

MOVIMENTO DE QUEDA LIVRE

1. UM POUCO DE HISTÓRIA

O filósofo grego Aristóteles (384 - 322 a.C.) foi o primeiro a estudar o movimento de queda livre. Ele acreditava que havia uma dependência entre o tempo de queda dos corpos com a sua massa. Assim, Aristóteles afirmava que *“se duas pedras caíssem de uma mesma altura, a mais pesada atingiria o solo primeiro”*. Entretanto, em momento algum Aristóteles considerou realizar um experimento para comprovar sua percepção. Tal situação perdurou até o século XVII, quando o famoso físico e astrônomo italiano Galileu Galilei (1564 - 1642) introduziu o método experimental na ciência. Galileu acreditava que qualquer afirmativa só poderia ser confirmada após a realização de experimentos e a sua comprovação precisava ser embasada em medidas experimentais e observações cuidadosas. Reza a lenda que Galileu tomou duas esferas de pesos diferentes e abandonou-as juntas do alto de uma torre para que caíssem. Para o espanto de Galileu, os dois corpos atingiram o chão simultaneamente. Galileu concluiu, então, que **se um corpo pesado e um corpo leve forem abandonados juntos de uma mesma altura, eles cairão juntos, chegando ao mesmo tempo no chão**. Com isso, ele acabou por descobrir que o que Aristóteles havia dito, e que se acreditava até então, não se verificava na prática.

Chama-se de Queda Livre ao movimento vertical, próximo à superfície da Terra, onde um corpo de massa m é abandonado de certa altura h , no vácuo, ou em uma região onde desprezamos a resistência do ar. Neste caso, a velocidade do corpo aumenta em função do tempo, a partir de uma velocidade inicial igual a zero, sendo, portanto um movimento acelerado. Ou seja, um caso particular do MRUV.

Na época de Galileu, porém, o *vácuo* era apenas uma hipótese. E não existiam as condições técnicas para obtê-lo. Galileu também não podia viajar a Lua, para realizar o experimento sem a resistência do ar. Entretanto os astronautas da Apollo XV realizaram esta façanha. Nesta missão à Lua, eles executaram e filmaram a experiência que *Galileu* apenas imaginou.

2. PREMISSAS BÁSICAS

- Os corpos são abandonados de certa altura acima de um nível de referência; portanto, partem do repouso o que significa $v_0 = 0$;
- A única força que atua no corpo é seu próprio peso, uma vez que a resistência do ar é desprezada;
- Os corpos caem acelerados pela força da gravidade apenas;
- A trajetória do movimento é retilínea e vertical;
- O movimento é um típico MRUV, do tipo acelerado;
- A massa, formato e material dos corpos não interferem no movimento de queda livre.

3. EQUAÇÕES DO MRUV

No movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV) a velocidade do móvel sofre variações iguais em intervalos de tempo iguais (variação uniforme). No MRUV a aceleração média do móvel, assim como sua aceleração instantânea são iguais.

- **Função horária da velocidade em relação ao tempo:**

$$v = v_0 + at \quad (1)$$

Esta é a função horária da velocidade em relação ao tempo, no MRUV. Nela existem duas incógnitas, que são a velocidade (v) e o tempo (t). A velocidade inicial (v_0) e a aceleração (a) são valores constantes. Trata-se da equação de uma reta.

- **Função horária da posição em relação ao tempo:**

$$s = s_o + v_o t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (2)$$

Esta equação do 2º grau relaciona as posições de um móvel em relação ao tempo, no MRUV. Nela, os valores constantes são a posição inicial (s_o), a velocidade inicial (v_o) e a aceleração (a) do móvel.

4. EQUAÇÃO DE TORRICELLI:

Evangelista Torricelli (1608 - 1647) foi um renomado cientista que contribuiu em várias áreas do conhecimento, com destaque na demonstração experimental da existência da pressão atmosférica.

Estudando o MRUV, ele isolou o tempo na equação da velocidade (1) e substituiu na equação da posição (2). Esta dedução, que leva o seu nome, originou uma equação onde se pode determinar a velocidade (v) do móvel, sem conhecer o intervalo de tempo (Δt) em que ocorreu o movimento.

$$v^2 = v_o^2 + 2a\Delta s \quad (3)$$

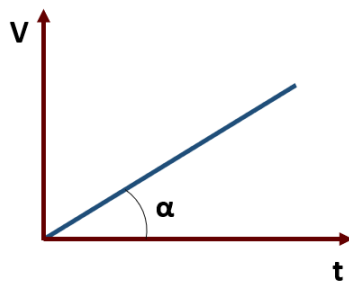
5. EQUAÇÕES DA QUEDA LIVRE

Como já vimos, na queda livre a partir de uma altura (h), o corpo fica sujeito apenas à aceleração da gravidade (g), cujo valor para a Terra é, aproximadamente, igual a $9,8 \text{ m/s}^2$. Este valor depende da latitude e longitude do local do experimento. Assim, na queda livre de um corpo podemos adaptar as equações do MRUV, fazendo $a = g$, $v_o = 0$ e $\Delta s = \Delta h$.

Desse modo, as equações que descrevem o movimento podem ser escritas como:

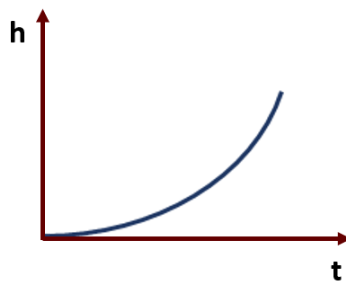
▪ **Função velocidade da queda livre:**

$$v = gt \quad (4)$$



▪ **Função posição da queda livre:**

$$\Delta h = \frac{1}{2}gt^2 \quad (5)$$



▪ **Equação de Torricelli da queda livre:**

$$v^2 = 2g\Delta h \quad (6)$$

Com estas equações podemos estudar o movimento de corpos em queda livre, calculando qualquer parâmetro de interesse, uma vez fornecidos as evidências experimentais solicitadas em cada equação.