

EXPOFÍSICA 1 - SALA DE MECÂNICA

Laysla Traba Sartori

1) Título:

Garrafas

2) Tema da Física Principal a ser Abordado:

Gravitação e queda livre.

3) Objetivos:

Objetivo geral: Abordar de forma prática e visual o fenômeno físico da queda livre dos corpos do experimento de Galileu Galilei.

Objetivos específicos:

- Facilitar a compreensão do conceito, permitindo que os alunos observem diretamente o experimento e vejam como o princípio se manifesta.
- Estimular a curiosidade;
- Desenvolver o senso crítico e a autonomia dos alunos;
- Fortalecer o pensamento científico.

4) Revisão dos Conceitos e Princípios Físicos Necessários para a Compreensão do Fenômeno:

O experimento das garrafas usado para explicar o fenômeno de queda livre dos corpos como dependente apenas da aceleração sobre eles e não se suas massas, é advindo de conceitos estudados a partir do século XVI e XVII.

O filósofo Aristóteles pensava que o peso determinaria a velocidade com a qual um objeto cai, mas o físico e astrônomo Galileu Galilei observou ao realizar seus experimentos, que o único fator que alterava o tempo de queda dos objetos era a resistência do ar que atua de maneira mais eficaz em objetos mais leves ou com áreas maiores. Ele concluiu que ao desprezar a resistência do ar independente do peso dois objetos caem com velocidades iguais e chegam ao solo ao mesmo tempo.

O que Galileu percebeu em suas observações, serviu como base para as leis de Newton que fundamentam o ensino de dinâmica e cinemática.

A Cinemática consiste numa abordagem teórica ao estudo do movimento dos corpos, sem se preocupar com as forças ou causas que os provocam. Ela se divide em duas principais categorias:

- Cinemática Escalar: estuda o movimento dos corpos sem considerar a análise vetorial, ou seja, sem analisar o módulo, direção e sentido do movimento.
- Cinemática Vetorial: estuda o movimento dos corpos considerando a análise vetorial, levando em conta o módulo, direção e sentido do movimento.

Ambas as abordagens têm como objetivo entender o movimento dos corpos, mas utilizam ferramentas e métodos diferentes para isso.

Na Cinemática, os movimentos podem ser classificados em diferentes tipos, com base nas características das trajetórias e das variações de velocidade. Os principais tipos de movimento são:

- Movimento Retilíneo Uniforme (MRU): Também chamado de movimento uniforme, ocorre quando o corpo se move com velocidade escalar constante ao longo de uma trajetória reta. Nesse caso, a aceleração é nula.
- Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV): Também conhecido como movimento uniformemente variado, é aquele em que o corpo se movimenta com aceleração constante e não nula ao longo de uma trajetória reta.
- Movimento Circular Uniforme (MCU): No MCU, o corpo se move com velocidade escalar e angular constantes ao longo de uma trajetória circular. A aceleração, neste caso, é constante e direcionada para o centro da trajetória.
- Movimento Circular Uniformemente Variado (MCUV): É o movimento em que o corpo se move com aceleração angular constante ao longo de uma trajetória circular. Nesse caso, tanto a velocidade angular quanto a aceleração variam com o tempo.

A partir das experiências com objetos abandonados do alto de planos inclinados, Galileu formulou dois enunciados sobre o movimento de queda livre (desprezando a resistência do ar) dos corpos que podem ser resumidos da seguinte forma:

- Um corpo que cai a partir do repouso adquire, em tempos iguais, variações iguais de velocidade;
- A distância percorrida por um corpo que cai a partir do repouso é proporcional ao quadrado do tempo gasto para percorrê-lo.

Como mostram as ideias de Galileu, o movimento de queda livre (MQL) é um movimento retilíneo uniformemente acelerado na direção vertical. Então as equações que denotam um MQL são as mesmas que denotam um MRUV na direção horizontal. O que se altera nesse caso é a referência passar para um eixo coordenado na direção vertical que normalmente aponta para cima. Na queda livre o módulo da aceleração a que fica submetido o ponto material é sempre conhecido e na Terra vale aproximadamente $9,8 \text{ m/s}^2$.

Para determinar a velocidade em que um corpo move-se durante o movimento de queda livre basta multiplicar o tempo de queda, medido em segundos, com o módulo da aceleração da gravidade (1).

$$v = gt \quad (1)$$

Onde:

v – velocidade de queda (m/s)

g – aceleração da gravidade (m/s²)

t – intervalo de tempo (s)

Pode-se relacionar a altura de queda com o intervalo de tempo:

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

h – altura em que o objeto foi solto(m)

A equação de Torricelli permite relacionar a velocidade de queda com a altura da seguinte forma:

$$v^2 = 2gh \quad (3)$$

A Cinemática é essencial para o aprendizado da Física, pois introduz conceitos fundamentais que possibilitam o avanço dos estudos da disciplina. Além disso, ela ajuda a compreender o movimento dos corpos sem preocupação acerca das forças que o causam.

5) Descrição Detalhada dos Materiais e Equipamentos Utilizados e da Montagem e Construção do Experimento.

Materiais:

- Duas garrafas PET do mesmo tamanho
- Papel picado
- Areia

A montagem do experimento é simples por ser um experimento de baixo custo. Basta abrir as garrafas PET e preencher uma com areia e outra com papel picotado, como mostrado na figura abaixo.



Figura 1: Garrafas PET preenchidas com papel e areia.
Fonte: Assistente de Inteligência Artificial ("Meta AI"),
acessado em: 04 de novembro de 2024.

6) Roteiro detalhado de realização do experimento, incluindo o que o mediador irá falar e perguntar aos alunos.

Primeiramente, mostramos aos alunos duas garrafas PET: uma cheia de areia e a outra vazia. Pedimos para que segurassem as garrafas e percebessem a diferença de massa entre elas — a garrafa cheia de areia é muito mais pesada do que a de papel. Após essa observação, fazemos a pergunta: "Qual das garrafas vai cair primeiro, se ambas forem soltas ao mesmo tempo e na mesma altura?"

A seguir, explicamos que ambas as garrafas caem ao mesmo tempo. Isso ocorre porque, apesar da diferença de massa, ambas as garrafas estão sujeitas à mesma aceleração gravitacional, ou seja, a mesma força de atração da Terra. A massa de um objeto não influencia sua velocidade de queda, pois todos os corpos são atraídos pela gravidade com a mesma aceleração.

É importante destacar que, como as garrafas são soltas de uma altura não muito grande, a resistência do ar não afeta tanto a queda. Porém, se as garrafas fossem soltas de uma altura muito maior, como do alto de um prédio, a resistência do ar começaria a influenciar mais. No entanto, se esse experimento fosse realizado no vácuo, onde não há resistência do ar, as duas garrafas chegariam ao chão ao mesmo tempo.

Esse fenômeno pode ser ilustrado com um outro exemplo: se soltássemos uma pena e

uma bola de boliche no vácuo, elas também cairiam ao mesmo tempo, apesar de suas massas muito diferentes. Isso acontece porque a aceleração devido à gravidade é a mesma para qualquer objeto, independentemente de sua massa.

7) A explicação científica correta dos fenômenos visualizados na realização do experimento ou da exposição ao público.

Na física, esse fenômeno é chamado de queda livre. Consideramos a queda livre como o movimento de um objeto que é solto a partir do repouso (com velocidade inicial igual a zero) e que se desloca em direção ao solo sob a ação da aceleração gravitacional, sem a interferência de outras forças significativas, como a resistência do ar.

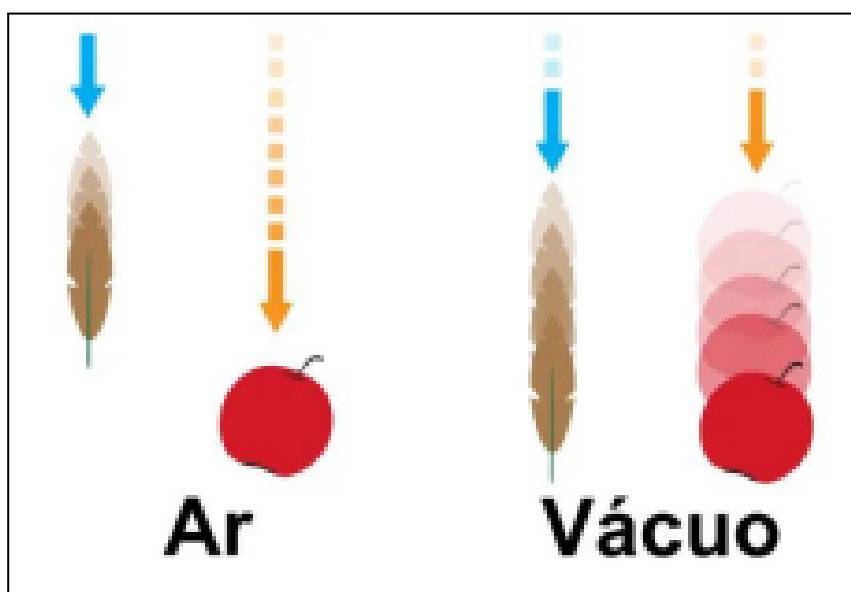


Figura 2: Diagrama de queda livre de corpos de massas diferentes no vácuo e no ar.. **Fonte:** Escola Brasil, em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/queda-livre.htm> acesso em: 04 de novembro de 2024.

O movimento de queda livre foi estudado pelo físico italiano Galileu Galilei. A partir de seus estudos, Galileu demonstrou que corpos em queda livre, mesmo com massas diferentes, chegariam ao chão ao mesmo tempo, pois estariam sujeitos à mesma aceleração gravitacional. Esse fenômeno ocorre porque, na queda livre, desconsideramos o efeito das forças de arraste ou atrito, e o movimento é causado exclusivamente pela gravidade local.

A queda livre é, portanto, um movimento uniformemente variado (MUV). Isso significa que a velocidade do corpo aumenta a uma taxa constante durante a queda. Para corpos abandonados a uma certa altura, a velocidade de queda aumenta a uma taxa de 10 m/s^2 , o que equivale a um aumento de 36 km/h a cada segundo. Esse valor de aceleração gravitacional é uma aproximação válida para a Terra, onde $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

Alguns exemplos de objetos que podem descrever um movimento de queda livre, ou movimento muito próximo a isso, quando soltos de pequenas alturas, são:

- Uma bola de boliche solta à altura do quadril;
- Um livro pesado que cai de uma mesa;
- Uma chave de roda que cai do porta-malas de um carro;
- Um aparelho celular que cai do bolso de uma jaqueta.

Embora esses movimentos sejam muito semelhantes à queda livre, o movimento de queda livre verdadeira ocorre apenas em corpos abandonados em um vácuo, onde não há resistência do ar, e a aceleração gravitacional é constante.

Com as fórmulas mostradas na revisão de conceitos físicos é possível trabalhar de forma mais aprofundada os conceitos aqui descritos sobre o fenômeno de queda livre mostrando que a velocidade dos corpos aumenta linearmente com o tempo, à medida que ele é atraído pela gravidade, além das relações úteis entre altura, velocidade e aceleração.

Referências:

HELERBROCK, Rafael. "Queda livre"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/queda-livre.htm>. Acesso em 14 de novembro de 2024.

HELERBROCK, Rafael. "Gravitação Universal"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/gravitacao-universal.htm>. Acesso em 14 de novembro de 2024.

MELO, Pâmella Raphaella. "Cinemática"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/introducao-cinematica.htm>. Acesso em 14 de novembro de 2024.

HELERBROCK, Rafael. "Movimento uniforme"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/movimento-uniforme.htm>. Acesso em 14 de novembro de 2024.

ASTH, Rafael. Queda livre. **Toda Matéria**, [s.d.]. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/queda-livre/>. Acesso em: 14 nov. 2024.

ASTH, Rafael. Força Gravitacional. **Toda Matéria**, [s.d.]. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/forca-gravitacional/>. Acesso em: 14 nov. 2024.