



CURIOSIDADES DA FÍSICA

José Maria Filardo Bassalo
www.bassalo.com.br



Ehrenhaft: Subelétrons, Monopolos Magnéticos, Corrente Magnética e Magnetrolise.

A partir de 1906, o físico norte-americano Robert Andrews Millikan (1868-1953) e seu aluno Louis Begeman, começaram a realizar experiências com o objetivo de determinar a carga do *elétron*, partícula que havia sido descoberta em 1897 (vide verbete nesta série). Basicamente, o método que utilizaram era o de observar a queda de gotículas ionizadas sob a ação do campo elétrico produzido por um condensador de placas planas paralelas. Em 1908, eles encontraram o valor de $\sim 4,03 \times 10^{-10}$ esu (unidade eletrostática de carga), para a chamada *carga elétrica elementar*. Por sua vez, entre 04 de março e 10 de abril de 1909, o físico austriaco Felix Ehrenhaft (1879-1952) publicou três trabalhos (*Anzeiger der Akademie der Wissenschaften/Viena* 7, p. 72; *Sitzungsberichte Akademie Wissenschaften Mathematisch-Naturwissenschaften Klasse/Viena* 118, p. 321; *Physikalische Zeitschrift* 10, p. 308), nos quais desenvolveu um novo método para medir a carga elétrica (e) de pequenas partículas e determinar o que ele denominou de *elektrische elementarquantum* (“quantum elementar elétrico”). O método utilizado por ele era bastante semelhante ao usado por Millikan, porém, como considerou o campo elétrico na horizontal, ao invés da vertical, como fizera Millikan, isso o impediu de estimar o valor de e a partir da observação de uma única partícula; ele tinha de observar várias partículas e depois calcular uma média (\bar{e}). Assim, nessas experiências realizadas por Ehrenhaft, ele encontrou o seguinte valor: $\bar{e} = 4,6 \times 10^{-10}$ esu.

Em 21 de abril e 12 de maio de 1910, Ehrenhaft apresentou à *Academia de Ciência de Viena* novos resultados de experiências sobre a determinação do *elektrische elementarquantum* que foram publicados, ainda em 1910 (*Anzeiger der Akademie der Wissenschaften / Viena* 10; 13, p. 118; 815). Desta vez, usando um campo elétrico na vertical, ele realizou 300 medidas da carga elétrica em partículas de platina (Pt) e de prata (Ag). Das 22 medidas consideradas por Ehrenhaft naqueles trabalhos, ele encontrou que os valores das cargas se encontravam no seguinte intervalo: $1,38 - 7,53 \times 10^{-10}$ esu. Em vista desse intervalo, concluiu que as partículas carregadas não só têm uma carga elétrica simples ou dupla, mas também podem ter cargas *entre* e *abaixo* desses valores e , desse modo, propôs a existência de subelétrons que teriam um valor fracionário ($\sim 2/3$) de \bar{e} que havia determinado nos trabalhos de 1909 referidos acima. Note que, em 23 de abril ainda de 1910, Millikan participou da reunião da *American Physical Society*, na qual apresentou um novo valor para e : $4,9016 \times 10^{-10}$ esu, que foi publicado em julho de 1910 (*Physical Review* 31, p. 92) e em setembro de 1910 (*Science* 32, p. 439).

É ainda interessante destacar que Millikan também encontrou valores fracionários para e em suas experiências realizadas entre 11 de novembro de 1911 e 16 de abril de 1912, quando trabalhou com 140 gotas. Contudo, como 82 delas apresentavam valores abaixo da média, que era em torno de $4,7 \times 10^{-10}$ esu, Millikan publicou, em 1913 (*Physical Review* 2, p. 139), os resultados da medida da carga de apenas 58 gotas (omitindo as 82 restantes), cuja carga elétrica média foi considerada por ele como definitiva, ou seja: $e = (4,774 \pm 0,009) \times 10^{-10}$ esu. O atual valor do *quantum elementar de carga elétrica* (e) vale: $4,803206 \times 10^{-10}$ esu = $1,602177 \times 10^{-19}$ C (coulombs). É interessante registrar que a comunidade científica aceitou os trabalhos de Millikan e ignorou os de Ehrenhaft, fato esse que levou Millikan ao Nobelato de Física, em 1923, como o *medidor da carga do elétron*. Para maiores detalhes sobre essa polêmica entre Millikan e Ehrenhaft, ver: Gerald Holton, *A Imaginação Científica* (Zahar Editores, 1979); María del Pilar Beltrán Soria y René Gerardo Rodríguez Avendaño, *ContactoS* 74; 75, p. 43; 53 (Outubro-Diciembre 2009; Enero-Marzo 2010).

Durante anos Ehrenhaft lutou pelos seus subelétrons, conforme se pode ver em seu artigo de 1928 (*The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science* 5, p. 225), no qual ele apresentou novas evidências de existência de cargas elétricas menores do que a do elétron. Por outro lado, com a proposta teórica do monopolo magnético apresentada pelo físico inglês Paul Adrien Maurice Dirac (1902-1984; PNF, 1933), em 1931 (ver verbete nesta série), Ehrenhaft passou a realizar experiências no sentido de detectá-lo, assim como a corrente magnética decorrente do

movimento dessa “carga magnética”. Ele acreditava, também, que a corrente magnética poderia “quebrar” a água em pedaços, por intermédio da magnetólise, um fenômeno semelhante à *eletrólise* (ver verbete nesta série). Sua crença nesse novo fenômeno magnético levou-o a realizar várias experiências, com equipamentos simples, cujos resultados foram publicados em vários artigos: sobre corrente magnética - 1941 (*Science* 94, p. 232), 1942 (*Physical Review* 61, p. 733), 1943 (*Physical Review* 64, p. 43) e 1944 (*Physical Review* 65, p. 62; 256; *Nature* 154, p. 426); sobre magnetólise: 1943 (*Physical Review* 63, p. 216; 461), 1944 (*Physical Review* 65, p. 287). Para detalhes dessas experiências de Ehrenhad, ver os sítios: en.wikipedia.org/wiki/Felix_Ehrenhad; www.rexresearch.com/ehrenhad.

Como os resultados observados por Ehrenhad não foram confirmados, os cientistas passaram a não acreditar nele, considerando-o um dissidente e até mesmo maluco. Quando ele aparecia em reuniões científicas e começava a discutir seus trabalhos, sempre era gentilmente convidado a se retirar, caso se tornasse inconveniente. O filósofo e historiador da ciência, o norte-americano Robert P. Crease (n.1953), em seu livro intitulado *Os 10 mais belos experimentos científicos* (Jorge Zahar, 2006), registra um fato curioso acontecido como uma das “maluquices” de Ehrenhaft, fato esse também narrado pelo físico holandês-norte-americano Abraham Pais (1918-2000) em seu livro *A Tale of Two Continents: A Physicist’s Life in a Turbulent World* (Princeton University Press, 1997). Entre 19 e 21 de setembro de 1946, a *Sociedade Americana de Física* promoveu um Congresso para comemorar o bicentenário da criação da *Universidade de Princeton*. Pois bem, quando Pais iniciava sua palestra intitulada *Some General Aspects of the Self-Energy Problem* (“Alguns Aspectos Gerais do Problema da Auto-Energia”) [*Physical Review* 70, p. 796 (1946)], referente ao célebre problema da auto-energia do elétron que produzia infinitos nos cálculos da Teoria Quântica da Radiação proposta por Dirac, em 1927 (vide verbete nesta série), Ehrenhaft subiu ao pódio onde se encontrava Pais e, aos gritos, pedia que fosse ouvido sobre suas ideias a respeito da corrente magnética e de suas grandes consequências para uma nova Revolução Industrial, desta vez baseada naquela corrente, ao invés da corrente elétrica como aconteceu com a Revolução Industrial do Século 19. Contido, possivelmente pelo *chairman*, ele foi retirado do local. Nessa ocasião, o então jovem físico norte-americano Herbert Goldstein (1922-2005) [que se tornaria famoso pela publicação de seu *Classical Mechanics* (Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1959)], que estava sentado junto ao seu orientador, o também físico norte-americano Arnold Siegers, disse-lhe - *A teoria de Pais é muito mais louca que a de Ehrenhaft; porque dizemos que Pais é um físico e Ehrenhaft é maluco?*. Depois de refletir um pouco, Siegers respondeu: - *Porque Ehrenhaft acredita na sua teoria. Ao analisar esse fato, Crease arremata citando o filósofo alemão Friedrich Nietzsche (1844-1900): - A convicção é mais inimiga da verdade do que as mentiras.*

Concluindo este verbete é oportuno registrar que, apesar de haver sido anunciado que o monopolo magnético havia sido descoberto, em 1975 (*Physical Review Letters* 35, p. 487), por P. B. Price, E. K. Shirk, W. Z. Osborne e L. S. Pinky, e por Blas Cabrera, em 1982 (*Physical Review Letters* 48, p. 1378), os resultados dessas experiências até o momento (maio de 2010) nunca foram confirmados. Uma outra previsão teórica da existência do monopolo magnético (M) foi apresentada, em 1974, pelos físicos, o russo Aleksandr Morkowitsch Polyakov (n.1945) (*Journal of Experimental and Theoretical Physics Letters* 20, p. 194) e o holandês Gerardus ‘t Hooft (n.1946; PNF, 1999) (*Nuclear Physics* B79, p. 276), que usaram a Teoria da Grande Unificação (vide verbete nesta série), e demonstraram que o *próton* (p) é uma partícula instável, com uma vida média de 10^{31} anos (lembrar que o Universo tem uma idade em torno de 13×10^9 anos), decaindo em um *pósitron* (e^+) e no *neutrino do pósitron* (ν_{e^+}): $p \rightarrow M + e^+ + \nu_{e^+}$. Essa previsão teórica também até o momento não foi verificada.



ANTERIOR

SEGUINTE