



# SEARA DA CIÊNCIA

## CURIOSIDADES DA FÍSICA

José Maria Bassalo



### O Movimento na Antiguidade.

Para os filósofos gregos Pitágoras de Samos (c.560-c.480) e Xenofanes de Cólofon (c.560-c.478), o **movimento** poderia ser explicado sobre dois pontos de vista completamente opostos: **contínuo**, para os que consideravam ser o espaço e o tempo infinitamente divisíveis; e **discreto** (constituído de uma sucessão de diminutos deslocamentos), para os que admitiam ser o espaço e o tempo compostos de pequenos intervalos indivisíveis. Por sua vez, o filósofo grego Parmênides de Eléia (c.515-c.450) defendia a ideia de que o ser é imóvel, eterno e único e, portanto, o movimento é **ininteligível**.

A questão do **movimento** também foi tratada pelo filósofo grego Zenão de Eléia (c.490-c.430) por intermédio de seus quatro paradoxos: **Dicotomia**, **Aquiles e a Tartaruga**, **Flecha** e **Estádio**. No da **Dicotomia**, afirmou que antes de um corredor vencer certa distância deverá vencer a metade da mesma; antes de vencer esta metade, deverá vencer a metade da metade; e assim sucessivamente. Portanto, para o corredor realizar a corrida deverá percorrer um número infinito de contatos em um tempo finito o que, para Zenão, era impossível. O paradoxo de **Aquiles e a Tartaruga** – o mais famoso deles – é análogo ao anterior, só que a subdivisão infinita do espaço é progressiva ao invés de ser regressiva. Assim, mesmo sendo o herói da *Guerra de Tróia* mais veloz que a tartaruga, se esta, contudo, numa corrida saísse na frente de Aquiles, este nunca a alcançaria, pois, para atingi-la, deveria percorrer primeiro a distância inicial que o separa da tartaruga, depois teria de percorrer a distância vencida pela tartaruga, e assim por diante.

No paradoxo da **Flecha**, Zenão raciocinou que uma flecha em movimento ocupa sempre um lugar igual a si própria; ora, se ela ocupa sempre um espaço igual ao seu tamanho, ela está sempre parada e, portanto, o seu movimento é uma ilusão. No do **Estádio** ou dos **Bastões em Movimento**, Zenão considerou que se dois bastões (A, B) de iguais tamanhos se deslocarem igualmente (hoje, diríamos, com a mesma velocidade) em relação a um terceiro (C) mantido fixo, então o bastão A (ou B) pareceria se deslocar duas vezes mais rápido que o bastão B (ou A), respectivamente, num mesmo intervalo de tempo, o que não é possível, concluiu Zenão. Com estes dois últimos paradoxos, verifica-se que Zenão recusava a hipótese de ser o tempo composto de pequenos intervalos indivisíveis. Registre-se que os filósofos gregos Melisso de Samos [floresceu cerca (f.c.) 441 a. C.] e Demócrito de Abdera (c.460-c.370) eram partidários dessa teoria sobre o movimento proposta pelo fundador da *Escola Eleata*.

Esses **Paradoxos de Zenão** foram analisados pelo filósofo grego Aristóteles de Estagira (384-322) em seu livro intitulado **Physis** (“Física”), no qual apresentou suas próprias ideias sobre o **movimento**, que o considerava como *o ato do que está em potência enquanto em potência*. Com relação aos atributos (*categorias*) dos seres que são afetados pelo **movimento**, Aristóteles distingue quatro espécies de **movimento**: o **movimento** segundo a **essência** do ser, é geração e corrupção; segundo a **qualidade**, é alteração; segundo a **quantidade**, é crescimento e decrescimento; segundo o **lugar**, o **movimento** de um corpo pode ser **natural** se ele se dirige para o seu lugar natural (por exemplo, para o alto como o **fogo** e o **ar**, e para baixo, como a **água** e a **terra**); e **forçado** ou **violento**, se afastar-se de seu lugar natural (por exemplo, o caso de uma pedra lançada para o alto).

Na continuação de seus estudos sobre o **movimento**, Aristóteles afirmou que existe um **princípio dinâmico no movimento**: - *Todo movido é movido por um motor*. Desse modo, no **movimento natural** um corpo se move devido a sua **apetência**, isto é, segundo a sua natureza, que é um motor interior. Já um corpo sob um **movimento forçado** o faz por intermédio de um motor que lhe é estranho e contíguo. Este, dizia Aristóteles, é o caso do movimento de um corpo no ar, pois este, ao ser empurrado para os lados pelo corpo, o impulsiona em sua trajetória. Portanto, concluiu, só há **movimento forçado** se houver ar, conclusão que levou ao célebre apotagma: - *A Natureza tem horror ao vácuo* (“*Horror Vacui*”).

Usando esses princípios, Aristóteles obteve os seguintes resultados: 1) *Sempre que uma força ou potência é exercida sobre um móvel, a relação das distâncias percorridas é igual à relação dos tempos de percurso*; 2) *A relação das forças exercidas sobre um móvel é igual a relação das distâncias percorridas num mesmo intervalo de tempo, desde que estas forças tenham uma intensidade que ultrapasse certo limite abaixo do qual elas não podem agir*; 3) *O movimento de um corpo através de um meio resistente, além de ser*

*proporcional à força que o produziu é, também, inversamente proporcional à resistência do meio considerado; 4) Os corpos se movem diferentemente uns dos outros por excesso de peso ou de leveza; 5) Um corpo pesado cai mais rapidamente do que um leve; 6) A velocidade de um corpo em queda livre é proporcional ao seu peso.*

Destaque-se que os gregos, os filósofos Pirro de Elida (360-270), Epicuro de Samos (341-270) e o astrônomo Estratão de Lâmpsaco (340-270); os filósofos estóicos, o fenício Zenão de Cítio (332-262) e os gregos Cleantes de Assos (c.312-232) e Crispo de Soli (277-c.204), bem como o inventor grego Philon de Bizâncio (c.300 a.C.- ? ), defenderam as ideias de Aristóteles sobre o movimento.

---



**ANTERIOR**

**SEGUINTE**