



SEARA DA CIÊNCIA CURIOSIDADES DA FÍSICA

José Maria Bassalo



O Efeito Doppler-Fizeau.

Em 1840, o físico austríaco Christian Johann Doppler (1803-1853) tornou-se um Membro Associado da *Königliche Böhmisches Gesellschaft der Wissenschaften*, em Praga. Ainda nessa capital austríaca, em 1841, foi escolhido professor de matemática elementar e geometria prática da Academia Técnica Estatal. Foi por ocasião dos exames que o estabilizaram nessa instituição de ensino, que apresentou sua famosa descoberta, qual seja, que o tom do som emitido por uma fonte sonora que se desloca na direção do observador parece mais agudo que o emitido por uma fonte que se desloca com o observador e o tom do som de uma fonte que se afasta do observador parece mais grave. Somente em 25 de maio de 1842, Doppler apresentou publicamente essa sua descoberta, também aplicada a uma onda luminosa, em uma reunião da *Königliche* e publicada em seus Anais, ainda em 1842 (*Abhandlungen der Königliche Böhmisches Gesellschaft der Wissenschaften* 2, p. 465).

A primeira versão do efeito descoberto por Doppler relacionava-se apenas com o movimento da fonte sonora (ou luminosa) ou do observador ao longo da linha que os une. A extensão aos movimentos de ambos e ao mesmo tempo só foi completada por Doppler em 1846 (*Annalen der Physik und Chemie* 68, p. 1). Foi também por essa ocasião que ele mencionou que sua descoberta poderia explicar, por exemplo, a cor aparente das estrelas duplas, e as flutuações das estrelas variáveis e das estrelas novas. Desse modo, ele acreditava que todas as estrelas eram intrinsecamente brancas, e que sua coloração decorria tão-somente de sua velocidade em relação à Terra, segundo nos conta A. E. Woodruff, IN: *Dictionary of Scientific Biography* (Charles Scribner's, 1981).

Destaquemos que, para o caso acústico, o efeito Doppler tem a seguinte representação analítica:

$$f = f_0 (1 \pm v_{\text{obs}}/v_{\text{som}})/(1 \mp v_{\text{fonte}}/v_{\text{som}}),$$

onde f e f_0 representam, respectivamente, as frequências aparente e verdadeira, v_{som} , v_{obs} e v_{fonte} indicam, respectivamente, as velocidades do som, do observador e da fonte e os sinais superiores (inferiores) indicam aproximação (afastamento).

É oportuno registrar que o efeito Doppler acústico foi comprovado pelo meteorologista holandês Christoph Hendrik Diederik Buys Ballot (1817-1890), em 1845, em uma experiência realizada na linha férrea Utrecht-Maarsen. Com efeito, o som de um trompete colocado em um vagão-plataforma de um trem em movimento nessa linha se tornava mais alto para um observador que se encontrava próximo ao trilho, à medida que o trem se aproximava dele, e diminuía quando o trem se afastava.

Muito embora Doppler haja considerado que o mesmo efeito ocorreria com as ondas luminosas, conforme referimos anteriormente, foi o físico francês Armand-Hippolyte-Louis Fizeau (1819-1896) quem, em 1848 [segundo registra o físico e historiador da ciência, o inglês Sir Edmund Whittaker no livro *A History of the Theories of Aether and Electricity*, Thomas Nelson and Sons, Ltd. (1951)], sugeriu que o efeito Doppler acústico poderia ser aplicado às ondas luminosas e, com isso, ele serviria para

determinar as velocidades relativas das estrelas que estão na mesma linha do sinal luminoso recebido. A partir daí, esse feito também passou a ser conhecido como efeito Doppler-Fizeau. Um aparelho para demonstrar esse efeito foi construído pelo físico russo Aristarkh Appolonovich Belopolsky (1854-1934), e descrito por ele em 1900 (Izvestiya Imperatorskoi akademii nauk 13, p. 461), e em 1901 (Astrophysical Journal 13, p. 15).

Em seu famoso artigo de 1905 (Annalen der Physik 17, p. 891), intitulado Zur Elektrodynamik bewegter Körper (“Sobre a Eletrodinâmica dos Corpos em Movimento”), o físico alemão-suíço-norte-americano Albert Einstein (1879-1955; PNF, 1921) mostrou que o efeito Doppler-Fizeau pode ser obtido diretamente da teoria que estava desenvolvendo nesse artigo (mais tarde conhecida como Teoria da Relatividade Restrita). Assim, a expressão acima que caracteriza esse efeito apresenta o seguinte aspecto (conhecido como efeito Doppler-Fizeau Relativístico): $f = \gamma f_0 (1 - \beta \cos \phi)$, onde $\gamma = (1 - \beta^2)^{-1/2}$, $\beta = V/c$ e ϕ é o ângulo entre o raio de luz de frequência f_0 e a direção dos eixos $x(x')$, sendo V a velocidade relativa entre esses eixos, e c a velocidade da luz no vácuo.

[Página Inicial](#)

[ANTERIOR](#)

[SEGUINTE](#)