

MICHAEL FARADAY E SEU PRIMEIRO CONTATO COM A INDUÇÃO DE CORRENTE ELÉTRICA: UMA VIAGEM HISTÓRICA A 1831

MICHAEL FARADAY AND HIS FIRST CONTACT WITH ELECTRIC CURRENT INDUCTION: A HISTORICAL TRIP TO 1831

Renan André Peres [renan_321_321@hotmail.com]

Luciano Carvalhais Gomes [lcgomes2@uem.br]

Universidade Estadual de Maringá

RESUMO

Apresentaremos, neste artigo, uma discussão e análise histórica de um episódio que teve grandes impactos e significativas contribuições ao avanço científico e tecnológico: o sucesso de Michael Faraday no desenvolvimento da Indução de Corrente Elétrica, ocorrido na primeira metade do século XIX. Assim, trazemos algumas reflexões provenientes de nossa pesquisa de mestrado que teve como intuito responder aos seguintes questionamentos: Como ocorreu o primeiro contato de Michael Faraday com o processo da Indução de Corrente Elétrica? Quais foram os experimentos que possibilitaram o cientista britânico a desenvolver tal processo com êxito? Com essa investigação, foi possível compreendermos e levantarmos de maneira mais fiel aos fatos alguns dos experimentos, observações e reflexões que marcaram o primeiro contato de Faraday com o fenômeno da indução, sucedido em 1831. Em suma, constatamos que tal episódio foi constituído, inicialmente, por experimentos que possibilitaram o cientista britânico a induzir corrente elétrica a partir da própria eletricidade voltaica, e então, apenas num segundo momento, por meio do magnetismo comum.

PALAVRAS-CHAVE: História da Ciência, Michael Faraday, Indução de Corrente Elétrica, Eletricidade Voltaica, Magnetismo Comum.

ABSTRACT

In this paper, we will present a discussion and historical analysis about a historical episode that brought great impacts and significant contributions to scientific and technological advancement: the success of Michael Faraday in the development of Electric Current Induction, which occurred in the first half of the 19th century. Thus, we bring some reflections from our master's research that sought to answer the following questions: How did Michael Faraday's first contact with the Electric Current Induction process occur? What were the experiments that enable the British scientist to develop this process successfully? With this investigation, it was possible to understand and present more faithfully to the facts some of the experiments, observations, and reflections that marked Faraday's first contact with the induction's phenomenon occurred in 1831. In short, we found that such episode was constituted, initially, by experiments that enabled the British scientist to induce electric current from the voltaic electricity itself, and then, only in a second moment, through ordinary magnetism.

KEYWORDS: *History of Science, Michael Faraday, Electric Current Induction, Voltaic Electricity, Ordinary Magnetism.*

INTRODUÇÃO

Ao longo do século XVIII, a ideia de uma possível interação dos fenômenos elétricos com os fenômenos magnéticos já era considerada e investigada por muitos cientistas, ao contrário do que muitas vezes é relatado. Porém, a falta de fatos mais concretos e convincentes para tal concepção levou diversos pesquisadores a duvidarem dessa possibilidade, como Benjamin Franklin (1706-1790), ao afirmar que:

[...] em relação ao magnetismo, que parece ser produzido pela eletricidade, minha opinião real é que esses dois poderes da natureza não possuem afinidade mútua, e que a aparente produção do magnetismo [pelas descargas elétricas] é puramente acidental (FRANKLIN in: MARTINS, 1986, p. 93).

Apesar disso, vários cientistas continuaram defendendo essa interação, buscando por fatos convincentes que viessem comprovar uma possível Interação Eletromagnética, muitos guiados até por princípios filosóficos. Isso indica que o surgimento do Eletromagnetismo não foi um fato meramente casual (MARTINS, 1986). Dentre os pesquisadores que acreditavam e buscavam indícios de tal relação, estava Hans Christian Ørsted (1777-1851), professor e cientista dinamarquês adepto da corrente filosófica *Naturphilosophie*, um movimento que surgiu na Alemanha no início do século XVIII, e que tinha como princípio a ideia de um causador comum a todos os fenômenos (GARDELLI, 2014). Essa crença foi expressa pelo próprio Ørsted, conforme pode ser visto no trecho abaixo:

Ao longo de sua carreira literária como professor, ele [Ørsted] aderiu à opinião de que os efeitos magnéticos são produzidos pelos mesmos poderes que os elétricos. Ele não foi conduzido a isso, pelas razões comumente alegadas para esta opinião, mas por um princípio filosófico, o de que todos os fenômenos são produzidos pelo mesmo poder original (ØRSTED, 1830, p. 575, tradução nossa).

Contudo, esse relato foi apresentado por ele apenas anos depois da realização do experimento que o levou a observar uma leve deflexão da agulha de uma bússola ao posicionar um fio percorrido por corrente elétrica de forma paralela a mesma, ocorrido no inverno entre os anos de 1819 e 1820 (ØRSTED, 1830). Com a realização desse experimento, esse campo da ciência, que hoje denominamos de Eletromagnetismo, ganhou uma maior atenção da comunidade científica, estimulando e atraindo cientistas de toda parte para uma corrida em busca de explicações e teorias que viessem esclarecer o mais novo fenômeno observado.

Com o experimento de Ørsted, surgiu, então, uma “prova” para aqueles que acreditavam na existência da Interação Eletromagnética. Porém, uma “prova” que ainda possuía muitas dúvidas, incertezas e mistérios a serem resolvidos. O fato é que com a observação feita por Ørsted, que foi apresentada ao mundo no dia 21 de julho de 1821, por meio de um panfleto de quatro páginas escrito em latim, intitulado *Experimenta circa effectum conflictus electrici in acum magneticam* [Experimentos sobre o efeito de conflitos elétricos sobre a agulha imantada] (SNELDERS, 1990), uma nova área da ciência passou a se desenvolver de forma intensiva, trazendo inúmeras contribuições ao desenvolvimento tecnológico, e recebendo a atenção, dedicação e o trabalho árduo de muitas pessoas, como a de Faraday.

Ao tomar conhecimento do experimento de Ørsted, e conseqüentemente, do fenômeno nele observado, o cientista britânico Michael Faraday (1791-1867), assim como muitos outros, ficou interessado em compreendê-lo, e em 1821, iniciou diversos trabalhos e pesquisas, de forma independente, no campo do Eletromagnetismo (ainda não definido dessa maneira na

época). Ao longo de sua caminhada, Faraday trouxe inúmeras importantes contribuições e resultados para a área, dentre elas, o seu sucesso no desenvolvimento da Indução de Corrente Elétrica, ocorrido em 1831. Nesse episódio, o cientista britânico chegou a resultados experimentais que certamente desempenharam um papel fundamental ao desenvolvimento tecnológico e social, uma vez que, por meio de seu sucesso na indução, a partir do magnetismo comum (Indução Eletromagnética), tornou-se possível a construção dos geradores elétricos e das usinas elétricas como hoje as conhecemos.



Figura 1: Ilustração de Ørsted realizando seu experimento da agulha imantada (uma representação romântica de Hans Kraemer, Weltall e Menschheit - 1902-5)

Fonte: SNELDERS (1990, p. 229)

Nesse sentido, diante da importância que esse episódio histórico teve para o avanço científico e tecnológico, bem como ao campo do Eletromagnetismo, nos surgiu a preocupação de realizar uma investigação em torno dos seguintes questionamentos: Como ocorreu o primeiro contato de Michael Faraday com o processo da Indução de Corrente Elétrica? Quais foram os experimentos que possibilitaram o cientista britânico a desenvolver tal processo com êxito?

Apresentaremos, neste artigo, os resultados encontrados em nossa investigação histórica com relação ao episódio em questão. Essa pesquisa nos possibilitou levantar, de maneira fiel aos fatos, alguns dos experimentos, observações e reflexões que constituíram o primeiro contato de Faraday com a Indução de Corrente Elétrica.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a realização da presente investigação, adotamos os procedimentos metodológicos da pesquisa bibliográfica, em especial, as fases que a compõem, conforme são descritas por Salvador (1981). Tendo em vista que para o alcance de nossos objetivos seria necessária uma incansável prática de leitura, planejamento e análise crítica sobre o conteúdo de diversas fontes, encontramos na metodologia proposta por Salvador (1981) uma sequência ordenada de passos que se alinharam de maneira satisfatória às necessidades de nossa trajetória investigativa. Segundo Lima e Mito (2007, p. 44), a pesquisa bibliográfica constitui-se de:

[...] um movimento incansável de apreensão dos objetivos, de observância das etapas, de leitura, de questionamentos e de interlocução crítica com o

material bibliográfico que permite, por sua vez, um leque de possibilidades na apreensão das múltiplas questões que envolvem o objeto de estudo.

De acordo com Salvador (1981), a pesquisa bibliográfica é composta de quatro fases principais: *Elaboração do Projeto de Pesquisa*, *Investigação das Soluções*, *Análise Explicativa das Soluções* e a *Síntese Integradora*. Assim, essas foram as etapas percorridas, e de forma ordenada, em nosso percurso metodológico.

Na primeira fase, elaboramos nosso planejamento da pesquisa, ou seja, foi o momento em que escolhemos o assunto, definimos o problema de pesquisa e os objetivos a serem alcançados.

Posteriormente, desenvolvemos a fase da Investigação das Soluções. É nessa etapa que ocorreu a seleção das fontes e conteúdos a serem investigados e analisados, sendo uma das “[...] etapas decisivas da realização de um estudo científico” (SALVADOR, 1981, p.73), pois, assim como reforça Salvador (1981, p. 73), “[...] os resultados da pesquisa dependem da quantidade e, sobretudo, da qualidade dos dados coletados”. Em suma, nesse momento, selecionamos alguns dos artigos de Faraday publicados entre os anos de 1821 a 1832, bem como, por meio de uma análise prévia, algumas passagens específicas desses, tendo em vista os objetivos que pretendíamos alcançar. Além disso, fontes secundárias sobre os trabalhos de Faraday também foram consultadas.

Em nossa terceira fase da pesquisa, a Análise Explicativa das Soluções, realizamos uma análise mais minuciosa das ideias e fatos trazidos pelo autor investigado. Foi nesse ponto que buscamos construir, apresentar e defender nossas reflexões mais detalhadas sobre o período no qual Faraday obteve seu primeiro contato com a Indução de Corrente Elétrica. A partir disso, fomos capazes de encontrar soluções mais concisas e fiéis possíveis aos reais fatos do episódio em questão, pois, de acordo com Salvador (1981, p. 146), nessa fase “[...] os fatos, dados e informações necessitam serem explicados em relação às suas origens ou causas, em sua natureza íntima e em seus efeitos ou finalidades”.

Por último, fizemos uma Síntese Integradora da pesquisa, “[...] que integre, ordenada, coordenada e subordinadamente todas as soluções encontradas” (SALVADOR, 1981, p. 168). Assim, concluímos e sintetizamos de maneira ordenada os fatos, experimentos e reflexões que constituem os primeiros registros de Faraday com relação ao desenvolvimento da Indução Eletro-voltaica (a partir da própria eletricidade) e Eletromagnética. Com essa síntese, foi possível apresentar uma visão geral do episódio histórico analisado e alguns de seus principais aspectos.

UMA BREVE REVISÃO HISTÓRICA SOBRE OS PRIMEIROS TRABALHOS DE FARADAY NO CAMPO DO ELETROMAGNETISMO: O PERÍODO PREAMBULAR À INDUÇÃO DE CORRENTE ELÉTRICA

Iniciando a trajetória de Faraday no Eletromagnetismo, temos em 1821, sua primeira contribuição para a área (MARTINS, 1949), constituída de um artigo publicado em três partes, e de maneira anônima no periódico *The Annals of Philosophy*, intitulado *Historical Sketch of Electro-magnetism* [Esboço histórico do Eletromagnetismo]. As duas primeiras partes foram publicadas, respectivamente, em setembro e outubro de 1821, no segundo volume do periódico em questão (p. 195-200/274-90). Já a terceira parte fora publicada no ano seguinte, no terceiro volume da revista (p. 107-117).

Nesse trabalho, Faraday realizou um resumo das principais teorias e interpretações até então desenvolvidas para o fenômeno da agulha imantada (experimento de Ørsted), incluindo a própria teoria de Ørsted, sendo essa o foco da primeira parte do trabalho. O convite para a construção desse artigo partiu de seu amigo Richard Philips, na época, diretor do periódico *The Annals of Philosophy* (THOMPSON, 1898). A sua autoria pode ser confirmada pelas suas

próprias cartas trocadas com Richard (GARDELLI, 2014), ou, igualmente, por meio de sua própria revelação feita em trabalhos posteriores.

Além desse seu primeiro trabalho no campo do Eletromagnetismo, Faraday desenvolveu muitos outros até o ano de 1831, quando conseguiu induzir corrente elétrica. Ainda, no ano de 1821, o cientista britânico realizou diversas outras pesquisas na área, obtendo importantes resultados quanto às rotações eletromagnéticas, divulgados em seu artigo *On some new electro-magnetical motions and on the theory of magnetism* [Sobre alguns novos movimentos eletromagnéticos e sobre a teoria do magnetismo], publicado no 12º volume (Nº. XXIII) do periódico *The Quarterly Journal of Science, Literature, and the Arts* (p. 74-96).

Com os resultados apresentados nesse seu artigo, Faraday concluiu que os polos magnéticos não se encontravam exatamente nas extremidades dos ímãs, e que as rotações de um fio em torno de um ímã, ou de um ímã em torno de um fio, não eram ocasionadas por forças atrativas e repulsivas, mas por forças perpendiculares aos dois, forças essas que seriam as responsáveis pelo movimento circular (FARADAY, 1821). Segue abaixo, na Figura 2, um esboço do experimento que possibilitou Faraday observar tais rotações.

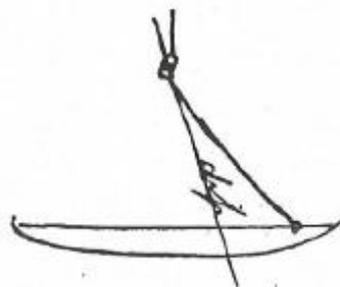


FIG. 6

Figura 2: Esboço do experimento que possibilitou Faraday observar as rotações eletromagnéticas (presente em seu diário)

Fonte: FARADAY In: MARTINS (1949, p. 41)

Além desse trabalho, Faraday também publicou, no mesmo ano, o seu artigo *Description of an electro-magnetical apparatus for the exhibition of Rotary motion* [Descrição de um aparato eletromagnético para a exibição do movimento rotativo], no 12º volume (Nº. XXIV) do periódico *The Quarterly Journal of Science, Literature, and the Arts* (p. 283-5). Nesse último, ele apresentou e explicou de maneira breve um aparato (ilustrado na Figura 3), construído pelo artesão Sr. Newman (DIAS, 2004), para observar os “[...] movimentos de um fio e de um polo magnético em volta um do outro” (FARADAY, 1821, p. 283, tradução nossa). Sendo esse, segundo Faraday, um aparelho muito reduzido em tamanho, mas também delicado e sensível (FARADAY, 1821).

Já no ano seguinte, em 1822, Faraday publicou o artigo *Note on new electro-magnetical motions* [Nota sobre novos movimentos eletromagnéticos], ainda no 12º volume (Nº. XXIV) do periódico *The Quarterly Journal of Science, Literature, and the Arts* (p. 416-21). Nele o britânico apresentou resultados positivos quanto às rotações eletromagnéticas, a partir do magnetismo terrestre, e concluiu que:

A tendência, portanto, do fio girar em círculo ao redor do polo da Terra, é evidente, e a direção do movimento é precisamente a mesma como apontada nos experimentos anteriores [...] A direção do movimento foi, como esperado, a mesma que aquela dada pelo polo de um ímã apontando para o sul (FARADAY, 1822, p. 418 – 419, tradução nossa).

Já em 1823, Faraday necessitou redigir e publicar um trabalho em sua defesa, uma vez que estava sendo acusado de ter se apropriado das ideias do Sr. Dr. Wollaston com relação às pesquisas das rotações eletromagnéticas. Esse trabalho foi intitulado *Historical statement respecting electro-magnetic rotation* [Declaração histórica a respeito da rotação eletromagnética], e publicado no 15º volume (Nº XXX) do *The Quarterly Journal of Science, Literature and the Arts* (p. 288-92). Em seu início, Faraday procurou esclarecer os males entendidos evidenciando o assunto do trabalho, afirmando que: “[...] tem sido dito que eu peguei minhas ideias do Dr. Wollaston. Isto eu nego; e encaminho a seguinte declaração, oferecendo algumas provas sobre esse ponto” (FARADAY, 1823, p. 290, tradução nossa).

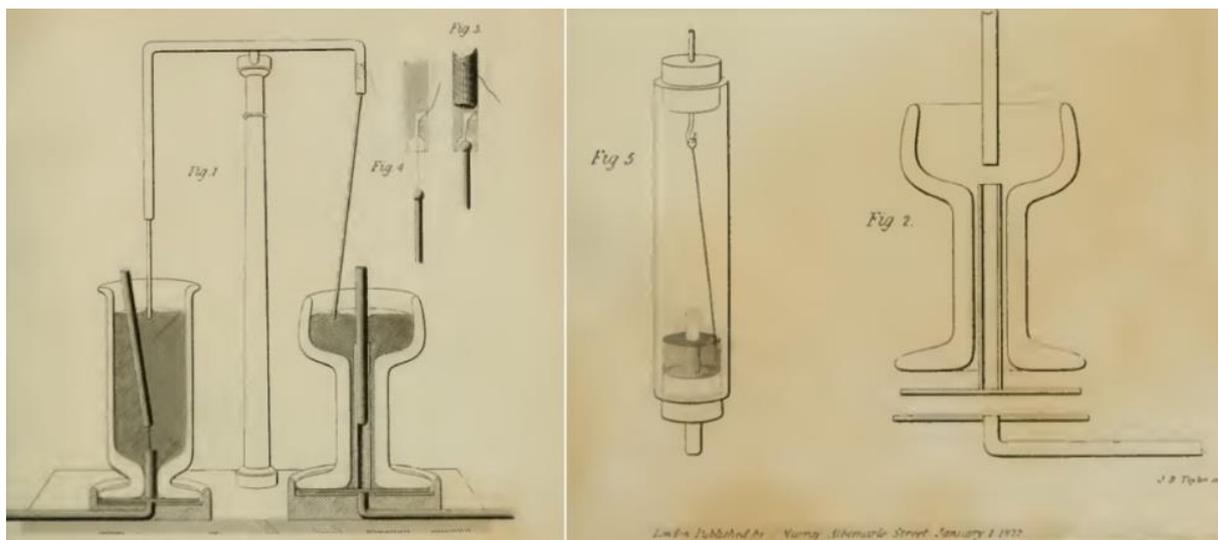


Figura 3: Ilustrações do aparato construído para a observação das rotações eletromagnéticas
Fonte: Compilação do autor¹

Após esses seus primeiros trabalhos, no campo do Eletromagnetismo, Faraday mostrou uma participação um tanto esporádica na área, até o ano de 1831, realizando mais algumas pesquisas apenas nos anos de 1825 e 1828, conforme ficou registrado em seu diário de laboratório (MARTINS, 1949). Em 1825, Faraday publicou mais um artigo no 19º volume (Nº XXXVIII) do *The Quarterly Journal of Science, Literature and the Arts* (p. 338), intitulado *Electro-magnetic Current* [Corrente eletromagnética]. Nesse, o britânico procurou apresentar os resultados de suas pesquisas em tal ano, que foram desenvolvidas na busca de alguma interferência dos ímãs naturais sobre a eletricidade, já que o caso contrário era válido. Sobre isso, ele escreveu:

Assim como a corrente de eletricidade, produzida por uma bateria voltaica, quando passada através de um condutor metálico, afeta poderosamente um ímã, tendendo fazer os polos a passarem ao redor do fio, e dessa maneira, movendo massas consideráveis de matéria, era suposto que uma reação seria exercida sobre a corrente elétrica, capaz de produzir algum efeito visível, e a expectativa sendo, por várias razões, de que a aproximação de um poderoso polo magnético diminuísse a corrente de eletricidade, o seguinte experimento foi feito [...] (FARADAY, 1825, p. 338, tradução nossa).

Apesar de Faraday não ter alcançado resultados positivos, e nenhum dos efeitos esperados terem sido visíveis, ele considerou importante publicar suas observações, e, assim, compartilhar as ideias e os experimentos realizados nesse período. Após essa publicação, ainda

¹ Imagens retiradas do Plate VII referente aos trabalhos de Faraday, contido no 12º volume da revista *The Quarterly Journal of Science, Literature, and the arts* (1821).

no mesmo ano, Faraday realizou mais alguns experimentos, nesse segundo momento, já em busca de observar uma possível Indução de Corrente Elétrica a partir da própria eletricidade. No entanto, nenhum fenômeno de tal tipo foi observado (DIAS, 2004).

Depois desse momento, registros em seu diário, com relação às pesquisas em eletricidade, foram aparecer apenas em 1828. Neles, Faraday descreveu mais algumas tentativas, sem sucesso, de observar qualquer interferência de ímãs naturais sobre correntes elétricas. Após esse episódio, o britânico permaneceu afastado das pesquisas em tal área até 1831, quando teve, após inúmeras tentativas, êxito na Indução de Corrente Elétrica (MARTINS, 1949).

O PRIMEIRO CONTATO DE FARADAY COM A INDUÇÃO DE CORRENTE ELÉTRICA: UMA ANÁLISE SOBRE ALGUNS DE SEUS EXPERIMENTOS, OBSERVAÇÕES E REFLEXÕES

Após algum tempo, desde suas últimas pesquisas no Eletromagnetismo, juntamente com as suas últimas tentativas de observar algum efeito do magnetismo comum sobre a eletricidade, realizadas em 1828, Faraday retornou a tal área apenas em 1831, só que agora com resultados positivos, assim como ficou registrado em seu diário de laboratório (MARTINS, 1949). Assim, no dia 29 de agosto de 1831, Faraday conseguiu desenvolver sua primeira Indução de Corrente Elétrica, uma vez que nenhum relato anterior sobre esse fato ficou registrado (MARTINS, 1949; JONES, 1870; DIAS, 2004).

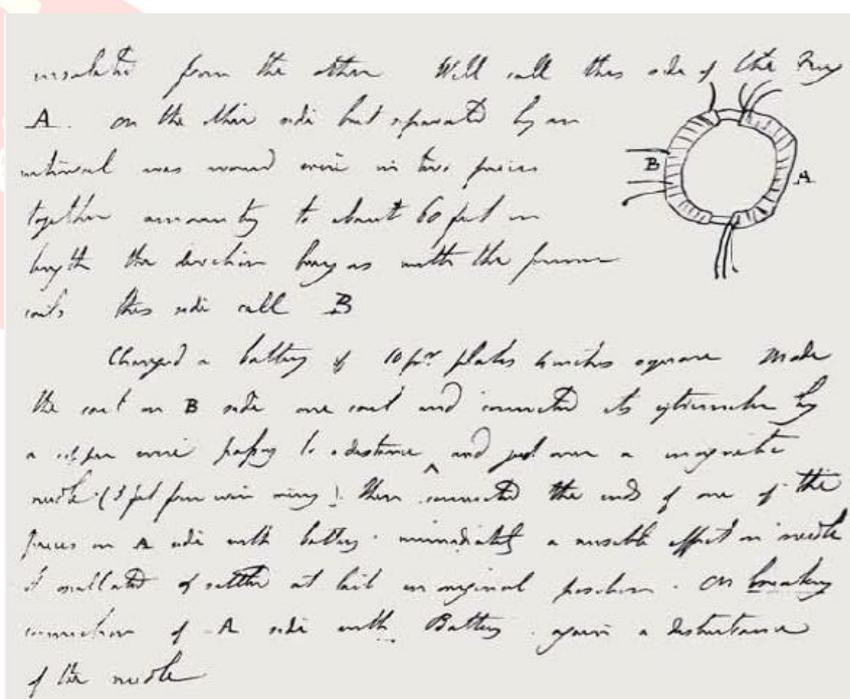


Figura 4: Trecho do manuscrito de Faraday com relação à descrição do experimento do anel de ferro doce, relatado no dia 29 de agosto de 1831 (presente em seu diário)

Fonte: MARTINS (1932-36, p. 366)

Nesse dia, ficou relatado no diário de laboratório de Faraday o experimento que o possibilitou induzir corrente elétrica, pela primeira vez, assim como tudo indica. No entanto, ao contrário do que muitas vezes tal episódio é apresentado, essa primeira indução ocorreu, unicamente, a partir da eletricidade, sem a participação do magnetismo comum. Apesar de, no início do relato, estar escrito "Expts. Sobre a produção de eletricidade a partir do

magnetismo”, pois ocorreram tentativas de indução a partir do magnetismo, mas, não tiveram sucesso. Assim, esse experimento foi descrito por Faraday da seguinte forma:

1. Expts. Sobre a produção de eletricidade a partir do magnetismo, etc. etc.
2. Foi feito um anel de ferro [doce], com cerca de 7/8 polegadas de espessura e 6 polegadas de diâmetro interno. Diversas bobinas de fio de cobre foram enroladas em uma metade do anel, as bobinas foram separadas por gaita [um tipo de barbante] e chita [tecido de algodão] – existiam 3 extensões de fio, cada um com 24 pés de comprimento, e eles poderiam ser conectados em um comprimento ou serem usados separadamente. Cada um foi isolado um do outro. Chamarei este lado do anel de A. Sobre o outro lado, mas separado por um intervalo, foi enrolado fio em 2 pedaços juntos, totalizando aproximadamente um montante de 60 pés de comprimento, a direção sendo como das bobinas anteriores. Este lado se chama B.
3. Foi carregada uma bateria de 10 pares de placas, com 4 polegadas quadradas. Feito a bobina no lado B, suas extremidades foram conectadas a um fio de cobre passando a uma distância e logo acima de uma agulha magnética (3 pés do anel de ferro). Conectado então as extremidades de um dos pedaços do lado A com a bateria; imediatamente um efeito sensível sobre a agulha. Ela oscilou e retornou à sua posição original. Quebrando a conexão do lado A com a bateria, novamente um distúrbio foi percebido na agulha [...] (FARADAY in: MARTINS, 1932-36, p. 367, tradução nossa).

É possível notar que o experimento relatado pelo cientista britânico, como ilustrado na Figura 5, foi constituído por meio da utilização de um anel de ferro doce (tipo de ferro com alto índice de pureza) dividido em duas partes, denominado de lado A e B. Feita essa divisão, foram enroladas hélices (ou bobinas) de fio de cobre em cada um dos lados, conforme os dados especificados. Inseriu-se gaita (tipo de barbante) entre os fios para que eles não viessem a se tocar. Esse processo foi realizado três vezes no lado A e duas vezes no lado B, fazendo com que o lado A ficasse com 3 hélices sobrepostas (inicialmente desconectadas uma das outras) e o lado B com 2 hélices sobrepostas (já conectadas entre si). Feito esse arranjo, Faraday conectou o lado B em um tipo de galvanômetro, e, posteriormente, o lado A em uma bateria voltaica de 10 placas, cada placa com 4 polegadas quadradas (~25cm²).



Figura 5: Esboço do experimento que possibilitou Faraday induzir corrente elétrica a partir da eletricidade voltaica (presente em seu diário), e foto do real anel utilizado (guardado atualmente no *The Faraday Museum*, em Londres)

Fonte: Compilação dos autores²

² Imagens retiradas do diário de Faraday (in: MARTINS, 1932-36, p. 367) e do site da *The Royal Institution*. Disponível em: <<https://www.rigb.org/our-history/iconic-objects/iconic-objects-list/faraday-ring>>. Acesso em: 12 mar. 2019.

Dessa forma, ao conectar o lado A na bateria, Faraday observou o que há tempos estava buscando, uma deflexão na agulha do galvanômetro em que estavam conectadas as bobinas do lado B, indicando assim, a passagem de corrente elétrica. Contudo, essa sua primeira Indução de Corrente Elétrica ainda ocorreu de maneira momentânea, se apresentando apenas nos momentos em que a ligação do lado A era feita ou rompida. Caso contrário, a agulha do galvanômetro permanecia em sua posição original. Na sequência, após alguns testes e modificações no arranjo, tal como a junção das 3 hélices do lado A, alteração essa que ocasionou um efeito mais forte do que o primeiro, Faraday descreveu as suas observações:

Quando tudo estava pronto, no momento em que a bateria foi ligada com ambas as extremidades do fio no lado A, a agulha foi fortemente atraída, depois de poucas vibrações ela retornou ao seu estado de repouso em sua posição original; então, quebrando a conexão com a bateria, a agulha foi fortemente repelida, depois de poucas vibrações ela tornou a repousar na mesma posição como antes (FARADAY in: MARTINS, 1932-36, p. 367, tradução nossa).

Ainda no dia 29 de agosto, assim como no dia seguinte, Faraday também realizou alguns experimentos na tentativa de induzir corrente elétrica a partir de ímãs naturais (magnetismo comum). No entanto, a ausência de resultados positivos nesses dois dias de pesquisas levou o cientista britânico a concluir inicialmente que: “[...] todos os efeitos [da indução] parecem devido apenas à corrente elétrica” (FARADAY in: MARTINS, 1932-36, p. 369, tradução nossa). Essa conclusão viria mudar no mês seguinte, quando obteria sucesso na indução unicamente pelo magnetismo comum.

Essa sua descrição do experimento do anel de ferro doce, contida em seu diário de laboratório, Faraday também a apresentou no primeiro artigo de sua série *Experimental Researches in Electricity* [Pesquisas Experimentais em Eletricidade], publicado no dia 1 de janeiro de 1832. Nessa publicação, é notória uma maior e mais detalhada observação e reflexão sobre o experimento, indicando que Faraday provavelmente o tenha refeito diversas vezes após o seu primeiro contato, não só com intuito de aprimorá-lo, mas também de realizar uma interpretação mais cuidadosa sobre o fenômeno, bem como um esboço mais definido, conforme ilustrado na Figura 6.

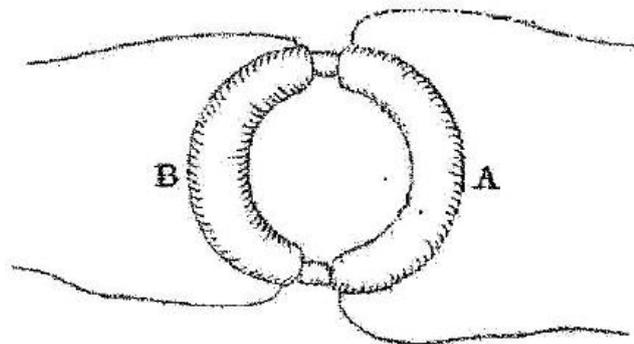


Figura 6: Ilustração do experimento do anel de ferro doce (presente em seu artigo)

Fonte: FARADAY (2011, p. 159)

Nessa descrição, o cientista britânico levantou resultados que não tinham sido descritos em seu diário, por exemplo, a geração de faísca. Esse fato foi descrito por ele da seguinte forma: “32. Usando carvão nas pontas da hélice B, uma minúscula *faísca* pôde ser observada quando foi completado o contato da bateria com A” (FARADAY, 1832, p. 132, tradução nossa).

Além disso, Faraday desenvolveu reflexões mais aprofundadas quanto à direção³ da corrente elétrica induzida, salientando que:

30. [...] A deflexão [da agulha], ao quebrar o contato da bateria, era sempre o reverso daquela produzida quando feito o contato. A deflexão, ao fazer o contato da bateria, sempre indicava uma corrente induzida na direção oposta do que a [corrente] da bateria; mas, ao quebrar o contato, a deflexão indicava uma corrente na mesma direção do que a [corrente] da bateria (FARADAY, 1832, p. 132, tradução nossa).

As reflexões e discussões quanto ao comportamento da corrente elétrica induzida mostraram ser uma das principais preocupações de Faraday, ao longo de suas pesquisas, levando-o a refletir e discutir intensamente sobre tal aspecto, durante as descrições de seus experimentos.

Retornando ao seu diário de laboratório, quase um mês após seus primeiros experimentos relatados, no dia 24 de setembro de 1831, temos o relato do que Faraday ainda não tinha conseguido alcançar nas pesquisas dos dias 29 e 30 agosto, o desenvolvimento da Indução de Corrente Elétrica a partir do magnetismo comum. Esse registro marca o seu primeiro contato com a indução de eletricidade somente por meio de ímãs naturais (MARTINS, 1949; THOMPSON, 1898), uma vez que o único relato anterior a essa data tenha sido no dia 12 de setembro, ao tratar sobre o procedimento de construção de algumas novas bobinas.

O experimento que possibilitou Faraday obter êxito na Indução Eletromagnética (literalmente) consistia de duas barras magnéticas achatadas, arranjadas em forma de V, e posicionadas inversamente com relação aos seus polos magnéticos, conforme representado na Figura 7. Após isso, Faraday construiu uma hélice de fio de cobre em torno de um cilindro de ferro, hélice essa que foi conectada a um galvanômetro e inserida entre as extremidades afastadas dos ímãs achatados.



Figura 7: Esboço do experimento que possibilitou Faraday induzir corrente elétrica a partir do magnetismo comum (presente em seu diário)

Fonte: FARADAY In: MARTINS (1932-36, p. 372)

Feito esse arranjo, Faraday iniciou um movimento repetitivo dos polos magnéticos N e S, para frente e para trás, de tal forma a quebrar e efetuar várias vezes consecutivas o contato

³ Nesse caso, na época em questão, o termo *direção* é utilizado para expressar a ideia atual do que entendemos, na Física, por *sentido*.

dos polos com o cilindro de ferro em que a hélice estava circundada. Dessa maneira, ao realizar esse movimento, o cientista britânico detectou uma deflexão na agulha do galvanômetro, o que indicava a passagem de corrente elétrica ao longo da hélice, obtendo, dessa forma, o seu sucesso no desenvolvimento da Indução Eletromagnética. Assim como em seu experimento do anel de ferro doce, o efeito gerado nesse momento também apareceu de forma momentânea, ou seja, a corrente elétrica induzida só surgia no momento em que ocorria o movimento dos imãs, caso contrário, a agulha do galvanômetro permanecia em sua posição original. Sobre esse fato, em seu diário, Faraday relatou:

33. O cilindro de ferro e hélice L. Todos os fios formaram uma única hélice, e esses conectados com a hélice indicadora, a uma distância, pelo fio de cobre: depois o ferro foi colocado entre os polos da barra magnética, como no experimento anterior e na figura [Figura 7]. Toda vez que o contato magnético no N [norte] ou S [sul] era feito ou quebrado, existia movimento magnético na hélice indicadora, sendo o efeito, como nos anteriores, não permanente, mas um mero empurrão ou puxão momentâneo. Mas se a comunicação elétrica (isto é, pelo fio de cobre) fosse quebrada, então essas disjunções e contatos não produziam efeito algum. Conseqüentemente, aqui distinta conversão de Magnetismo em Eletricidade (FARADAY in: MARTINS, 1932-36, p. 372, tradução nossa).

Mais tarde, com a provável repetição e aperfeiçoamento desse seu experimento da barra em V, Faraday também o apresentou em seu primeiro artigo da série *Experimental Researches in Electricity*. Nessa publicação, ele mostrou uma descrição um tanto semelhante daquela presente em seu diário, no entanto, com reflexões mais aprofundadas e observações detalhadas, principalmente quanto às direções da corrente elétrica induzida. Isso nos leva a crer que Faraday tinha estudado de maneira mais cuidadosa e repetido diversas vezes esse experimento, antes de sua publicação, pois, assim como em seu experimento do anel de ferro doce, um esboço mais elaborado e definido foi anexado em sua descrição do artigo, conforme ilustrado na Figura 8.



Figura 8: Ilustração do experimento das barras em V (presente em seu artigo)

Fonte: FARADAY (2011, p. 162)

A momentaneidade, aspecto que desapareceria apenas no mês seguinte com novos experimentos que permitiram Faraday desenvolver a Indução de Corrente Elétrica de maneira contínua, e a direção da corrente elétrica induzida, a partir do magnetismo comum, foram descritas pelo cientista britânico da seguinte forma:

37. Fazendo o contato magnético, a agulha foi defletida; continuando o contato, a agulha tornou-se indiferente e retomou sua primeira posição; ao quebrar o contato, ela foi novamente defletida, mas na direção oposta do primeiro efeito, e então, ela novamente tornou-se indiferente. Quando os contatos magnéticos foram invertidos, as deflexões foram invertidas (FARADAY, 1832, p. 133, tradução nossa).

Por último, cabe frisar que com tal experimento Faraday pôde detectar não só as direções da corrente elétrica induzida, mas também o comportamento de oposição para com a corrente indutora (a corrente necessária para a formação de um imã), observando que: "38.

Quando era feito o contato magnético, a deflexão era tal que indicava uma corrente induzida de eletricidade na direção oposta àquela preparada para formar um ímã” (FARADAY, 1832, p. 133, tradução nossa). Assim, notamos que uma das maiores preocupações de Faraday estava, sobretudo, na compreensão do comportamento da indução. Essa sua preocupação o levou, posteriormente, a desenvolver uma lei apenas para compreender e descrever o comportamento da corrente elétrica induzida a partir do magnetismo comum, ou seja, sua lei da Indução Eletromagnética. Ela foi apresentada no parágrafo 114 do primeiro artigo de sua série *Experimental Researches in Electricity*.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da presente investigação histórica, encontramos um episódio que certamente foi muito importante para o desenvolvimento tecnológico e científico, bem como, para a constituição da sociedade como hoje a temos. Com o desenvolvimento do princípio da Indução de Corrente Elétrica, alcançado por Michael Faraday, em 1831, tornou-se possível a geração de eletricidade com o auxílio de ímãs naturais. Esse fato deu início ao desenvolvimento de pesquisas científicas mais sólidas e consistentes, relacionadas com o Eletromagnetismo, o que possibilitou a produção de energia elétrica em larga escala e de forma contínua.

Em suma, respondendo aos nossos questionamentos iniciais, notamos que com os experimentos do anel de ferro doce e o das barras em V, realizados, respectivamente, nos dias 29 de agosto e 24 de setembro de 1831, temos o que ficou documentado como sendo o primeiro contato de Faraday com a Indução de Corrente Elétrica, que ocorreu, inicialmente, a partir da eletricidade voltaica, denominada de Indução Eletro-voltaica. Depois de quase um mês, com o auxílio do magnetismo comum, é que ocorreu a Indução Eletromagnética.

Por fim, ressaltamos que essa distinção entre os tipos de indução existia e era necessária na época, até mesmo devido à existência de muitas dúvidas e incertezas sobre o fenômeno da Indução de Corrente Elétrica nesse período. Esse fato é muito importante de ser ressaltado no Ensino de Eletromagnetismo, se almejamos: valorizar os aspectos históricos e filosóficos da ciência, como de fato ocorreram; contribuir para a construção de uma imagem mais realista da natureza da ciência; e possibilitar momentos de debates mais reflexivos e críticos nas aulas. Além disso, por meio dessa análise histórica, é possível compreender quais foram as dificuldades, dúvidas e anseios de Faraday na compreensão dos fenômenos que pesquisou, o que auxiliará o professor, de várias maneiras, a encontrar a melhor forma de ensinar esses conceitos aos seus alunos.

REFERÊNCIAS

- DIAS, V. S. **Michael Faraday: subsídios para metodologia de trabalho experimental**. 2004. 157f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- FARADAY, M. Pesquisas experimentais em eletricidade (tradução de A. K. T. Assis e L. F. Haruna). **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 28, n. 1, p. 152-204, 2011.
- FARADAY, M. On some new electro-magnetical motions and on the theory of magnetism. **The Quarterly Journal of Science, Literature, and the Arts**, London, v. 12, p. 75-96, 1821.
- FARADAY, M. Description of an electro-magnetical apparatus for the exhibition of Rotary motion. **The Quarterly Journal of Science, Literature, and the Arts**, London, v. 12, p. 283-285, 1821.
- FARADAY, M. Note on new electro-magnetical motion. **The Quarterly Journal of Science, Literature, and the Arts**, London, v. 12, p. 416-421, 1822.

FARADAY, M. Historical statement respecting electro-magnetic rotation. **The Quarterly Journal of Science, Literature, and the Arts**, London, v. 15, p. 288-292, 1823.

FARADAY, M. Electro-magnetic Current. **The Quarterly Journal of Science, Literature, and the Arts**, London, v. 19, p. 338, 1825.

FARADAY, M. Experimental researches in electricity (1^o series). **Philosophical Transactions Royal Society London**, London, v. 122, p. 125-162, 1832.

GARDELLI, D. **Experimento de Ørsted: subsídios para uma abordagem histórica do assunto no Ensino Médio**. 2014. 207f. Tese (Doutorado em Educação para Ciência e Matemática) – Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2014.

JONES, B. **The life and letters of Faraday**. London: Longmans, Green, and CO, 1870. (Vol. 2) 491p.

LIMA, T. C. S.; MIOTO, R. C. T. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. **Revista Katál**, Florianópolis, v. 10, n. spe, p. 37-45, 2007.

MARTINS, R. A. Ørsted e a descoberta do eletromagnetismo. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**, Florianópolis, v. 10, p. 89-114, 1986.

MARTINS, T. **Faraday's discovery of electro-magnetic induction**. London: Edward Arnold & CO, 1949. 160p.

MARTINS, T. **Faraday's diary: being the various philosophical notes of experimental investigation**. D. C. L., F. R. S., 1820-1862. 7 vols. London: G. Bell and Sons, 1932-1936 (preview edition – 2008). 458p.

ØRSTED, C. H. Thermo-electricity. **The Edinburgh Encyclopedia**, Edinburgh, v. 28, p. 573-89, 1830.

SALVADOR, A. D. **Métodos e técnicas de pesquisa bibliográfica**. 9^o ed. Porto Alegre: Editora Sulina, 1981. 239p.

SNELDERS, H. A. M. Oersted's discovery of electromagnetism. In: CUNNINGHAM, A.; JARDINE, N. **Romanticism and the Sciences**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. p. 228-239.

THOMPSON, S. P. **Michael Faraday: His life and work**. New York: The Macmillan Company, 1898. 308p.