



CURIOSIDADES DA FÍSICA

José Maria Filardo Bassalo

www.bassalo.com.br

Hooke, Newton e a Medida de uma Força: Dinamômetro.

Em verbetes desta série vimos que a ideia de **força** é bastante antiga. Por exemplo, para o filósofo grego Aristóteles de Estagira (384-322), a causa do movimento de uma pedra ou de uma flecha no ar, devia-se a uma **força** exercida pelo próprio ar ao ser empurrado para trás pela pedra ou pela flecha, que os impulsionava em seu movimento. Daí o seu célebre aforismo: - *A Natureza tem horror ao vácuo*. Ainda para Aristóteles, o movimento constante requeria uma **força constante** e o movimento de um corpo através de um meio resistente, além de ser proporcional à **força** que o produziu, era, também, inversamente proporcional à resistência do meio considerado.

Somente no Século 6 da Era Cristã, uma nova ideia para explicar o movimento de um corpo lançado no ar foi apresentada pelo filósofo grego John (Ioannes) Philoponos (c.475-c.565), por volta de 520, ao afirmar que tal movimento devia-se ao **impetus impressa, virtus motiva** (ou **impressa**). Muito mais tarde, na Idade Média, esse conceito de **impetus** foi mais elaborado pelo físico francês Jean Buridan (c.1300-1358) ao afirmar que o impulsor cede ao impulsionado uma potência proporcional à velocidade e ao **peso** deste último, necessária a mantê-lo em movimento. Afirmou mais ainda que o ar progressivamente reduz a impulsão, e que o **peso** pode aumentar ou diminuir a velocidade. É oportuno destacar que, desde a Antiguidade, **massa** (*moles*) e **peso** (*pondus*) de um corpo eram tomados quase como sinônimos, pois ainda não existia uma teoria de gravitação bem estabelecida. Havia, é claro, por parte de alguns cientistas, uma desconfiança de que havia alguma diferença entre eles. Uma das primeiras distinções foi apresentada pelo físico italiano Giovanni Battista Baliani (1582-1666) no prefácio de seu livro **De Motu Gravium** (*Sobre o Movimento dos Graves*), publicado em 1638, no qual falava de **peso** como agente (*agens*) ou como paciente (*patiens*). Hoje, o *agens* é a força de gravitação (portanto, **peso**), e o *patiens* é a **massa**.

Voltemos ao **impetus**. Cerca de 300 anos depois que esse conceito foi proposto, ele foi completamente elaborado, agora como **inércia**, nos trabalhos dos físicos, o italiano Galileu Galilei (1564-1642) no livro **Istoria e Dimostrazione Intorno alle Machie Solari** (*História e Demonstrações sobre as Manchas Solares*), de 1613, e o inglês Sir Isaac Newton (1642-1727) no **Philosophiae Naturalis Principia Mathematica** (*Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*), de 1687. Newton, por exemplo, apresentou a **inércia** como sua Primeira Lei: - *Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em linha reta, a menos que ele seja forçado a mudar aquele estado por forças imprimidas sobre ele*. Para completar essa Primeira Lei, Newton formulou a Segunda Lei: - *A mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida, e é produzida na direção da linha reta na qual aquela força é imprimida*. É interessante destacar que essa Lei foi retomada pelo físico e matemático suíço Leonard Euler (1707-1783) que a escreveu, em 1736, no livro **Mechanica, sive Motus Scientia Analytice Exposita** (*Mecânica, ou Ciência do Movimento*

Exposta Analiticamente), na forma hoje conhecida: $\vec{F} = m\vec{a}$, onde \vec{a} significa a aceleração: $\vec{a} = d^2\vec{r}/dt^2$, sendo \vec{r} o **vetor posição**, de componentes cartesianas (x, y, z), m a massa do corpo, e t o tempo.

Apesar de a Segunda Lei de Newton mostrar o que é uma **força**, uma questão permanecia: como se pode medi-la? Essa foi uma das críticas feitas a essa Segunda Lei, segundo o físico brasileiro Antonio S. T. Pires, em seu livro **Evolução das Ideias da Física** (Editora Livraria da Física, 2008): - *Newton não forneceu um mecanismo para medir uma força, ou seja, como construir uma escala quantitativa de força*. Note-se que uma análise crítica bem consistente sobre a Mecânica Newtoniana foi apresentada pelo físico e filósofo austríaco Ernst Mach (1838-1916) em: **The Science of Mechanics. A Critical and Historical Account of Its Development** (The Open Court Publishing Company, 1974).

Uma resposta a essa questão começou a ser construída, em 1678, quando o físico inglês Robert Hooke (1635-1703), no artigo intitulado **Lectures on Potentia Restitutiva, or of Spring, Explaining the Power of Spring Bodies** (*Conferências sobre Potência Restitutiva, ou de Mola, Explicando o Poder dos Corpos Tracionados*), encontrou a relação entre a tração exercida em um corpo e seu respectivo alongamento. Inicialmente, apresentou essa relação na forma de um anagrama: **ceiinossttuv**. Mais tarde, em 1680, Hooke apresentou a tradução de seu anagrama: **Ut tensio, sic vis** (*Como a distensão, assim a força*). Essa expressão, desde então, ficou conhecida como a **Lei de Hooke** – *A força é proporcional à distensão*. Em vista disso, a **Lei de Hooke** é hoje escrita na forma: $F = -k x \rightarrow m \ddot{x} = -k x$, onde k é a **constante elástica** do corpo (mola, por exemplo). Note-se que o sinal menos (-) decorre do fato de que a **força de Hooke** é uma **força restauradora**, ou seja, ela se opõe ao movimento de corpo: na tração ou na compressão.

É interessante registrar que a **Lei de Hooke** permitiu a construção de um instrumento destinado a medir a intensidade das forças: o **dinamômetro**. Ele é basicamente uma mola, com um índice, que corre dentro de um invólucro contendo uma ranhura, na qual está registrada uma escala que indica o valor da força que distendeu a mola. Um desses tipos é conhecido como **balança de peixeiro**. Registre-se que a **balança de mola** (*balança de pé*) também usa a **Lei de Hooke**, porém a mola é comprimida e não distendida. Ainda é oportuno registrar que a **balança romana** (*balança de pratos*) usa o equilíbrio entre a **força da gravidade**, isto é, o **peso** dado pela expressão $P = m g$, atuando nos corpos colocados em seus respectivos pratos e, portanto, determina a **massa**, uma vez que a aceleração da gravidade (g) é a mesma.



[ANTERIOR](#)

[SEGUINTE](#)