



## 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 Böhmsche 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 Böhmsche 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,  $v_{\text{som}}$ ,  $v_{\text{obs}}$  e  $v_{\text{fonte}}$  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  $\phi$  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](#)