

Sobre a quantidade de eletricidade que flui através da seção reta do circuito em correntes galvânicas²

Tradução de

ANDRÉ KOCH TORRES ASSIS

Universidade Estadual de Campinas | UNICAMP

1. O problema

A comparação dos efeitos de um circuito galvânico fechado com os efeitos da corrente de descarga de uma coleção de eletricidade livre levou à suposição de que esses efeitos procedem de um *movimento da eletricidade* no circuito. Imaginamos que nos corpos que constituem o circuito, sua eletricidade *neutra* está em movimento, de tal forma que toda sua componente positiva mova-se ao redor em uma direção em círculos contínuos fechados, a negativa, na direção oposta. O fato de que um acúmulo da eletricidade nunca ocorre por meio desse movimento requer a suposição de que a mesma quantidade de eletricidade flui através de cada seção reta no mesmo intervalo de tempo.

Pareceu conveniente tornar a *magnitude do fluxo*, a assim chamada *intensidade de corrente*, proporcional à quantidade de eletricidade que flui através da seção reta do circuito no mesmo intervalo de tempo. Se, portanto, uma certa intensidade de corrente deve ser expressa por um *número*, tem de ser estabelecido qual intensidade de corrente servirá como medida, isto é, qual grandeza de fluxo vai ser designada como tendo um valor unitário.

O mais simples seria, como em geral no que diz respeito a tais fluxos, designar como valor unitário aquela grandeza de fluxo que surge quando na unidade de tempo a unidade de fluxo atravessa a seção reta, definindo assim a medida da intensidade de corrente a partir de sua *causa*. A unidade de fluido elétrico é determinada na eletrostática através da *força* com a qual as eletricidades livres agem uma sobre a outra à distância. Se imaginarmos duas quantidades iguais de eletricidade do mesmo tipo concentradas em dois pontos, cuja distância mútua é a unidade de comprimento, e se a força com a qual elas agem uma sobre a outra de forma repulsiva é igual à *unidade de força*, então a quantidade de eletricidade encontrada em cada um dos dois pontos é a *medida* ou a *unidade* de eletricidade livre.

Ao fazer assim, assume-se como unidade de força *aquela força através da qual a unidade de massa é acelerada por meio da unidade de comprimento durante a unidade de tempo*. Portanto, de acordo com os princípios da mecânica,

ao estabelecer as unidades para comprimento, tempo e massa, a medida para as forças também está dada, e, ao juntar a esta última a medida para a eletricidade livre, temos ao mesmo tempo uma medida para a intensidade de corrente.

Essa medida, que será chamada de *medida mecânica* da intensidade de corrente, *coloca assim como unidade a intensidade daquelas correntes que surgem quando, na unidade de tempo, a unidade de eletricidade livre positiva flui em uma direção, e uma quantidade igual de eletricidade negativa flui na direção oposta através da seção reta do circuito.*

Agora, de acordo com essa medida, não podemos levar a cabo a medida de uma corrente existente, pois não sabemos a quantidade de fluido elétrico neutro que está presente em uma unidade cúbica do condutor, nem a velocidade com as quais as duas eletricidades se movem na corrente. Só podemos comparar a intensidade das correntes através dos *efeitos* que elas produzem.

Um desses efeitos é, por exemplo, a *decomposição da água*. Razões suficientes convergem para fazer a intensidade da corrente proporcional à quantidade de água, que é decomposta no mesmo intervalo de tempo. Conseqüentemente, *vai-se designar como tendo valor unitário aquela intensidade de corrente na qual a unidade de massa de água é decomposta na unidade de tempo*. Assim, por exemplo, se segundos e miligramas são tomados como medidas de tempo e massa, [vai-se designar como tendo valor unitário] aquela intensidade de corrente na qual em um segundo decompõe-se um grama de água. *Essa medida da intensidade de corrente é chamada de medida eletrolítica.*

Surge agora a questão natural de saber como essa medida eletrolítica da intensidade de corrente está relacionada com a medida mecânica estabelecida anteriormente, assim [surge] a questão: quantas unidades positivas de eletricidade (medidas eletrostaticamente ou mecanicamente) fluem através da seção reta em um segundo, se um miligrama de água é decomposto neste intervalo de tempo?

Um outro efeito da corrente é o *torque* [*momento rotacional*, ou *Drehungsmoment*, no original em alemão] que ela exerce sobre uma agulha magnética, e que, da mesma forma, assumimos ser proporcional à intensidade da corrente, as outras condições permanecendo inalteradas. Se uma intensidade de corrente deve ser medida por meio desse tipo de efeito, então têm de ser estabelecidas as *condições* sob as quais é para ser observado o torque. Pode-se designar como tendo valor unitário aquela intensidade de corrente que, sob condições espaciais estabelecidas *arbitrariamente*, exerce um torque estabelecido *arbitrariamente* sobre um ímã escolhido *arbitrariamente*. Quando então, sob *as mesmas* condições, observa-se um torque m vezes maior, a intensidade de corrente que existe nesse caso teria de ser designada como m . Contudo foi precisamente a impraticabilidade de tal medida arbitrária que levou à medida *absoluta*, e assim, nesse caso, a medida eletromagnética da intensidade de corrente é para ser juntada à medida absoluta do magnetismo. Isso acontece por meio da seguinte especificação das *condições normais* para a observação dos efeitos magnéticos de uma corrente:

A corrente flui através de um condutor circular [anel], que circunscreve a unidade de área, e age sobre um ímã que possui a unidade de magnetismo, a uma distância = R arbitrária, mas grande; o centro do ímã situa-se no plano do condutor, e seu eixo magnético está direcionado em direção ao centro do condutor circular. O torque D exercido pela corrente sobre o ímã, expresso de acordo com a medida mecânica é, sob essas condições, diferente de acordo com a diferença na intensidade da corrente, e também de acordo com a diferença na distância R ; o produto R^3D depende, contudo, apenas da intensidade de corrente, e é, portanto, nessas condições, o efeito mensurável da corrente, a saber, o efeito através do qual é para ser medida a intensidade da corrente, de acordo com a qual obtemos portanto como medida magnética da intensidade de corrente a intensidade da corrente para a qual $R^3D=1$. As leis eletromagnéticas afirmam que essa medida da intensidade de corrente é também a intensidade daquela corrente que, se ela circunscreve um plano do tamanho de uma unidade de área, exerce em todos os lugares distantes os efeitos de um ímã localizado no centro deste plano e que possui a unidade do magnetismo e cujo eixo magnético é perpendicular ao plano; – ou

também, que é a intensidade da corrente pela qual uma *bússola tangente com anéis simples de raio = R* é mantida em equilíbrio com uma deflexão a partir do meridiano magnético dada por:

$$j = \arctan \frac{2p}{RT}, \text{ onde } T \text{ denota a intensidade horizontal do magnetismo terrestre.}$$

Aqui novamente surge a questão natural sobre a relação da medida *mecânica* com essa medida *magnética*. Ou seja, a questão de saber quantas vezes a unidade eletrostática do volume de eletricidade tem de atravessar a seção reta do circuito durante um segundo, para obter aquela intensidade de corrente que efetua a deflexão que acabamos de especificar, j , pela agulha de uma bússola tangente.

A mesma questão se repete ao considerar uma *terceira* medida da intensidade de corrente, que é derivada dos efeitos eletrodinâmicos da corrente e é, portanto, chamada de *medida eletrodinâmica* da intensidade de corrente.

As três medidas obtidas pelos *efeitos* das correntes já foram comparadas umas com as outras. É conhecido que a medida magnética é $\sqrt{2}$ vezes maior do que a eletrodinâmica, mas $106 \frac{2}{3}$ menor do que a eletrolítica e, por este motivo, com o objetivo de resolver a questão de como estas três medidas relacionam-se com a medida *mecânica*, só é necessário comparar esta última com *uma* das outras.

Esse foi o objetivo do trabalho realizado, objetivo este a ser alcançado através da solução do seguinte problema:

Dada uma corrente constante, pela qual uma bússola tangente com um simples círculo multiplicador de raio = R^{mm} é mantido em equilíbrio em uma deflexão

$$j = \arctan \frac{2p}{RT}$$

se T é a intensidade do magnetismo terrestre horizontal afetando a bússola, determinar como a quantidade de eletricidade que flui em tal corrente em um segundo através da seção reta do condutor relaciona-se com a quantidade de eletricidade em cada uma de duas esferas (infinitesimalmente) pequenas igualmente carregadas, que repelem uma à outra a uma distância de 1 milímetro com a unidade de força. A unidade de força é tomada como aquela força que fornece uma velocidade de 1 milímetro a uma massa de 1 miligrama em 1 segundo.

96

2. Solução deste problema

Se um volume E de eletricidade livre é reunido em um condutor isolado e permite-se (inserindo uma coluna de água) que ele flua para a terra através de um multiplicador, a agulha magnética vai ser defletida. A quantidade da primeira deflexão só depende, dados o mesmo multiplicador e a mesma agulha, da quantidade de eletricidade descarregada, pois o tempo de descarga é tão curto, comparado com o período de oscilação, que o efeito tem de ser considerado como um impulso.

Se uma corrente constante atravessa um multiplicador por tempo similarmente curto, a agulha recebe um impulso similar, e também neste caso, a grandeza da primeira deflexão depende *somente da quantidade de eletricidade* que se move através da seção reta do fio multiplicador no período de duração da corrente.

Agora, se no mesmo multiplicador, ocorresse *exatamente a mesma* deflexão, em uma primeira vez quando a quantidade *conhecida* de eletricidade livre E fosse descarregada, e em uma outra vez quando deixamos uma *corrente constante* agir brevemente, então, como pode ser provado, a quantidade de eletricidade positiva que flui durante este

curto intervalo de tempo na corrente constante, na direção dessa corrente, através da seção reta, é igual a $E/2$. Conseqüentemente, o problema colocado requer a solução dos seguintes problemas:

a) *medir uma quantidade reunida E de eletricidade livre com a medida eletrostática dada, e observar a deflexão da agulha magnética quando a eletricidade é descarregada;*

b) *determinar o pequeno intervalo de tempo t durante o qual uma corrente constante de intensidade = 1 (de acordo com a medida magnética) tem de fluir através do multiplicador do mesmo galvanômetro, para fornecer à agulha a mesma deflexão.*

Se, em seguida, multiplicarmos $E/2$ pelo número que mostra quantas vezes t está contido no segundo, então o número

$$\frac{E}{2t}$$

expressa a quantidade de eletricidade positiva que, em uma corrente cuja intensidade = 1 de acordo com a medida magnética, passa através da seção reta do condutor na direção da corrente positiva em um segundo.

O problema a é tratado da seguinte forma:

Em primeiro lugar, com a ajuda de um eletrômetro de seno, foi determinada com a maior precisão a condição na qual a carga de uma pequena garrafa de Leyden é dividida entre a própria garrafa e uma esfera de aproximadamente 13 polegadas, coberta com uma folha de estanho, que estava suspensa longe das paredes da sala por um bom isolante, de tal forma que a quantidade de eletricidade fluindo na esfera, tão logo se foi capaz de medi-la, também se pôde calcular até uma fração de um por cento a quantidade remanescente na pequena garrafa.

As observações consistiram no seguinte:

A garrafa [de Leyden] foi carregada, a grande esfera colocada em contato com sua extremidade externa; três segundos depois, a carga remanescente na garrafa foi descarregada através de um multiplicador,³ consistindo de 5635 enrolamentos, pela inserção de dois longos tubos cheios com água, e a primeira deflexão J da agulha magnética, que estava equipada com um espelho na forma do magnetômetro, foi observada. Ao mesmo tempo, a grande esfera foi agora colocada em contato com a esfera fixa de aproximadamente 1 pol. de uma balança de torção⁴ construída em uma escala bem grande. Essa esfera fixa, trazida até a balança de torção, compartilhava metade de sua carga recebida com a esfera móvel, o que tornava possível medir a torção que era necessária para manter as duas esferas a uma distância completamente determinada e predefinida, o que era uma medida cada vez menos necessária durante um intervalo de tempo maior. – A partir dos coeficientes de torção do fio, obtidos da maneira bem conhecida através de experiências de oscilação, e das dimensões determinadas precisamente, a quantidade de eletricidade ocorrendo em cada momento na balança de torção podia ser obtida na medida absoluta necessária, levando em conta a distribuição não-uniforme de eletricidade nas duas esferas (esta consideração era recomendável devido ao tamanho não insignificante das esferas comparado com a distância entre elas). A diminuição observada na torção também forneceu a perda da eletricidade, de tal forma que foi possível, por meio dessa consideração, afirmar quão grandes seriam essas quantidades, se elas pudessem já ter estado na balança de torção no momento em que a grande esfera foi carregada pela garrafa de Leyden. – A partir da medida precisa do diâmetro dessas esferas, a proporção da distribuição de eletricidade entre elas pode ser determinada (de acordo com os trabalhos de Plana), de tal forma que, através da medida na balança de torção, sem trabalho adicional, se sabia qual a quantidade de eletricidade permaneceu na garrafa de Leyden após carregar a grande esfera, e qual quantidade foi descarregada 3 seg. depois pelo multiplicador. Só foi necessária uma pequena correção devido à perda da descarga disponível, que ocorreu durante esses 3 segundos, devido a fugas para o ar e através da formação de resíduos.

Na tabela a seguir estão reunidos os resultados de cinco experiências sucessivas. A coluna E contém as quantidades de eletricidade descarregada, a coluna s , as deflexões correspondentes da agulha magnética em unidades de escala, e a coluna j , as mesmas deflexões, mas em arcos para raio = 1.

Nº	E	s	j
1	36060000	73,5	0,0057087
2	41940000	80,0	0,0062136
3	49700000	96,5	0,0074952
4	44350000	91,1	0,0070757
5	49660000	97,8	0,0075962

O problema b requer que se conheçam os intervalos de tempo t , durante os quais uma corrente daquela intensidade denotada por 1 em medida de corrente magnética, tem de fluir através do mesmo multiplicador, para ocasionar as deflexões j observadas nas cinco experiências.

O torque que é exercido por essas correntes sobre uma agulha magnética que é paralela aos enrolamentos do multiplicador foi desenvolvido na *segunda parte das Medições eletrodinâmicas* de *W. Weber*.⁵ Esse torque é proporcional ao momento magnético da agulha e ao número de enrolamentos, mas, além disso, é uma função das dimensões do multiplicador e da distribuição dos fluidos magnéticos na agulha, para a qual é suficiente determinar a distância dos centros de gravidade dos dois fluidos magnéticos, os quais, em lugar da distribuição real do magnetismo, pode ser pensado como distribuído sobre a superfície da agulha. Com a agulha permanecendo sempre pequena, comparada com o diâmetro do multiplicador, pode ser obtido com precisão suficiente um valor para essa distância a partir do tamanho da agulha, de tal forma que o designado torque D contenha apenas o momento magnético da agulha como desconhecido. – Se esse torque age durante um intervalo de tempo t , que é muito curto se comparado com o período de oscilação da agulha, então a velocidade angular fornecida à agulha é expressa por $\frac{D}{K}t$, onde K significa o momento de inércia. A relação entre essa velocidade angular e a primeira deflexão j leva então a uma equação entre t e j , $t = j A$, na qual A consiste de grandezas a serem medidas rigorosamente, e assim significa constantes conhecidas, a saber, $A = 0,020915$ para o segundo como medida do tempo.

Assim, se for perguntado por quão longo intervalo de tempo t tem de fluir uma corrente constante de intensidade de corrente magnética = 1 através do multiplicador, para com isso produzir as cinco deflexões observadas acima, só precisamos inserir seus valores para t nesta equação. Desta forma, os valores em segundos resultam como:

Nº	t
1	0,0001194
2	0,0001300
3	0,0001568
4	0,0001480
5	0,0001589

Se agora dividirmos $E/2$ nas cinco experiências pelo t correspondente, obteremos:

Nº	$\frac{E}{2t}$
1	151000 x 10 ⁶
2	161300 x 10 ⁶
3	158500 x 10 ⁶
4	149800 x 10 ⁶
5	156250 x 10 ⁶

Obteremos assim como média:

$$\frac{E}{2t} = 155370 \times 10^6$$

Logo, a *medida mecânica da intensidade de corrente* relaciona-se:

com a [medida] *magnética* assim como 1:155370 x 10⁶,

com a *eletrodinâmica* assim como 1:109860 x 10⁶

(= 1:155370 x 10⁶ x $\sqrt{1/2}$),

com a *eletrolítica* assim como 1: 16573 x 10⁹

(= 1:155370 x 10⁶ x $106 \frac{2}{3}$).

99

3. Aplicações

Entre as aplicações que podem ser feitas ao reduzir a medida ordinária da intensidade de corrente para a medida mecânica, a mais importante é a determinação da constante que aparece na lei elétrica fundamental, englobando a eletrostática, a eletrodinâmica e a indução. De acordo com essa lei fundamental, o efeito da quantidade de eletricidade e sobre a quantidade e' à distância r com velocidade relativa dr/dt e aceleração relativa ddr/dt^2 é igual a:

$$\frac{ee'}{rr} \left[1 - \frac{1}{cc} \left(\frac{dr^2}{dt^2} - 2r \frac{ddr}{dt^2} \right) \right]$$

e a constante c representa aquela velocidade relativa que as massas elétricas e e e' têm e devem manter, se elas não são para agir mais uma sobre a outra.

Na seção precedente, encontrou-se a relação proporcional da medida magnética para a medida mecânica como sendo dada por:

$$= 155370 \times 10^6 : 1;$$

no segundo tratado sobre as *Determinação da medida elétrica* foi encontrada a mesma proporção como sendo dada por:

$$= c\sqrt{2} : 4;$$

a equalização destas proporções resulta em:

$$c = 439450 \times 10^6$$

unidades de comprimento, a saber, milímetros, assim uma velocidade de 59320 milhas por segundo.

A inserção do valor de c na lei elétrica fundamental anterior torna possível perceber por qual motivo o efeito eletrodinâmico das massas elétricas, a saber,

$$\frac{ee'}{rr} \frac{1}{cc} \left(\frac{dr^2}{dt^2} - 2r \frac{ddr}{dt^2} \right)$$

comparado com o [efeito] eletrostático

$$\frac{ee'}{rr}$$

sempre parece infinitesimalmente pequeno, de tal forma que em geral o primeiro só torna-se significativo quando, como nas correntes galvânicas, as forças eletrostáticas cancelam-se uma à outra completamente em virtude da neutralização da eletricidade positiva e negativa.

Das aplicações restantes, só será descrito aqui brevemente a aplicação para a eletrólise.

Foi afirmado acima que, em uma corrente que decompõe 1 miligrama de água em 1 segundo,

$$106 \frac{2}{3} \times 155370 \times 10^6$$

unidades positivas de eletricidade atravessam na direção da corrente positiva nesse segundo a seção reta da corrente, e a mesma quantidade de eletricidade negativa na direção oposta.

O fato de que na eletrólise são movidas massas ponderáveis e que esse movimento é produzido por forças elétricas que só atuam sobre a eletricidade, não diretamente sobre a água, leva à concepção de que, no átomo de água, o *átomo de hidrogênio* possui eletricidade livre positiva, e o *átomo de oxigênio*, eletricidade livre negativa. Muitos motivos convergem pelos quais não queremos pensar em um movimento elétrico na água sem eletrólise, e pelos quais assumimos que a água não está em um estado que permita a eletricidade fluir através dela na forma de um condutor. Portanto, se vemos em um eletrodo a mesma quantidade de eletricidade positiva vindo da água, assim como é entregue ao outro eletrodo durante o mesmo intervalo de tempo pela corrente, então essa eletricidade positiva que se manifesta é aquela que pertencia às partículas separadas do hidrogênio.

Se assumimos esse ponto de vista, de tal forma que ligamos assim todo o movimento elétrico na eletrólise ao movimento dos átomos ponderáveis, então surge adicionalmente, dos números obtidos acima, que os átomos de hidrogênio em 1 milímetro de água possuem

$$106 \frac{2}{3} \times 155370 \times 10^6$$

unidades de eletricidade positiva, os átomos de hidrogênio uma quantidade igual de eletricidade negativa.

Em segundo lugar, daqui segue que essas quantidades de eletricidade consideradas em conjunto significam a *eletricidade neutra mínima* que está contida em um miligrama de água. Ou seja, se os átomos da água ainda possuíssem eletricidade neutra além de sua eletricidade livre, então a massa da eletricidade neutra em um miligrama de água seria ainda maior.

Com essas suposições estamos também em posição de afirmar a *força* com a qual a totalidade das partículas de hidrogênio de uma massa de água é forçada em uma direção, [enquanto] a totalidade das partículas de oxigênio [é forçada] na direção oposta.

Imagine, por exemplo, um tubo cilíndrico de seção reta 10/9 milímetros quadrados, que é para servir como uma célula de decomposição, cheio com uma mistura de água e ácido sulfúrico com gravidade específica de 1,25, que contém em cada segmento de 1 milímetro um milígrama de água. Com Horsford, sabemos a relação proporcional da resistência específica dessa mistura para aquela da prata, e com Lenz, a relação proporcional da resistência da prata para a do cobre. Nos tratados da K. Gesellschaft der Wissenschaften de Göttingen (vol. 5, "Über die Anwendung der magnetischen Induction auf Messung der Inclination mit dem Magnetometer"),⁶ a resistência do cobre está determinada de acordo com a medida absoluta do sistema magnético. Isso possibilita afirmar adicionalmente, em *medida magnética absoluta*, a resistência que a água (sob a influência do ácido sulfúrico misturado) exerce em um segmento de comprimento 1mm da célula de decomposição cilíndrica. Essa resistência, multiplicada pela intensidade da corrente, esta última expressa em medida magnética, fornece a força eletromotriz em relação a essa pequena célula, novamente no sistema de medida *magnético*. Contudo a medida *magnética* da força eletromotriz é tantas vezes menor do que a *mecânica*, quanto a medida magnética da intensidade de corrente é maior do que a mecânica, e como esta última proporção é agora conhecida, aquela força eletromotriz calculada na medida magnética pode ser transformada em medida mecânica dividindo simplesmente por 155370×10^6 . O número que resulta significa então a *diferença entre as duas forças* que agem na direção da corrente, das quais uma age para mover *cada unidade* da eletricidade livre positiva nas partículas de hidrogênio, a outra para mover *cada unidade* da eletricidade livre negativa nas partículas de oxigênio e, portanto, para obter a *força total atuando*, este número tem ainda de ser multiplicado pelas unidades totais da eletricidade livre positiva ou negativa contidas em um comprimento de 1 milímetro da célula úmida, isto é, em 1 milígrama de água, a saber, por

$$106 \frac{2}{3} \times 155370 \times 10^6$$

Se fizermos os cálculos e assumirmos a intensidade de corrente na qual 1 milígrama de água é decomposto em 1 segundo, obteremos uma diferença de força

$$= 2 \times \left(106 \frac{2}{3} \right)^2 \times 127476 \times 10^6 \cdot$$

na qual a unidade de força é aquela força que fornece a uma unidade de massa de 1 milígrama uma velocidade de 1 milímetro em 1 segundo. Assim, se dividimos pela intensidade da gravidade = 9811, obtemos esta diferença de força expressa em peso

$$= 2 \times 147830 \times 10^6 \text{ milígrama} = 2 \times 147830 \text{ kg} = 2 \times 2956 \text{ quintais ingleses}^7 \text{ sob a influência da gravidade.}$$

Esse resultado pode ser expresso da seguinte forma: *Se todas as partículas de hidrogênio em 1 milímetro de água fossem ligadas em um fio de 1 milímetro, e todas as partículas de oxigênio em um outro fio, então ambos os fios seriam esticados em direções opostas com o peso de 2956 quintais ingleses, para produzir uma decomposição da água em uma razão tal que 1 milígrama de água seria decomposta em 1 segundo.*

Facilmente nos convencemos de que essa força para esticar permanece a mesma para uma célula de comprimento 1mm, mas com uma seção reta diferente, mas que ela é proporcional ao comprimento da célula, e também proporcional à intensidade da corrente, isto é, à velocidade da separação eletrolítica.

Se na célula úmida descrita acima vemos agora uma pressão sobre a totalidade das partículas de hidrogênio de um peso de 2956 quintais ingleses, e se não ocorre nenhuma aceleração do movimento, movimento este que deveria,

contudo, ir a 1759 milhões de milhas por segundo, mas que, em vez disto, o hidrogênio continua com a velocidade constante de $\frac{1}{2}$ milímetro por segundo, então somos forçados a assumir que uma força estaria agindo contrariamente à decomposição da água, de tal forma que em geral só sobra aquela velocidade de decomposição na qual a *força de resistência* é igual à força eletromotriz, de tal forma que seu efeito sobre a totalidade das partículas de hidrogênio em um miligrama de água no caso anterior seria também igual ao peso de 2956 quintais ingleses. Isto é, naquele caso as partículas ponderáveis fluíam uniformemente com a velocidade adquirida.

É natural procurar a origem para essa força de resistência nas *forças químicas de afinidade*. Embora o conceito de *“afinidade química”* permaneça muito indeterminado para que possamos ser capazes de derivar a partir dele como as forças procedendo dessa afinidade aumentam com a *velocidade de separação*, contudo, é interessante observar as forças colossais que entram em operação como as obtidas facilmente por eletrólise.

Notas e referências bibliográfica

- 1 Uma nota de prefácio escrita por Kohlrausch diz o seguinte: “O editor desejava para os Anais um relato sobre um trabalho conjunto realizado pelo Prof. Weber e por mim, cujo resultado foi exposto de forma mais fundamental e conclusiva pelo Prof. Weber no quinto volume dos *Abhandlungen der Königl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften* (Tratados da Sociedade Científica Real da Saxônia) de Leipzig com o título: *Elektrodynamische Maassbestimmungen*, insbesondere *Zurückführung der Stromintensitätsmessungen auf mechanisches Maass* (Determinações de medidas eletrodinâmicas, especialmente a redução das medidas da intensidade da corrente a uma medida mecânica), Leipzig, S. Hierzel, 1856. Apresento aqui um curto resumo.”
- 2 N.T.: Este artigo foi publicado originalmente em alemão nos *Annalen de Poggendorf* (*Annalen der Physik*, Vol. 99, págs. 10-25 (1856), *Ueber die Elektrizitätsmenge, welche bei galvanischen Strömen durch den Querschnitt der Kette fließt*). Está também incluído no volume 3 das *Obras de Weber: Wilhelm Weber's Werke*, Vol. 3, H. Weber (editor), (Springer, Berlin, 1893), p.597-608. Esta tradução para o português foi feita por A. K. T. Assis a partir do original em alemão e da versão em inglês traduzida por Susan P. Johnson e editada por Laurence Hecht: W. Weber; R. Kohlrausch. *On the amount of electricity which flows through the cross-section of the circuit in galvanic currents*. In: F. Bevilacqua; E. A. Gianetto (eds.). *Volta and the History of Electricity*, p.287-297 (Università degli Studi di Pavia e Editore Ulrico Hoepli, Milão, 2003). As palavras entre colchetes são do tradutor e suas notas são representadas por N.T.
- 3 O diâmetro médio do enrolamento foi de 266mm; o fio de quase 2/3 de milha de comprimento, muito bem coberto com seda, foi previamente esticado através do colódio em todo seu comprimento, enquanto os lados da caixa foram cobertos firmemente com cera de selar. Um forte amor-tecedor de cobre moderava as oscilações.
- 4 A estrutura da balança de torção, em cujo centro foram colocadas as esferas, era na forma de um paralelepípedo com um comprimento de 1,16 metro, largura de 0,81 metro, e altura de 1,44 metro. O longo pólo envernizado com goma-laca [Schellacktange, no original em alemão], ao qual foi fixada a esfera móvel através de um braço lateral com goma-laca, permitia a observação da posição da esfera através de um espelho, e afundava em um recipiente de óleo, através do qual as oscilações eram rapidamente amortecidas.
- 5 N.T.: W. Weber, *Elektrosynamische Maassbestimmungen insbesondere Widerstandsmessungen*. *Abhandlungen der Königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften, mathematisch-physische Klasse*, 1: 199-381, 1852. Reimpresso em *Wilhelm Weber's Werke*, Vol. 3, H. Weber (ed.), Springer, Berlin, 1893, p.301-471.
- 6 N.T.: W. E. Weber, *Ueber die Anwendung der magnetischen Induktion auf Messung der Inklination mit dem Magnetometer*, Vol. 5 das *Abhandlungen der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaft zu Göttingen* (Göttingen, 1853). Reimpresso em *W. Weber's Werke*, Vol. 2, E. Riecke (ed.), Springer, Berlin, 1892, p.277-327.
- 7 N.T.: Centner, em alemão, que vale 110 libras, ou 50kg.