

O Experimento da Indução Eletromagnética de Michael Faraday: construção de réplicas de aparatos históricos para promoção da abordagem da história da ciência

Paulo Henrique dos Santos Sartori
Marcio Nascimento de Oliveira

Resumo

Este trabalho apresenta o processo de pesquisa e produção de um conjunto de materiais elaborados a partir da análise detalhada do episódio histórico 'Experimento de Indução Eletromagnética' realizado em 1831 pelo cientista inglês Michael Faraday, em especial, a construção de réplicas dos aparatos anel-bobina, galvanômetro e bateria cocho, os quais foram confeccionados de modo artesanal, baseado em textos e imagens das obras originais do cientista. Alinhado a alguns pressupostos sobre as formas de utilização da abordagem Histórico-Investigativa, buscou-se retratar o processo de construção similar ao que teria sido vivenciado pelo próprio Faraday, contemplando as principais etapas envolvidas e os desafios enfrentados, contextualizando o experimento em si, os aparelhos elaborados por ele e instrumentos científicos utilizados na época. A busca por informações relevantes e consistentes pautou-se pelo uso de fontes primárias e secundárias confiáveis, acessíveis e respaldadas por instituições renomadas. A confecção dos aparatos, considerando a perspectiva da Replicação de Aparatos e Experimentos Científicos Históricos, possibilita uma imersão histórico-científica sobre o fazer ciência e a consequente implicação na construção do conhecimento científico, com potencial didático para fomentar o senso crítico e criativo dos estudantes.

Palavras-chave: *Abordagem Histórico-Investigativa. Aparato Científico Histórico. Réplicas. Episódios da Ciência. Michael Faraday.*

Abstract

This paper presents the research and production process of a set of materials developed through a detailed analysis of the historical episode 'Electromagnetic Induction Experiment' carried out in 1831 by the English scientist Michael Faraday, in particular the construction of replicas of the ring-coil, galvanometer, and trough battery apparatus, which were handcrafted based on texts and images from the scientist's original works. Aligned with some assumptions about the ways of using the Historical-Investigative approach, we sought to depict the construction process similar to what would have been experienced by Faraday himself, encompassing the main stages involved and the challenges faced, contextualizing the experiment itself, the apparatus elaborated by him, and the scientific instruments used at the time. The search for relevant and consistent information was guided by the use of reliable primary and secondary sources, accessible and supported by renowned institutions. The fabrication of the apparatus, considering the perspective of Replication of Historical Scientific Apparatus and Experiments, enables a historical-scientific immersion about doing science and its consequent implication in the construction of scientific knowledge, with didactic potential to foster students' critical and creative sense.

Keywords: *Historical-Investigative Approach. Historical Scientific Apparatus. Replicas. Episodes of Science. Michael Faraday.*

1 INTRODUÇÃO

De modo geral, percebe-se que, a despeito da grande quantidade e variedade de argumentos das comunidades de pesquisa em ensino de Ciências para a promoção e valorização de se trabalhar com aspectos da História e/ou Filosofia da Ciência (HFC) em todos os níveis de ensino, há pouca efetividade desta proposição em sala de aula. Tem-se observado um crescente número de produções acadêmicas, como artigos, dissertações e teses, bastante criativas e qualificadas com sugestões de atividades para introduzir e explorar aspectos da HFC em suas diferentes vertentes e alinhadas com a Nova Historiografia da Ciência (NHC). No entanto, as competências e habilidades previstas na própria Base Nacional Comum Curricular, conforme constatado por Leite *et al.*¹, traz aportes de HFC que, além de escassos, são ainda fundamentados numa historiografia tradicional, o que não gera mudanças desejadas na sua forma de abordagem.

De acordo com Batista e Silva², trabalhar com abordagem da História da Ciência (HC) permite acessar uma fonte de casos que podem inspirar o desenvolvimento de atividades em sala de aula que favoreçam a aprendizagem de conceitos e procedimentos típicos da atividade científica, propiciando melhor aprendizado dos próprios conceitos científicos, bem como, cativando e engajando os estudantes.

Procurou-se, então, investigar a história e o desenvolvimento de alguns aparatos científicos relacionados a um dos mais interessantes e peculiares episódios da história da física, do qual Michael Faraday é um personagem central: a indução eletromagnética. Em um de seus experimentos cruciais para esta área, denominado por ele mesmo “Evolução da Eletricidade a partir do Magnetismo” - considerado um dos mais importantes e incríveis da HC por diversos pesquisadores - foi possível consolidar as bases teóricas e experimentais do fenômeno da indução eletromagnética.

A perspectiva didática que orientou esta proposta foi a de se trabalhar na interface entre a HC, a experimentação e o processo investigativo, realizando a reconstrução dos aparatos históricos da maneira mais fidedigna que se pôde fazer.

Não se pretende aqui dissertar sobre as discussões teóricas e experimentais relativas ao estado da arte da indução eletromagnética no período histórico. A intenção é focar nas contribuições advindas de outra faceta da HC: um mergulho próprio e exploratório do processo de construção de aparatos, de enfrentamento de dificuldades de ordem técnica e científica no decorrer da reconstrução, numa experiência vivencial e visceral destes procedimentos.

2 A ABORDAGEM HISTÓRICO-INVESTIGATIVA

¹ Leite *et al.*, “Tipos de Abordagens,” 36-7.

² Batista & Silva, “Abordagem Histórico-investigativa,” 100.

Uma das maneiras de introduzir reflexões sobre a estruturação e organização do conhecimento científico por meio de práticas investigativas é combiná-las com abordagens pautadas pela HC, uma vez que o tema investigado pode ser relacionado a um determinado episódio histórico, explicitando o contexto metacientífico, os questionamentos, as explicações, os significados e o processo de aceitação de novas ideias³.

Atividades histórico-investigativas não preparam os alunos para manipular materiais automaticamente em busca de um resultado numérico, como normalmente ocorre em aulas de laboratório tradicionais. É esperado que os estudantes se envolvam em uma investigação pela participação ativa; não é suficiente que os alunos apenas desfrutem da experiência. Com a mediação do professor, os alunos devem problematizar uma situação, contextualizar e relacionar com o conteúdo trabalhado, criando hipóteses que são discutidas e testadas experimentalmente para subsidiarem a interpretação dos resultados⁴.

Utilizar a abordagem Histórica-Investigativa (HI) não consiste em uma tarefa simples. A despeito de suas potencialidades, sua inserção na rotina de sala de aula, por parte dos professores, se depara com diversos obstáculos e adversidades, como: conseguirem tempo necessário para estudar e compreender uma nova abordagem; de que é preciso desenvolver habilidades direcionadas para atuarem como mediadores; de que suas dúvidas sobre o método podem estar relacionadas com as suas atitudes e crenças sobre o ensino e a conseqüente insegurança para implementá-lo. É indispensável, também, aprender sobre HC e como pesquisar novos recursos para seu ensino, como fontes primárias e secundárias da HC⁵.

Na perspectiva de se trabalhar na interface entre HC, experimentação e processo investigativo, esta proposta traz elementos que se articulam com algumas das formas de utilização da abordagem Histórico-Investigativa (HI), apontados por Heering e Höttecke⁶ conforme explicitado no quadro 1.

Quadro 1 - Algumas formas de utilização da abordagem Histórico-Investigativa.

³ Batista & Silva, "Abordagem Histórico-investigativa," 99-100.

⁴ Ibid., 101.

⁵ Ibid., 103.

⁶ Heering & Höttecke citado em Batista & Silva, "Abordagem Histórico-investigativa," 102.

<p>Manuscritos e Diários de Laboratórios de Cientistas</p>	<p>Utilizam fontes primárias que podem fornecer uma <i>base confiável para a compreensão da ciência</i>. Esse tipo de abordagem mostra aos alunos que alguns dos questionamentos que eles possuem atualmente sobre determinado problema foram os mesmos ou semelhantes aos dos cientistas. Os <i>experimentos descritos nos diários podem ser realizados</i> pelos estudantes mostrando <i>dificuldades e erros que os cientistas enfrentaram</i>.</p>
<p>Instrumentos e/ou Aparatos do Passado</p>	<p><i>Reconstrução de experimentos históricos ou experimentação utilizando réplicas de aparatos originais</i>. Essa abordagem fornece aos alunos o entendimento sobre <i>como a construção de um conhecimento científico foi desenvolvido e contextualiza os experimentos, materiais e instrumentos utilizados na época</i>.</p>

Fonte: Heering & Höttecke⁷ (grifos nossos).

Na sequência, apresentam-se fundamentos a respeito dos aspectos sobre a confecção e uso de aparatos científicos históricos e a abordagem da replicação de experimentos e aparatos no contexto da HC.

3 A CONFECÇÃO E O USO DE APARATOS HISTÓRICOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

De acordo com Cavicchi⁸, quando os alunos têm a oportunidade de refazerem experiências históricas, diferentemente do ensino convencional - onde os tópicos e as práticas científicas frequentemente se fragmentam e as atividades laboratoriais são formatadas em padrões “enlatados” - eles experimentam inter-relações entre fenômenos, ações dos participantes e história. Essas ações têm valor pedagógico ao recuperar parte da conexão inerente à história e reintroduzindo a maravilha de fenômenos científicos para os alunos.

Enquanto a maioria dos currículos de ciências marginaliza a experiência histórica, confinadas em notas de rodapé ou abordadas superficialmente, algumas alternativas giram em torno da recriação de experimentos, debates e aparatos históricos. Durante o final dos anos 1960, Devons e Hartman foram pioneiros em desenvolver trinta configurações de experimentos históricos em um laboratório escolar. Eles perceberam que experimentos refeitos com materiais históricos levantam problemas genuínos que desafiam

⁷ Heering & Höttecke citado em Batista & Silva, “Abordagem Histórico-investigativa,” 102.

⁸ Cavicchi, “Historical Experiments,” 718.

as habilidades de observação e pensamento crítico dos alunos. A HC não é a única excluída das ciências escolares; observação e investigação da natureza raramente são realizadas⁹.

Peter Heering ensinou Eletrostática a alunos do ensino médio realizando leituras históricas e “dando” choques elétricos de Garrafas de Leyden que eles próprios fizeram. Os alunos ficaram cada vez mais animados enquanto discutiam observações, percebendo inadequações em suas explicações e recorrendo à criatividade pessoal para dar sentido ao assunto. Essas discussões dos alunos são um exemplo do Programa de Extensão de Treinamento de Professores de Física da Universidade de Oldenburg (Alemanha) por meio da reprodução de instrumentos históricos¹⁰.

A HC, com seu legado experimental, pode ser utilizada como um recurso educacional para combater a fragmentação do conhecimento científico e ir além, conforme aponta Arons¹¹:

[...] tal potencial educacional na riqueza de experiências com fenômenos e materiais singulares que experimentadores históricos como J. J. Thomson reuniram ao lidar com observações intrigantes. Exemplos históricos fornecem aos alunos oportunidades para considerar *como os experimentadores coordenaram o funcionamento e os limites de seus aparatos com o que estava acontecendo*. [...] os exercícios históricos contrastam com as tarefas convencionais de resolução de problemas ao envolver os alunos a *pensar profundamente sobre os fenômenos*, a apreciar ‘a unidade da física’ e a ampliar o que significa, para eles, aprender. Os alunos começam a *ver as ‘suposições’ e a incerteza de fazer ciência* [...]¹² (tradução e grifos nossos).

A aprendizagem nessas situações é expressa por meio do fazer, interagir, procurar, imaginar, tentar e, da mesma forma, ensinar também é ação. No sentido manifestado aqui, essa ação surge como uma atividade pedagógica provocativa que combina ensino e aprendizagem, ao tornar viável algo para fazer ou perceber que conduz os participantes para além do que eles desejam entender. Uma possível ação pedagogicamente produtiva é a de abrir algum aparelho, onde os mecanismos e os circuitos expostos levantam perguntas e hipóteses a respeito do funcionamento do dispositivo histórico. Estratégias similares a esta, permitem uma ação pensativa, profundamente integrativa, que emerge durante o processo à medida que os alunos tomam consciência de que a história tem caminhos diferentes dos nossos. As inter-relações entre fenômenos científicos, materiais e ações feitas com estes, ficam evidentes para os alunos, exercendo um papel funcional no que eles fazem e interpretam¹³.

⁹ Cavicchi, “Historical Experiments,” 718.

¹⁰ Heering citado em Cavicchi, “Historical Experiments,” 718.

¹¹ Arons citado em Cavicchi, “Historical Experiments,” 719.

¹² Ibid.

¹³ Cavicchi, “Historical Experiments,” 720.

4 A ABORDAGEM DA REPLICAÇÃO DE APARATOS E EXPERIMENTOS CIENTÍFICOS HISTÓRICOS

As diferentes abordagens comumente utilizadas para integrar a história e a filosofia da ciência no ensino de ciências geralmente mostram um déficit de integração de aspectos práticos nas aulas de ciências. Os materiais disponíveis para esta finalidade, na maioria das vezes, ficam delimitados a fontes textuais. A dimensão laboratorial da ciência como uma experiência vívida permanece escondida, apesar dos esforços para se agregar os aspectos históricos, filosóficos e sociais da ciência nos currículos de ciências¹⁴.

No entanto, nos últimos 20 anos, tem sido um dos principais objetivos da sociologia, da história e da filosofia da ciência investigar e compreender as ciências naturais como um trabalho prático: um trabalho, de mentes e de mãos, inserido num processo social. Paralelamente a essa tendência, o *Research Group on Higher Education and History of Science* (Grupo de Pesquisa em Ensino Superior e História da Ciência) do Departamento de Física da Universidade de Oldenburg (Alemanha), desenvolveu um projeto em que instrumentos históricos replicados são disponibilizados para fins didáticos. Nesta trajetória de trabalho, conta com mais de 40 experimentos que foram replicados, desde sua fundação em 1983¹⁵.

Trabalhar através do método de replicação de experimentos científicos históricos torna possível entender a ciência como um trabalho prático que ocorre em laboratórios, abrangendo: as dificuldades de experimentar, o desenvolvimento de habilidades experimentais e a possibilidade de experiências sensoriais. Quando alunos se engajam em replicar experimentos históricos o mais próximo possível do original, eles têm a oportunidade de descobrir mais elementos e detalhes sobre as condições específicas da situação experimental: os materiais (que muitas vezes não são conhecidos), as várias etapas no processo de experimentação para produzir resultados significativos e a relação específica do experimentador com seus materiais¹⁶.

Para Heering¹⁷, o que está implícito na noção de replicação delineada pelo *Research Group on Higher Education and History of Science* é a valorização de vários campos do trabalho historiográfico:

Para replicar um experimento histórico, muitas informações devem ser coletadas: publicações originais, diários de laboratório ou cadernos, monografias e atas de reuniões científicas. Essas fontes históricas fornecem informações sobre a *configuração experimental*, a afinação dos diferentes componentes da configuração, os materiais, os procedimentos de ação que ocorreram durante o experimento, a sala onde o experimento ocorreu (dimensões, temperaturas, exposição, etc.) ou a hora (do dia e do ano). Todas essas informações são úteis e necessárias para reconstruir a situação experimental o

¹⁴ Höttecke, "Replicating Historical Experiments," 344.

¹⁵ Ibid.

¹⁶ Ibid.

¹⁷ Heering citado em Höttecke, "Replicating Historical Experiments," 344.

mais exatamente possível, a fim de replicar o experimento e trabalhar nele. A *necessidade de tais informações específicas e detalhadas não é óbvia no início do processo de pesquisa*. Surge durante o trabalho com uma réplica quais informações são importantes ou não. Portanto, o processo de replicação de um experimento histórico envolve o estudo das fontes textuais, planejando e construindo a réplica, experimentando a réplica e reconectando as experiências com o experimento e o contexto histórico. Essas diferentes etapas de replicação não são separadas, mas estão interligadas¹⁸ (tradução e grifos nossos).

Percebe-se, dessa forma, que uma replicação permite uma compreensão do contexto histórico a partir do ponto de vista de um experimentador experiente. Assim, esta abordagem consegue expor um julgamento muito mais diferenciado de uma situação ou processo histórico nas ciências naturais. O método de replicação deve ser concebido como uma ferramenta para compreender a ciência, sua natureza e sua história da perspectiva dos praticantes da ciência¹⁹.

A replicação de experimentos históricos é um processo complexo, longo e trabalhoso que depende da habilidade artesanal dos indivíduos ao dar “vida” aos dispositivos, instrumentos e experimentos laboratoriais. Isso aponta para a natureza dos experimentos: a configuração de funcionamento de um experimento é um requisito para o sucesso, mas um experimento não expressa todos os seus significados até que um experimentador trabalhe nele²⁰. Portanto,

[...] devemos interpretar os experimentos como uma *estreita inter-relação* entre os instrumentos, os espaços onde ocorre o trabalho experimental e os próprios experimentadores. Ao trabalhar em uma replicação, procedimentos experimentais devem ser desenvolvidos seguindo os padrões históricos (se conhecidos). *Uma infinidade de diferentes etapas de trabalho deve ser gerada e coordenada*. Podemos descrevê-las, para se ter noção, como: ajustar, afinar, calibrar, gerar um ritmo para diferentes procedimentos, tomar precauções, ler instrumentos de medição, avaliar ou estimar. O trabalho de replicação prova que *os experimentadores podem influenciar a configuração ou mesmo os resultados* e que desenvolvem procedimentos individuais. Consequentemente, habilidades, expectativas, antecipações do resultado experimental e conhecimento prévio podem influenciar o experimento²¹ (tradução e grifos nossos).

Em contraste com os experimentos habituais realizados nas esferas da pesquisa e do ensino, um objetivo do método de replicação é que os experimentadores reflitam sobre si mesmos, ou seja, é preciso

¹⁸ Höttecke, “Replicating Historical Experiments,” 344-5.

¹⁹ Höttecke, “Replicating Historical Experiments,” 345.

²⁰ Ibid.

²¹ Ibid.

olhar para si próprio sob a dupla perspectiva de ator e de observador, para compreender a influência do experimentador²².

As fontes textuais, que nem sempre são acessíveis, geralmente carecem de uma descrição detalhada dos procedimentos experimentais. De acordo com Polanyi²³, retrabalhar e refazer um experimento pode nos ajudar a acessar o “conhecimento tácito” necessário para dar conta de: por um lado, preencher as “lacunas” das descrições de procedimentos experimentais, por outro lado, desempenhar as habilidades e completar as técnicas que não podem ser completamente registradas por escritos ou ilustrações, dado que eram desconhecidas ou muito complexas. É até possível que detalhes, anteriormente incompreensíveis de uma descrição de um experimento, se tornem compreensíveis durante o processo de replicação. Tal conhecimento deve estar relacionado a um amplo contexto histórico: a captação e a interpretação do experimento pela comunidade científica, a questão da disponibilidade de recursos (artesãos, fabricantes de instrumentos, laboratórios, qualidade dos equipamentos, aporte financeiro, etc.), a relação do privado com as esferas públicas e a inter-relação da biografia individual do cientista com os seus pares. Os diferentes estágios da replicação, ou seja, reconstruir uma configuração, experimentá-la e o estudo das fontes históricas disponíveis são movimentos apropriados para a compreensão dos experimentos em sua dimensão histórica complexa²⁴.

5 PROCEDIMENTOS

A operacionalização deste trabalho realizou-se por meio das seguintes etapas:

- Pesquisa de materiais apropriados e fontes primárias confiáveis para embasar a construção das réplicas e descrever o episódio histórico;
- Seleção de documentos, imagens, materiais, coerentes com os aspectos históricos e científicos da época;
- Confeção de réplicas de alguns aparatos científicos históricos, similares aos construídos por Faraday, detalhando o processo de construção;
- Tradução de textos originais e do diário de notas de Michael Faraday relacionados ao experimento de indução eletromagnética;
- Pesquisa, seleção e confecção das réplicas dos aparatos históricos: anel-bobina, galvanômetro e bateria.

Como principais fontes primárias, consideradas confiáveis e relevantes para os propósitos do trabalho, utilizou-se:

²² Höttecke, “Replicating Historical Experiments,” 345-6.

²³ Polanyi citado em Höttecke, “Replicating Historical Experiments,” 346.

²⁴ Höttecke, “Replicating Historical Experiments,” 346.

- os sítios da internet: *The Royal Institution* e *The Faraday Museum* (Londres, Inglaterra);
- a transcrição do Diários de Notas de Michael Faraday.

De forma concomitante, buscou-se artigos e imagens em sítios da internet de universidades, instituições de pesquisa, bibliotecas entre outros que pudessem fornecer dados a fim de comparar e corroborar (ou não) as informações históricas obtidas.

6 PRODUÇÃO DOS RECURSOS HISTÓRICOS

O quadro 2 apresenta uma perspectiva geral das produções textuais e materiais realizadas neste trabalho.

Quadro 2 - Panorama das produções desenvolvidas.

CIENTISTA	BIOGRAFIA	EPISÓDIO HISTÓRICO	TEXTO HISTÓRICO	APARATO HISTÓRICO
Michael Faraday	Resumo	Relato do Experimento de Indução Eletromagnética	Trechos do Diário de Notas	- Anel-bobina - Galvanômetro - Bateria

6.1 Breve Biografia de Michael Faraday

No vigésimo segundo dia do mês de setembro de 1791 nascia Michael Faraday, em Newington Butts, Surrey (Inglaterra). Seus pais, James Faraday e Margaret Hastwell, tinham outros dois filhos Elizabeth e Robert. Quando Michael tinha cinco anos, a família se mudou para Londres, época em que a Inglaterra sofria as consequências da Revolução Francesa, onde seu pai trabalhava numa ferraria mas recebia pouco dinheiro. Quando era criança, passou jogando bolitas e correndo com outros garotos do bairro ou entretendo sua pequena irmã. Sua educação formal foi curta pois sua mãe o retirou da escola, após a professora tentar corrigir um problema de dicção dele (não conseguia pronunciar o "r") com golpes de vara. Com a difícil situação financeira Michael recebeu uma educação rudimentar em leitura, escrita e aritmética²⁵.

George Riebau, um emigrante francês e proprietário de uma livraria, acabou contratando o jovem Michael, então com treze anos, trabalhando como mensageiro, na entrega de jornais matinais e, em seguida, como aprendiz de encadernador. Riebau ficou altamente impressionado com sua seriedade e habilidade. Faraday saciou sua curiosidade, no tempo livre, lendo uma variedade de livros de diferentes temáticas, mas sendo mais atraído pelos livros sobre ciência²⁶. A respeito disso, o próprio Faraday disse:

Enquanto aprendiz, adorava ler os livros científicos que estavam sob minhas mãos e, entre eles, me deliciava com as "Conversações em Química" de Marcet e os tratados

²⁵ Dias & Martins, "Michael Faraday," 519; Cantor, Gooding & James, *Faraday*, 1; Hirshfeld, *The electric life*, 24.

²⁶ Hirshfeld, *The electric life*, 25; Andrew, *Michael Faraday*, 1.

sobre eletricidade da "Enciclopédia Britânica". Fiz experimentos simples em química que poderiam ser custeados por alguns centavos por semana, e também construí uma máquina elétrica, primeiro com um frasco de vidro e depois com um cilindro real, bem como outro aparelho elétrico de tipo correspondente. [...], e que sua atenção foi voltada para a ciência pelo artigo 'Eletricidade' em uma enciclopédia que ele foi contratado para encadernar²⁷ (tradução nossa).

Com o crescente desejo de seguir uma carreira científica e a ajuda e recomendação de um cliente da livraria chamado Dance (que era membro da *Royal Institution*), Michael assistiu a uma série de quatro conferências do brilhante químico Humphry Davy (seu laboratório era um dos mais bem equipados da Inglaterra), realizadas em 1812, na *Royal Institution* de Londres. Fazendo anotações detalhadas dessas palestras, acompanhadas de ilustrações, encadernou-as e remeteu uma cópia para Davy juntamente com uma carta na qual pedia-lhe um emprego como assistente de laboratório. Em resposta, Davy expressou satisfação com as notas, marcando uma entrevista, mas disse que, naquele momento, não havia vaga, e que se sairia melhor como encadernador. No entanto, algum tempo depois, devido a um conflito no laboratório e a consequente demissão do assistente William Payne, Davy ofereceu a Faraday o cargo e solicitou que ele atuasse como seu auxiliar de laboratório pessoal e secretário. Assim, aos 22 anos, Faraday iniciou seu trabalho na *Royal Institution* no dia 6 de março de 1813²⁸.

Após meses de trabalho árduo como assistente de Davy, durante os quais adquiriu diversas habilidades laboratoriais, Faraday foi convidado para acompanhá-lo em uma viagem pelo continente europeu como seu amanuense. Faraday, que nunca havia saído de Londres, explorou a França, Suíça, Itália, Alemanha e Bélgica durante 18 meses. Essa jornada desempenhou um papel crucial em sua formação. Ele estudou minuciosamente a paisagem, a cultura e os costumes das regiões visitadas, registrando suas observações em diários de viagem e cartas. No entanto, o principal objetivo da viagem era permitir que Davy interagisse com cientistas europeus e visitasse laboratórios. Faraday claramente impressionou vários cientistas que o conheceram durante a viagem, e com os quais mantiveram contato por meio de correspondência²⁹.

²⁷ Jones, *Life and Letters*, 11.

²⁸ Dias & Martins, "Michael Faraday," 519-20; Andrew, *Michael Faraday*, 2 e 4.

²⁹ Cantor, Gooding & James, *Faraday*, 10.

Foi somente após a descoberta do eletromagnetismo, em 1820, feita pelo físico dinamarquês Hans Christian Oersted, que Faraday (Figura 1) começa a se dedicar ao ramo da Física, mergulhando com entusiasmo nesse novo campo de pesquisa e buscando estabelecer-se como cientista, saindo da sombra do renomado Davy. A mudança no relacionamento entre eles, devido a recorrentes conflitos de ordem pessoal e profissional, é um ponto crucial em sua carreira. Para se destacar na ciência, Faraday sabia que precisava fazer uma descoberta significativa por conta própria. A oportunidade surgiu em 1821, por meio de uma descoberta notável, chamada de “rotações eletromagnéticas”, concretizada em uma incrível montagem experimental. No entanto, essa conquista foi manchada por controvérsias e acusações de que ele não teria reconhecido adequadamente a contribuição de Davy e de que teria utilizado o trabalho de outro cientista, William Hyde Wollaston, sem dar o devido crédito, o que afetou profundamente seu relacionamento com Davy³⁰.



Figura 1: Imagem de Michael Faraday.³¹

Em meados de 1821, Faraday casou-se com Sarah Barnard, filha de um membro da seita protestante Sandemiana³², a qual tornou-se adepto. Dois anos depois foi indicado para ser membro da *Royal Society*, um reconhecimento importante para um cientista. Acabou sendo eleito, em janeiro de 1824, com uma única objeção - a de Davy, presidente da instituição à época³³.

Na *Royal Institution*, Faraday tinha um dos mais bem equipados laboratórios de toda a Grã-Bretanha adquirindo ele próprio, muitas vezes, novos equipamentos. Foi um experimentalista brilhante que combinou efetivamente mente e mão, de forma altamente original, na concepção de novos aparelhos e execução de experimentos inéditos. Faraday revitalizou a *Royal Institution*, introduzindo reuniões noturnas e demonstrações públicas, que mais tarde se tornaram os famosos Discursos de Sexta-Feira à Noite (*Friday*

³⁰ Cantor, Gooding & James, *Faraday*, 11.

³¹ Fonte: Michael Faraday por H. W. Pickersgill, gravado por Samuel Cousins. Retirado de JAMES, Frank A. J. L.

³² Fundada no meio do século XVIII pelo ministro escocês John Glas e seu genro Robert Sandeman, inspirados na leitura literal do Novo Testamento.

³³ Andrew, *Michael Faraday*, 6; Hirshfeld, *The electric life*, 236; Cantor, Gooding & James, *Faraday*, 11.

Evening Discourses) e as Conferências de Natal (*Christmas Lectures*), prestigiadas inclusive por Albert - príncipe consorte do Reino Unido, eventos que continuam até os dias atuais³⁴, trazendo à tona o fundamental aspecto da divulgação do conhecimento científico.

Faraday atuou como consultor em diversos trabalhos públicos e durante 30 anos foi conselheiro da *Trinity House*. Em 1858, após 38 anos de trabalho na *Royal Institution*, ele se aposentou. Entre seus colegas cientistas, alcançou a reputação de pesquisador brilhante, resultante das longas horas passadas no laboratório e da produção de quase 400 publicações científicas, recebendo títulos honorários e homenagens de diversos lugares do mundo. Embora, até certo ponto, ainda ativo profissionalmente, Faraday sentia o mundo se fechando ao seu redor com constantes falhas de memória e confusão mental, momento em que ele e sua esposa foram agraciados pela Rainha Vitória, com uma confortável casa em Hampton Court, no ano de 1862. Ali, em uma cadeira com vista para os jardins e voltada para o oeste para que ele pudesse assistir ao pôr do sol, cada vez mais, Faraday ficava praticamente imóvel e em silêncio. Ao astrônomo James South teria manifestado o desejo de ter um “funeral simples e discreto, assistido apenas por [seus] próprios parentes, seguido por uma lápide do tipo mais comum, em um lugar terreno o mais simples possível”. Foi nesta cadeira, na tarde de 25 de agosto de 1867, que Faraday morreu, sendo enterrado no Cemitério de Highgate³⁵.

6.2 Experimento Histórico: Indução Eletromagnética de Michael Faraday

O experimento que levou Faraday a culminar na concepção do conceito de indução eletromagnética, ocorreu no vigésimo nono dia do mês de agosto de 1831³⁶. O aparato experimental principal foi o anel-bobina (*Ring-coil Apparatus*) e os aparatos auxiliares foram: o galvanômetro (*Galvanometer*) e a bateria (*Trough Battery*).

6.2.1 Aparato Histórico Principal: Anel-bobina (*Ring-coil Apparatus*)

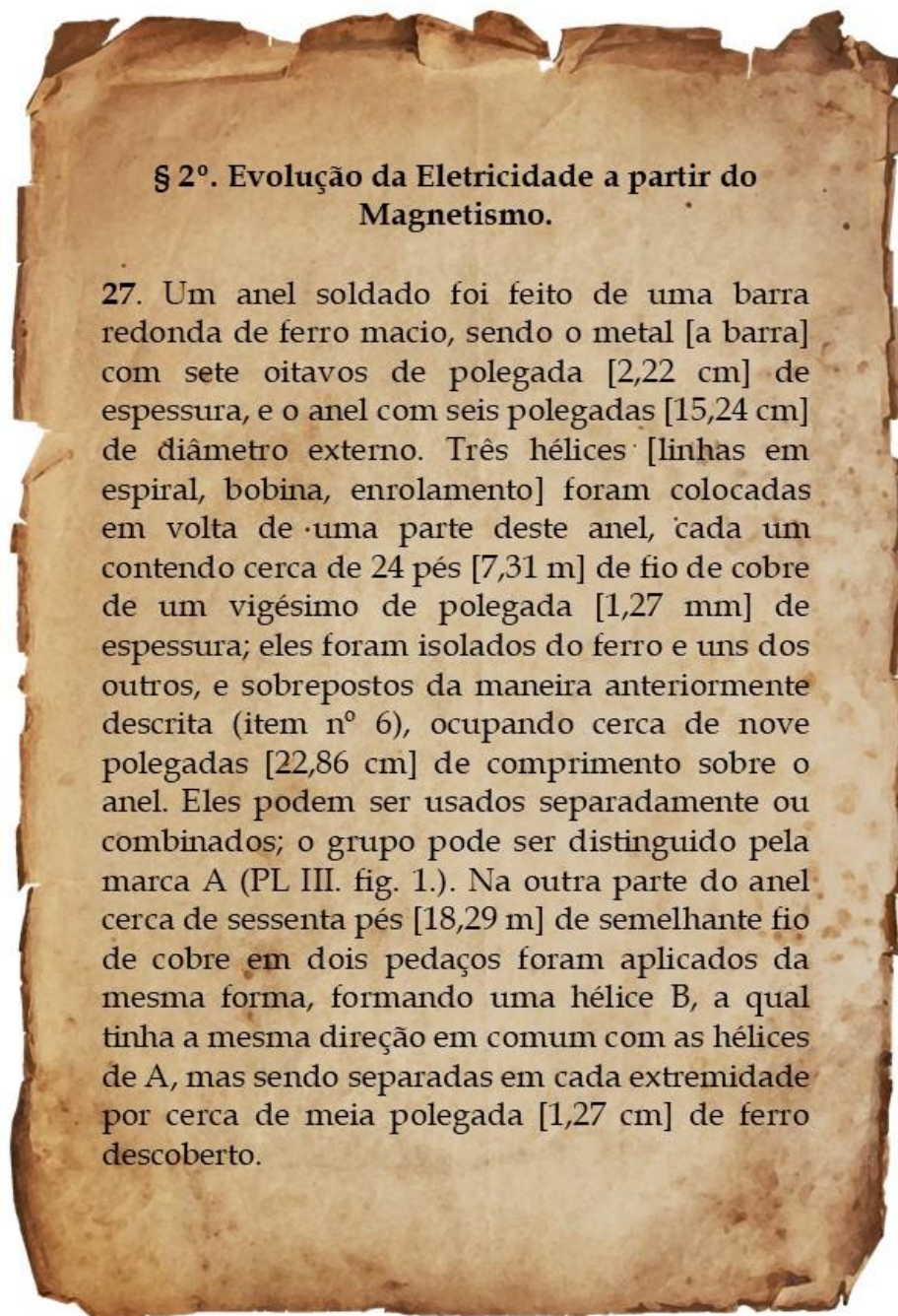
A descrição da construção do aparato a seguir foi feita pelo próprio Michael Faraday. Foi realizada uma tradução cuidadosa a partir da transcrição do documento original ‘On the induction of electric currents; On the evolution of electricity from magnetism; On a new electrical condition of matter; On Arago's Magnetic phenomena’ publicado em 1832 e de suas anotações pessoais (Faraday’s notebooks), procurando manter o conteúdo íntegro e efetuando conversões de unidades de medida (indicadas entre colchetes) para unidades usuais do sistema métrico.

³⁴ Cantor, Gooding & James, *Faraday*, 12; Andrew, *Michael Faraday*, 7.

³⁵ Dias & Martins, “Michael Faraday,” 520; Hirshfeld, *The electric life*, 236-37; Cantor, Gooding & James, *Faraday*, 6.

³⁶ The Royal Institution, *Faraday’s Notebooks*.

A estética visual de apresentação do documento da transcrição com um aspecto de papel antigo e parcialmente corroído pretende simular, para fins didáticos, o manuseio e a leitura de um texto que já faz muito tempo que foi produzido. A figura 2, ao final da transcrição, mostra o aparato original que se encontra no Museu Faraday na *The Royal Institution* de Londres.



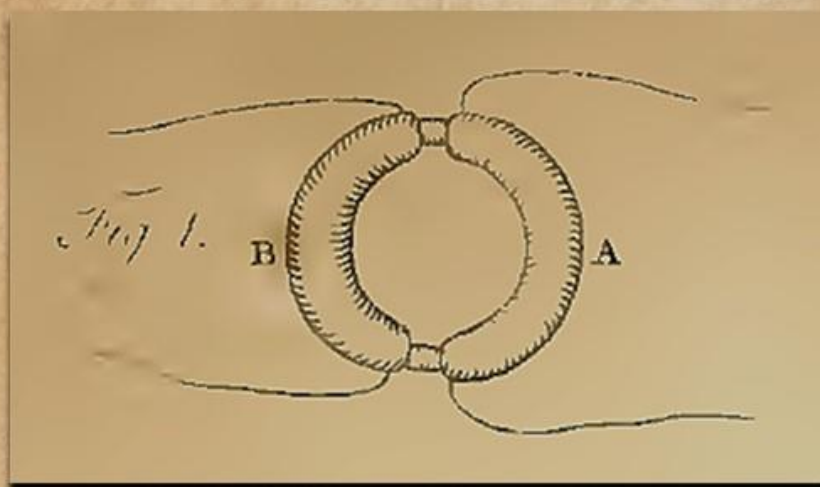


Fig. 1. Fonte primária: Philosophical Transactions MDCCCXXXII. Plate III. p. 131.
Extraído de: FARADAY, Michael, 1832.

28. A hélice B foi conectada por fios de cobre com um galvanômetro a três pés [91,44 cm] do anel. Os fios de A foram conectados de ponta a ponta de modo a formar uma longa hélice, cujas extremidades foram conectadas com uma bateria de dez pares de placas de quatro polegadas quadradas [25,80 cm²]. O galvanômetro foi imediatamente afetado, e em um grau muito além do que foi descrito, quando se utilizou uma bateria dez vezes mais potente e hélices sem ferro foram usadas (item nº 10); mas embora o contato fosse contínuo, o efeito não era permanente, pois a agulha logo veio a acomodar-se em sua posição natural, como se fosse indiferente ao arranjo eletromagnético acoplado. Ao romper o contato com a bateria, a agulha foi novamente desviada com força, mas na direção contrária àquela induzida em primeira instância.

Um aspecto particularmente importante refere-se ao processo de isolamento do fio de cobre descrito no relato de Faraday “da maneira anteriormente descrita” no item 6 de suas anotações, do qual, traduziu-se alguns trechos para compreender como ele realizava tal procedimento:

6. Cerca de [...] de fio de cobre um vigésimo de polegada [1,27 mm] de diâmetro foram enrolados [...] como uma hélice, da qual as diferentes espirais foram impedidas de se tocar por um fino barbante interposto. Essa hélice foi recoberta com chita [tecido comum de algodão], e então um segundo fio foi aplicado da mesma maneira³⁷ (tradução e inserções nossas).

Uma montagem simulada (representação) da reprodução do experimento realizado por Faraday no dia 29 de agosto de 1831, mostrando o conjunto dos aparatos utilizados e suas ligações elétricas, está disponível no site oficial de vendas de impressos do Science Museum Group de Londres (Figura 2).



Figura 2: Simulação do experimento da indução eletromagnética.³⁸

³⁷ Faraday, *Induction of Electric Currents*, 126.

³⁸ Fonte: Image Ref. 10311228, © Science Museum / Science & Society Picture Library: <https://www.ssplprints.com/image/93771/faradays-electromagnetic-induction-experiment-1831>.

A peça principal, o anel-bobina, que propiciou a realização deste experimento é mostrada na figura

3.



Figura 3: Anel-bobina de Michael Faraday: atualmente está em exibição no piso térreo da *The Royal Institution* no *Faraday Museum*.³⁹

6.2.1.1 Relato da Construção da Réplica do Anel-bobina

A descrição a seguir, refere-se ao detalhamento da construção do aparato, baseado no trabalho original de Faraday e em imagens obtidas a partir do Museu de Faraday na *The Royal Institution* de Londres.

No primeiro momento levantou-se a questão sobre qual material ou alternativa de peças para construção do item histórico: o anel de ferro [ferro doce] circular, com 7/8 de polegada de espessura e 6 polegadas de diâmetro externo, tentando ser o mais fidedigno possível com as medidas e a forma geométrica originais. Uma das opções poderia ser a forja da peça. Porém, na cidade de Caçapava do Sul - RS (Brasil), a profissão de forjador está extinta. Devido a isto pensou-se em outra alternativa: poder-se-ia utilizar uma mola rosca que se encontra nos veículos como peça dos amortecedores. Fez-se uma busca em alguns ferros-velhos, porém as molas que eram encontradas não correspondiam com as medidas do anel original de Faraday. No entanto, num ferro-velho próximo à Universidade Federal do Pampa - campus Caçapava do Sul - RS (Brasil) encontrou-se um pedaço de uma mola quebrada de munho que conferia com as medidas. Como a mola tinha formato espiral e precisava-se de uma circunferência, cortou-se uma volta da mola do tamanho desejado. Para transformar este pedaço de mola em anel foi utilizado uma técnica de forja: em um belo domingo de churrasco, depositou-se a peça na brasa por cerca de uma hora; quando a peça ficou avermelhada, foi recolhida do fogo e levada para uma superfície de aço e batida com marreta até alinhar e fechar o anel e, em seguida a peça foi presa num torno para realizar uma solda e finalizar o anel. Após todo este processo foi dado uma demão de convertedor de ferrugem.

³⁹ Fonte: Crédito: Paul Wilkinson. <https://www.rigb.org/our-history/iconic-objects/iconic-objects-list/faraday-ring>.

Logo a seguir, iniciou-se outra etapa para construção das bobinas do anel. Separou-se o anel em duas regiões: lados A e B. Cada lado recebeu duas camadas de enrolamento de fio de cobre fino e esmaltado⁴⁰. Em cada camada foi dada uma mão de verniz e na terceira camada foi realizado um revestimento com tecido chitão e fixado com cola. Além disso, nesta última volta, todo o fio de cobre foi enrolado em espiral com linha de lã. A seguir, estão algumas imagens (Figura 4) das etapas realizadas.



Figura 4: Etapas da construção do anel-bobina de Faraday: (A) Forja do anel. (B) Enrolamento com fio de cobre esmaltado em torno do anel. (C) Enrolamento do fio de cobre com linha de lã. (D) Anel-bobina finalizado.⁴¹

⁴⁰ Utilizou-se um fio de cobre de espessura próxima ao do experimento original e, por questões técnicas, optou-se por fazer o procedimento de isolamento similar ao realizado por Faraday apenas nas camadas finais (mais externas) das bobinas, de tal modo que o anel-bobina pode, eventualmente, ser utilizado de forma funcional.

⁴¹ Fonte: Os autores.

6.2.2 Aparato Histórico Auxiliar: Galvanômetro (*Galvanometer*)

A construção do galvanômetro baseou-se no modelo que está em exposição no Museu da *The Royal Institution* e nas imagens que esta instituição disponibilizou (Figura 5) por meio do contato feito com esta instituição através de sua rede social oficial no Twitter, sendo a única forma de contato que se obteve retorno. A tentativa inicial foi realizada, via e-mail, com Charlotte New que é a responsável pelo cuidado diário do patrimônio e das coleções, porém, não houve resposta. Também se tentou comunicação por meio da rede social Instagram, sem sucesso.

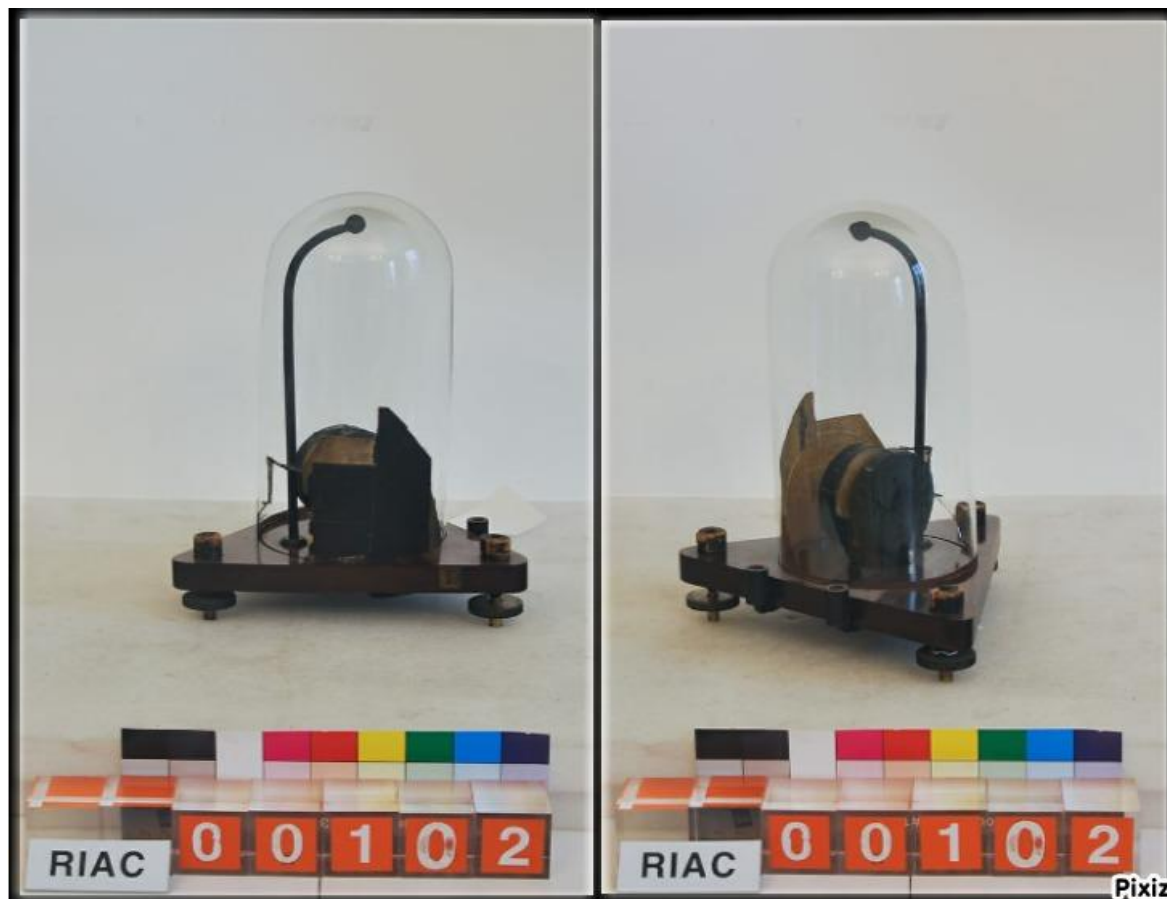


Figura 5: Galvanômetro Astático que foi utilizado por Michael Faraday: atualmente está em exibição no piso térreo da *The Royal Institution* no *Faraday Museum*.⁴²

Após uma longa pesquisa em busca do tipo de galvanômetro utilizado por Faraday, concluiu-se que era do tipo astático. Atribui-se a Leopoldo Nobili (1784-1835), cientista italiano, a idealização e construção do primeiro galvanômetro deste tipo⁴³. Em função de sua complexidade, segue uma exposição sintética de sua estrutura e funcionamento (justificados por princípios físicos).

⁴² Fonte: *The Royal Institution Collection* RIAC 00102.

⁴³ Zorrer, *Galvanômetro de Nobili*.

Existem duas maneiras de aumentar a sensibilidade de um galvanômetro. O primeiro método consiste em aumentar a ação efetiva da corrente enrolando muitas voltas do fio condutor isolado em torno da agulha. O segundo método é diminuir a influência oposta do magnetismo da Terra, que tende a manter a agulha apontando para o norte e para o sul⁴⁴.

É muito claro que, a menos que isso seja feito, a corrente deve manter uma luta constante contra o poder da ação diretiva da Terra sobre a agulha. Portanto, também é evidente que se pudermos neutralizar a força do magnetismo terrestre, a corrente exercerá muito mais força sobre a agulha, sendo capaz de desviar a agulha muito mais fácil. Pode-se fazer isso colocando duas agulhas magnetizadas em um eixo (que pode ser um fio leve de latão ou alumínio), com seus polos opostos, o polo norte de um sobre o polo sul do outro, e vice-versa⁴⁵.

Ao usar tal combinação, a Terra atrairá a agulha superior e tenderá a manter seu polo norte apontando para o norte; mas irá repelir a agulha inferior com a mesma força, e tende a virá-la completamente. Desta forma, os ímãs assim dispostos têm muito pouca tendência para se posicionar ao norte e ao sul, porque a força que age em um é contrabalançada diretamente pela força que age no outro⁴⁶.

Uma agulha construída da maneira descrita acima é chamada de agulha astática. Quando uma agulha astática é colocada em uma bobina de modo que [...] a agulha inferior esteja dentro da bobina e a superior acima dela, suas deflexões serão muito maiores do que se uma agulha comum fosse usada, por duas razões: em primeiro lugar, a força que mantém a agulha em sua posição fixa é pequena e, conseqüentemente, mais facilmente influenciada; em segundo lugar, a força da bobina é exercida na mesma direção em duas agulhas em vez de uma, pois a agulha superior estando muito mais próxima da parte superior da bobina do que a inferior, é desviada apenas por ela, e a deflexão assim induzida está na mesma direção da agulha inferior⁴⁷.

6.2.2.1 Relato da Construção da Réplica do Galvanômetro

A base de madeira, no formato de triângulo equilátero com 29,0 cm de lado, foi preparada para receber os demais componentes. Instalou-se três pés reguláveis para nivelamento (ajuste da altura), duas pequenas hastes em formato de “L” de 4,0 cm de comprimento e uma curvatura de 1,0 cm, nas quais foram enrolados fios de cobre fino e encaixados (na parte curva) uma mangueira estreita de 1,0 cm de espessura e 3,0 cm de comprimento, passando os fios por baixo da base, para conectá-los às bobinas. A haste que sustenta um fio (de costura) e uma agulha de costura imantada por meio de um ímã, tem altura de 22,0 cm

⁴⁴ Lockwood, *Electrical Measurement*, 42-43.

⁴⁵ *Ibid.*, 43.

⁴⁶ *Ibid.*, 44.

⁴⁷ *Ibid.*, 44-45.

e é feita de ferro de construção fino. Uma rosa dos ventos (impressa num disco de papel com 8,0 cm de diâmetro) forma com a agulha uma bússola, a qual paira sobre as duas bobinas. Cada uma destas foi feita com 8 voltas de fio de cobre fino em torno de uma roda de madeira com diâmetro de 7,0 cm, 1,5 cm de largura e uma furação central de 2,8 cm de diâmetro, finalizando com uma pintura de tinta preta. Foram fixadas na base, na posição vertical e paralelas entre si. Entre elas, foi posto um retângulo de madeira com as dimensões de 4,0 cm comprimento e 1,5 cm de largura e 2,0 cm de altura. O conjunto da haste, da bússola e das bobinas foi coberto por uma cúpula de vidro (redoma de 15,0 cm de diâmetro e 25,0 cm de altura). Todas as dimensões seguiram uma proporção a partir das medidas realizadas através de um padrão em imagens enviadas pela *The Royal Institution*. Logo abaixo, seguem as imagens (Figura 6) de algumas etapas desta construção.

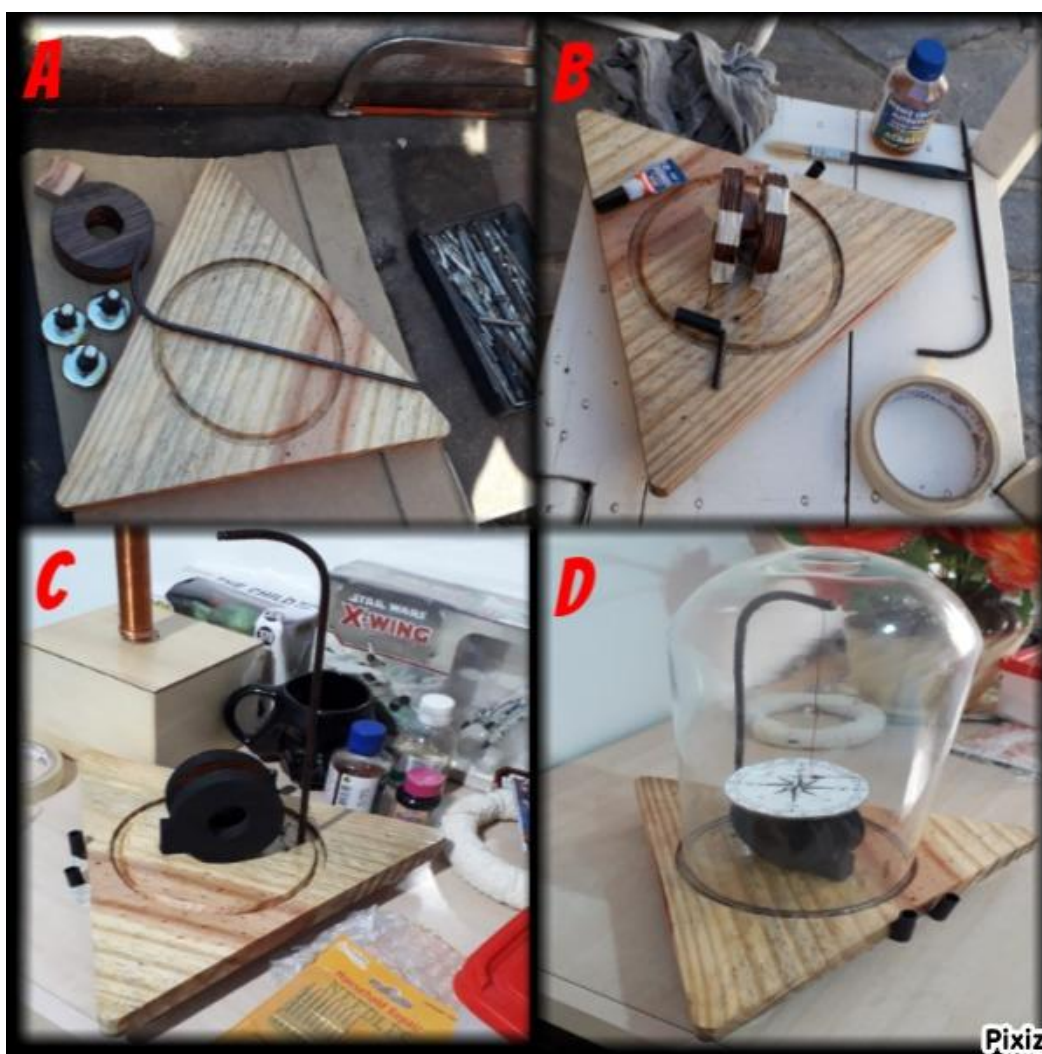


Figura 6: Etapas da construção do galvanômetro: (A) Instalação, na base de madeira, dos pés reguláveis e a haste. (B) Base de madeira: furação e instalações da haste, de dois pinos metálicos e das bobinas e conexão elétrica aos dois pinos. (C) Pintura em verniz da base e haste e pintura em preto das bobinas. (D) Galvanômetro finalizado.⁴⁸

⁴⁸ Fonte: Os autores.

6.2.3 Aparato Histórico Auxiliar: Bateria (*Trough Battery*)

Embora os relatos de Faraday não mencionem o tipo de bateria que teria utilizado especificamente para este experimento, evidenciou-se, a partir de imagens das figuras 2 e 7, que a bateria é do tipo “cocho” ou “calha” (*trough*). Nas especificações feitas por Faraday há indicativos explícitos da quantidade de placas (dez pares) e da área de cada placa (quatro polegadas quadradas).



Figura 7: Conjunto de aparatos utilizados no histórico experimento sobre Indução Eletromagnética, atualmente em exibição no piso térreo da *The Royal Institution no Faraday Museum*: (1) Anel-bobina; (2) Galvanômetro e (3) Bateria cocho.⁴⁹

⁴⁹ Fonte: Google Maps. Endereço: <https://www.google.com/maps/@51.5098785,-0.1423225,3a,74.3y,232.34h,85.67t/data=!3m7!1e1!3m5!1sAF1QipPw7th0rxafIRuVUBRCOrfPTJPosu5tbMGMNMI6!2e10!3e12!7i13312!8i6656>.

Para melhor visualização dos detalhes da bateria, a figura 8 mostra, de forma ampliada, uma bateria do mesmo tipo e com as mesmas características daquelas retratadas nas figuras 2 e 7.



Figura 8: Bateria cocho similar à utilizada por Faraday.⁵⁰

6.2.3.1 Relato da Construção da Réplica da Bateria (*Trough Battery*)

Num primeiro momento foi realizado o manuseio de chapas de zinco e de cobre, de espessura de 0,5 mm, para confeccionar placas quadradas de dimensões equivalentes a quatro polegadas quadradas (aproximadamente 5,0 cm x 5,0 cm). Com um lápis e um esquadro foram realizadas marcações nas chapas e, então, com uma tesoura apropriada para cortar chapa, cortou-se a primeira placa que foi usada como molde para cortar as demais, totalizando 10 placas de cada tipo de metal.

O recipiente da bateria tipo cocho foi construído no formato de uma caixa retangular com chapas de madeira de 1,0 cm de espessura e dimensões de 36,0 cm de comprimento, 6,8 cm de largura e 5,5 cm de altura. Ao longo de todo o comprimento interno da caixa, em ambos os lados, foram feitas ranhuras (fendas) no sentido vertical, para encaixar as placas de metal. As ranhuras, de 1,0 mm de largura cada e distantes 5,0 mm uma da outra, foram marcadas à lápis e feitas com uma serra. Em seguida, as madeiras foram lixadas e fixadas com cola para madeira. Após a cola secar, foi dado duas demãos de verniz nas estruturas da bateria cocho.

⁵⁰ Fonte: Science Museum Group Collection ©The Board of Trustees of the Science Museum. Bateria galvânica original de Cruickshank, fabricada por Richard & George Knight, Londres, Inglaterra, 1801-1838. Object Number: 1899-46. Link: <https://collection.sciencemuseumgroup.org.uk/objects/co6522/trough-battery-1801-1838-voltaic-pile>.

Logo a seguir, seguem as imagens (Figuras 9 e 10) de algumas etapas da construção.



Figura 9: Etapas de confecção das placas da bateria (Trough Battery): (A) Marcações das medidas e cortes das chapas. (B) Chapas de zinco e de cobre cortadas.⁵¹

⁵¹ Fonte: Os autores.



Figura 10: Etapas de construção do cocho de madeira da bateria (Trough Battery): (A) Medição e marcação, nas duas placas de madeira laterais, das ranhuras e confecção das fendas com uma serra. (B) Montagem do cocho. (C) Processo de lixamento e pintura com verniz. (D) Bateria cocho finalizada.⁵²

6.2.4 Conjunto de Réplicas dos Aparatos Históricos do Experimento de Indução Eletromagnética.

A partir das réplicas confeccionadas dos aparatos históricos: anel-bobina, do galvanômetro e da bateria, constitui-se a coleção dos dispositivos utilizados no Experimento de Indução Eletromagnética, conforme mostra a figura 11.

⁵² Fonte: Os autores.



Figura 11: Conjunto das réplicas dos aparatos utilizados no histórico experimento sobre Indução Eletromagnética.⁵³

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção das réplicas dos aparatos utilizados por Faraday foi uma experiência de trabalho árduo e de muitos desafios, principalmente pelo motivo deste processo ter ocorrido em uma situação global de pandemia. Um dos maiores obstáculos foi o de buscar matéria prima para construção, pelo fato do município onde foi feito o trabalho ser de pequeno porte e poucos materiais foram encontrados no comércio local, tendo que se procurar boa parte deles em lojas virtuais (compras online); uma alternativa que deixava o processo mais lento e, às vezes, tendo que utilizar peças que não eram adequadas, sendo necessário adaptá-las de forma criativa.

Houve muitos momentos de reflexão para determinar quais materiais utilizar e a forma como seriam trabalhados para atingir o objetivo de construir os aparatos da forma mais fidedigna possível. No decorrer das montagens, deparou-se com situações nas quais foi necessário a realização de procedimentos de marcenaria e ferraria; em outras, acreditava-se que o processo de construção estava pronto, no entanto, descobria-se pequenas, mas importantes, imprecisões, levando a constantes ajustes.

⁵³ Fonte: Os autores.

Dialogando com Höttecke (2000), este trabalho focou o tema da replicação de aparatos e experimentos históricos como dispositivos de aprendizagem e ensino. Quando replicados da forma mais fidedigna possível em relação ao original, possibilitam experiências intelectuais e também sensoriais, como uma espécie de “incorporação” do cientista naquela realidade e naquela circunstância. Aprender por meio da replicação torna possível aprender em diferentes níveis da atividade humana relacionados à mente e ao corpo. Reconstruir e refazer situações experimentais históricas revela as múltiplas e multifacetadas dimensões laboratoriais das ciências naturais, permitindo vivenciar momentos e etapas que proporcionam uma ideia mais precisa e coerente do significado da experimentação na história da ciência.

Nas pesquisas realizadas esbarrou-se com inúmeros momentos de dificuldades, principalmente para encontrar algumas informações técnicas e históricas referente ao detalhamento da descrição das invenções e aparelhos. As fontes de consulta disponíveis são inúmeras, porém, a grande maioria peca por não apresentar com clareza alguns aspectos que eram necessários para a construção dos aparatos e acabou-se enfrentando problemas como o deficit ou a ambiguidade de informações. Um grande percalço foi o de identificar os tipos de galvanômetro e de bateria originalmente utilizados por Faraday, apesar de encontramos materiais de fontes primárias como diários e cartas dele mesmo, os quais traziam bastante especificações sobre seus trabalhos e sua história.

Concorda-se com Höttecke (2000) que a replicação de um instrumento de acordo com o original permite um conhecimento detalhado sobre as dimensões históricas da prática laboratorial e sua relação com o processo de desenvolvimento científico. O processo de produção do conhecimento científico, vai muito além do um trabalho intelectual, envolvendo aspectos sociais e práticos. Experimentar é um trabalho criativo da mente e das mãos. Reconstruir e refazer torna possível compreender o trabalho científico e seus resultados em um contexto histórico, por meio de uma experiência intelectual e também sensorial e estética. Isso permite uma perspectiva detalhada e refinada sobre a ciência e sua história. Ademais, as replicações apresentam questões sobre materiais, formas de realizar experimentos, o papel do sujeito experimentador no processo de experimentação, o efeito na comunidade científica e a pré e pós-história do experimento histórico. Constituem, portanto, valioso recurso para desenvolver e responder a perguntas sobre experimentos. A replicação de experimentos históricos, neste sentido, serve como um método de historiografia da ciência, bem como, auxilia na compreensão e ensino da ciência e sua história⁵⁴. Vislumbra-se, assim, a potencialidade didática para desenvolver habilidades reconstruindo um experimento histórico e refazendo o desenho experimental, obtendo assim uma percepção muito mais acurada e próxima do trabalho prático que os cientistas realizaram.

Vale ressaltar, como uma limitação da produção material, que os aparatos históricos confeccionados não foram testados em termos de funcionamento devido, em parte, à inviabilidade de acesso

⁵⁴ Höttecke, “Replicating Historical Experiments,” 358.

a informações que demandavam elevado custo financeiro, impossibilitando sanar dúvidas e detalhes mais específicos. Desta forma, não é possível usá-los para demonstrar os fenômenos físicos a que se destinam. No experimento histórico da Indução Eletromagnética, que foi replicado por meio da análise de uma imagem disponibiliza pela *The Royal Institution*, tem-se insuficiência de evidências a respeito do galvanômetro, na qual faltam partes do aparelho, mais especificamente o sistema de agulhas, bobinas e a rosa dos ventos (ou transferidor), os quais, supomos, devem ter se deteriorado com o tempo ou mesmo tenham sido danificados levantando, inclusive, a desconfiança em relação ao quanto preservou a originalidade, apresentando algumas características, ao nosso ver, incompatíveis (ou diferentes) com os instrumentos desenvolvidos e utilizados na mesma época.

Ao final, o mais importante foi constatar que, a proposta do trabalho, especialmente pela construção das réplicas dos aparatos, superou e muito nossas expectativas iniciais, tornando-se altamente gratificante e prazerosa, permitindo-nos explorar o processo de suas confecções e refletir profundamente sobre os desafios de fazer Ciência na prática e mergulhar na riqueza e nas idiossincrasias de um personagem-cientista em ação.

SOBRE OS AUTORES:

Paulo Henrique dos Santos Sartori
paulosartori@unipampa.edu.br

Marcio Nascimento de Oliveira
mdemarcio27@gmail.com