

4. MÁQUINAS ELÉCTRICAS

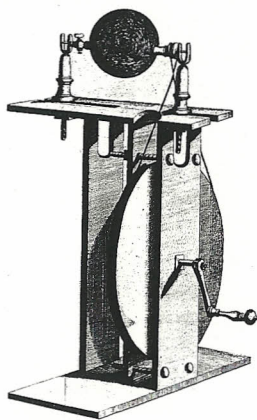
O passo seguinte era óbvio: como aumentar estes efeitos de atracção eléctrica, capazes de pôr os corpos em movimento? Otto von Guericke – o homem da bomba de vácuo e dos hemisférios de Magdeburgo – pensou que, quanto mais esfregasse o material electrizável, mais forte seria o efeito (*Fig. 2.02*). Construiu uma esfera de enxofre do tamanho duma cabeça de criança, pô-la a rodar em torno dum eixo, roçando um pano. Quando aproximava um objecto metálico pontiagudo, via saltar uma faísca e ouvia um estalido (uma tempestade em miniatura); se aproximasse um dedo, sentia uma picada. Von Guericke verificou que, uma vez electrificados, os objectos (por exemplo, pequenos pedaços de papel), repeliavam-se; se caíssem no chão, perdiam essas propriedades. Tal como acontecia no magnetismo, havia atracções e repulsões eléctricas; e também neutralização de efeitos.

Von Guericke relatou estas observações nas *Novas Experiências* (1672) e chegou a especular se o equilíbrio planetário e o facto estranho de a Lua oferecer sempre a mesma face para deleite da Terra não poderiam ser explicados por semelhantes interacções eléctricas? Sabe-se hoje que a hipótese não tinha o menor fundamento. Por essa altura, já Newton tinha passado pelos seus *anni mirabiles* de 1665 e 1666, quando abandonou Cambridge devido à peste bubónica e se refugiou na casa materna em Woolsthorpe, no condado de Lincolnshire. O isolamento e a concentração (e possivelmente a queda da famigerada maçã) levaram-no a conceber a teoria da gravitação universal e a desenvolver o aparato matemático

5.07.
WILLIAM GILBERT
(1540-1603)

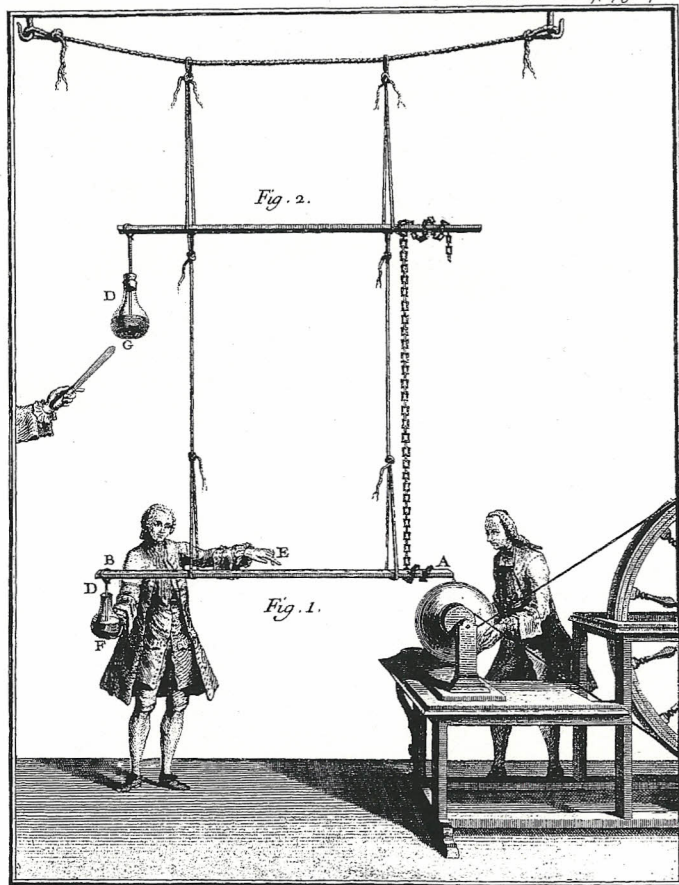


5.08.
Máquina electrostática
de Hauksbee



(cálculo diferencial) que lhe permitiu criar os famosos *Princípios*, publicados quase vinte anos depois, em 1687. O movimento e o equilíbrio dos planetas não têm origem eléctrica (ou magnética); são o resultado da atracção gravítica (embora tanto a electricidade como a gravidade derivem dum campo de forças). O que parecia evidente nas experiências de von Guericke é que a electricidade (estática) podia ser comunicada e transmitida: passava da esfera de enxofre ao corpo humano, deste à terra, etc.

A máquina de von Guericke foi aperfeiçoada e simplificada por Francis Hauksbee, um negociante de tecidos que talvez tenha sido assistente de Boyle. Hauksbee pegou numa sugestão de Newton que recomendara uma esfera de vidro (em vez de enxofre) e concebeu dois recipientes de vidro concêntricos a rodar em sentidos contrários, accionados por um mecanismo de manivela e correia de transmissão (*Fig. 5.08*). Hauksbee (ou Hawksbee) foi também o primeiro experimentalista a observar a chamada 'luz barométrica' – a luminescência produzida no topo do barómetro por agitação do mercúrio e fricção deste nas paredes de vidro do instrumento. Foi o primeiro exemplo duma descarga eléctrica em gases ou atmosferas rarefeitas, um fenómeno que viria a ser



aplicado na chamada iluminação fluorescente (por exemplo, os néons das Baixas das cidades). Conseguiu o mesmo efeito colocando a mão num globo de vidro evacuado em rotação rápida. Como notou Hawksbee, a claridade púrpura era tão intensa que dava para ler! Estava inventada a primeira luz eléctrica artificial.

Pelos vistos, os fenómenos eléctricos interessavam aos sujeitos da indústria têxtil. Stephen Gray, um tintureiro de sedas

baseado em Cantuária, lançou-se a investigar a transmissão da electricidade. Verificou, para seu espanto, que substâncias diferentes transmitem a electricidade de maneira diferente: os metais conduzem-na muito bem; o âmbar e o vidro, mal; o corpo humano, assim-assim. Daqui a separar as substâncias em *condutores* e *isoladores*, foi um passo. O curioso é que eram os materiais isolantes, como o âmbar, a ebonite, a resina ou o vidro, que podiam ser facilmente electrizados por fricção. Gray descobriu também que a electricidade só se revelava no exterior dos corpos; no interior de objectos ocós não havia manifestações eléctricas. Depois, pôs-se a electrificar tudo e mais alguma coisa: utensílios de lareira (pá, tenaz e atizador), chaleira, hortaliça e folhas de plantas, mapa-múndi, chapéu-de-chuva, gato morto e até um rapazinho bem vivo, aluno da famosa escola da Charterhouse (Cartuxa) de Londres.

A electricidade era agora uma fonte de divertimento, tão fascinante como as lentes o tinham sido no século anterior. Máquinas eléctricas foram fabricadas em série e vendidas a curiosos, e uma verdadeira 'loucura eléctrica' atravessou a Europa. A última palavra em sofisticação era a electrificação das pessoas (devidamente isoladas, para que a electricidade não se esvasse para a terra). Com a ajuda do seu assistente, o Abade Jean Antoine Nollet, o aristocrata Charles du Fay dedicou-se a electrificar damas e cavalheiros e a produzir efeitos espectaculares. Meninas púberes ficavam literalmente com os cabelos em pé (resultado da repulsão entre cabelos carregados electricamente da mesma maneira). As mãos eram outros tantos geradores de electricidade, com faíscas a saltar entre os dedos. De máquina eléctrica numa mão, e garrafa de álcool na outra, era possível incendiar esta última, sem recurso à chama. Ou proceder à ignição dum canhão. Convenientemente isolado e electrizado, um sujeito, por mais pecador que fosse, irradiava luz

e aparentava um halo; ao processo chamava-se beatificação! As possibilidades pareciam ilimitadas. Aliás, Nollet viria a ser um dos grandes divulgadores da electricidade e um dos melhores fabricantes de instrumentos científicos do seu tempo (Fig. 5.09).

Em cada experiência, a electricidade era produzida *in situ*. As demonstrações seriam mais fáceis se fosse possível armazenar a electricidade como quem guarda a água num pote, pronta a ser utilizada em qualquer momento. Foi isto que Pieter van Musschenbroek conseguiu, na Universidade de Leiden (Holanda), por volta de 1746. No entanto, a primazia da invenção deve ser atribuída a Ewald von Kleist, deão da Catedral de Kammin, na Pomerânia, quando experimentava a electrização de velhos frascos medicinais de vidro, contendo pregos (1745); infelizmente nunca quis divulgar os seus segredos. A chamada *garrafa de Leiden* (ou de Kleist) é aquilo a que se chama hoje um *condensador eléctrico* – um ‘reservatório’ capaz de acumular electricidade e de a conservar (Fig. 5.10). Dois materiais condutores separados por um isolante podem armazenar uma quantidade apreciável de electricidade. (A conservação não é perfeita; a garrafa vai-se descarregando lentamente através do isolante.) Van Musschenbroek apanhou um tremendo choque eléctrico quando procedia à sua experiência e jurou para nunca mais. Em carta a um colega francês, deu conta desta “nova e terrível experiência, que o aconselho a nunca tentar, nem eu, que a experimentei, e sobrevivi pela graça de Deus, a repetiria por todo o reino de França”. Claro que não só as experiências continuaram, como o dispositivo foi sendo progressivamente melhorado. Por exemplo, em vez conter água era mais eficiente recobrir o interior e exterior do recipiente de vidro com folha de estanho ou chumbo (as chamadas *armaduras*).

Os choques eléctricos obtidos com estas garrafas eram horríveis e dolorosos, e provocavam convulsões, queimaduras, febres,

hemorragias nasais, dores de cabeça, paralisias, etc. Na melhor das hipóteses, criava-se uma espécie de *delirium tremens* que deixava as pessoas incapazes de andar durante algumas horas. Mesmo assim, tudo se sofria a bem da ciência e da novidade, e não faltavam cobaias humanas dispostas a pagar para experimentar as novas sensações da electrização. Descobriu-se, entretanto, que a intensidade do choque aumentava consideravelmente se se ligassem várias garrafas em série, formando uma bateria. Na América, Benjamin Franklin pensou logo numa aplicação útil: a electrocução de animais, seguida de assadura em espeto eléctrico!

A moda era o choque em cadeia. Já se sabia que a electricidade se propagava muito mais depressa que o som. Formava-se uma longa fila de homens, de mão dada, electrizava-se o primeiro, e era ver como o choque se propagava quase instantaneamente ao longo da cadeia humana, com as pessoas a saltar e a agitar-se descontroladamente! O Abade Nollet fez uma demonstração perante o rei, em Versailles, com 180 soldados, mais tarde com 200 frades, até atingir o número recorde de 700 pessoas! Às vezes a transmissão interpessoal fazia-se através de cabos metálicos, por exemplo numa margem para outra do Tamisa, em Londres. As mulheres eram consideradas piores condutores da electricidade de que os homens, e quando a cadeia humana falhava, era sinal que pelo menos um dos seus membros era menos homem do que aparentava, a requerer exame às partes privadas... No entanto, a experiência funcionava



com os cantores castrados. Electricamente falando, os dotes vocais pareciam compensar a ablação dos testículos!

Haveria duas espécies de electricidade, uma responsável pelas atracções e outra pelas repulsões? Du Fay acreditava que em qualquer corpo coexistiam dois tipos de electricidade – a que chamou *resinosa* e *vítrea* – e que nos isoladores um destes tipos podia ser libertado por fricção. Mal sabia ele que os átomos são feitos de núcleos electricamente positivos e de electrões negativos! Mas houve que esperar por Benjamin Franklin para se perceber que não era preciso admitir dois tipos; bastava postular excesso ou defeito duma mesma espécie de electricidade. A electricidade era só uma. Excesso e defeito correspondiam aos velhos conceitos de positivo e negativo. “A electricidade não é criada, mas apenas coligida pela fricção”. As cargas podem passar do objecto A para o objecto B. “Dizemos então que B fica electrizado *positivamente* e A *negativamente*: ou melhor, B está *mais* electrizado e A *menos*”. E Franklin pedia desculpa ao seu correspondente inglês, Peter Collinson, pelo recurso a estes termos, que continuaria a usar, até que “os vossos filósofos nos dêem outros melhores”. Franklin estava certo mas, como muitas vezes acontece, a convenção que acabou por vingar foi a oposta: a electricidade ‘positiva’ de Franklin corresponde, afinal, a um excesso de electrões, que são cargas negativas.

A nova física dos fenómenos electromagnéticos era feita de dualismos: atracção-repulsão, isolador-condutor, positivo-negativo, norte-sul. Surgia um mundo a preto e branco, em que qualquer manifestação só podia ser uma coisa ou outra. Na luz, assistia-se à luta entre uma concepção corpuscular, defendida por Newton, e a concepção ondulatória proposta por Huygens. Era o começo dum outro tipo de dualidade, em que as coisas podiam ser isto e

aquilo e, às vezes, os dois simultaneamente. Dualismos cinzentos e probabilísticos, como o da onda-corpúsculo, posição-velocidade, energia-tempo e massa-energia, só emergiriam com a revolução científica do primeiro quartel do século xx, operada pela teoria da relatividade e pela mecânica quântica. Bem me apetecia falar destas mas, infelizmente, ambas estão fora do âmbito deste livro. Talvez nos últimos capítulos, a propósito da energia atómica e da transmutação alquímica dos elementos...

Título: Haja luz! : uma história da Química através de tudo

Autor(es): Jorge Calado; revisão de texto Luís Filipe Coelho

Edição: 1ª ed.

Publicação: Lisboa: IST Press, 2011