



## SEARA DA CIÊNCIA CURIOSIDADES DA FÍSICA



José Maria Bassalo

### Voigt, Stark e Lo Surdo: Efeito Stark-Lo Surdo

Em 1886 (*Sitzungsberichte der Königlich Akademien der Wissenschaften zu Berlin*, p. 691), o físico alemão Eugen Goldstein (1850-1931) realizou experiências com tubos de vácuo (também conhecidos como *tubos de Geissler* ou *ampolas de Crookes*) na tentativa de entender a intensa luminosidade junto ao catodo desses tubos. Desse modo, acreditando ser ela devida ao impacto de algum agente nesse eletrodo, abriu nestes uns buracos (canais) e verificou que havia, também, uma certa luminosidade por detrás desse mesmo eletrodo (catodo), devido a certos raios que se dirigiam em sentido contrário aos *raios catódicos* (raios esses também descobertos por Goldstein, em 1876, e que se dirigiam para o anodo). Em vista disso, ele deu a esses “novos raios” o nome de *raios canais*. Note-se que, em 1895 (*Comptes Rendus de l'Académie de Sciences de Paris* 121, p. 1130), o físico francês Jean Baptiste Perrin (1870-1942; PNF, 1926) mostrou que os “raios catódicos” eram partículas eletrizadas negativamente, enquanto que os “raios canais” eram também partículas eletrizadas, porém, positivamente. Em 1897, o físico inglês Sir Joseph John Thomson (1856-1940; PNF, 1906) mostrou que os “raios catódicos” eram elétrons (vide verbete nesta série).

Por outro lado, em 1901 (*Annalen der Physik* 4, p. 197), o físico alemão Woldemar Voigt (1850-1919) previu um efeito elétrico semelhante ao efeito Zeeman, ou seja, a separação das linhas espectrais por um campo elétrico forte. Contudo, tentando explicar esse provável efeito por intermédio da Física Clássica, ele concluiu que, para um campo elétrico de 300 volts/cm, haveria apenas uma separação de 1/20.000 entre as linhas D do sódio (Na) e, portanto, era, segundo ele, inobservável, conforme nos conta o historiador da ciência e matemático inglês Sir Edmund Taylor Whittaker (1873-1956), no livro *A History of the Theories of Aether and Electricity. The Modern Theories: 1900-1926* (Thomas Nelson and Sons Ltd., 1953). Observe-se que, antes, em 1899, Voigt já observara uma certa perturbação elétrica nos átomos em seus estudos sobre o efeito magnético-elétrico-óptico nos cristais [Stanley Goldberg *IN* Gillispie, C. C. (Editor), *Dictionary of Scientific Biography*, Charles Scribner's Sons, 1981].

Em 1904, o físico alemão Johannes Stark (1874-1957; PNF, 1919) criou a Revista Científica *Jahrbuch der Radioaktivität und Elektronik* com o objetivo de publicar trabalhos sobre as partículas (“raios catódicos” e “raios canais”) recentemente descobertas, conforme nos fala o historiador da ciência e físico canadense Armin Hermann (n.1933) *IN* *Dictionary of Scientific Biography* (op. cit.). A leitura desses trabalhos e de outros relacionados com tais descobertas levaram Stark a estudar o efeito Doppler (ver verbete nesta série) dos *raios canais* que, segundo observação realizada pelo físico alemão Wilhelm Carl Werner Otto Fritz Franz Wien (1864-1928; PNF, 1911), ocorria em partículas rápidas. Assim, a partir de 1905, Stark realizou uma série de trabalhos nesse tema e que foram publicados na *Physikalische Zeitschrift*, nos números: 6, p. 892 (1905); 7, p. 249 (1906); 8, p. 81 (1907); 9, p. 767 (1908); 10, p. 579 (1909); e 11, p. 179 (1910).

Além dessa pesquisa sobre o efeito Doppler em raios canais, Stark também estudou o problema do espectro de banda e de linha (raias espectrais). Com efeito, logo em 1907 (*Jahrbuch der Radioaktivität und Elektronik* 4, p. 231), Stark percebeu uma relação entre o campo elétrico e as raias espectrais, pois, nesse trabalho, afirmou que o espectro de banda (contínuo) dos elementos era devido à excitação dos corpos neutros, e que o espectro de linha (discreto) era devido à excitação dos átomos ionizados que, por sua vez, são eletricamente carregados. No ano seguinte, em 1908 (*Physikalische Zeitschrift* 9, p. 85), Stark propôs um modelo segundo o qual as séries espectrais se relacionavam com o processo de ionização de átomos e moléculas, e que sua frequência era ligada ao potencial de ionização  $V$  por

intermédio da relação:  $h\nu = eV$ . Em 1911, Stark publicou seu famoso livro intitulado *Prinzipen der Atomdynamik II: Die Elementare Strahlung* (S. Hirzel Verlag), no qual desenvolveu suas idéias sobre o espectro dos elementos químicos. Essas idéias foram também apresentadas, de maneira independente, pelo físico inglês Frank Horton (1878-1957), ainda em 1911 (*Philosophical Magazine* 22, p. 214).

A descoberta da separação das linhas espectrais por ação do campo elétrico (que representa a segunda parte do crédito do PNF atribuído a Stark; a outra parte foi devida ao efeito Doppler das raias espectrais), decorreu de uma experiência que ele realizou, em outubro de 1913, na qual observou a passagem de raios canais em uma mistura de hidrogênio (H) e hélio (He). Ele então percebeu que as linhas  $H_\alpha$  e  $H_\beta$  do hidrogênio, quando vistas na direção perpendicular a um campo eletrostático  $E$  forte, entre 10.000 e 31.000 volts/cm, estabelecido no tubo de raios canais, se desdobravam em cinco componentes, sendo que as oscilações das três componentes internas (de fraca intensidade) eram paralelas à direção do campo e as oscilações das duas outras componentes externas (de forte intensidade) eram perpendiculares a esse mesmo campo. Observou, também, que a distância entre essas componentes era proporcional a  $E$ . É ainda interessante destacar que, para o He, Stark observou que o efeito do campo elétrico sobre as linhas das séries p ("principal") e s ("sharp") era muito pequeno, mas o efeito sobre a série d ("diffuse") era da mesma ordem de grandeza das séries do H, embora de tipo diferente. Essa descoberta foi comunicada à *Academia Prussiana de Ciência*, em 20 de novembro de 1913, e publicada no *Sitzungsberichte Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin* 40, p. 932, em 1913, com o título: *Beobachtungen über den Effekt des elektrischen Feldes auf Spektrallinien*. Destaque-se que, ainda em 1913 (*Atti del Accademia Reale del Lincei* 22, p. 664), o físico italiano Antonino Lo Surdo (1880-1949) fez uma observação análoga à de Stark estudando a ação de um campo elétrico sobre o espectro de emissão de um gás. Daí esse efeito também ser conhecido como efeito Stark-Lo Surdo.

Outras experiências realizadas por Stark sobre esse efeito foram publicadas na *Physikalische Zeitschrift* 15, p. 265 (1914); no *Verhandlungen der Deutschen Physikalische Gesellschaft* 16, p. 327 (1914); na *Nachrichten Königlich Gesellschaft der Wissenschaften Göttingen*, p. 427 (1914); nos *Annalen der Physik* 43, p. 965 (1914); nos *Annalen der Physik* 43, p. 983 (1914) (com George Wendt), nos *Annalen der Physik* 43, pgs. 991 e 1017 (1914) (com Heinrich Kirschbaum); nos *Annalen der Physik* 48, pgs. 193 e 210 (1915); nos *Annalen der Physik* 56, p. 569 (1918) (com O. Hardtke e G. Liebert); nos *Annalen der Physik* 56, p. 577 (1918); nos *Annalen der Physik* 58, p. 712 (1919) (com Hardtke); e nos *Annalen der Physik* 58, p. 712 (1919).

Na conclusão deste verbete, é oportuno destacar que, por haver aceito a ideologia nazista Hitleriana, em 1947, Stark foi julgado por uma corte alemã de desnazificação e condenado a quatro anos de trabalhos forçados. (*Dictionary of Scientists*, Oxford University Press, 1999).



[ANTERIOR](#)

[SEGUINTE](#)