



CURIOSIDADES DA FÍSICA

José Maria Filardo Bassalo

www.bassalo.com.br

A Dispersão da Luz e sua Explicação Física.

Conforme vimos em verbete desta série, parece haver sido o estadista e filósofo romano Sêneca (4 a.C. – 65 d.C.) o primeiro a fazer uma observação de **dispersão luminosa** ao ver a luz solar sofrer uma decomposição, nas cores do arco-íris, ao atravessar um pedaço de vidro. Contudo, o entendimento dessa decomposição só foi possível com a **lei da refração da luz** deduzida no Século 17. Essa lei já havia sido observada, experimentalmente, pelos astrônomos e matemáticos, o inglês Thomas Harriot (1560-1621), em 1616 (trabalho não publicado), e o holandês Willebrord van Roijen Snell (1591-1626), em 1621. Contudo, a proposta de sua expressão analítica só foi apresentada pelo filósofo e matemático francês René du Perron Descartes (1596-1650), em 1637 (em notação atual):

$$\sin i / \sin r = n_r / n_i,$$

onde i e r , representam, respectivamente, os ângulos de incidência e de refração, com n_r e n_i seus respectivos **índices de refração**.

Uma observação decorrente da **lei de Snell-Descartes** foi realizada pelo físico inglês Sir Isaac Newton (1642-1727), em 1666, ao perceber que a luz solar branca que passava pela fresta de uma janela do quarto escuro onde se encontrava era decomposta nas cores do arco-íris, depois de atravessar um prisma (comprado na feira de Sturbridge, por volta de 1665). Convencido de que essas cores estavam presentes na própria luz branca solar e que as mesmas não foram criadas no prisma, Newton realizou outro tipo de experiência na qual fez passar as cores dispersadas, pelo primeiro prisma, por um segundo prisma invertido em relação ao primeiro, reproduzindo, dessa forma e, em uma tela, a luz branca original. Observou ainda Newton que se apenas uma cor do arco-íris atravessasse o prisma, não haveria mais a decomposição cromática, uma vez que o feixe de luz que emergia do prisma apenas alargava-se ou estreitava-se (dependendo da incidência inicial), permanecendo, assim, da mesma cor. Essa hipótese newtoniana de que a luz branca nada mais era do que uma combinação das cores do arco-íris foi confirmada por Newton na célebre experiência do disco colorido – o **disco de Newton**, como hoje é conhecido – que, ao ser girado, aparece branco.

Ainda nessas experiências ópticas, Newton observou que o **índice de refração** (n) variava com a cor, pois, ao examinar através de um prisma, um pedaço de papelão pintado de vermelho e azul, notou que para uma mesma incidência de raios luminosos, os raios refratados pelo prisma eram diferentes para cada cor, uma vez que as imagens das cores do papelão eram deslocadas, havendo, dessa forma, superposição da parte limítrofe das duas regiões pintadas.

É interessante observar que o **índice de refração** de um material transparente (vidro, por exemplo) pode ser calculado por intermédio de um prisma, usando a **lei de Snell-Descartes**. Assim, se A for o ângulo do prisma (com vértice para cima) e se θ for o ângulo de desvio entre a direção do raio incidente e a do raio refratado que sai do prisma, tem-se [Clifford E. Swartz, **Phenomenal Physics** (John Wiley and Sons, Inc., 1981)]:

$$n = \frac{\sin[(\theta + A)/2]}{\sin(A/2)}.$$

A explicação da **dispersão luminosa** decorre da **lei de Snell-Descartes**, conforme afirmamos acima. Vejamos como. Para o caso de um prisma de vidro de índice de refração n ($\sim 1,33$) e colocado no ar ($n_0 \sim 1$), temos: $\sin r = \sin i/n$. Assim, como a luz solar é uma mistura de cores do arco-íris, e como cada cor tem um índice de refração diferente, então o ângulo de refração (r) varia para uma dada incidência (i), daí a razão da **dispersão da luz** observada por Newton. Por outro lado como o n do vermelho é menor do que o do violeta (ainda para o vidro), então o vermelho refrata menos do que o violeta. [Ugo Amaldi, **Imagens da Física** (Editora Scipione, 1995)].

As experiências de Óptica realizadas por Newton e referidas acima foram inicialmente reunidas, por ele, em um manuscrito intitulado **Lectiones Opticae** (“Lições de Óptica”), escrito em 1675, e completadas em seu famoso livro **Opticks or A Treatise of the Reflexions, Refractions, Inflexions and Colours of Light** (“Óptica, ou Um Tratado das Reflexões, Refrações, Inflexões e Cores da Luz”) [Isaac Newton, **Great Books of the Western World 32** (Encyclopaedia Britannica, Inc./Chicago, 1993)], publicado em 1704.




É interessante destacar que a **dispersão da luz** só começou a ser fisicamente explicada no Século 19. Com efeito, no dia 19 de novembro de 1821, o físico francês Augustin Jean Fresnel (1788-1827) apresentou na *Academia Francesa de Ciências* uma primeira explicação para esse fenômeno físico levando em conta a estrutura molecular da matéria. Assim, para o formulador da Teoria Ondulatória da Luz, o total da **dispersão luminosa** dependia da relação entre o comprimento de onda da luz (λ) e a distância entre as moléculas adjacentes. É interessante ressaltar que nessa *Memóire (Annales de Chimie 17*, p. 180), Fresnel propôs a hipótese de que o **éter luminífero cartesiano** era parcialmente arrastado pela matéria. Em vista disso, calculou a velocidade da luz (v) em um meio em movimento e, com essa hipótese, encontrou o seguinte resultado:

$$v = c_1 + [(n^2 - 1)/n^2] V,$$

onde c_1 representa a velocidade da luz no meio em repouso ($c_1 = c/n$), n é o **índice de refração** do meio, V é a velocidade do meio, e c a velocidade da luz no vácuo.

Contudo, como vimos em verbete desta série, foi o físico holandês Hendrik Antoon Lorentz (1853-1928; PNF, 1902) quem apresentou, em 1892, a explicação completa da **dispersão** ao demonstrar que o índice de refração (n) de um meio é dado por:

$$n^2(\omega) = (1 + 4\pi N e^2) / [m(\omega_0^2 - \omega^2)],$$

onde m e e representam, respectivamente, a massa e a carga do elétron, N é o número de moléculas por unidade de volume de um meio refringente, , ,  é a frequência linear própria dos elétrons constituintes do meio, em torno de posições fixas, e ω é a frequência linear de uma onda eletromagnética monocromática que atravessa o meio considerado. [Max Born and Emil Wolf, **Principles of Optics** (Pergamon Press, 1983)]



[ANTERIOR](#)

[SEGUINTE](#)