

Prefácio à primeira edição

Era conhecido dos antigos que certos corpos, quando esfregados, parecem atrair outros corpos. Nos tempos modernos, foi observada uma grande quantidade de fenômenos que estão relacionados com esses fenômenos de atração. Foram classificados sob o nome de fenômenos *Elétricos*, sendo o âmbar, ἤλεκτρον, a substância para a qual estes [fenômenos] foram descritos pela primeira vez.

Outros corpos, e especialmente a magnetita, ou pedaços de ferro e aço submetidos a determinados processos também são conhecidos por exibirem o fenômeno de ação à distância. Percebeu-se que esses fenômenos, assim como outros relacionados a eles, são diferentes dos fenômenos magnéticos, e foram classificados como fenômenos *Magnéticos*, sendo que a magnetita, μάγνης, é encontrada na Magnésia da Tessália.

Verificou-se que essas duas classes de fenômenos estão relacionadas entre si, e as relações entre os vários fenômenos conhecidos das duas classes constituem a ciência do Eletromagnetismo.

Neste Tratado, me proponho a descrever mais importantes entre estes fenômenos, a mostrar que podem ser mensurados, e a esboçar as conexões matemáticas entre as quantidades medidas. Tendo obtido dados para uma teoria matemática do eletromagnetismo, e tendo mostrado como esta teoria pode ser aplicada para o cálculo dos fenômenos, vou procurar iluminar da forma mais clara possível as relações entre a forma matemática da teoria e a ciência fundamental da Dinâmica, de forma que possamos estar preparados, pelo menos em parte, para definir o tipo de fenômeno dinâmico que nos permita ilustrar ou explicar os fenômenos eletromagnéticos.

Na descrição destes fenômenos, devo selecionar aqueles que mais claramente ilustram as ideias fundamentais da teoria, omitindo outros, ou guardando-os para o momento em que o leitor esteja mais adiantado.

Do ponto de vista matemático, o aspecto mais importante de qualquer fenômeno é que seja mensurável. Por isso, vou tratar o fenômeno elétrico principalmente do ponto de vista de sua medida, descrevendo os métodos de medida, e definindo os padrões de que dependem.

Na aplicação da matemática ao cálculo de quantidades elétricas, vou me esforçar, primeiramente, para deduzir as conclusões mais gerais possíveis, a partir dos dados que possuímos, e, em seguida, aplicar os resultados aos casos mais simples possíveis. Vou evitar, tanto quanto for possível, as questões que não ampliaram nosso conhecimento da ciência, apesar de terem provado a habilidade dos matemáticos.

As relações internas entre os diferentes ramos da ciência que temos que estudar são mais numerosas e complexas do que as de qualquer ciência desenvolvida até agora. Suas relações externas, por um lado, com a dinâmica, e, por outro, com o calor, a luz, a ação química, e a constituição dos corpos, parecem indicar uma importância especial da ciência elétrica em relação à interpretação da natureza.

A mim me parece que o estudo do eletromagnetismo em toda a sua amplitude, portanto, tornou-se de primeira importância como meio de promover o progresso da ciência.

As leis matemáticas para as diferentes classes de fenômenos foram desenvolvidas de forma bastante satisfatória.

As conexões entre as diferentes classes de fenômenos também foram investigadas, e a probabilidade de que as leis experimentais estejam rigorosamente bem estabelecidas foi reforçada pelo conhecimento amplo de suas relações umas com as outras.

Finalmente, algum progresso foi feito na redução do eletromagnetismo a uma ciência dinâmica, ao mostrarmos que nenhum fenômeno eletromagnético contradiz a suposição de que dependa puramente de ação dinâmica.

No entanto, o que foi feito até agora de maneira nenhuma exauriu o campo de pesquisa em eletricidade. Ao contrário, [o que foi feito] aponta para outros temas de investigação, e nos oferece meios para essa investigação.

É praticamente desnecessário discorrer sobre os benefícios da pesquisa magnética sobre a navegação, e a importância da verdadeira direção da bússola, e o efeito do ferro em navios. Os trabalhos daqueles que tentaram tornar a navegação mais segura também levaram a um grande progresso da ciência pura. Gauss, como membro da União Magnética Alemã, usou seu poderoso intelecto para desenvolver a teoria do magnetismo, bem como os métodos para sua observação, e não somente incrementou muito nosso conhecimento da teoria das atrações, como também reconstruiu toda a ciência do magnetismo em relação aos instrumentos utilizados, aos métodos de observação e aos cálculos de resultados, de modo que suas memórias sobre o Magnetismo Terrestre podem ser adotadas como modelos de investigação física por todos que estão engajados na medida de qualquer uma das forças da natureza.

A importante aplicação do eletromagnetismo ao telégrafo também impactou a ciência pura, ao oferecer valor comercial às medidas elétricas precisas, e disponibilizando para os pesquisadores da eletricidade o uso de aparelhos em escala muito além da de qualquer laboratório comum. As consequências desta demanda por conhecimento elétrico, e das oportunidades experimentais para adquiri-lo são grandes, no estímulo aos pesquisadores avançados e na difusão entre homens práticos de conhecimento acurado, o que deve conduzir a um progresso científico importante de toda profissão de engenharia.

....

A organização geral deste Tratado difere consideravelmente da de outros trabalhos elétricos excelentes, a maioria dos quais foi publicada na Alemanha, e pode parecer que não faz justiça às especulações de vários eletricitistas e matemáticos eminentes. Uma das razões para isso é que antes de iniciar o estudo da eletricidade decidi que não leria nada matemático sobre o assunto antes de ler o texto de Faraday, "Pesquisas experimentais em eletricidade". Eu sabia que se considerava que existia uma diferença entre as concepções de Faraday e as dos matemáticos sobre os fenômenos, de forma que nem um nem outros estavam satisfeitos com as linguagens do outro. Eu também tinha a convicção de que essa diferença não tinha origem no erro de um ou de outros. Fui convencido disto por Sir William Thomson, através de sua supervisão, assistência e publicações, e a quem devo a maior parte do conhecimento sobre o assunto.

Na medida em que procedia com os estudos de Faraday, percebia que seu método de perceber os fenômenos era também matemático, embora não fosse apresentado na forma convencional de símbolos matemáticos.

Faraday, por exemplo, com seus olhos da mente, via linhas de força atravessando todo o espaço onde os matemáticos viam centros de força de atração à distância: Faraday via um meio onde eles não viam mais que forças: Faraday procurava o local dos fenômenos nas ações reais que aconteciam no meio, [ao passo] que eles ficavam satisfeitos com encontra-lo no poder da ação à distância nos fluidos elétricos.

Quando traduzi minha compreensão das ideias de Faraday em uma forma matemática, percebi que, em geral, os resultados dos dois métodos coincidiam, de forma que os mesmos fenômenos e as mesmas leis de ação eram dedutíveis dos dois métodos. No entanto, o método de Faraday se assemelhava ao método em que começamos com o todo e chegamos às partes com a análise, ao passo que os métodos matemáticos ordinários se fundavam no princípio de iniciar com as partes e construir o todo a partir da síntese.

Também percebi que muitos dos métodos mais férteis de investigação descobertos pelos matemáticos podiam ser expressos de forma muito melhor em termos das ideias propostas por Faraday do que em sua forma original.

Toda a teoria do potencial, por exemplo, considerado como uma quantidade que obedece uma certa equação diferencial parcial, pertence essencialmente ao método que chamei de [método] de Faraday. De acordo com o outro método, o potencial, se for considerado, deve ser entendido como a soma das partículas eletrificadas dividida, cada uma, por sua distância a um ponto dado. Portanto, muitas das descobertas feitas por Laplace, Poisson, Green e Gauss possuem seu lugar neste tratado, e são expressas em termos dos conceitos deduzidos [das ideias] de Faraday.

A ciência da eletricidade teve grandes progressos, especialmente na Alemanha, devido aos cultivadores da teoria de ação à distância. As valiosas medidas elétricas de W. Weber foram interpretadas por ele à luz desta teoria, e a especulação magnética que se originou com Gauss, e foi desenvolvida por Weber, Riemann, J. e C. Neumann, Lorenz, e cia., funda-se na teoria de ação à distância. No entanto, depende diretamente da velocidade relativa das partículas, ou então da propagação gradual de alguma coisa, ou do potencial ou da força, de uma partícula para outra. O enorme sucesso que esses homens eminentes atingiram na aplicação da matemática aos fenômenos elétricos confere, naturalmente, peso adicional às suas especulações teóricas. É natural, portanto, os estudantes de eletricidade que se voltam para eles, como autoridades máximas em eletricidade matemática, também bebam de suas hipóteses físicas, junto com seus métodos matemáticos.

Essas hipóteses físicas são completamente estranhas ao modo de ver as coisas adotado por mim, e um dos objetivos que tenho em mente é que alguns estudantes de eletricidade que leiam este tratado possam perceber que há outra maneira de tratar o assunto que é igualmente boa para explicar os fenômenos; e que, embora possa parecer em algumas partes menos definida, corresponde mais de perto ao nosso conhecimento atual, penso eu, tanto naquilo que afirma quanto naquilo que deixa por ser decidido.

De um ponto de vista filosófico, além disso, é extremamente importante que os dois métodos sejam comparados, sendo ambos capazes de explicar os principais fenômenos eletromagnéticos, e tendo ambos tentado explicar a velocidade da luz como um fenômeno eletromagnético e calculado sua velocidade; e, ao mesmo tempo, são radicalmente diferentes tanto os conceitos fundamentais relativos ao que de fato ocorre, assim como a maioria dos conceitos secundários relativos às quantidades envolvidas.

Assim, assumo o papel de um advogado e não de um juiz, e exemplifico um dos métodos, ao invés de fazer uma apresentação imparcial de ambos. Não tenho dúvida de que o que chamei de método Alemão também encontrará seus apoiadores, e será apresentado com a habilidade que sua criatividade exige.

.....

É de grande proveito para um estudante iniciante, em qualquer área, a leitura dos relatórios originais sobre o tema de estudo, pois a ciência é assimilada muito mais completamente quando está em seu estado nascente. No caso das *Pesquisas* de Faraday, isto é relativamente fácil, já que foram publicadas conjuntamente e podem ser lidas em sequência. Se, de alguma forma, meu texto puder auxiliar algum estudante a compreender os modos de Faraday de pensamento e expressão, terei cumprido um de meus principais objetivos: comunicar a outros o mesmo prazer que tive em minha leitura das *Pesquisas* de Faraday.

.....

James Clerk Maxwell

1 de Fevereiro de 1873

q