

## LINHA DO TEMPO DO ELETROMAGNETISMO CLÁSSICO

- ~ 600 a.c.     **Tales de Mileto**  
*observou que o âmbar (elektron em grego) atritado atraía pequenos objetos e, que a magnetita, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, (nome devido a um distrito Norte da Grécia, “magnesia”), um tipo de pedra, atraía pedaços de ferro.*
- 1600     **William Gilbert (1540–1603)**  
*autor do livro “de Magnete”, nele ele apresenta sua grande descoberta de que a própria terra é um ímã permanente. É devido a ele também a distinção clara entre atração elétrica e magnética. Foi o primeiro a usar o termo Eletricidade, que do Grego significa **elektron** = âmbar.*
- 1621     **Willebrord van Roijen Snell (1580–1626)**  
*elaborou a lei da refração, a base da óptica geométrica moderna, e estudou o fenômeno de reflexão.*
- 1637     **René Descartes (1596–1650)**  
*autor do livro “Discours de la méthode pour bien conduire sa raison et chercher la vérité dans les sciences”, que contém três (3) apêndices, sendo o “La Dioptrique” (A Dióptrica) o que trata da óptica. Os outros apêndices são “Les Météores” e “La Géométrie”.*
- 1666     **Isaac Newton (1642–1727)**  
*descobre a decomposição da luz branca nas cores do espectro (arco-íris). Também foi o primeiro a medir a periodicidade da luz (conhecido hoje como comprimento de onda)*
- 1667     **Galileo Galilei (1564–1642)**  
*deduz que a luz é no mínimo dez (10) vezes mais rápida que o som.  
Fonte: [http://www.geocities.com/speed\\_of\\_light\\_quran/index.html](http://www.geocities.com/speed_of_light_quran/index.html)*
- 1675     **Ole Christensen Roemer (1644-1710)**  
*por intermédio de suas medições astronômicas conclui que a velocidade da luz é de aproximadamente 200.000 km/s.  
Fonte: [http://www.geocities.com/speed\\_of\\_light\\_quran/index.html](http://www.geocities.com/speed_of_light_quran/index.html)*
- 1729     **Stephen Gray (1670–1736)**  
*mostrou que eletricidade estática pode ser transportada pelas substâncias, especialmente os metais.*
- 1733/1734     **Charles-François de Cisternay Du Fay (1698–1739)**  
*anunciou que a eletricidade consiste de “dois fluidos”: “vitreous” ou “vítreo” (do Latin para “glass” ou “vidro”), ou **eletricidade positiva**; e “resinous” ou “resinoso”, ou **eletricidade negativa**, termos utilizados até hoje. Esta foi a sua teoria dos “dois fluidos”. Du Fay também foi o pioneiro na ótica de cristais.*
- 1747     **Benjamin Franklin (1706–1790)**  
*propôs o princípio de conservação de cargas elétricas e um modelo para atração e repulsão de cargas elétricas, usado até hoje. Atribui os sinais de mais (+) e de menos (–) para os estados elétricos.*

- 1750 John Michell (1724–1793)**  
*inventou uma balança com a qual mostrou que a intensidade da força atrativa ou repulsiva entre dois pólos magnéticos é inversamente proporcional ao quadrado da distância. Publicou seus trabalhos no livro “A Treatise on Artificial Magnets”.*
- 1759 Franz Maria Ulrich Theodosius Aepinus (1724–1802)**  
*publicou o livro “Tentamen theoriae electricitatis et magnetismi” (An Attempt at a Theory of Electricity and Magnetism) in 1759. Ele foi o primeiro a aplicar a matemática na teoria da eletricidade e magnetismo. Este livro é um dos mais importantes e originais na história da eletricidade. Neste livro ele desenvolve a idéia de ação a distância entre os pólos magnéticos, idéia que acabou suplantando o conceito de circulação de um fluido magnético que havia sido sustentado, especialmente, por Descartes,.*
- 1767 Joseph Priestley (1733–1804)**  
*provou que a força exercida entre as cargas elétricas varia inversamente proporcional com a distância entre elas. Também demonstrou que a carga elétrica se distribuiu uniformemente na superfície de uma esfera oca, e que no interior da mesma, não há campo elétrico, nem força elétrica. Priestley descobriu o oxigênio.*
- 1772 Henry Cavendish (1731–1810)**  
*publicou, “An Attempt to Explain some of the Principal Phenomena of Electricity, by Means of an Elastic Fluid”.*
- 1775 Alessandro Guiseppe Antonio Anastasio Volta (1745-1827)**  
*inventou um eletrômetro (aparelho que mede diferença de potenciais), um capacitor plano e o “electrophorus”.*
- ~1780 Luigi Galvani (1737–1798)**  
*usou a resposta de tecido animal para iniciar estudos de correntes elétricas produzidas por ação química, além da eletricidade estática. As respostas mecânicas de tecidos animais pelo contato com dois metais diferentes é conhecido como “galvanismo”.*
- 1785 Charles Augustin de Coulomb (1736–1806)**  
*verificou experimentalmente a lei do inverso do quadrado da distância,  $F \sim \frac{1}{r^2}$ .*
- 1799 Alessandro Guiseppe Antonio Anastasio Volta**  
*mostrou que o galvanismo não é só de origem animal mas ocorre, não importando quando, na maioria das substâncias úmidas que estejam localizadas entre dois metais. Esta descoberta conduziu a “pilha de Volta”, nos anos seguintes – a primeira bateria elétrica.*
- 1812 Simeon-Denis Poisson (1781-1840)**  
*formulou o conceito de carga macroscópica neutra como um estado natural da matéria e descreveu a eletrização como a separação de dois tipos de eletricidade. Ele também aponta para a utilidade de uma função potencial para sistemas elétricos.*

- 1814 Augustin Jean Fresnel (1788-1827)**  
*descobre, de maneira independente, o fenômeno de interferência da luz e explica a sua existência em termos da teoria ondulatória.*
- 1820** 21 de julho – **Hans Oersted (1777–1851)**  
*descobriu a deflexão da agulha de uma bússola enquanto realizava uma demonstração para seus estudantes. Esta descoberta foi fundamental para a conexão (unificação) entre a eletricidade e o magnetismo.*
- 27 de julho – **André Marie Ampère (1775–1836)**  
*confirmou os resultados de Oersted e estendeu os resultados mostrando que a deflexão da agulha da bússola relativa a uma corrente elétrica obedecia a regra da mão direita. Apresentou os vários resultados experimentais à “French Academy of Science”. Ampère argumentou que o magnetismo poderia ser explicado pela corrente elétrica nas “moléculas”, e modelou ímãs em termos de correntes elétricas moleculares. Sua formulação inaugura o estudo da eletrodinâmica independente da eletrostática. Inventou o solenóide, o qual se comporta como um ímã em barra. Ampère também mostrou que fios paralelos que conduzem corrente elétrica na mesma direção se atraem, e quando percorridos por correntes elétricas de sentidos opostos se repelem.*
- no outono (primavera aqui) – **Jean-Baptiste Biot (1774–1862)** e **Felix Savart (1792–1841)**  
*deduziram a fórmula para o efeito da força magnética produzida por um pequeno segmento de um fio percorrido por corrente elétrica.*
- 1827 Georg Simon Ohm (1789–1854)**  
*formulou a relação entre a corrente elétrica devido a uma força eletromotriz e a resistência elétrica.*
- 1828 George Green (1793–1841)**  
*introduziu a noção de potencial e formulou o que hoje é conhecido como Teorema de Green, que relaciona as distribuições de cargas de superfície e de volume. (Este trabalho ficou despercebido até 1846.)*
- 1831 Michael Faraday (1791–1867)**  
*sua mais importante descoberta, dentre os vários estudos sobre eletricidade e magnetismo, foi a indução eletromagnética.*
- 1832 Johann Carl Friedrich Gauss (1777–1855)**  
*de maneira independente expressa o Teorema de Green sem prova. Ele também reformulou a lei de Coulomb numa forma mais geral, e estabeleceu métodos experimentais para medir intensidades magnéticas.*
- 1835 Johann Carl Friedrich Gauss**  
*formulou a separação das leis da eletrostática e da eletrodinâmica, e incluiu a “lei de Gauss”. Tudo isto permaneceu sem publicação até 1867.*
- 1838 Michael Faraday**  
*explica a indução eletromagnética, eletroquímica e formula sua noção de linhas de força, também critica a teoria da ação a distância.*

**Wilhelm Eduard Weber** (1804–1891) e **Johann Carl Friedrich Gauss**

*aplicam a teoria do potencial para o magnetismo da terra.*

**1839** *A teoria do potencial para o magnetismo desenvolvida por **Weber** e **Gauss** é estendida para todos os fenômenos que envolvem o inverso da distância ao quadrado.*

**1842** **William Thomson** (Lord Kelvin, 1824–1907) *escreveu um artigo, “On the uniform motion of heat and its connection with the mathematical theory of electricity”, baseado nas idéias de Fourier. A analogia permite formular uma equação da continuidade da eletricidade, que implica na conservação do fluxo elétrico.*

**1845** **Michael Faraday** *a interconexão dos fenômenos elétricos e magnéticos com a luz, embora também pressentida por muitos, só é observada de fato pela primeira vez com a descoberta de Faraday, em 1845, de que o plano de polarização de um feixe de luz gira quando o feixe atravessava o vidro numa direção paralela às linhas de um campo magnético externo.*

**1856** **Wilhelm Eduard Weber** e **R. Kohlrausch** (1809–1858) *uma outra relação entre o eletromagnetismo e a óptica ficou evidente, em 1856, com a primeira medida da razão entre as unidades eletromagnéticas e eletrostáticas de carga. O valor obtido foi  $3,1 \times 10^8$  m/s, essencialmente o mesmo valor que se conhecia da velocidade da luz no ar.*

**1860–1864** **James Clerk Maxwell** (1831–1879) *a idéia de que a luz é uma perturbação eletromagnética que se propaga no “éter” surge de forma completa e acabada pela primeira vez com os seus trabalhos. As quatro (4) equações diferenciais parciais, hoje conhecidas como Equações de Maxwell, apareceram pela primeira vez no seu trabalho completo editado no livro “Electricity and Magnetism” (1873). As equações de Maxwell, nas suas formas diferenciais modernas, são:*

$$\begin{aligned}\nabla \cdot \vec{D} &= \rho, \\ \nabla \cdot \vec{B} &= 0, \\ \nabla \times \vec{E} &= -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}, \\ \nabla \times \vec{H} &= \vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t},\end{aligned}$$

*onde,  $\vec{D} = \epsilon \vec{E}$  e  $\vec{B} = \mu \vec{H}$ . Mais, que  $\epsilon = \epsilon_0 + \chi$  e  $\mu = \mu_0(1 + \chi_m)$ .*

**1885–1889** **Heinrich Rudolf Hertz** (1857–1894) *confirma experimentalmente as previsões teóricas de Maxwell.*

- 1892–1904 Hendrik Antoon Lorentz (1853–1928)**  
*completa a descrição da eletrodinâmica tornando claro a separação entre eletricidade e campos eletrodinâmicos e formulou as equações para partículas carregadas em movimento.*
- 1896** *descoberta dos raios-X e da radiação Becquerel.*
- 1897 Joseph John Thomson (1856–1906)**  
*O elétron é descoberto, J. J. Thomson publicou sua descoberta de uma partícula subatômica comum em toda a matéria. Quando investigou os raios catódicos usando descarga elétricas em tubos altamente evacuados possibilitou calcular a velocidade e a deflexão dos raios (feixes) e assim obteve o valor da razão carga elétrica/massa dos raios catódicos. Os cálculos demonstraram que esta razão era constante independente do gás usado no tubo e do metal dos cátodos e era aproximadamente 1000 vezes menor do que o valor calculado para íons de hidrogênio na eletrólise de líquidos.*
- 1909 Robert Andrews Millikan (1868–1953)**  
*a carga elétrica é quantizada,  $q = Ne$ , onde  $e$  é a carga do elétron.*

A exposição acima se refere a uma parte da História do Eletromagnetismo. Optou-se por relatar *datas* e *autores* que representam teorias e experimentos do Eletromagnetismo que já conhecemos, nem que seja pelo menos de “*ouvido*”. Uma descrição mais detalhada, mas não completa, pode ser encontrada em:

<http://history.hyperjeff.net/electromagnetism.html> ou simplesmente <http://history.hyperjeff.net/>  
<http://maxwell.byu.edu/~spencerr/phys442/node4.html>  
<http://www.ece.rochester.edu/~jones/demos/electrophorus.html>  
[http://www-history.mcs.st-and.ac.uk/history/Indexes/Hist\\_Topics\\_alph.html](http://www-history.mcs.st-and.ac.uk/history/Indexes/Hist_Topics_alph.html)  
[http://www.ezresult.com/article/Timeline\\_of\\_electromagnetism\\_and\\_classical\\_optics](http://www.ezresult.com/article/Timeline_of_electromagnetism_and_classical_optics)

Uma boa abordagem a respeito de alguns experimentos fundamentais, nesta trajetória histórica do Eletromagnetismo, pode ser encontrada na ref. [1].

A idéia de escrever a *Linha do Tempo do Eletromagnetismo* surgiu ao estudar um livro que relata a proposta alternativa de Weber para o Eletromagnetismo[2]. Caso siga nos estudos da Física é uma leitura obrigatória, melhor um estudo fundamental para entenderes como visões diferentes de teorias podem ser propostas, embora não “*sobrevivam*”. Ele aborda de maneira fácil e clara a proposta de Weber para o Eletromagnetismo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] SHAMOS, Morris H. **Great experiments in physics**. New York: Dover Publications, Inc., 1959.
- [2] ASSIS, André Koch Torres. **Eletrodinâmica de Weber**. Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 1995.