

Gravitação

1- Introdução

A força gravitacional decorre de uma das interações fundamentais no Universo, isto é, ela não pode ser explicitada a partir de outras formas de interação da matéria.

A manifestação da gravitação se dá através da capacidade dos corpos de se atraírem uns aos outros. Quanto maior for a massa de um corpo tanto maior a força de atração que ele experimenta ou que ele exerce sobre os outros. Além das massas, a força depende do inverso quadrado da distância.

Todos os objetos dotados de massa sofrem a influência da força gravitacional. Isto pode ser observado na Terra, onde a tendência dos objetos de caírem resulta dessa atração gravitacional que a Terra exerce sobre eles.

2- Newton e a gravitação

Desde a Antiguidade tem havido interesse em se desvendar os mistérios do Universo em que vivemos. A necessidade de escolher a melhor época para o plantio e a colheita de alimentos fomentou a observação de astros e estrelas, a fim de desvendar o mistério dos fenômenos cíclicos naturais. Assim floresceu a Astronomia desde a Antiguidade. Ao longo do tempo foram se sucedendo teorias para explicar o dia e a noite, as estações do ano e a própria concepção do Universo.

Em particular, o sistema solar foi interpretado de diversas formas até chegar às leis de Kepler, que descrevem satisfatoriamente o movimento dos planetas:

1ª lei de Kepler: Qualquer planeta gira em torno do Sol, descrevendo uma órbita elíptica, da qual o Sol ocupa um dos focos.

2ª lei de Kepler: A reta que une um planeta ao Sol "varre" áreas iguais em tempos iguais.

3ª lei de Kepler: Os quadrados dos períodos de revolução dos planetas são proporcionais aos cubos dos raios de suas órbitas.

Newton tinha conhecimento das leis de Kepler de um lado e, de outro, da ação da gravidade da Terra. A sua famosa percepção o fez intuir a existência de uma força que atrai os objetos para o solo, ao analisar a queda de uma maçã. A observação do movimento dos planetas ao redor do Sol o levou a atribuir a existência de uma força atrativa centrada no Sol. Se não houvesse essa força, o planeta iria em linha reta, tangente à órbita. Assim, Newton unificou a interpretação dos dois fenômenos: **A atração exercida pelo Sol sobre a Terra é da mesma natureza que a da Terra sobre um objeto como a maçã.**

Newton mostrou que as leis de Kepler são coerentes com uma força de atração gravitacional que depende diretamente das massas dos objetos que se atraem e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre os centros dos mesmos. Ele mostrou também que, para calcular a força de gravidade sobre um objeto na superfície da Terra, podemos admitir que toda a massa da Terra está concentrada no seu centro. Usou cálculo integral, que ele próprio inventou, para justificar tal hipótese. Na verdade, essa aproximação é válida apenas para forças que dependem do inverso do quadrado da distância.

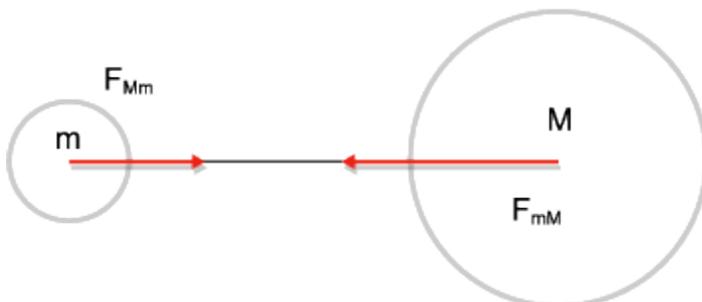
Com a unificação, Newton chegou à lei da gravitação universal, aqui resumida pela relação que dá o módulo da força de atração mútua entre dois corpos:

$$F = G \frac{mM}{r^2}$$

onde G é uma constante universal, m e M são as massas de dois corpos quaisquer em questão e r é a distância entre os centros dos dois corpos.

O valor de G é $6,67 \times 10^{-11} \frac{N.m^2}{kg^2}$

A direção da força é a da reta que une os centros dos dois corpos e o sentido é o de atração mútua, como na figura ao lado.



As leis de Newton são absolutamente válidas no sistema solar. Até em estrelas duplas pode-se observar a atração que uma estrela exerce sobre a outra.

Observe a fotografia de um aglomerado estelar globular e o interessante comentário de Feynman (prêmio Nobel de Física): "Que a lei da gravitação é verdadeira até em distâncias maiores está indicado na figura abaixo. Se alguém não enxerga a gravitação agindo aqui, ele não tem alma. Esta figura mostra uma das coisas mais bonitas no céu, um aglomerado estelar globular. Todos os pontos são estrelas."

Se as massas se atraem pela gravitação, então por que não andamos trombando uns contra os outros? Pode-se mostrar, por exemplo, que a interação gravitacional é muitíssimo mais fraca que a elétrica, comparando-se a força de repulsão elétrica entre dois elétrons com a força de atração gravitacional entre eles. Os elétrons se repelem violentamente.

3- Gravitação no cotidiano

1. A queda dos objetos

O movimento de queda dos objetos é a manifestação mais simples da força gravitacional no cotidiano. O objeto em queda é acelerado em direção ao centro da Terra. Todo corpo na superfície terrestre experimenta a ação da força gravitacional. Ela é mais comumente conhecida como força peso. Sua expressão é

$$\vec{P} = m\vec{g}$$

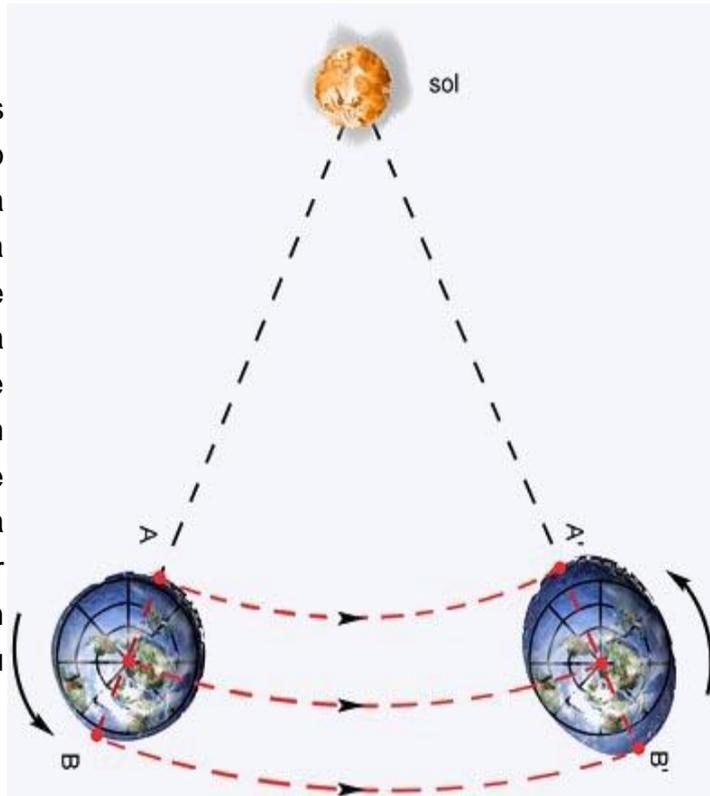
onde \vec{g} é aceleração da gravidade.

2. O movimento da lua

Ao observarmos a Lua no seu movimento em torno da Terra, estamos nos dando conta de outro fenômeno associado à gravitação. Este movimento resulta da atração gravitacional que a Terra exerce sobre a Lua.

3. O movimento das marés

O movimento das marés resulta da atração gravitacional que a Lua exerce sobre a Terra. Na porção do nosso mundo onde existe água haverá uma deformação na superfície terrestre. Forma-se um pequeno calombo, o qual se desloca juntamente com a Lua. Assim, as águas do mar deverão subir ou descer em função da aproximação ou afastamento da Lua.



4. O movimento dos planetas

O movimento dos planetas, e o da Terra em particular, é resultado da força gravitacional que o Sol exerce sobre os planetas.

5. A forma arredondada dos planetas e estrelas

A Lua, os planetas e as estrelas têm uma forma arredondada. Essa forma resulta do efeito da atração gravitacional.

6. Colapso estelar

À medida que o combustível no interior das estrelas vai se exaurindo, o efeito da atração gravitacional é provocar o colapso da estrela. Esse colapso resulta do fato de a atração gravitacional não dispor de formas (no interior da estrela) que se contraponha a ela. O resultado disso é que a estrela vai se encolhendo, diminuindo de tamanho (de raio), produzindo um objeto compacto (muito denso). Toda a massa da estrela se encontra numa região muito pequena do espaço. Nesse caso, dizemos que a estrela colapsou. Todas as estrelas "morrem" assim.

7. Buraco negro

Se uma estrela tiver uma massa pouco maior do que quatro vezes a massa do Sol, essa estrela acabará tornando-se, em algum estágio do processo de colapso estelar, um buraco negro.

Num buraco negro, a atração gravitacional é tão intensa que ela atrai todos os objetos (donde o nome buraco), mas não deixa sair nenhum objeto. Assim, nem a luz escapa de um buraco negro. Desse fato deriva o seu nome.