



SEARA DA CIÊNCIA CURIOSIDADES DA FÍSICA

José Maria Bassalo



Os Fenômenos Elétricos e a Descoberta do Elétron.

Parece haver sido o filósofo grego Tales de Mileto (624-546), no ano 600 a. C., o primeiro a observar um fenômeno elétrico ao atritar um bastão de âmbar (material encontrado em uma ilha grega de nome “Elektron”) com um pedaço de lã, e notar que ele atraía pequenos corpos, como por exemplo, pedacinhos de palha seca, colocados à sua proximidade. No entanto, a propriedade de atrair corpos leves quando atritados não era característica apenas do âmbar, conforme observou o filósofo e botânico grego Teofrasto de Ereso (c.372-c.287) na descrição que fez sobre jóias, na qual relacionou os nomes de alguns minérios que apresentavam aquela mesma propriedade do âmbar.

Depois desses eventos de fenômenos elétricos registrados na Grécia Antiga, novos eventos sobre o comportamento análogo ao do âmbar atritado, foram relatadas somente no último ano do Século 16 de nossa Era Cristã. Com efeito, em 1600, o médico inglês William Gilbert (1544-1603) publicou o famoso tratado intitulado **De Magnete**, composto de seis livros, nos quais reuniu suas observações experimentais sobre os fenômenos elétricos e magnéticos. Nessas observações, mostrou que esses dois fenômenos eram diferentes ao examinar o comportamento do âmbar, quando atritado, e do ferro (Fe) quando este se aproximava de um ímã. Observou, também, que o cristal de rocha e uma grande variedade de pedras preciosas apresentavam o mesmo comportamento do âmbar friccionado. Como o âmbar era conhecido como “elektron” (por se encontrar na ilha grega de mesmo nome, conforme dissemos acima), Gilbert denominou de **elétricos**, os corpos que se comportavam como o âmbar; por sua vez, às substâncias que não conseguiam se “eletrizar” (como, por exemplo, os metais), denominou-as de **não-elétricos**. Ao estudar a “eletrização” dos corpos por fricção, Gilbert achava que tal “eletrização” decorria da remoção de um fluido, ou *humour* (substância etérea e imaterial) desses mesmos corpos, deixando um **effluvium elétrico**, uma espécie de “atmosfera”, ao seu redor.

A propriedade dos corpos de ficarem “eletrizados” quando atritados foi tratada pelo electricista inglês Stephen Gray (1696-1736) como sendo uma “virtude elétrica” apresentada por tais corpos. No verbete que escrevemos para esta série e no qual discutimos os **fluidos elétricos**, vimos que foi Gray quem introduziu esse conceito, em 1731. Vimos, também, que o físico francês Charles François de Cisternay Du Fay (1698-1739), em suas experiências realizadas entre 1733 e 1734, aventou a existência de duas espécies de “virtude elétrica”: **vítrea** e **resinosa**, e que o cientista e estadista norte-americano Benjamin Franklin (1706-1790), pesquisando esse assunto entre 1747 e 1749, propôs a existência de apenas um **fluido elétrico** para explicar a eletrização dos corpos. Para ele, um corpo se eletrizava por falta ou excesso desse “fluido”: a falta acontecia na “eletricidade resinosa”, chamada por ele de **eletricidade negativa** (-), e o excesso ocorria na “eletricidade vítrea”, denominando-a de **eletricidade positiva** (+). Somente no final do Século 19, conforme veremos mais adiante, é que foi visto que Franklin havia trocado os sinais dessas “eletricidades”.

Foi somente a partir da segunda metade do Século 19 que a identificação do “fluido elétrico” com uma partícula elementar – (hoje, o **elétron**) – se concretizou. Com efeito, conforme nos fala o físico e historiador da ciência, o holandês-norte-americano Abraham Pais (1918-2000) [**Twentieth Century Physics, Volume I** (Institute of Physics Publishing and American Institute of Physics

Press, 1995)], em 1874, o físico e astrônomo anglo-irlandês George Johnstone Stoney (1826-1911) apresentou, na reunião da *Sociedade Britânica para o Progresso da Ciência*, uma estimativa do valor mínimo de uma carga elétrica, a qual chamou de **elétron**, combinando a **lei da eletrólise de Faraday** (1833) (ver verbete nesta série) e o **número de Avogadro** (1811) - **Loshmidt** (1865), valor esse em torno de 3×10^{11} *esu* $\approx 10^{20}$ *coulomb*. É oportuno registrar que esse trabalho só foi publicado em maio de 1881 (*Philosophical Magazine* **11**, p. 381). Mais tarde, em 1891 (*Transactions of the Royal Society, Dublin* **4**, p. 583) e em 1894 (*Philosophical Magazine* **38**, p. 418), Stoney voltou a falar nesse valor mínimo. Observe-se que o nome “elétron” aparece claramente no título do artigo de 1894: **Of the “Electron” or Atom of Electricity**. [Steven Weinberg, **The Discovery of Subatomic Particles** (Penguin Books, 1993).]

A estimativa de um valor mínimo para a carga elétrica proposta por Stoney foi confirmada em experiências sobre a descarga elétrica em gases. Conforme vimos em verbete desta série, o estudo sistemático das descargas elétricas em gases foi iniciado pelo físico e matemático alemão Julius Plücker (1801-1868) em experiências realizadas entre 1857 e 1859, nas quais mostrou que aquelas descargas se desviavam quando um ímã se aproximava do **tubo de Geissler** que estava utilizando para produzi-las. Em 1869, essas experiências de Plücker foram repetidas por seu aluno, o físico e químico alemão Johann Wilhelm Hittorf (1824-1914) usando “tubos de Geissler” mais rarefeitos. Além de confirmar as observações de seu mestre, observou também a sombra projetada de um objeto na frente do catodo do “tubo” que estava utilizando (mais tarde conhecido como **tubo de Hittorf**), sombra essa que, segundo Hittorf, devia-se aos **Glimmstrahlen** (“raios avermelhados”) oriundos do catodo; esses “raios” receberam do físico alemão Eugen Goldstein (1850-1931) o nome de **Kathodenstrahlen** (“raios catódicos”), em 1876, em decorrências de experiências que realizou semelhantes às de Plücker e Hittorf.

Novas experiências com “raios catódicos”, considerados como “carregadores de eletricidade negativa”, foram realizadas em 1897, experiências essas que resultaram na determinação da massa (*m*) do elétron *e*/ou da relação entre essa massa e a carga do (*e*) do elétron. Tais experiências foram conduzidas pelo geofísico alemão Emil Johann Wiechert (1861-1928), em janeiro de 1897; pelo físico alemão Walther Kaufmann (1871-1947), em abril de 1897; pelo físico inglês Sir Joseph John Thomson (1856-1940; PNF, 1906), em agosto de 1897; e pelo físico húngaro-alemão Philipp Eduard Anton Von Lenard (1862-1947; PNF, 1905), em dezembro de 1897, conforme vimos em verbetes desta série.

Observe-se que o resultado das pesquisas de Wiechert sobre “raios catódicos” foi apresentado por ele em uma aula que ministrou, em 7 de janeiro de 1897, na *Sociedade de Economia Física de Königsberg*, na qual realizou uma experiência sobre esses “raios”, ocasião em que demonstrou que a massa desses “raios” variava entre **2.000 - 4.000** vezes a massa do átomo de hidrogênio (H). Essa aula de Wiechert foi publicada no texto *Schriften der Physik-Ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg (Abhandlung)* **38**, p. 3, publicado ainda em janeiro de 1897. [Sir Edmund Taylor Whittaker, **A History of the Theories of Aether and Electricity: The Classical Theories** (Thomas Nelson and Sons, Ltd., 1951).] É oportuno ressaltar que Lenard chamava os “carregadores de eletricidade” de “*quanta* elementar de eletricidade”.

Nas experiências realizadas por Thomson com os “carregadores de eletricidade negativa”, os quais chamava de “corpúsculos”, ele estudou a deflexão desses “corpúsculos” em regiões de campos elétrica (produzido por um condensador) e magnético (produzido por um eletroímã) ortogonais entre si, e simultâneos. Como decorrência dessas experiências, Thomson encontrou que a relação *e/m* para esses “corpúsculos” era cerca de **770** vezes ao valor correspondente relativo ao do átomo de H. Mais tarde, em 1899 (*Philosophical Magazine* **48**, p. 547), usando a inédita técnica que desenvolvera (deflexão elétrica de “raios catódicos” em tubos de alto vácuo), Thomson mostrou que as partículas carregadas negativamente emitidas no **efeito fotoelétrico** (vide verbete nesta série), assim como essas mesmas partículas emitidas por superfícies metálicas incandescentes (**efeito termiônico** ou **efeito Édison**), apresentavam a mesma relação *m/e* que medira para os raios catódicos.

Ainda nesse artigo de 1899, Thomson apresentou o valor experimental da carga elétrica (*e*) do “corpúsculo carregado negativamente” (elétron) que ele havia calculado usando o método

recentemente descoberto por seu estudante, o físico escocês Charles Thomson Rees Wilson (1869-1959; PNF, 1927), segundo o qual um vapor superesfriado se condensa em gotículas de líquido em torno de qualquer partícula carregada em seu interior. Assim, usando métodos elétricos, Thomson obteve o seguinte valor para a carga elétrica do daquele “corpúsculo”:

$e \approx 6.8 \times 10^{-10} \text{ esu} \approx 2.2 \times 10^{-19} \text{ Coulomb}$, para um valor atual de $e \approx 1.6 \times 10^{-19} \text{ Coulomb}$. Por causa da obtenção dessa carga elétrica, Thomson é considerado, pelos historiadores da ciência [vide: Abraham Pais, **Inward Bound: Of Matter and Forces in the Physical World** (Clarendon Press/Oxford University Press, 1995)], como sendo o descobridor do elétron.

Em 1900 (*Rapports présentées au Congrès du Physique* 3, p. 138), Thomson formulou pela primeira vez a hipótese de que a “virtude elétrica vítrea” e a “virtude elétrica resinosa” representavam diferentes papéis no processo de condução elétrica. Para ele, a carga “resinosa” era constituída de “raios catódicos” e podiam se mover livremente entre os átomos de um metal. Por outro lado, a carga “vítrea” permanecia mais ou menos fixa nos átomos metálicos. Essa hipótese foi confirmada, em 1901 (*Physikalische Zeitschrift* 3, p. 639), pelo físico alemão Carl Victor Eduard Riecke (1845-1915). Registre-se que somente em 1910 o nome **elétron** se tornou de uso geral.

Na conclusão deste verbete é interessante registrar que, enquanto a primeira partícula elementar – o **elétron** – foi descoberta por apenas um cientista, em 1897, conforme vimos neste verbete, a última partícula elementar até agora conhecida (setembro de 2007) – o **quark top** – foi descoberta, em 1995 (*Physical Review Letters* 74, pgs. 2626; 2632), por dois grupos experimentais:

FERMILAB-CDF, com 405 físicos; e FERMILAB-D0, com 402 físicos, sendo 7 brasileiros [Gilvan Augusto Alves (n.1960), José Guilherme Rocha de Lima (n.1967), Arthur Kós Antunes Maciel (n.1951), João Ramos Torres de Mello Neto (n. 1960), Vítor Oguri (n.1951), Alberto Franco de Sá Santoro (n.1941) e Moacyr Henrique Gomes e Souza (n.1944)].



ANTERIOR

SEGUINTE