

ELETRODINÂMICA DE AMPÈRE



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Reitor

FERNANDO FERREIRA COSTA

Coordenador Geral da Universidade

EDGAR SALVADORI DE DECCA

EDITORA
UNICAMP

Conselho Editorial

Presidente

PAULO FRANCHETTI

ALCIR PÉCORÁ – CHRISTIANO LYRA FILHO
JOSÉ A. R. GONTIJO – JOSÉ ROBERTO ZAN
MARCELO KNOBEL – MARCO ANTONIO ZAGO
SEDI HIRANO – SILVIA HUNOLD LARA

André Koch Torres Assis
João Paulo Martins de Castro Chaib

ELETRODINÂMICA DE AMPÈRE

Análise do significado e da evolução da força de Ampère, juntamente com a tradução comentada de sua principal obra sobre eletrodinâmica

Grafia atualizada segundo o Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa de 1990. Em vigor no Brasil a partir de 2009.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELO
SISTEMA DE BIBLIOTECAS DA UNICAMP
DIRETORIA DE TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO

As76e Assis, André K. T. (André Koch Torres), 1962-
Eletrodinâmica de Ampère: análise do significado e da evolução da força de Ampère, juntamente com a tradução comentada de sua principal obra sobre eletrodinâmica / A. K. T. Assis e J. P. M. d. C. Chaib. – Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2011.
1. Ampère, André-Marie, 1775-1836. 2. Eletrodinâmica. 3. Eletromagnetismo. 4. Física. I. Chaib, João Paulo Martins de Castro. II. Título.

CDD 537.6
537
ISBN 978-85-268-0938-3 530

Índices para catálogo sistemático:

1. Ampère, André-Marie, 1775-1836	537.6
2. Eletrodinâmica	537.6
3. Eletromagnetismo	537
4. Física	530

Copyright © by André Koch Torres Assis e João Paulo Martins de Castro Chaib
Copyright © 2011 by Editora da Unicamp

Nenhuma parte desta publicação pode ser gravada, armazenada em sistema eletrônico, fotocopiada, reproduzida por meios mecânicos ou outros quaisquer sem autorização prévia do editor.

Editora da Unicamp
Rua Caio Graco Prado, 50 – Campus Unicamp
CEP 13083-892 – Campinas – SP – Brasil
Tel./Fax: (19) 3521-7718/7728
www.editora.unicamp.br – vendas@editora.unicamp.br

Agradecimentos

Agradecemos a diversas pessoas por sugestões, auxílio na realização de algumas experiências, preparo de algumas ilustrações, obtenção de referências, ideias oferecidas etc.: Antonio Vidiella Barranco, Christine Blondel, Sérgio Luiz Bragatto Boss, João José Caluzi, Roberto Antônio Clemente, Peter Heering, James R. Hofmann, Ceno Pietro Magnaghi, Hector Munera, Marcos César Danhoni Neves, Edmundo Capelas de Oliveira, José Rafael Boesso Perez, Daniel Robson Pinto, Fabio Miguel de Matos Ravanelli, Varlei Rodrigues, Abner de Siervo, Moacir Pereira de Souza Filho, Mário Noboru Tamashiro e Bertrand Wolff.

À *Revista brasileira de história da ciência* agradecemos pela autorização para reproduzirmos a tradução comentada da primeira obra de Ampère sobre eletrodinâmica;¹ à PRPG da Unicamp pela bolsa de doutorado durante a qual este trabalho foi iniciado;² à Fapesp pela concessão de uma bolsa de pós-doutorado para a realização deste livro e ao Instituto de Física da Unicamp por fornecer as condições necessárias para a realização deste trabalho.

A. K. T. Assis e J. P. M. d. C. Chaib

¹(1) e (2).

²(3).

Sumário

I	Ampère e o significado de sua força entre elementos de corrente	17
1	Introdução	19
1.1	Vida de Ampère	19
1.2	Obra de Ampère	22
1.3	A experiência de Ørsted e seu impacto sobre Ampère	24
1.4	A invenção dos termos <i>eletromagnetismo</i> , <i>eletromagnético</i> , <i>eletrodinâmico</i> e <i>eletrostático</i>	28
2	A força de Ampère e o significado de seus termos	29
2.1	A força de Ampère entre elementos de corrente	29
2.1.1	A força de Ampère em notação vetorial e no sistema internacional de unidades	30
2.1.2	Avaliação de Maxwell sobre a força de Ampère	31
2.2	A concepção de corrente elétrica para Ampère	32
2.3	O sentido da corrente em termos do movimento das cargas	34
2.4	Os significados da expressão “sentido da corrente”	38
2.5	O sentido da força e seu sinal algébrico	42
2.6	A intensidade da corrente e o tamanho do elemento de corrente	43
2.7	A distância entre os dois elementos	45
2.8	Os ângulos que aparecem na força de Ampère	45
2.8.1	O ângulo entre os dois elementos de corrente	46
2.8.2	O ângulo entre os planos formados por cada elemento e a reta que os une	47
2.8.3	Os ângulos entre os elementos e a reta que os une	47
II	A evolução da força de Ampère	55
3	As primeiras experiências de Ampère	59
3.1	Interpretação feita por Ampère da experiência de Ørsted	59
3.2	Orientação de uma bússola por um fio com corrente	60
3.3	Atração e repulsão entre uma agulha imantada e um fio com corrente	63
3.4	Descoberta das correntes fechadas	65
3.5	Reproduzindo a atração e a repulsão entre dois ímãs alinhados	65
3.6	Interação entre fios com corrente	67
3.6.1	Interação entre espirais	67
3.6.2	Interação entre fios retos e paralelos	69
3.7	Reprodução da ação diretriz da Terra sobre uma bússola	70
3.8	A experiência de Ørsted eletrodinâmica	73
3.9	A experiência inversa de Ørsted	76
3.10	Resumo das primeiras experiências de Ampère	77

4	Formulações iniciais da força entre elementos de corrente	79
4.1	Tentativa inicial	79
4.2	A primeira publicação contendo uma expressão da força entre dois elementos de corrente	85
4.2.1	A lei da adição	85
4.2.2	Teorema da não existência de interação entre elementos ortogonais	92
4.2.3	O artigo de dezembro de 1820	92
4.2.4	O princípio de simetria	96
4.3	Casos de equilíbrio	97
4.3.1	Métodos para obter a força entre elementos infinitesimais	97
4.3.2	Espiras astáticas	98
4.3.3	Caso de equilíbrio do fio sinuoso	99
4.3.4	Caso de equilíbrio das correntes antiparalelas	101
5	A concepção magnética de Ampère	111
5.1	O magnetismo sendo devido a correntes macroscópicas nos ímãs e na Terra	111
5.2	As contribuições de Fresnel	113
5.3	Ampère e as correntes moleculares	115
5.4	Nomenclatura sobre as correntes moleculares	116
6	As contribuições de Biot e Savart	119
6.1	A experiência do fio retilíneo	119
6.2	A experiência do fio oblíquo	123
6.3	Um resultado inesperado para Ampère: o caso de equilíbrio das correntes ortogonais .	125
7	A obtenção da força entre elementos de corrente com seu valor final	129
7.1	A rotação contínua de Faraday	129
7.2	Experiências iniciais de Ampère sobre a rotação contínua	130
7.2.1	Reprodução da experiência de Faraday	130
7.2.2	Obtendo a rotação contínua apenas com o magnetismo terrestre	133
7.2.3	Rotação de um ímã ao redor de seu eixo	133
7.2.4	Obtendo a rotação contínua apenas com correntes elétricas	135
7.2.5	Distinção entre rotação contínua e revolução contínua	138
7.3	A experiência crucial de Ampère	138
7.3.1	Previsão errada de Ampère	138
7.3.2	Uma anomalia experimental: o caso de equilíbrio da não existência de rotação contínua	141
7.4	Transformações da força entre elementos de corrente	143
7.4.1	Força em função do ângulo entre os elementos	143
7.4.2	Força em termos de derivadas parciais	145
7.5	A obtenção de $k = -1/2$	147
7.6	Dois resultados notáveis obtidos por Ampère	151
III	A última fase das pesquisas eletrodinâmicas de Ampère	153
8	Novas experiências de Ampère	155
8.1	O caso de equilíbrio das correntes em semicírculo	155
8.2	A experiência da ponte de Ampère	157
8.3	A experiência mostrando que $n > 1$ ou que $k < 0$	158

9	As contribuições de Savary	161
9.1	Obtenção de uma nova relação entre n e k	161
9.2	O análogo eletrodinâmico de um polo magnético	165
9.3	Torque de um fio reto sobre um cilindro eletrodinâmico	168
9.4	Explicação para o caso de equilíbrio das correntes ortogonais	169
9.5	Ação mútua entre dois cilindros eletrodinâmicos	170
9.6	O caso do fio oblíquo eletrodinâmico	171
9.7	Reações de Biot e Savart ao trabalho de Savary	172
9.8	Reações de Ampère ao trabalho de Savary	174
10	Alguns desenvolvimentos posteriores	177
10.1	A diretriz, o plano diretor e a força exercida por um circuito fechado de forma arbitrária sobre um elemento de corrente	177
10.1.1	A diretriz em notação vetorial	180
10.1.2	Relacionando a diretriz com o campo magnético	182
10.2	A introdução do solenoide eletrodinâmico	183
10.2.1	Interação entre um solenoide e um elemento de corrente	184
10.2.2	Interação entre um solenoide e um circuito fechado de forma arbitrária	186
10.2.3	Interação entre dois solenoides simplesmente indefinidos	187
10.2.4	Interação entre dois solenoides definidos e o análogo eletrodinâmico de um ímã	189
10.3	As contribuições de Poisson	190
10.4	O caso de equilíbrio da não existência de força tangencial	191
10.5	O caso de equilíbrio da lei da semelhança	193
10.6	Mapeando o magnetismo terrestre	197
10.7	Equivalência entre uma folha magnética e um circuito com corrente	200
10.8	Síntese final	202
IV	Controvérsias, parte 1: todos contra Ampère	205
11	Ørsted <i>versus</i> Ampère	209
11.1	Interpretação de Ørsted para sua própria experiência	209
11.2	Ørsted contra Ampère	212
11.2.1	Complicação matemática da teoria de Ampère	213
11.2.2	Ação direta entre condutores sem ser intermediada por um fluxo de cargas circulando ao redor dos fios	213
12	Biot e Savart <i>versus</i> Ampère	215
12.1	Interpretação feita por Biot e Savart da experiência de Ørsted	215
12.2	Biot e Savart contra Ampère	216
13	Faraday <i>versus</i> Ampère	219
13.1	Interpretação feita por Faraday da experiência de Ørsted	219
13.2	Faraday contra Ampère	220
14	Grassmann <i>versus</i> Ampère	223
14.1	A força de Grassmann entre elementos de corrente	223
14.1.1	Força de Grassmann com notação vetorial	226
14.2	Grassmann contra Ampère	227

15 O conceito de campo <i>versus</i> a concepção de Ampère	229
15.1 Definições de campo magnético	229
15.2 As fontes do campo magnético	231
15.3 A força exercida por um campo magnético	232
15.4 O conceito de campo contra a concepção de Ampère	233
V Controvérsias, parte 2: Ampère contra todos	235
16 Ampère contra seus principais oponentes	237
16.1 Ampère contra Ørsted	239
16.2 Ampère contra Biot e Savart	239
16.3 Ampère contra Faraday	240
16.4 “Ampère” contra Grassmann	241
16.5 “Ampère” contra o conceito de campo	242
17 Falhas cometidas por Biot e Savart na “dedução” da suposta força exercida por um elemento de corrente sobre um polo magnético (lei de Biot-Savart)	245
17.1 Primeira falha	245
17.2 Segunda falha	246
17.3 Terceira falha	247
18 Crítica à hipótese de imantação do fio devido à passagem da corrente elétrica	249
18.1 A hipótese de imantação do fio não explicava a experiência de Ørsted	249
18.1.1 Falha qualitativa	249
18.1.2 Falha quantitativa	251
18.2 O princípio de conservação das forças vivas	252
18.3 Com a hipótese de imantação do fio não é possível explicar a rotação contínua	254
19 Os polos magnéticos são hipóteses descartáveis	257
19.1 Ampère contra os polos magnéticos	257
19.2 Identificação do fluido magnético com o fluido galvânico	258
19.3 A força elementar tem de atuar entre grandezas de mesma natureza	259
20 Em defesa da ação e da reação ao longo da reta que une os corpos	263
20.1 Ampère contra os turbilhões e as ações revolutivas ao redor de um fio com corrente	263
20.1.1 Ampère contra os turbilhões revolutivos de Ørsted	264
20.1.2 Ampère contra as ações revolutivas de Biot, Savart e Faraday	264
20.1.3 “Ampère” contra o campo magnético revolutivo	265
20.2 Críticas de Ampère ao torque primitivo	265
20.2.1 Torque primitivo de Biot e Savart	266
20.2.2 Torque primitivo de Faraday	267
20.2.3 Torque primitivo com Grassmann	267
20.2.4 Torque primitivo com o conceito de campo magnético	268
20.2.5 Ampère contra o torque primitivo	269
20.3 Ampère contra a violação da lei de ação e reação	269

21 Três experiências ilustrando o confronto das diversas teorias	271
21.1 Explicações da interação entre dois fios com corrente	271
21.1.1 Explicação de Ampère	271
21.1.2 Ørsted nunca conseguiu explicar satisfatoriamente a interação entre correntes	271
21.1.3 Problemas com a explicação de Biot e Savart para a interação entre correntes	272
21.1.4 Ampère contra a explicação de Faraday para a interação entre correntes	274
21.2 Explicações para a experiência da ponte de Ampère	275
21.3 Explicações para a rotação de um ímã ao redor de seu eixo	276
21.3.1 Explicação de Faraday para a rotação de um ímã ao redor de seu eixo	276
21.3.2 Explicação de Biot para a rotação de um ímã ao redor de seu eixo	277
21.3.3 Ampère contra as explicações de Faraday, Biot e Savart	278
21.3.4 Explicação de Ampère para a rotação de um ímã ao redor de seu eixo	280
21.3.5 Explicação da rotação de um ímã ao redor de seu eixo utilizando o conceito de campo	283
21.3.6 “Ampère” contra a explicação utilizando o conceito de campo	283
22 A unificação dos fenômenos magnéticos, eletromagnéticos e eletrodinâmicos	287
22.1 A tentativa de explicar a experiência de Ørsted supondo apenas a interação entre polos magnéticos não leva à unificação dos fenômenos magnéticos, eletromagnéticos e eletrodinâmicos	287
22.2 A unificação de Ampère	288
VI Tradução comentada do primeiro artigo de Ampère sobre eletrodinâmica	291
23 Sobre os efeitos das correntes elétricas — tradução comentada da primeira obra de Ampère sobre eletrodinâmica	295
23.1 Introdução	295
23.2 Comentários	296
23.3 Recepção do trabalho de Ampère	297
23.4 Conclusão	302
23.5 Tradução	302
23.5.1 Sobre a ação mútua de duas correntes elétricas	302
24 Sobre os efeitos das correntes elétricas (segunda parte) — tradução comentada da primeira obra de Ampère sobre eletrodinâmica	313
24.1 Introdução	313
24.2 Tradução	314
24.2.1 Continuação da parte I	314
24.2.2 Orientação das correntes elétricas pela ação do globo terrestre	326
24.2.3 Sobre a ação mútua entre um condutor elétrico e um ímã	332
VII A principal obra de Ampère	347
25 Introdução ao <i>Théorie</i>	349
25.1 Os casos de equilíbrio apresentados no <i>Théorie</i>	349
26 Comparação entre o <i>Théorie</i> de 1826 e o de 1827	351
26.1 Semelhanças e diferenças	351
26.2 A palavra final de Ampère	352

VIII Tradução comentada da principal obra de Ampère	361
28 Teoria dos fenômenos eletrodinâmicos, deduzida unicamente da experiência	363
28.1 Exposição do caminho a ser seguido na pesquisa sobre as leis dos fenômenos naturais e sobre as forças que os produzem	366
28.2 Descrição das experiências pelas quais se constata quatro casos de equilíbrio que fornecem as leis de ação às quais são devidos os fenômenos eletrodinâmicos	373
28.3 Pesquisa da fórmula que exprime a ação mútua entre dois elementos de condutores voltaicos	383
28.4 Relação fornecida pelo terceiro caso de equilíbrio entre as duas constantes desconhecidas que entram nesta fórmula	390
28.5 Fórmulas gerais que representam a ação de um circuito voltaico fechado, ou de um sistema de circuitos fechados, sobre um elemento de corrente elétrica	394
28.6 Experiência pela qual se verifica uma consequência destas fórmulas	399
28.7 Aplicação das fórmulas precedentes a um circuito circular	404
28.8 Simplificação destas fórmulas quando o diâmetro do circuito circular é muito pequeno	406
28.9 Aplicação a um circuito plano formando uma curva fechada qualquer, inicialmente no caso em que todas as suas dimensões são muito pequenas, e em seguida para qualquer que seja o seu tamanho	406
28.10 Ação mútua entre dois circuitos fechados situados em um mesmo plano, inicialmente supondo que todas as dimensões são muito pequenas, e em seguida no caso para o qual esses dois circuitos possuem uma forma e um tamanho arbitrários	411
28.11 Determinação das duas constantes desconhecidas que entram na fórmula fundamental	412
28.12 Ação de um fio condutor formando um setor de círculo sobre um condutor retilíneo passando pelo centro do setor	414
28.13 Descrição de um instrumento destinado a verificar os resultados da teoria sobre os condutores desta forma	415
28.14 Ação mútua entre dois condutores retilíneos	419
28.15 Ação exercida sobre um elemento de fio condutor pelo conjunto de circuitos fechados de dimensões muito pequenas, que recebeu o nome de <i>solenóide eletrodinâmico</i>	442
28.16 Ação exercida sobre um solenoide por um elemento ou por uma porção finita de fio condutor, por um circuito fechado ou por um sistema de circuitos fechados	446
28.17 Ação mútua entre dois solenóides	451
28.18 Identidade entre solenóides e ímãs, no que diz respeito à ação exercida sobre eles, seja pelos fios condutores, seja por outros solenóides ou por outros ímãs. Discussão sobre as consequências que se podem tirar dessa identidade, em relação à natureza dos ímãs e em relação à ação que se observa entre o globo terrestre e um ímã ou um fio condutor	453
28.19 Identidade das ações exercidas, seja sobre o polo de um ímã, seja sobre a extremidade de um solenoide, por um circuito voltaico fechado e por um conjunto de duas superfícies muito próximas que delimitam esse circuito, e sobre as quais são espalhados e fixados dois fluidos tais como se supõem os dois fluidos magnéticos, austral e boreal, de maneira que a intensidade magnética seja a mesma em todas as partes	469
28.20 Exame das três hipóteses sobre a natureza da ação mútua entre um elemento de fio condutor e aquilo que se denomina <i>uma molécula magnética</i>	484
28.21 Impossibilidade de produzir um movimento indefinidamente acelerado pela ação mútua entre um circuito rígido fechado e um ímã, ou [entre um circuito rígido fechado] e um solenoide eletrodinâmico	487

28.22 Exame dos diferentes casos nos quais um movimento indefinidamente acelerado pode resultar da ação que um circuito voltaico, no qual uma parte é móvel separadamente do restante desse circuito, exerce sobre um ímã ou sobre um solenoide eletrodinâmico	488
28.23 Identidade da ação mútua entre dois circuitos voltaicos fechados e da [ação mútua] entre dois conjuntos compostos cada um de duas superfícies muito próximas delimitadas pelo circuito correspondente a cada conjunto, e sobre as quais são espalhados e fixados os dois fluidos magnéticos, austral e boreal, de maneira que a intensidade magnética seja a mesma por toda parte	504
28.24 Impossibilidade de produzir um movimento indefinidamente acelerado pela ação mútua entre dois circuitos voltaicos rígidos e fechados e, conseqüentemente, pela [ação mútua] entre dois conjuntos quaisquer de circuitos deste tipo	507
28.25 Experiência que acaba de confirmar a teoria na qual se atribuem as propriedades dos ímãs [como devidas] a correntes elétricas, ao se provar que um fio condutor curvado em espiral ou em hélice e percorrido pela corrente voltaica sofre, da parte de um disco metálico em movimento, uma ação totalmente similar àquela que o Sr. Arago descobriu entre este disco e um ímã	509
28.26 Conseqüências gerais das experiências e dos cálculos relativos aos fenômenos eletrodinâmicos	510

29 Notas [do *Théorie* publicado em 1826] contendo alguns novos desenvolvimentos sobre os assuntos tratados nesta obra **513**

29.1 Sobre a maneira de demonstrar, por meio dos quatro casos de equilíbrio expostos no começo desta Memória, que o valor da ação mútua entre dois elementos de fios condutores é $-\frac{2ii'}{\sqrt{r}} \frac{d^2\sqrt{r}}{dsds'} dsds'$	513
29.2 Sobre uma transformação apropriada para simplificar o cálculo da ação mútua entre dois condutores retilíneos	517
29.3 Aplicação desta transformação para a determinação da constante <i>m</i> que entra na fórmula pela qual se exprime a força exercida entre dois elementos de fios condutores, e para a [determinação] do valor desta força que convém empregar quando se quer calcular os efeitos produzidos pela ação mútua entre dois condutores retilíneos	518
29.4 Sobre a direção da reta que designei como <i>diretriz da ação eletrodinâmica a um ponto dado</i> , quando esta ação é a de um circuito fechado e plano no qual todas as dimensões são muito pequenas	522
29.5 Sobre o valor da força que um condutor angular indefinido exerce sobre o polo de um pequeno ímã, e sobre [o valor da força] que imprime a este polo um condutor que possui a forma de um paralelogramo situado no mesmo plano [em que o polo está localizado]	524

30 Notas [do *Théorie* publicado em 1827] contendo alguns novos desenvolvimentos sobre os assuntos tratados na Memória precedente **531**

30.1 Sobre a maneira de demonstrar, por meio dos quatro casos de equilíbrio expostos no começo desta Memória, que o valor da ação mútua entre dois elementos de fios condutores é $-\frac{2ii'}{\sqrt{r}} \frac{d^2\sqrt{r}}{dsds'} dsds'$	531
30.2 Sobre uma transformação apropriada para simplificar o cálculo da ação mútua entre dois condutores retilíneos	534
30.3 Sobre a direção da reta designada nesta Memória com o nome de <i>diretriz da ação eletrodinâmica a um ponto dado</i> , quando esta ação é a de um circuito fechado e plano no qual todas as dimensões são muito pequenas	535
30.4 Sobre o valor da força que um condutor angular indefinido exerce sobre o polo de um pequeno ímã	537

IX	Conclusão	543
X	Anexos	547
A	Figuras do <i>Théorie</i> refeitas e vetorizadas com um <i>software</i> gráfico	549
	Referências Bibliográficas	569

Carta de Ampère a seu filho, de setembro de 1820:¹

Desde que escutei falar pela primeira vez da bela descoberta do Sr. Oersted, professor em Copenhague, sobre a ação das correntes galvânicas sobre a agulha imantada, tenho pensado sobre isso continuamente, não tenho feito outra coisa que não escrever uma teoria abrangente sobre estes fenômenos e sobre todos aqueles já conhecidos sobre o ímã, e realizar as experiências indicadas por esta teoria, sendo que todas tiveram êxito e me fizeram conhecer vários fatos novos.

Tricker:²

No início do ano de 1820 nada era conhecido sobre a ação magnética de uma corrente elétrica. Em 1826 a teoria para as correntes constantes já havia sido completada. Desde então, embora novos métodos possam ter tornado a manipulação do ferramental matemático mais simples e mais concisa, não houve nenhuma modificação fundamental.

[...]

Na teoria da gravitação, Newton havia sido abastecido com um conhecimento de uma série de fenômenos, principalmente por meio das leis de Kepler. Já Ampère teve de descobrir as leis, assim como teve de providenciar a teoria, e desta forma teve de fazer sozinho todo o trabalho de Tycho Brahe, Kepler e Newton.

Maxwell:³

A investigação experimental pela qual Ampère estabeleceu as leis da ação mecânica entre correntes elétricas é um dos feitos mais brilhantes na ciência. O conjunto de teoria e experiência parece como que se tivesse pulado, crescido e armado, do cérebro do “Newton da eletricidade”. O conjunto é perfeito na forma, e de precisão irrefutável, e está resumido em uma fórmula a partir da qual todos os fenômenos podem ser deduzidos, e que tem de sempre permanecer como a fórmula cardinal [mais importante] da eletrodinâmica.

Whittaker:⁴

[Ampère] publicou seus resultados conjuntos em uma das memórias mais célebres na história da filosofia natural.

Williams comparando a principal obra de Ampère com o livro mais importante de Newton, *Princípios Matemáticos de Filosofia Natural*, de 1687:⁵

Tendo estabelecido uma base numérica para os fenômenos eletrodinâmicos, os próximos passos de Ampère foram descobrir as relações entre os fenômenos e elaborar uma teoria a partir da qual estas relações pudessem ser deduzidas matematicamente. Esta tarefa dupla foi realizada nos anos entre 1821 e 1825, e seu sucesso foi relatado em seu trabalho mais importante, a *Mémoire sur la théorie mathématique des phénomènes électrodynamiques, uniquement déduite de l'expérience* (1827). Neste trabalho, o *Principia* da eletrodinâmica, Ampère inicialmente descreveu as leis de interação das correntes elétricas, as quais descobriu a partir de quatro experiências extremamente brilhantes.

¹(4) e (5, p. 562).

²(6, pp. vii e 36).

³(7, vol. 2, artigo 528, p. 175).

⁴(8, p. 83).

⁵(9), (10), (11), (12), (13) e (14, p. 145).

Parte I

Ampère e o significado de sua força entre elementos de corrente

Capítulo 1

Introdução

1.1 Vida de Ampère



Figura 1.1: Retrato de Ampère (1775-1836) na época de seu casamento em 1799, quando estava com 24 anos.

Apresentamos aqui alguns dados relevantes sobre a vida de Ampère. As principais fontes consultadas foram as obras de Launay (1925), Poudensan (1964), Williams (1981), Blondel (1982) e Hofmann (1996).¹ Também vamos citar algumas de suas correspondências, assim como parte do material manuscrito que se encontra em 40 caixas nos Arquivos da Academia Francesa de Ciências.² Existem várias pastas nessas caixas, sendo elas referenciadas pelo número da caixa e da pasta. Por exemplo, a *chemise* 158 do *carton* 8 se refere à pasta 158 da caixa 8.³ Também analisamos a autobiografia de Ampère.⁴ Ela foi redigida na terceira pessoa em 1824 e o manuscrito autografado encontra-se nos Arquivos da Academia de Ciências da França.⁵

André-Marie Ampère nasceu em Lyon, na França, em 20 de janeiro de 1775. O segundo nome “Marie” lhe foi dado por sua mãe, Jeanne-Antoinette Desutières-Sarcey, no momento de seu batismo.

¹(15), (16), (14), (17) e (18).

²(19).

³(20, *carton* 8, *chemise* 158).

⁴(21).

⁵(20, *carton* 22, *chemise* 314).

Tanto sua mãe como seu pai, Jean-Jacques Ampère, tinham origens burguesas, sendo o Sr. Ampère negociante de seda em Lyon.

Pouco antes do nascimento de Ampère, seu pai havia comprado uma propriedade rural em um pequeno vilarejo chamado Poleymieux, próximo a Lyon, para onde se retirou com sua família. Naquela época, a população do vilarejo era de 400 a 500 pessoas, não havendo escolas até o ano de 1833.

O pai de Ampère foi muito influenciado pelas teorias educacionais de Jean-Jacques Rousseau (1712-1778) e resolveu educar seu filho seguindo as orientações do livro *Émile*, de Rousseau. O método consistia essencialmente em dar-lhe acesso a uma vasta biblioteca, deixando-o livre para educar-se a si mesmo, de acordo com seus próprios interesses.⁶ Ampère nunca frequentou, como aluno, uma escola ou uma universidade, sendo sempre autodidata.⁷ Como mencionou o próprio Ampère em sua autobiografia,⁸ seu pai “jamais lhe exigiu que estudasse o que quer que fosse”. Ele soube estimular a curiosidade do filho de tal maneira que este se encantava em escutar passagens do livro de história natural de Buffon, decorando o nome de todos os animais ali apresentados e se divertindo em ver as figuras. Devido à liberdade de estudar somente quando desejasse, aprendeu a ler tardiamente. Porém aprendeu a fazê-lo correntemente ao exercitar a leitura para entender a história dos pássaros que lhe encantavam.

O tempo livre, o isolamento das influências de uma vida atribulada na cidade, a distância dos problemas por que a França passava e a vasta biblioteca na casa do pai foram algumas das condições que permitiram ao pequeno Ampère ler tudo o quanto podia e queria.

Depois das ciências naturais, Ampère se encantou com o teatro e a história. Em sua autobiografia, Ampère diz⁹ que “tinha um prazer singular em aprender cenas inteiras das tragédias de Racine e de Voltaire e de as recitar ao passear sozinho”. O futuro cientista também acompanhou as notícias da guerra de independência dos EUA (1775-1783), a qual contou com a aliança francesa em 1778.

Ainda jovem, descobriu e aperfeiçoou sozinho seus talentos matemáticos. Estudou os livros iniciais de *Os Elementos*, de Euclides, por conta própria. Interessou-se pelos trabalhos de Leonhard Euler (1707-1783) e Joseph Louis Lagrange (1736-1813). Ao ser informado pela biblioteca de Lyon de que os trabalhos desses autores que gostaria de ler estavam em latim, resolveu aprender esse idioma com seu pai. Conseguiu, então, ler os livros nos quais estava interessado. Progrediu em seus estudos de latim a ponto de chegar a escrever versos nesse idioma. Leu, em latim, a *Eneida* de Virgílio e recitava seus poemas de cor.

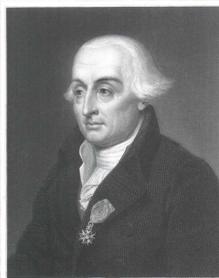


Figura 1.2: J. L. Lagrange.

Aos 13 anos, quando começou a ler os livros sobre os elementos das matemáticas de Rivard e de Mazéas, deixou de lado todos os seus afazeres para se ocupar somente desses livros, seguidos depois pelo livro sobre álgebra, de Clairaut, e das obras de La Chapelle e do marquês de l’Hôpital.¹⁰

⁶(14, p. 139).

⁷(15, p. 33).

⁸(21, p. 171).

⁹(21, p. 171).

¹⁰(21, p. 171).