

A Concepção dos Elementos de Corrente e da Intensidade de Corrente em Ampère

Introdução

Com o avanço dos estudos eletrostáticos no século XVIII houve uma corrente de pesquisadores que buscaram uma relação entre os fenômenos elétricos e magnéticos. Esta relação foi encontrada em 1820, quando Hans Oersted (1777-1851) descobriu a deflexão de uma agulha imantada causada por um fio conduzindo uma corrente constante.¹ Esta descoberta marca o início do eletromagnetismo, ou seja, do estudo sistemático da relação entre os fenômenos elétricos e magnéticos.

Entre outras coisas, o cientista dinamarquês observou que quando uma corrente elétrica com intensidade constante é disposta paralelamente ao eixo de uma agulha imantada orientada ao longo do meridiano magnético terrestre, a agulha é desviada para uma direção preferencial.

¹ Hans C. Oersted, "Experiências sobre o efeito do conflito elétrico sobre a agulha magnética", *Cadernos de História e Filosofia da Ciência* 10, trad. de Roberto de A. Martins (1986), 115-122.

Oersted não publicou seu trabalho em nenhum periódico científico, mas redigiu-o em latim e o enviou na forma de um folheto a vários cientistas famosos em 21 de julho de 1820. Ele foi então traduzido e publicado por alguns editores de revistas científicas.

Em 4 de setembro de 1820, Arago (1786-1853) descreveu o trabalho de Oersted perante a Academia de Ciências de Paris. Diante da descrença generalizada devido ao resultado singular desta experiência, repetiu-a perante a Academia em 11 de setembro. Tal resultado inspirou intensamente André-Marie Ampère (1775-1836).

Para explicar sua experiência Oersted propôs um modelo de um vórtice externo ao fio que empurrava o ímã. Já Biot (1774-1862) propôs a magnetização do fio. Ao contrário destes autores, Ampère propôs que o efeito entre o ímã e o fio era causado devido a interação de correntes elétricas no fio e no ímã. Isto o levou a buscar uma interação direta entre dois fios com corrente. Encontrou este efeito, sendo esta uma de suas descobertas mais importantes. Obtendo este resultado positivo, o cientista francês trabalha intensamente no

assunto até publicar sua obra magna em 1826 descrevendo a interação entre correntes elétricas: *Théorie Mathématique des Phénomènes Électro-dynamiques Uniquement Déduite de l'Expérience* (Teoria Matemática dos Fenômenos Eletrodinâmicos Deduzida Unicamente da Experiência).

A concepção de corrente elétrica para Ampère

Para construir uma teoria baseada na interação entre correntes elétricas era necessário definir com precisão este conceito. A concepção de corrente elétrica para Ampère era a de um fluxo de cargas positivas movendo-se em um sentido em relação ao fio, juntamente com um fluxo oposto de cargas negativas movendo-se em sentido oposto em relação ao fio.

Até então os nomes usualmente dados para as correntes existentes nos condutores eram de "corrente galvânica" ou de "corrente voltaica". Estas correntes geravam fenômenos tais como a decomposição da água ou o movimento muscular involuntário. Ampère em seu primeiro artigo sobre o tema em 1820 escreve:

"As correntes das quais falo vão acelerando-se até que a inércia dos fluidos elétricos e a resistência que sofrem pela imperfeição [presente] mesmo nos melhores condutores, equilibrem-se com a força eletromotriz, após isto elas continuam indefinidamente com uma velocidade constante enquanto esta força conservar a mesma intensidade; mas cessam sempre no momento em que o circuito é interrompido. É a este estado da eletricidade [existente] em uma série de corpos eletromotores e condutores, que nomearei, para abreviar, de *corrente elétrica*."²

E dando continuidade descreve o que entende por corrente elétrica. Distingue primeiro os fenômenos que classifica como devidos a uma "tensão elétrica," daqueles que classifica como devidos a uma "corrente elétrica." Na primeira categoria coloca os fenômenos usuais da eletrostática que ocorrem quando separamos cargas positivas e negativas

² A. -M Ampère, "Sobre os efeitos das correntes elétricas", *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência* 5, trad. J. P. M. C. Chaib e A. K. T. Assis (2007): 92-102.

através de um meio isolante (atração de corpos leves por corpos carregados, atrações entre corpos com cargas opostas etc.). No segundo caso analisa o que acontece quando unimos estes corpos eletrizados com cargas opostas através de um meio condutor (decomposição de substâncias químicas, deflexão de uma agulha imantada em relação ao meridiano magnético quando nas proximidades de um fio com corrente, atrações e repulsões entre condutores com corrente etc.)

Além de estabelecer uma nova nomenclatura, explica o que quer dizer com estes nomes. No futuro, também criará os nomes *eletrodinâmico e eletrostático*³ para tornar mais claro a distinção entre estes fenômenos.

Ampère também parece ter sido o primeiro a expressar em palavras a idéia de que a intensidade de corrente em um fio é proporcional à quantidade de carga que atravessa a seção reta do fio por unidade de tempo, ou de que ela é proporcional ao produto entre o valor da carga elétrica que está sendo transportada e a velocidade com que esta carga

³ A.-M. Ampère, "Expériences relatives à de nouveaux phénomènes électro-dynamiques", *Annales de Chimie et de Physique* 20 (1822): 60-74.

se desloca em relação ao fio.⁴ Hoje em dia é comum expressar-se estas duas relações matematicamente por $i = dq/dt$ e com *ids* sendo substituída por qv , respectivamente, onde v é a velocidade da carga q em relação ao fio.

Sentido da corrente e elemento de corrente

Para compreender melhor os fenômenos resultantes da ação entre correntes elétricas foi necessário estabelecer um sentido para a corrente elétrica. Ampère definiu que ao se referir ao sentido da corrente estaria sempre se referindo ao sentido de movimento das cargas positivas em relação ao fio.⁵ Esta convenção empregada pela primeira vez por Ampère é adotada até os dias de hoje.

Ampère não só se preocupou em descrever qualitativamente as correntes elétricas, como o fez quantitativamente também. Necessitava desta formulação para seu objetivo maior que era de descrever quantitativamente todos os fenômenos eletrodinâmicos em uma fórmula matemática.

⁴ Ampère, A.-M. Manuscrito arquivado nos Archives de l'Académie des Sciences de Paris, carton 8, chemise 158.

⁵ A. -M. Ampère, "Sobre os efeitos das correntes elétricas", 95.

Para isso, Ampère diz:

“Inicialmente é evidente que a ação mútua de dois elementos de correntes elétricas é proporcional aos seus comprimentos. Pois, ao supor [os elementos de corrente] divididos em partes infinitamente pequenas iguais à sua medida comum, todas as atrações e repulsões destas partes, podendo ser consideradas como direcionadas ao longo de uma mesma linha reta, necessariamente se somam.”⁶

Ao desenvolver o conceito de elemento de corrente, Ampère denomina o comprimento infinitesimal destes elementos por ds e ds' . O conceito de elemento de corrente foi criticado duramente por cientistas como Biot. Porém, tanto a nomenclatura como o conceito introduzidos por Ampère são utilizados inclusive nos dias de hoje.

⁶ A.-M. Ampère, “Théorie Mathématique des Phénomènes Électrodynamiques Uniquement Déduite de l'Expérience” (Sceaux: Éditions Jacques Gabay, 1990). Réimpression du Mémoire fondamental d'André-Marie Ampère paru en 1827.

Estabelecendo assim os conceitos de *corrente elétrica*, *sentido da corrente*, *intensidade de corrente* e de *elemento de corrente*, Ampère pôde chegar à sua equação da força entre os elementos de corrente. A força de Ampère segue à lei da ação e reação ao longo da linha que une estes elementos.

Conclusões

- Ao observar o experimento de Oersted e ser levado pela intuição a observar a ação entre “correntes galvânicas”, Ampère se propôs a modelar matematicamente este tipo de interação.
- Inicialmente, Ampère sistematiza os conceitos com os quais vai trabalhar. Com isso faz questão de apresentar uma nomenclatura nova contendo os conceitos de como entende os fenômenos naturais.
- Os conceitos fundamentais para a elaboração de sua força são: corrente elétrica, a força entre os elementos de corrente estando ao longo da reta que os une, a ação de um elemento de comprimento ds com corrente i atuando sobre outro elemento sendo proporcional a ids . Estes conceitos são usados até hoje.

- Observa-se a variedade de contribuições que Ampère fez para a eletrodinâmica, mesmo focando em apenas um aspecto de sua teoria.

Agradecimentos

Um dos autores (JPMCC) agradece à PRPG/IFGW/UNICAMP pela concessão de uma bolsa de doutorado durante a qual foi realizado este trabalho.

João P. M. C. Chaib e André K. T. Assis

Instituto de Física Gleb Wataghin, UNICAMP