vela, quando queimada, acaba por desaparecer; e se for queimada da forma correta, nem um traço de sujidade deve restar no candelabro, o que é muito curioso.³²

No próximo caso, instalou cuidadosamente um outro tubo na chama da vela, vide Fig.3, em um local distante dela. Então, no centro da chama, está o pavio (algodão), há vapor, é o combustível. Nesse caso, haverá combustão da vela. Como já foi aventado, na fronteira entre a produção de vapor e a combustão ocorre uma intensa reação química; o ar e o combustível atuam um sobre o outro e, no exato momento em que obtemos a luz, o vapor do lado de dentro é destruído. Naturalmente, o calor fica acima da chama.

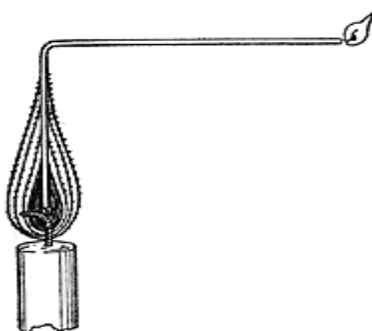


FIGURA 3: O ar necessário à combustão. Observação de diferentes ações - produção do vapor e sua combustão. FONTE: Faraday, 2003, p. 45.

³² *Ibid.*, pp. 43.

Na continuidade, o estudioso britânico, discute sobre a importância da pureza do ar (refere-se ao ar puro) necessário à combustão, sobre a fuligem, carvão ou carbono, exemplo: em um cadinho contendo pólvora (queima com produção de chama) e limalhas de ferro (queima com um tipo diferente de combustão) ou com licopódio (pó amarelo encontrado no fruto de certas plantas) é capaz de queimar sem a produzir vapor e gerar sua própria chama.³³

Repasa a questão do brilho das chamas, inclusive, com fios de platina corpo que não é alterado pelo calor. A queima das partículas sólidas as nuvens lanosas (a antiga lã filosófica), as partículas de carbono (canfeno - monotremo bicíclico, quase insolúvel em água). O hidrogênio, o oxigênio, os “queimadores de ar”, finalmente, o produto da combustão: a água.³⁴

Faraday contemplava várias das manifestações e experiências realizadas nas *Lectures* que podem ser reproduzidas ou realizadas pelos jovens e crianças "em casa". Advertindo, inclusive, sobre a devida atenção à segurança.

O Conteúdo das 6 (seis) *Lectures* do *Chemical History of Candle* compunha-se de:

Lecture I: Uma Vela: A chama - Suas Origens - Estrutura - Mobilidade – Brilho.

Lecture II: Ar necessário para a combustão - Brilho da Chama - Produtos da Combustão.

Lecture III: Produtos: Água da Combustão - Natureza da Água - A Composto – Hidrogênio.

Lecture IV: Hidrogênio na Candle - Queimaduras em Água - A outra parte da água – Oxigênio.

Lecture V: Oxigênio presente no ar - Natureza da Atmosfera - suas propriedades - Outros Produtos da vela - o ácido carbônico - suas propriedades.

Lecture VI: Carbono ou carvão - Carvão Gás respiração e sua analogia com a queima de uma vela.

A divulgação refletia o imenso interesse pelo ensino de ciência através de um programa organizado e construído especificamente para divulgar o conhecimento, cujas extensões objetivava aperfeiçoar o desempenho sustentado por normas.

Sobre situações isoladas em que alguns experimentos executados nessas condições especiais e públicas criavam problemas para a teoria. Faraday os resolvia referindo-se a fatos notórios: Faraday usava o próprio questionamento do ensaio que por ventura viesse a constituir dúvida e com serenidade e segurança os refazia.³⁵

Michael Faraday usava as informações para modificar, torna-las claras e precisas, pois a concepção do experimento, motivo de dúvidas e de suas expectativas sobre a produção delas. Vide, o julgamento dele, quanto ao exercício da mente, demonstraremos adiante.

³³ *Ibid.*, p. 49.

³⁴ *Ibid.*, pp. 54-56.

³⁵ P. Day., (org.) *The Philosopher's Tree: A Selection of Michael Faraday Writings*, 1999, p. 192.

Conforme Gooding, Faraday mantinha suas notas e ensaios com notável cuidado, completas. Considerava tudo que elevava e esclarecia o intelecto e a prática. Assim, o estudioso britânico demonstrava que as relações entre os testes, produções e aprendizagens eram mais interessantes e mais complexas do que apenas realizar experimentos.³⁶

Naturalmente, para o estudioso britânico, como resultado de uma condição mental saudável, fazia-se necessário, ser capaz de formar um julgamento proporcional ao que se pretende. Pois, a mente, naturalmente, deseja resolver ou sobre uma coisa ou outra; no intento de descansar em cima de uma afirmativa ou negativa. Assim, em vários momentos, apesar, dele, normalmente, explorar os temas mais diversos, priorizava aqueles que se caracterizavam pela utilidade. Ainda, no contexto público, econômico e moral, de extrema relevância, Faraday teve envolvimento com a política, bem como desenvolveu ensinamentos científicos sobre a segurança nas minas de carvão e combate ao trabalho desumano e infantil de meninos e meninas nas minas de Halifax.³⁷

Considerações Finais

Michael Faraday permaneceu na comunidade científica como uma eminente figura pública, ocupado com a ciência e a educação dos jovens britânicos. Particularmente o debate mais apreciado era sobre as relações ciência e tecnologia, conforme foi analisado ao longo deste texto. As bases da ciência estendiam-se ao argumento de que o estudo da ciência poderia contribuir no repensar a educação dos jovens.

Ainda conforme as considerações de Faraday, por exemplo, o pronunciamento sobre o lugar da ciência na educação aparece no texto “On Mental Education” de 1854, o argumento do estudioso britânico claramente distingue o conhecimento adquirido através da prática científica e o questionamento e crenças resultantes das revelações religiosas e aderidas pela fé.³⁸ Faraday citaria alguns epítomes importantes, tais como paciência, humildade e o desenvolvimento de um julgamento certo sobre os deveres e obrigações.

A frase “treinar a mente” tinha para Faraday especial significado, pois notadamente se constitui exemplar conduta para um homem de ciência, deveria buscar constantemente novas indagações. Assim,

³⁶ David Gooding, & Frank A. J. L. James, (Orgs.), 1989, pp. 104-106.

Faraday, Michael, “Observation on Mental Education”, in: *Lectures on Education Delivered by the Royal Institution of Great Britain*. San Francisco: University California, 1893, p. 71.

³⁷ Dennis Richards & J.W. Hunt, *Modern Britain 1783-1964*, 1999, pp. 18-19.

³⁸ Michael Faraday, “On Mental Education”, *Experimental Researches in Chemistry and Physics*, 1893, p. 64-65). Vide também, vide também, Peter Day, (org) *The Philosopher’s Tree: Michael Faraday’s Life and Work in his own Words*, 1999, pp.186-193.

a supremacia do sucesso da autoeducação firmaria o caráter empreendedor de Michael Faraday, cujos propósitos foram evidentes e durante quase cinquenta anos de trabalho nos laboratórios da *Royal Institution*. Em momento algum desacreditou no trabalho que escolheu para viver sua vida.³⁹

Conforme cita David Gooding, através dessas aplicações práticas provenientes das pesquisas e dos estudos, notadamente, trata-se de um aspecto cuja análise de natureza teológica tem relevante expressividade em Faraday.⁴⁰

Geoffrey N. Cantor investigando detalhes da correspondência de Michael Faraday sobre as similaridades entre as estruturas físicas, espirituais e morais afirma que em primeiro lugar, a riqueza de metáforas, pois em tese o livro da revelação metaforicamente compôs o livro da natureza.⁴¹ Esta abrangência revela uma correspondência também estreita entre numerosas referências linguísticas, no entanto essas metáforas revelariam aspectos da ciência em comunhão com a religião no pensamento de Michael Faraday.

Finalizando os seminários fizemos uma imersão nas questões da obra *Chemical History of Candle (Christmas Lectures - Juvenile Auditory)* a experimentação e a capacidade intelectual de um cientista do século XIX, um texto emblemático, trata-se de um dos mais editados como exemplo de divulgação científica, em diversos idiomas.

Nesse caso, o estudioso britânico, permaneceu na comunidade científica como uma eminente figura pública, ocupado com a ciência e a educação dos jovens britânicos. Particularmente o debate mais apreciado era sobre as relações ciência e tecnologia, conforme foi analisado ao longo deste texto. As bases da ciência estendiam-se ao argumento de que o seu estudo poderia contribuir no repensar a educação dos jovens.

Enfim, a ênfase teórica, em Michael Faraday, suas experiências apresentadas nas *Lectures*, não foram usadas apenas para testar as previsões teóricas, pelo contrário, suas observações são usadas de modo simples e envolvendo interações e sutilezas entre o experimento e a observação. Neste aspecto, ele tencionava permitir que outros pudessem reproduzir os experimentos, persuadindo dessa forma, que o pensamento científico influenciasse a reconstruir, refinar e reelaborar suas ideias, ou melhor, planteava meios para entender e divulgar a natureza e o sentido dos fenômenos naturais. Assim, a divulgação científica conjuntamente aos processos educativos - Ensino e Instrução - em Michael Faraday foi pioneira.

³⁹ Peter Day, (org) *The Philosopher's Tree: Michael Faraday's Life and Work in his own Words*, 1999, pp. 194-195.

⁴⁰ David Gooding, "Empiricism in Practice: Teleology, Economy, and Observation in Faraday's Physics", *ISIS*, 73 (266), 1982, pp.62-64

⁴¹ Geoffrey N. Cantor, "Reading the Book of Nature", (org) David Gooding and Frank A. J. L. James, in: *Faraday Rediscovered: Essays on the Life and Work of Michael Faraday, 1791-1867*, pp.70-73. Vide também Faraday, *On Mental Education*, 1893, p. 64-65.

Sobre o Autor

João Alves dos Reis

jreisfisica@gmail.com