



CURIOSIDADES DA FÍSICA

José Maria Filardo Bassalo
www.bassalo.com.br



O Movimento no Começo da Era Cristã e na Idade Média.

Conforme vimos em verbetes desta série, por volta de 520 d.C., o filósofo grego John (Joannes) Philoponos (c.475-c.565) afirmou que o movimento de um corpo no ar não se devia ao empurrão exercido pelo ar sobre o corpo, como diziam os aristotélicos, e sim a uma “espécie de inércia” – impetus, impetus impressa, virtus motiva, virtus impressa -, a qual o mantinha em movimento. Afirmou ainda que a velocidade desse mesmo corpo era proporcional ao excesso da “força de resistência”. Em vista dessas ideias, Philoponos escreveu: - *Para dois corpos de pesos diferentes caindo da mesma altura, a relação entre os tempos gastos na queda não dependia da relação de seus pesos, já que a diferença entre tais tempos era muito pequena.* Registre-se que essa ideia do impetus foi defendida e divulgada no mundo árabe pelo médico e filósofo persa Abu-Ali al-Husain ibn Abdullah Ibn Sina (Avicena) (980-1037), o mesmo acontecendo com Abbu al-Barakat Hibatallah ibn Malka al-Baghdahi (f.c.Século 12). O erudito alemão Alberto Magno (1193-1280) também aceitou a ideia do impetus ao discutir o movimento de um projétil. Por sua vez, apesar de ser aluno de Alberto Magno, o teólogo italiano São Tomás de Aquino (c.1225-1274), não aceitou a ideia do impetus, pois, aristotelicamente, interpretava a queda dos corpos como sendo devido a causas finais, ao admitir que a proximidade do “lugar natural” aumentava o *apetitus* (mais tarde, gravidade) do movido.

Por sua vez, o filósofo e teólogo inglês William de Ockham (Guilherme de Occam) (c.1285-c.1349) rejeitou, ao mesmo tempo, a concepção aristotélica e a teoria do impetus sobre o movimento, afirmando que - *O movimento como um conceito não tem realidade fora dos corpos em movimento.* Ao se referir ao movimento de um projétil, afirmou mais ainda que: - *A coisa que se move num tal movimento, depois que o corpo movido se separou do primeiro propulsor, é a própria coisa movida, não porque haveria nela uma força qualquer, pois essa coisa que se move e a coisa movida não podem ser distinguidas.* Registre-se que Occam foi fundador da *Escola Nominalista* é autor do célebre *princípio da economia* ou *princípio da parcimônia*, hoje conhecido como a *navalha de Occam*: - *As entidades não devem ser multiplicadas sem necessidade.*

Os eruditos ingleses Thomas Bradwardine (c.1290-1349), William Heytesbury (f.c.1330-1348), John of Dumbleton (f.c.1338-1348) e Richard Suiseth (Swineshead) (f.c.1344-1355), do *Merton College da Universidade de Oxford* (fundada em 1167) – conhecidos como os *calculadores oxfordianos* -, consideravam o movimento analisando o problema aristotélico relacionado ao crescimento (*intensio*) ou ao decréscimo (*remissio*), em intensidade, das qualidades (grandezas) cinemáticas. Assim, trabalhando apenas hipoteticamente e sem nenhuma tentativa experimental, esses *calculadores oxfordianos* conseguiram demonstrar (na linguagem atual) que os movimentos uniformemente variados eram equivalentes aos movimentos uniformes, desde que estes últimos fossem descritos com a *velocidade média* dos primeiros. Tal resultado ficou conhecido como a *Regra de Merton*. Desse modo, esses pesquisadores ingleses substituíram o atributo grego - *qualidade* – pela *quantidade* numérica. [Clifford Ambrose Truesdell, *Essays in the History of Mechanics* (Springer-Verlag, NY, 1968)].

O filósofo francês Jean Buridan (c.1300-1358) elaborou um pouco mais o conceito do *impetus philoponosiano*, ao propor as seguintes questões: 1) *Por que razão o ar, no caso do movimento de um projétil, teria ele sozinho a faculdade de continuar a mover-se, para, por sua vez, mover o projétil?*; 2) *Por que o projétil não possuiria essa mesma faculdade?* Ao responder a essas

questões, Buridan desenvolveu sua teoria do *impetus* (*ímpeto*), segundo a qual: 1) *O impulsor cede ao impulsionado uma potência proporcional à velocidade e ao peso do impulsionado, necessária a mantê-lo em movimento*; 2) *O ar progressivamente reduz a impulsão, e que o peso do impulsionado pode aumentar ou diminuir a velocidade*; 3) *Durante a queda de um corpo este é movido pela ação conjunta da gravidade e do ímpeto adquirido, ação essa que resulta ser o movimento do corpo em queda (“grave”) mais rápido a cada instante.*

É interessante ressaltar que Buridan usou sua doutrina do *ímpeto* para explicar o movimento perene dos planetas observados no céu, ao admitir que DEUS talvez tenha, originalmente, saturado os planetas com *ímpeto*. Buridan ainda fez o estudo geométrico das configurações dos crescimentos e decrescimentos das qualidades cinemáticas do movimento. Ainda é oportuno ressaltar que o erudito Alberto da Saxônia (c.1316-1390) estudou os movimentos *uniforme* e *uniformemente disforme* (hoje, *uniformemente variado*) por intermédio de experiências com a queda dos corpos. Ressalte-se, também, que experiências análogas voltaram ser realizadas pelo erudito Domingos Soto (1494-1570).

O bispo alemão Nicholas Oresme (Nicole d’Oresme) (c.1325-1382), Diretor do *Colégio de Navarra da Universidade de Paris* (fundada em 1160) e *Bispo de Lisieux*, em seu estudo sobre os movimentos *uniforme* e *uniformemente disforme* (aliás, nomes cunhados por ele próprio), procurou representar a variação da intensidade da qualidade de movimento (hoje, *velocidade*) de maneira geométrica. Assim, ao longo de uma linha horizontal que marcava pontos que representavam instante de tempo (ou *longitude* como o chamou) e, para cada um desses instantes, levantava uma perpendicular a essa mesma linha, cujo comprimento (*latitude*, nome também dado por ele) significava a “velocidade” naquele instante. Desse modo, os movimentos *uniformes* eram representados por um retângulo e os *uniformemente disformes* por um triângulo, desde, é claro que a velocidade inicial fosse nula, como diríamos hoje. Examinando esses gráficos, Oresme observou que a soma das latitudes nesses gráficos representava a distância percorrida pelo corpo. Com isso, demonstrou a famosa Regra de Merton (vide verbete nesta série). Esses trabalhos de Oresme foram encontrados nos diversos textos que escreveu (ou a ele atribuídos e escritos por discípulos), dentre os quais se destacam: *Uniformitate et Difformitate Intensionum* (“Da Uniformidade e da Disformidade das Tensões”) (c.1350); *Tractatus de Latitudinibus Formarum* (“Tratado sobre as Larguras das Formas”) (publicado mais tarde em Pádua, em 1482); e *Tractatus de Figuratione Potentiarum et Mensurarum* (“Tratado de Delineação das Potências e Medidas”) (s/d). Registre-se que, neste último livro, Oresme sugeriu uma extensão tridimensional para seus gráficos. [Carl B. Boyer, *A History of Mathematics* (John Wiley and Sons, 1968).]

Ainda com relação aos movimentos dos corpos, Oresme fazia uma diferença básica entre os movimentos celestes (supralunares) e terrestres (sublunares). Com efeito, a tese da divina dádiva do *ímpeto* do movimento celeste dos planetas defendida por Buridan foi rejeitada por Oresme, uma vez que admitia o *motor divino aristotélico* guiando os astros no céu. Por outro lado, com relação aos movimentos terrestres, ele foi antiaristotélico ao explicar que a queda de um corpo sempre na vertical (conforme, via de regra, se observava) se devia ao fato de que o movimento da Terra (hipótese não aristotélica) comunicava a esse corpo um *ímpeto* que, conjugado com a gravidade, faria o mesmo acompanhar o movimento de nosso planeta.

É oportuno salientar que Oresme não foi o primeiro a usar gráficos para representar o movimento, já que o erudito italiano Giovanni di Casali (f.c.1346-1375), em 1346, parece haver usado gráficos para representar o movimento, porém, diferentemente de Oresme, usava a linha de *longitudes* na vertical. Será que podemos considerar Oresme e di Casali como os precursores da Geometria Analítica criada pelo filósofo e matemático francês René du Perron Descartes (1596-1650) em seu famoso livro *Geometrie*, publicado em 1637?. [Para maiores detalhes sobre o estudo do movimento na Idade Média, ver: Pierre Lucie, *A Gênese do Método* (Editora Campus, 1977); Boyer, op. cit.; Truesdell, op. cit.].



ANTERIOR

SEGUINTE