

“UMA BREVE HISTÓRIA DA ENGENHARIA ELÉTRICA”

José Roberto Cardoso

Tudo começou em Tessalonik na Grécia onde foi encontrada a pedra que pode deu origem a ciência do eletromagnetismo. Esta pedra, denominada “magnetita”, nome derivado da antiga denominação daquela área, foi identificada pela primeira vez por Lucretius em 100 AC. Segundo escritos da antiguidade, Lucretius relatou:

“...o ferro pode ser atraído por uma pedra que os Gregos chamaram Magneto* pela sua origem, porque é originária das terras dos Magnésios , habitantes da Magnésia em Thessaly”

Lucretius não sabia que aquela pedra era a mesma utilizada para a confecção do ferro, razão pela qual foi extinta com o tempo, devido à produção em larga escala e sem controle daquele produto.

A diferença da magnetita encontrada na Grécia das demais encontradas em outras regiões daquele pequeno universo grego era que a pedra daquela região estava sujeita a uma alta incidência de raios, que foram os responsáveis pela magnetização brusca (devido a sua alta corrente) do material. Este tipo de magnetização brusca de alta intensidade aproveita uma propriedade da magnetita, denominada “histerese”, a qual retém um campo magnético residual, denominado campo magnético “remanente”, quando a fonte é desligada, produzindo o que denominamos de imã permanente”.

O imã permanente é muito utilizado nos dias de hoje em diversas aplicações, como nas caixas acústicas, nos brinquedos, nos motores e geradores elétricos. Estes imãs são artificiais, isto é, são produzidos utilizando-se de ligas de materiais derivados da magnetita e de outras substâncias “excitados” por altas correntes produzidas por geradores elétricos que tentam simular as condições do raio. Os imãs mais eficientes que são produzidos atualmente são aqueles produzidos com “terras raras”.

*magneto=imã permanente

A idade média

A idade média promoveu o maior atraso tecnológico da humanidade. Se a liberdade de expressão e pensamento fosse praticada na idade média, o homem chegaria à lua em 969, isto é, mil anos antes do acontecido. Apesar do magnetismo não ter sido afetado pelas pressões da igreja, como ocorreu com a cosmologia, pouca gente se interessou por esta ciência até o século XIII. O primeiro registro desta época vem de um tal de Bartolomeu “o inglês” o qual preconizava:

“...esta espécie de pedra devolve marido às viúvas e aumenta a elegância e charme do orador. Misturado ao mel cura febre, catapora....”

tratando-se da primeira tentativa de aplicar o magnetismo ao tratamento medicinal.

Oito de fevereiro de 1269 é considerada a data do aparecimento do primeiro artigo científico da humanidade. Neste dia, Pierre de Magnicourt (ou Pedro Pelegrino), engenheiro da armada de Charles d’Anjou escreveu a seu amigo de armada Sygerus de Foucaucourt descrevendo como construir instrumentos usando ímãs permanentes, principalmente uma máquina de movimento perpétuo. Foi o primeiro a utilizar o termo pólo para caracterizar as extremidades do ímã. Roger Bacon o considera o primeiro cientista experimental que apareceu na face da terra.

O primeiro livro

O eletromagnetismo gerou também o primeiro livro da ciência moderna. Foi Willian Gilbert, que em 1600 editou seu “*De Magnete*”. Neste livro Gilbert mostra como fazer ímãs permanentes através do tratamento térmico do ferro, discutia também aplicações medicinais do magnetismo (ele era o principal médico de Elizabeth I) e pela primeira vez representava o campo magnético por setas. Afirmou: **“A TERRA É MAGNÉTICA”** ao considerar (erroneamente) o nosso planeta como um imenso ímã permanente!

Gilbert dedicou todo o seu tempo ao estudo da eletricidade e do magnetismo. Foi ele quem cunhou o termo “eletricidade”. Ele notou, com propriedade, que o fenômeno da atração devido ao atrito do âmbar e aquele devido ao ímã permanente são de naturezas diferentes, de modo que estas duas classes de fenômenos deviam ser estudadas em separado, como o ocorreu nos 200 anos seguintes.

Enquanto isso..

Enquanto isso a Eletricidade ia bem obrigado. Perto da cidade de Mileto, na Jônia, à beira do mar Egeu, Tales, filho de Examyas e Cleobulina no século VII AC identificou as propriedades de atração e repulsão oriundas do atrito entre diferentes materiais, em particular o âmbar. Conseguiu classificar dois tipos de tecidos em função do seu comportamento ao atrito. A partir de então se passou a buscar uma forma de produção contínua de eletricidade para possibilitar a realização de diversas experiências. Isto só foi obtido em 1660 por Otto von Guericke em Magdeburgo – Alemanha o qual utilizava o atrito de uma correia sobre uma esfera de enxofre.

A simplicidade de sua construção permitiu a realização, em larga escala, de experiências que exigiam o fornecimento contínuo de eletricidade promovendo um grande avanço desta ciência.



Willian Gilbert

O gerador de Otto von Guericke foi também o responsável pelo primeiro acidente da eletricidade. Um estudante de nome Cuneus da Universidade de Leiden – Holanda fechou uma garrafa de alumínio com uma rolha atravessada por um tubo metálico (como é feito por muitas donas de casa nos seus litros de óleo comestível) e ligou este tubo e o corpo da garrafa aos terminais daquele gerador. Ao desligar o gerador, tocou inadvertidamente o tubo e o corpo da garrafa simultaneamente, levando um choque elétrico de grande intensidade que quase o matou. Este acidente, primeiro da história da eletricidade, resultou na descoberta do “capacitor” por Peter van Masschenbrock, pesquisador da mesma Universidade. O capacitor é um dispositivo armazenador de energia elétrica utilizado com frequência nos circuitos elétricos atuais.

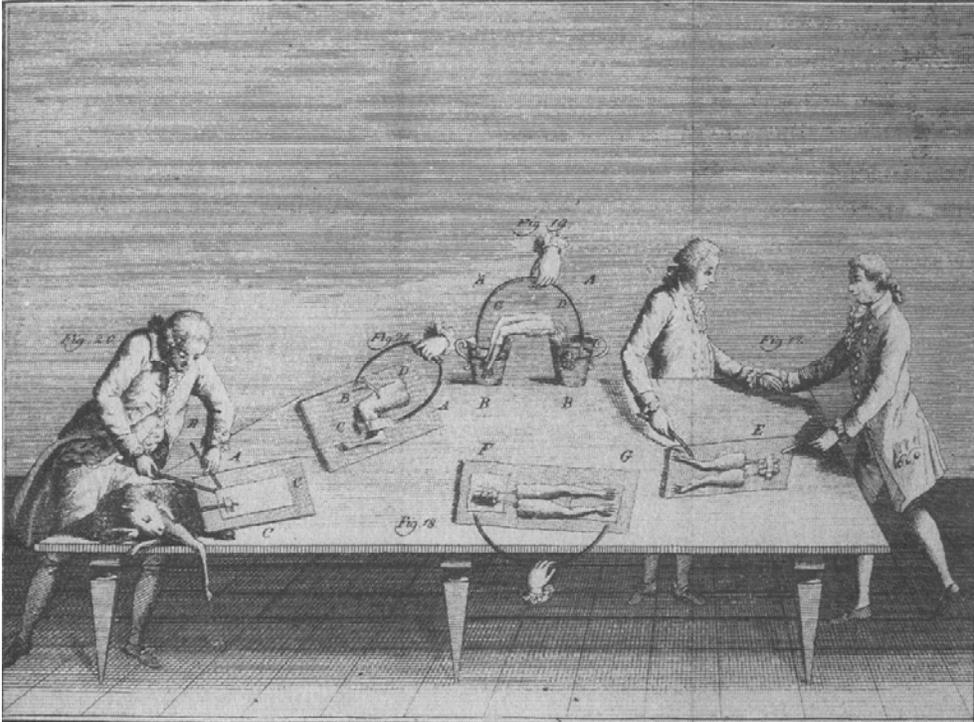
Um homem muito tímido

Em meados século XVIII Benjamin Franklin era representante da Pensilvânia junto à coroa britânica e, por força do cargo, visitava com frequência a capital do Reino Unido. Franklin era um estadista nesta época. Sua atividade como cientista foi curta, sete anos apenas, de 1747 a 1753, quando fez a sua famosa experiência com a pipa.

Numa de suas viagens ao Reino Unido, Franklin mencionou a Joseph Priestley, na época presidente da Royal Society, sua percepção de que a força de atração entre duas cargas elétricas era proporcional ao produto das cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que as separa sugerindo, inclusive, uma forma experimental para demonstrá-la, o que foi feito por Henry Cavendish em 1760 através de um engenhoso equipamento que reproduziu as afirmações de Franklin. Como na ciência a paternidade de um resultado só é atestada mediante uma publicação científica, não conhecemos a lei das forças entre as cargas elétricas como a lei de Cavendish, pois este era extremamente tímido e totalmente avesso a qualquer publicidade envolvendo seu nome. Foi somente cem anos depois deste acontecimento que a ciência tomou conhecimento dos resultados da experiência de Cavendish, mas já era tarde demais, pois em 1785, ou seja, vinte e cinco depois de Cavendish, um disciplinado e habilidoso militar francês constatou esta evidência através da construção de uma balança de torção de grande precisão dando nome a lei das forças entre as cargas elétricas de lei de (Charles Augustin) Coulomb.

A Eletricidade vai para o circo

Luigi Galvani era professor de anatomia da mais antiga universidade do mundo, a Universidade de Bologna. As suas pesquisas concentravam-se em avaliar as reações de um organismo vivo, no caso ele utilizava rãs, quando percorrido pela corrente elétrica. Galvani tinha um ajudante, Aldini, que o auxiliava em todas as experiências. Um evento fortuito ocorreu quando Aldini tocando com uma haste metálica a perna de uma rã assentada numa bandeja metálica e Galvani tocando a mesma bandeja com outra haste metálica. Por uma razão desconhecida ambos deram-se as mãos, como mostra a figura. Ato contínuo a rã se contraiu, do mesmo jeito que se contraía quando percorrida por corrente elétrica. Infelizmente Galvani não enxergou a importância do acontecimento, registrando-o apenas.



Luigi Galvani – 1786 - Professor de Anatomia da Universidade de Bologna

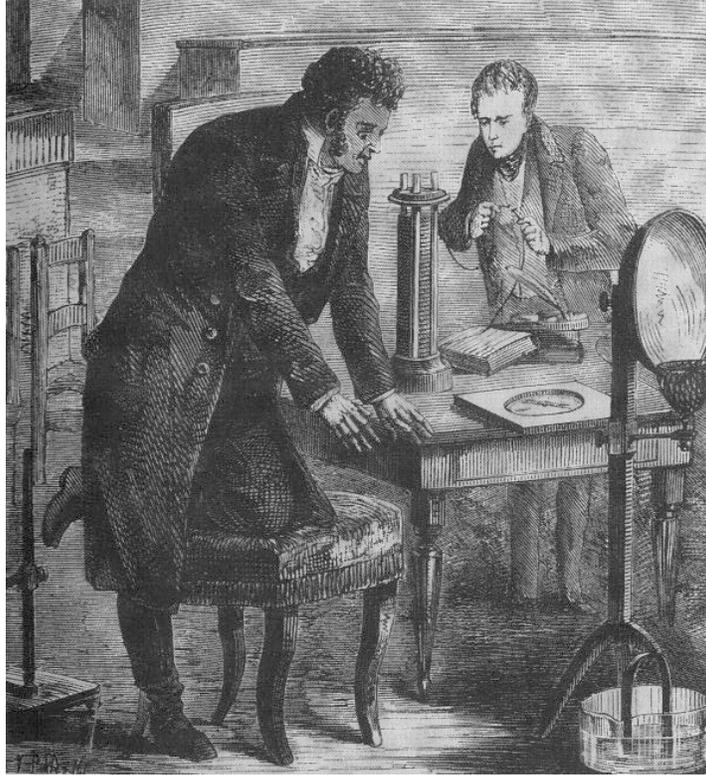
Foi Aldini quem se aproveitou do episódio, pois, após ter se separado de Galvani devido a sua morte, percorreu a Europa fazendo apresentações em circos para demonstrar do efeito da eletricidade nos seres vivos. Estas apresentações inspiraram Mary Shelley a escrever seu famoso romance *Frankenstein*. Aldini alegava que a Eletricidade, para ser gerada, precisava de um fluido vital, segundo ele fornecido pela rã, influenciando muitos pesquisadores a acreditar da necessidade da vida para a produção da energia elétrica. Ele não demoraria em ser desmascarado. No ano seguinte, Alessandro Volta descobriu que os resultados de Galvani poderiam ser mais bem explorados, pois percebeu que não era preciso o animal para a obtenção da eletricidade, bastavam dois metais diferentes, separados por um meio condutor (denominado eletrólito), extinguindo a idéia da eletricidade animal difundida por Aldini. Volta acabara de criar a bateria, a qual consiste de camadas alternadas de prata e zinco separadas por um eletrólito. Se Galvani fosse atento, provavelmente a unidade de medida da tensão seria o Galvani e não o Volt, como acontece, o qual foi atribuído em homenagem a Alessandro Volta.



Alessandro Volta – 1791

E nasce uma nova ciência...

Hans Christian Oersted, professor da Universidade de Copenhague já havia tentado mostrar várias vezes que a corrente elétrica produzia o magnetismo sem sucesso. Após várias tentativas montou um circuito elétrico e aproximou uma bússola do fio percorrido por corrente elétrica. Bingo! A agulha se moveu e estava criado o Eletromagnetismo.



A experiência de Oersted - 1820

Oersted havia mostrado que a Eletricidade produz o Magnetismo, será que o Magnetismo produziria a Eletricidade? Mas isso é uma outra história...

A descoberta de Oersted promoveu a maior corrida científica do século XIX, de modo que em seu rastro vieram grandes pesquisadores como André Marie Ampère (1775-1836) que criou a Eletrodinâmica. Vieram também Biot, Savart, Joule e Ohm. As mais importantes leis experimentais do eletromagnetismo foram enunciadas no período imediatamente após a descoberta de Oersted.

Faltava algo mais, pois como dizia Louis Pasteur (1822-1895), “..no campo das observações, a sorte favorece apenas as mentes preparadas”, e se havia alguém com a mente preparada naquela época era Michael Faraday.



André Marie Ampère (1775-1836):

Faraday nasceu em 1791 nos arredores de Londres. Veio de uma família muito pobre e não teve uma educação formal. Trabalhava 16 horas por dia e praticava a religião criada por Robert Sandeman, a qual preconizava que entre as escrituras e o devoto não deveria haver um intermediário e, por esta razão não admitia a figura do padre ou pastor para interpretá-las.



Quadro de Alexander Blakley do livro Michael Faraday

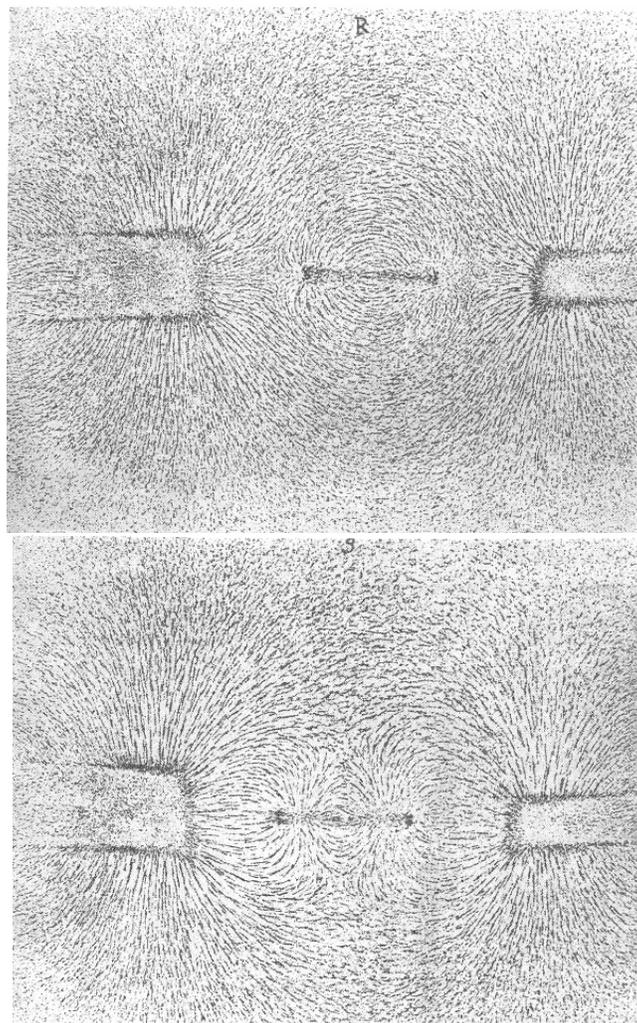
Na sua juventude era aprendiz de encadernador e por isso tinha acesso aos textos dos clientes. Como a oficina situava-se nas proximidades da Royal Institution, o primeiro laboratório de pesquisa oficial que se tem conhecimento, boa parte de sua produção publicada era encadernada por Faraday. Como aqueles textos tratavam dos mais recentes

avanços científicos, sua leitura aguçava sua imaginação e o fazia sonhar sendo um cientista.

A Royal Institution promovia (e ainda promove) ciclos de palestras com os mais renomados cientistas da época para o público leigo. Com os ingressos de um cliente Faraday assistiu ao ciclo de palestras de Humphrey Davy, na época presidente da Royal Institution. Anotou tudo que ouviu e organizou um texto acrescentando suas observações. Encadernou-o e encaminhou a Davy.

A qualidade do trabalho o impressionou tanto que, na primeira oportunidade, contratou Faraday como auxiliar de laboratório.

Faraday passou a morar no local de trabalho e começou sua atividade de pesquisa experimental em tempo integral. Realizou vários trabalhos, alguns deles ligados à eletroquímica. Teve a oportunidade de realizar uma viagem pela Europa como carregador de malas acompanhando Davy, quando encontrou os grandes nomes da ciência da época.



Linhas de campo

Com a morte de Davy sua carreira deslanchou e a 29 de agosto de 1831 descobriu a lei da indução magnética na qual demonstrou que o campo magnético variável no tempo produzia a eletricidade, inventando a engenharia elétrica. Este evento é o marco criador

da Engenharia Elétrica e, por esta descoberta, Faraday é considerado o mais brilhante cientista experimental que já viveu neste mundo.

Inventou o primeiro motor elétrico e foi o primeiro a introduzir o conceito de linhas de campo após observar o desenho deixado pelas limalhas de ferro sob a ação do campo magnético. Mas, o melhor resultado oriundo de suas experiências estava para ser concebido por um escocês que nasceu no mesmo ano que Faraday descobriu a lei da indução magnética.

E surge uma teoria..

James Clerk Maxwell nasceu em 1831 e viveu apenas 48 anos; aos quatorze anos publicou seu primeiro artigo científico no qual descreve como traçar uma elipse utilizando uma linha fixada em dois pontos, os focos da elipse, e correr sobre um papel com um lápis o vértice do triângulo formado. Era tão jovem que precisou da ajuda de um proeminente pesquisador para apresentá-lo na Royal Society. Foi o primeiro a aplicar a estatística no estudo de um fenômeno físico, a teoria dos gases, cujo trabalho simultâneo, porém independente, do alemão Boltzmann levou à formulação da distribuição de Maxwell-Boltzmann da energia molecular. Observando o trabalho dos artistas Maxwell criou o triângulo das cores, com o qual mostra ser possível obter qualquer cor com a combinação das três cores primárias, o verde, o azul e o vermelho, conseguindo com isto produzir a primeira fotografia colorida. Estendendo este trabalho produziu uma metodologia matemática para o tratamento das cores, que é utilizada hoje em dia na televisão colorida. Demonstrou matematicamente a natureza dos anéis de Saturno ainda muito jovem. Este estudo conferiu-lhe o Prêmio Adams, considerado o maior desafio da cosmologia na época. Fascinado com o trabalho de Watt, conceituou a realimentação e, em um artigo (*On Governors*), lançou as bases para a teoria de controle.

Mas seu trabalho que lançou a humanidade na sua mais fascinante aventura, que nos permite levar uma vida confortável suportada por uma tecnologia que nos choca a cada dia, foi na engenharia elétrica. Num trabalho fantástico de gabinete, Maxwell compilou todas as experiências realizadas por seus antecessores e organizou todo o conhecimento em uma teoria solidamente consolidada. Seu trabalho pode ser resumido em quatro equações, denominadas Equações de Maxwell, que encerram o que há de mais importante no eletromagnetismo. Seu livro *Treatise of Electricity* é um dos livros, que juntamente com os *Principia* de Newton e os *Diálogos* de Galileu, mais lidos na história da humanidade. Enquanto realizava este trabalho detetou que a lei da conservação das cargas elétricas era violada com a aplicação da Lei de Faraday. Como a Lei de Faraday estava correta, Maxwell precisou fazer um ajuste nas equações para evitar esta violação, vindo a definir o que veio a ser chamada de corrente de deslocamento, a qual pode existir até no próprio vácuo, diferentemente do que se pensava até então, quando se imaginava que a corrente elétrica só poderia existir nos condutores.

Esta descoberta foi a pérola escondida nas equações de Maxwell, pois uma vez concebida levou-o a sugerir a possibilidade da propagação dos campos elétrico e magnético. Mas não era só na teoria que se situava sua maior realização.

Convidado pela Universidade de Cambridge dedicou-se a montagem de um dos maiores laboratórios de pesquisa, ao qual deu o nome de Cavendish, em homenagem ao seu grande ídolo Henry Cavendish.



A atividade de gerenciamento da montagem do Laboratório Cavendish tomou parte preciosa de seu tempo, pois não teve tempo de comprovar suas previsões sobre a propagação eletromagnética ficando esta glória com o alemão Heinrich Hertz. No entanto, a presença de Maxwell nos primeiros anos de sua existência imprimiu uma filosofia de trabalho, seguida ainda nos dias de hoje, que permitiu, entre outras descobertas, a descoberta do elétron por J.J.Thompsom e, mais recentemente, a descoberta da estrutura do DNA por Watson e Crick na década de 50.

O legado de Maxwell é imenso, mas não devidamente creditado a ele como devido. As ondas eletromagnéticas, são chamadas de ondas hertzianas, o radio inventado por Marconi, nada mais é do que uma aplicação das ondas eletromagnéticas.

A extensão do trabalho de Maxwell foi inimaginável, pois ele suportou todas as descobertas que revolucionaram nossa civilização desde a invenção do rádio até as mais avançadas tecnologias de transmissão de sinais e dados que tanto conforto trás à vida moderna.

É interessante observar que tudo isso que estamos aproveitando agora, teve sua origem há mais de dois mil anos em uma simples observação de Lucretius atrás na Grécia antiga.