

A

Eletricidade

e a

Química



Maria da Conceição Marinho Oki

Este artigo destaca a importância da energia elétrica no desenvolvimento das sociedades humanas e nas suas relações. De modo resumido, é apresentada a trajetória que levou à compreensão da eletricidade e à sua utilização na descoberta de novos elementos químicos, bem como a contribuição dos estudos do fenômeno elétrico para uma maior aproximação entre a química e a física.

► energia, eletricidade, descoberta de novos elementos químicos ◀

34

A energia constitui um assunto de grande importância nas sociedades contemporâneas, sendo um tema de grande interesse veiculado em todos os meios de comunicação. Define-se energia como a capacidade que os objetos ou sistemas têm de realizar trabalho ou “o que se deve fornecer/retirar de um sistema material para transformá-lo ou deslocá-lo” (Debeir *et al.*, 1993). Esta segunda definição expressa a grande abstração que caracteriza este conceito.

A manifestação da energia, no entanto, pode acontecer associada a diversos fenômenos concretos, levando-a a assumir variados significados, como calor, luz, trabalho, movimento, eletricidade etc. Muitas dessas diferentes manifestações de energia foram observadas desde tempos remotos, mas esses fenômenos eram considerados independentemente, uma vez que a relação entre os mesmos não havia sido formulada.

Entre as inúmeras formas de energia, o calor e a eletricidade foram certamente de grande importância para o desenvolvimento técnico-científico ao longo dos tempos. A revolução industrial, res-

ponsável por uma maior aproximação entre a ciência e o sistema produtivo, fundamenta-se, inicialmente, na utilização da energia produzida por máquinas a vapor e, num segundo momento, na tecnologia que foi desenvolvida a partir do uso da eletricidade.

A sociedade moderna é muito dependente da energia elétrica, que tem inúmeras aplicações: iluminação, aquecimento, comunicação etc. A transformação no modo de vida da nossa sociedade foi fruto da tecnologia desenvolvida a partir das inúmeras pesquisas que contribuíram para a compreensão da natureza da eletricidade.

Primeiras idéias sobre a eletricidade: um fenômeno curioso e pouco importante

A eletrificação de certos materiais pelo atrito, fenômeno que hoje chamamos de eletricidade estática, foi inicialmente descrito na antiguidade grega. Este tipo de eletricidade se explica como um acúmulo de carga elétrica positiva ou negativa em um dado material, em consequência de um desequilíbrio de cargas decorrente de remoção ou acréscimo de elétrons. Este fenômeno pode ser observado, por exemplo,

quando um pente plástico passado pelo cabelo várias vezes adquire carga elétrica suficiente para atrair pequenos pedaços de papel ou cortiça.

Atribui-se ao filósofo grego Tales de Mileto (636-546 a.C.) a primeira descrição da atração exercida pelo âmbar¹ sobre corpos leves como o papel e a cortiça, após ter sido atritado com a lã. Então, as explicações para os fenômenos naturais eram baseadas em narrativas míticas ou forças sobrenaturais. Este filósofo inicia um novo modo de explicação da natureza, utilizando-se do elemento “água” como princípio material que dá origem a todas as coisas, e usando a racionalidade para estabelecer generalizações que visavam sistematizar muitas mudanças e movimentos observados no mundo.

Inicialmente a eletricidade foi considerada um fenômeno curioso e de pouca importância, embora algumas investigações significantes tenham sido realizadas (Laidler, 1993). Os estudos de maior relevo até o século 16 foram realizados pelo físico inglês William Gilbert (1540-1603), que identificou outros materiais feitos de vidro e de enxofre que se comportavam de modo semelhante ao âmbar quando atritados. Segundo Gilbert, a eletrização dos corpos resultava da liberação de um “effluvium material”² em consequência do aqueci-

Esta seção contempla a história da química como parte da história da ciência, buscando ressaltar como o conhecimento científico é construído.

mento provocado pelo atrito. Para descrever suas observações, ele usou a denominação “elétricos” para os que se comportavam como o âmbar, diferenciando-os de outros “não-elétricos” como os metais.

O fluido elétrico e as primeiras idéias científicas

Novos estudos sobre a eletricidade aconteceram no século 17, impulsionados pela construção de aparelhos que ficaram conhecidos como máquinas ou geradores eletrostáticos (Figura 1), concebidas pelo físico alemão Otto von Guericke (1602-1686). Estas máquinas foram utilizadas, em diferentes modelos, para gerar cargas elétricas na forma de centelhas, permitindo a utilização deste tipo de eletricidade (estática) em diversos experimentos. As cargas eram produzidas, por exemplo, quando corpos esféricos sólidos de enxofre eram submetidos ao atrito nestes equipamentos (Rosmorduc, 1988). Neste período, a atração e geração de cargas elétricas por fricção eram considerados fenômenos elétricos fundamentais; no entanto, atribuíam-se à repulsão entre os corpos uma menor importância (Kuhn, 1996).

Os séculos 17 e 18 foram de grande produção empírica nas ciências naturais e os estudos neste campo intensificaram-se; muitos experimentos foram realizados ao la-

do de tentativas de elaborações teóricas. Este período é fortemente influenciado pelo pensamento cartesiano e mecanicista, o que explica as propostas de generalização de modelos mecânicos para interpretação de fenômenos físicos. Numerosos conceitos de eletricidade foram formulados tendo como base a filosofia mecânico-corpuscular. As concepções de “fluidos sutis” foram muito utilizadas e a eletricidade era concebida como uma espécie de fluido invisível e sem peso, que podia passar de um corpo para outro.

Em 1729, Stephen Gray (1666-1736) descobriu o importante fenômeno da condução elétrica e distinguiu os corpos condutores de eletricidade e os não-condutores ou isolantes.

Considerando que a eletricidade tinha uma natureza material, alguns investigadores passaram a realizar tentativas de engarrar o fluido elétrico. Em meados do século 18, instrumentos armazenavam a eletricidade gerada por atrito. Eram os capacitores primitivos, chamados garrafas de Leyden

Ainda neste século surgiu a proposta do físico francês Charles François de Cisternay Dufay (1692-1739) de divisão da eletricidade em dois tipos: resinosa e vítrea, levando em conta a natureza do material atritado. Ele observou que objetos contendo eletricidade resinosa eram atraídos por outros portadores de eletricidade vítrea, enquanto corpos que possuíam um mesmo tipo de eletricidade se repelem quando aproximados.

As pesquisas de Dufay levaram à formulação da teoria dos dois fluidos que considerava como neutra a matéria formada por iguais quantidades dos fluidos vítreo e resinoso. A eletrização acon-

teceria caso um corpo ganhasse uma quantidade em excesso de um destes fluidos e perdesse a mesma quantidade do outro, de modo que a quantidade total dos fluidos permanecesse a mesma (Laidler, 1998).

Discordando desta teoria, o cientista americano Benjamin Franklin (1706-1790) propôs outra teoria do fluido único. Um corpo não eletrificado deveria possuir uma quantidade normal de fluido elétrico. Quando presente em excesso, este imprimiria uma carga positiva ao corpo e a sua deficiência implicaria em uma carga negativa.

As teorias que consideravam a eletricidade como um fluido capaz de circular através de condutores estimularam novas investigações sobre a condução elétrica. A idéia de fluidos imponderáveis foi usada, também, para explicar outros fenômenos estudados, como o calor, a luz, o magnetismo etc.

Fluido galvânico e eletricidade: a busca de uma identidade

Considerando que a eletricidade tinha uma natureza material, alguns investigadores passaram a realizar tentativas de engarrar o fluido elétrico (Kuhn, 1996). Em meados do século 18, começaram a ser usados instrumentos que armazenavam a eletricidade gerada por atrito, os capacitores primitivos ou garrafas de Leyden, que constituíram-se em importantes equipamentos



Figura 1: Ilustração de uma máquina eletrostática contida no famoso livro de von Guericke *Experimenta Nova*, de 1672.



Benjamin Franklin (1706-1790).

de pesquisa e tecnologia neste campo.

As centelhas elétricas passaram a ser usadas para produzir reações químicas. Este recurso foi utilizado, por exemplo, na síntese da água realizada pelo químico inglês Henry Cavendish (1731-1810) através da combinação dos gases hidrogênio e oxigênio após a passagem da centelha na mistura de reação.

Embora tenham ocorrido alguns avanços empíricos, uma dificuldade neste período era a utilização de cargas elétricas em movimento por um longo tempo, ou seja, a eletricidade dinâmica ou galvânica.

Esta situação começa a se modificar com estudos pioneiros no campo da eletrofisiologia realizados pelo médico italiano Luigi Galvani (1737-1798) que pretendia encontrar relações entre a eletricidade e os organismos vivos.

Em suas pesquisas, ele observou que descargas elétricas provocavam a contração em músculos de rãs mortas que estavam sendo estudadas. O contato do animal com metais diferentes promovia o fechamento de um circuito de natureza elétrica, ocasionando a contração muscular. Galvani explicou os fenômenos observados usando um novo tipo de fluido invisível chamado eletricidade animal, considerando que a eletricidade era gerada nos tecidos do animal e que os metais atuavam apenas como condutores.

As pesquisas sobre eletricidade animal estimularam novos estudos realizados por Alessandro Volta (1745-1827), professor da Universidade de Pavia, que discordando da explicação de Galvani, supôs que a eletricidade poderia ser gerada pela conexão entre os dois diferentes metais colocados em contato com o animal. Este pesquisador reconheceu que o animal morto agia meramente como condutor mas, de modo equivocado, achava que a eletricidade gerada era devido ao contato entre dois metais diferentes, propondo a “teoria da eletricidade por contato”, que foi aceita por muitos anos em virtude do prestígio que gozava o seu autor no meio cienti-

fico (Tolentino e Rocha-Filho, 2000).

Tomando como base sua teoria e utilizando-se do empilhamento de discos de metais diferentes tais como Cu/Sn ou Zn/Ag, separados por pedaços de papel ou tecido umedecidos com água salgada, Volta conseguiu produzir uma corrente elétrica, mesmo desconhecendo o papel que a água salgada desempenhava no experimento, e estabeleceu evidências para a existência da eletricidade metálica através da construção da “pilha” voltaica.



Luigi Galvani (1737-1798).

Este nome relacionava-se com a palavra ‘empilhamento’, que caracterizava o modo como eram arrumados os diferentes metais neste dispositivo. Tal artefato, primeiro gerador eletroquímico, era capaz de produzir uma corrente elétrica contínua cuja intensidade dependia da natureza do metal usado, além do tamanho e número de chapas metálicas alternadas na pilha (Leicester, 1971). Este fato possibilitou a realização de experimentos reprodutíveis e novos estudos eletroquímicos. Entretanto, somente muito mais tarde compreendeu-se que nestes equipamentos estava ocorrendo uma reação química e que a energia liberada quando o processo químico acontecia se manifestava na forma de corrente elétrica.

Mesmo tendo neste período sido vitoriosas as idéias de Volta em detrimento das de Galvani, a existência da eletricidade animal foi posteriormente reconhecida e a sua contribuição marcou a ciência; nomes como galvanismo, célula galvânica, galvanômetro ou ferro galvanizado são ainda hoje usados nas publicações sobre este assunto (Laidler, 1998).

Eletricidade: um novo meio de investigação da matéria

A divulgação dos resultados obtidos por Volta estimulou a realização de

novos experimentos utilizando a “pilha elétrica” e o uso da eletricidade para a decomposição da água nos gases hidrogênio e oxigênio, o que foi feito pelos amigos Anthony Carlisle (1768-1840) e William Nicholson (1753-1815), contribuindo para o aperfeiçoamento de um novo método de análise: a eletrólise.

Apesar do grande interesse que despertavam os fenômenos elétricos e das tentativas de elaborações teóricas surgidas, a natureza da eletricidade não estava esclarecida. Muitos cientistas interessaram-se por estes fenômenos, entre os quais Humphry Davy (1778-1829), professor da Instituição Real de Londres, que fundamentava seus estudos na hipótese de que as transformações químicas e elétricas eram produzidas por uma mesma causa: a força resultante da atração e repulsão entre cargas elétricas. Neste período começavam a ser realizados alguns experimentos que apontavam na direção de uma natureza elétrica da matéria, considerada ainda como uma hipótese.

Utilizando a eletricidade como um novo meio de estudo da matéria, Davy decom pôs em 1807 a potassa e a soda (álcalis cáusticos) fundidas. Estes experimentos levaram à descoberta do potássio e do sódio, metais que não tinham ainda sido isolados, principalmente, devido à alta reatividade química que os caracteriza. Em 1808, fazendo uso ainda do método eletroquímico, este cientista obteve também o magnésio, o cálcio, o estrôncio e o bário (Aaron, 1984).

Utilizando a eletricidade como um novo meio de estudo da matéria, Humphry Davy decom pôs em 1807 a potassa e a soda fundidas. Estes experimentos levaram à descoberta do potássio e do sódio, metais que não tinham ainda sido isolados

A partir deste período, esta forma de energia passou a ser usada para cindir espécies químicas até então difíceis de serem decompostas, iniciando uma grande transformação na química. Na segunda metade do século 18, grandes modifica-

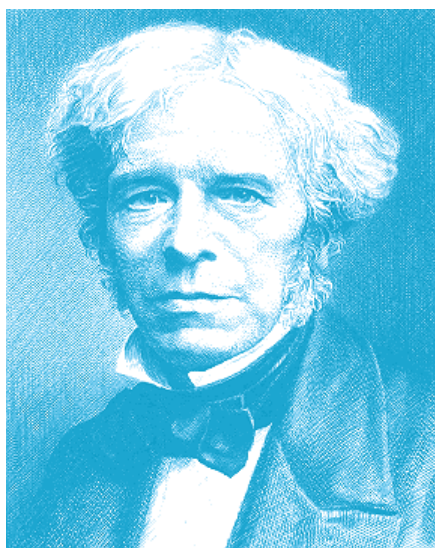
ções teóricas haviam sido introduzidas na química graças ao importante trabalho de Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), que conseguiu derrubar a teoria do flogístico e reconhecer o hidrogênio e o oxigênio como elementos químicos formadores da água.

Muitas tentativas passaram a ser feitas para se justificar a formação de compostos químicos considerando-se a interação entre cargas positivas e negativas, que neste período supunha-se existirem nas substâncias. As forças existentes entre tais cargas seriam as responsáveis pelas combinações químicas e foram chamadas de forças de afinidade.

Para explicar os fenômenos, o químico sueco Jöns Jacob Berzelius (1779-1848) propôs uma teoria elétrica para as reações químicas de acordo com a qual os átomos formadores de cada elemento possuíam uma carga elétrica e polaridade definida. Classificou os elementos de acordo com sua polaridade e ordem crescente de carga. Do seu ponto de vista, a combinação química consistia na atração dos corpúsculos de cargas opostas e na neutralização da eletricidade com liberação de calor entre os pólos opostos (Rheinboldt, 1995). Átomos com um mesmo tipo de carga elétrica não podiam se combinar e, portanto, não seria possível a existência de moléculas diatômicas homonucleares como H_2 , O_2 , N_2 , Cl_2 . Esta teoria eletroquímica constituiu a base teórica do sistema dualístico proposto por Berzelius, e influenciou a produção científica da química no século 19.

As pesquisas realizadas por Berzelius relacionadas ao uso de corrente elétrica para produzir transformações químicas ajudaram o químico e físico inglês Michael Faraday (1791-1867) a encontrar relações de proporcionalidade entre a quantidade de matéria decomposta e a quantidade de eletri-

cidade utilizada, estimulando estudos quantitativos envolvendo a eletricidade. Faraday introduziu uma nova nomenclatura para designar os pólos opostos presentes no sistema eletrolítico (anodo e catodo) e estabeleceu o grau de afinidade química de dois elementos, relacionando-o com a facilidade destes para se dirigirem para os pólos opostos em uma decomposição eletrolítica (Bensaude-Vincent e Stengers, 1992). Estes estudos se constituíram de grande importância para o desenvolvimento da eletroquímica, propagando a idéia de que as reações químicas eram resultantes de fenômenos elétricos.



Michael Faraday (1791-1867).

A investigação da natureza íntima da matéria intensificou-se durante todo o século 19, contribuindo para a consolidação da teoria atômica e a descoberta das partículas subatômicas que, efetivamente, comprovarão as hipóteses sobre a natureza elétrica da matéria, anteriormente formuladas.

A compreensão do fenômeno elétrico ampliou-se com os estudos da energia em suas diferentes manifestações e múltiplas possibilidades de conversão. Observou-se uma intensificação nas pesquisas geradas pela grande aplicabilidade da energia elétrica a partir do século 19. Novos estudos teóricos foram estimulados relacionando a luz, a eletricidade e o magnetismo, que foram de grande importância para o desenvolvimento da física, promovendo uma maior aproximação com a química no século posterior e o grande avanço da ciência, certamente mais próxima da tecnologia.

Notas

1. O âmbar é uma substância sólida, resinosa e de origem fóssil. Em grego este material se chama *elektron*, ou *electrum*, em latim.

2. *Effluvium* ou eflúvio significa emanção sutil que exala dos corpos organizados.

Maria da Conceição Marinho Oki (marinhoc@ufba.br), engenheira química e mestre em química inorgânica, é professora do Departamento de Química Geral e Inorgânica do Instituto de Química da Univ. Federal da Bahia.

Referências bibliográficas

- AARON, J.I. *The development of modern chemistry*. Nova Iorque: Dover, 1984. p. 131.
- BENSAUDE-VINCENT, B. e STENGERS, I. *História da química*. Trad. de R. Gouveia. Lisboa: Instituto Piaget, 1992. p. 158.
- DEBEIR, J.C.; DÉLAGE, J.P. e HÉMERY, D. *Uma história da energia*. Trad. de S.S. Brito. Brasília: Editora da UnB, 1993. p. 16.
- KUHN, T.S. *A estrutura das revoluções científicas*, Trad. de B.V. Boeira e N. Boeira. São Paulo: Editora Perspectiva, 1996. p. 34-35, 88.

- LIDLER, K.J. *The world of physical chemistry*. Nova Iorque: Oxford University Press, 1993. p. 195.
- LIDLER, K.J. *To light such a candle*. Nova Iorque: Oxford Univ. Press, 1998. p. 117, 119.
- LEICESTER, H.M. *The historical background of chemistry*. Nova Iorque: Dover, 1971. p. 165.
- RHEINBOLDT, H. *História da balança e a vida de J.J. Berzelius*. São Paulo: Ed. Nova Stella / Edusp, 1995. p. 103.
- ROSMORDUC, J. *Uma história da física e da química - De Tales a Einstein*. Trad. de L.V.C. Faria e N.V.C. Faria. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1988. p. 88.

- TOLENTINO, M. e ROCHA-FILHO, R.C. O bicentenário da invenção da pilha elétrica. *Química Nova na Escola*, n. 11, p. 35-39, 2000.

Para saber mais

- LIDLER, K.J. *To light such a candle*. Nova Iorque: Oxford University Press, 1998. p. 117, 119.
- RHEINBOLDT, H. *História da balança e a vida de J.J. Berzelius*. São Paulo: Ed. Nova Stella / Edusp, 1995. p. 103.
- Química Nova na Escola*, n. 11, 2000. Este número contém diversos artigos relacionados ao tema pilhas elétricas.