PROF. ALBERTO RICARDO PRÄSS
FISICA.NET
O CANAL DA FÍSICA NA INTERNET

"Raffiniert ist der Herr Gott, aber boschaft ist Er nicht" (A. Einstein)
"Natura Simplicitatem Amat"(J. Kepler)

A 3ª LEI DE NEWTON-GALILEO (A LEI DA AÇÃO E REAÇÃO).

A 2a lei de Newton-Galileo permite-nos descrever o comportamento mecânico de uma partícula sobre a qual estejam agindo forças conhecidas. Conseqüentemente o problema - descrever o comportamento mecânico de uma dada partícula submetida à ação de forças - ficará praticamente resolvido, em cada caso, com auxilio da 2a lei de Newton-Galileo, se forem conhecidas as forças atuantes sobre a partícula. Isto nos mostra claramente por qual motivo é tão importante, para a Mecânica, a capacidade de especificar quais as forças que atuam sobre uma dada partícula. Preocupado com tal problema, Newton observou cuidadosamente o comportamento de vários sistemas materiais a conseguiu induzir um princípio geral cujo conhecimento é de grande valia na pesquisa das forças que atuam sobre uma dada partícula. Tal princípio - que Newton chamou lei da ação a reação a foi o terceiro (e último) dos axiomas por ele apresentados no Philosophiae Naturalis Principia Mathematica - é conhecido atualmente como 3a lei de Newton-Galileo a seu enunciado é o seguinte:

A 3a lei de Newton-Galileo (a lei da ação a reação). Sempre que uma partícula, 1, estiver exercendo uma força sobre uma outra partícula, 2, esta outra estará, reciprocamente, exercendo também uma força sobre a partícula 1, a tais forças serão sempre colineares, de módulos iguais a sentidos opostos.

Com dois ímãs, dois carrinhos de brinquedo a um pedaço de barbante se pode verificar experimentalmente a validade da 3a lei de Newton-Galileo, da forma relativamente muito simples a convincente ilustrada a descrita nas figuras 1 e 2.

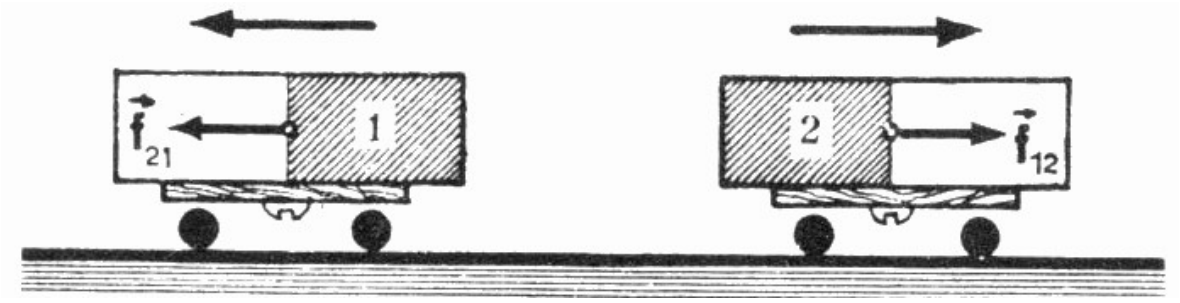


Fig. 1 - Prende-se dois ímãs a dois carrinhos e a seguir coloca-se os dois carrinhos sobre uma superfície plana a horizontal a de uma forma tal que os pólos norte dos dois ímãs fiquem voltados um para o outro. Largando-se a seguir os dois carrinhos observa-se que eles passam a se mover, com movimentos acelerados, afastando-se um do outro. Tal fato ocorre porque o ímã 1 exerce sobre o ímã 2 uma força , enquanto que o ímã 2 exerce também uma outra força sobre o ímã 1, tais forças tendo sentidos opostos.

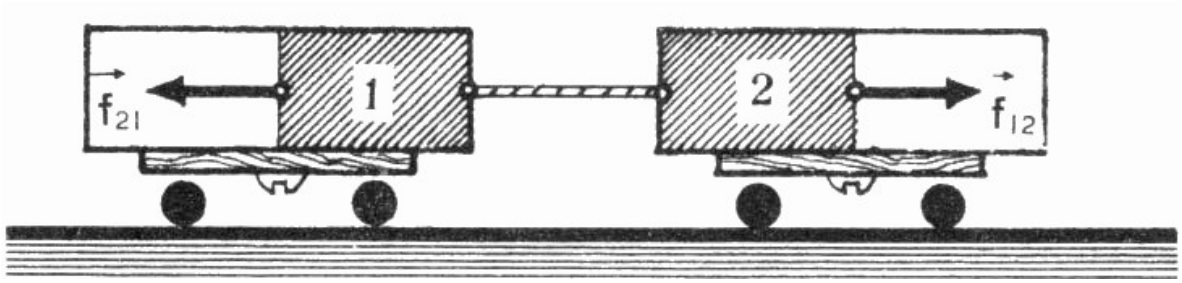
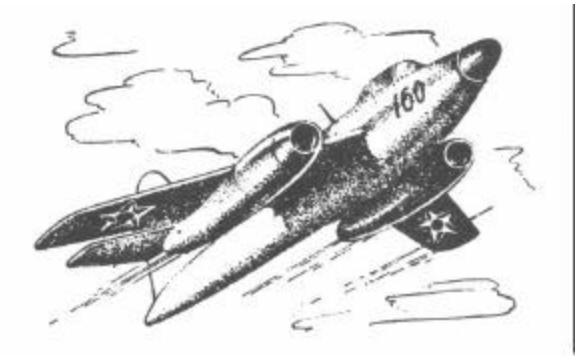


Fig. 2 - Com um pedaço de barbante liga-se um carrinho ao outro e a seguir coloca-se os dois carrinhos (com os imãs presos a eles, como no caso dá fig.1) sobre uma superfície plana a horizontal. Largando-se os dois carrinhos observa-se que eles ficam em repouso. Conseqüentemente tem-se que $\left|\vec{f}_{12}\right| = \left|\vec{f}_{21}\right|$, pois que se fosse $\left|\vec{f}_{12}\right| \neq \left|\vec{f}_{21}\right|$, o sistema constituído pelos carrinhos e imãs não ficaria em repouso, de acordo com a 1ª e a 2ª leis de Newton-Galileo.

Das três leis de Newton-Galileo a 3ª é a que oferece menores dificuldades de verificação experimental. Em compensação é precisamente essa 3a lei que mais confusões tem trazido ao aluno da escola secundária, a isto pelo fato de ser comum, a título de simplificar a apresentação da Mecânica nos cursos elementares, dizer-se que a 3a lei de Newton-Galileo afirma que a toda ação corresponde uma reação igual a contrária. Esta forma de enunciar a 3a Lei de Newton-Galileo não é apenas incorreta pelo fato dë ser ambígua, mas também por ser conceitualmente errônea. [Realmente, mais adiante trataremos de ações (forças) às quais não correspondem reações]. É fundamental que se enuncie a 3ª lei de Newton-Galileo da forma segundo a qual nós a apresentamos anteriormente (que é, aliás a forma sob a qual o próprio Newton a apresentou no Philosophiae Naturalis Principia Mathematica), isto é, dizendo-se, explicitamente: quando uma partícula 1 estiver exercendo uma força $\vec{f}_{12}$ sobre uma outra partícula, 2, esta, reciprocamente, estará também exercendo uma força $\vec{f}_{21}$ sobre a partícula 1, a tais forças são colineares, de módulos iguais a sentidos opostos. É fundamental chamar a atenção para o fato de que as forças de ação a reação, $\vec{f}_{12}$, não são apenas tais que $f_{12} = f_{21}$, mas também que atuam em partículas distintas (a $\vec{f}_{12}$ é a força que a partícula 1 exerce sobre a partícula 2, e, portanto, atua sobre a partícula 2, enquanto que $\vec{f}_{21}$ é a força que a partícula 2 exerce sobre a partícula 1, e, portanto, atua sobre a partícula 1). O enunciado newtoniano,

realçando este fato, evita automaticamente que se incorra no erro (tão difundido) consubstanciado no raciocínio seguinte: suponhamos que uma pessoa, para empurrar um automóvel que está em repouso, exerça sobre ele uma certa força , $\vec{f}$. Ora, de acordo com a 3ª lei de Newton-Galileo, que diz que a toda ação corresponde uma reação igual a contrária, aparecerá uma reação, $\vec{f}^{*} = -\vec{f}$. Conseqüentemente será sempre nula a soma das forças que atuam sobre o automóvel, e, portanto, de acordo com a 1ª lei de Newton-Galileo, ele continuará em repouso. [Sugerimos que você analise este raciocínio (errado) e caracterize o erro que o invalida].



O avião a jato é provavelmente é a mais espetacular aplicação moderna da 3ª lei de Newton-Galileo. Esquematicamente um avião a jato funciona da seguinte forma: o gás.expandindo-se nas câmaras de combustão, é expelido pelo avião, para trás: reage, de acordo com a 3" lei de Newton-Galileo, exercendo sobre o avião uma força que o impele para a frente.

As leis de Newton-Galìleo são, na realidade, o fruto da experiência mecânica vivida pela espécie humana através de milhares de anos. Recomendamos ao aluno uma análise cuidadosa dessas leis, uma vez que elas servirão de base para todas as nossas explicações para os fatos mecânicos observáveis no nosso Universo.

Texto adaptado de “Mecânica”, do Prof. L. P. Maia