



LEI DE HOOKE

RESUMO

A experimentação tem como objetivo abordar conceitos que envolvem a força aplicada e a deformação produzida em uma mola, levando ao entendimento de que o comportamento elástico de um material é caracterizado pela proporcionalidade entre essas grandezas, aliando essa observação à prática de coleta de dados e análise gráfica.

OBJETIVOS:

- Compreender o conceito de força elástica;
- Compreender a relação entre força aplicada e deformação;
- Identificar a constante elástica de uma mola;
- Interpretar gráficos de força em função da deformação;

TEMPO ESTIMADO: 2 horas-aula

MATERIAIS

- Computador
- Acesso à internet
- Laboratório Virtual da Lei de Hooke.

INSTRUÇÕES GERAIS

- Este documento serve como guia teórico-prático para fundamentar o conceito de densidade e apresentar as diretrizes de funcionamento da plataforma digital.
- O objetivo desta atividade é compreender a correlação Física e Matemática entre grandezas de forma analítica e visual, sem a necessidade de tabulação manual ou resoluções algébricas por parte do estudante.
- Dedique especial atenção à interpretação do gráfico de linearização e ao letramento digital proporcionado pela automação da ferramenta.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

I. CONCEITO DE FORÇA

Grande parte dos fenômenos observados na natureza está relacionada à ação de forças. Sempre que empurramos um objeto, puxamos uma corda ou comprimimos uma mola, estamos exercendo uma força capaz de modificar o estado de movimento ou provocar deformações em um corpo.

Segundo a Mecânica Clássica, uma força corresponde à interação entre dois corpos e pode produzir aceleração, alterar a direção do movimento ou modificar a forma de um objeto. Essa relação é descrita pela Segunda Lei de Newton, expressa pela Equação 1.

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad \text{Equação 1}$$

onde:

- F representa a força aplicada (N);
- m corresponde à massa do corpo (kg);
- a representa a aceleração produzida (m/s²).

Embora a força seja frequentemente associada ao movimento, ela também desempenha papel fundamental nas deformações dos materiais, sendo esse o principal objeto de estudo deste experimento.

II. DEFORMAÇÃO DOS MATERIAIS

Quando um corpo é submetido à ação de uma força, sua estrutura pode sofrer alterações em suas dimensões. Essas alterações recebem o nome de deformações.

Dependendo da intensidade da força aplicada e das propriedades do material, a deformação pode ser classificada em dois tipos principais:

- **Deformação elástica:** o material retorna às suas dimensões originais após a retirada da força.
- **Deformação plástica:** o material permanece deformado mesmo após a remoção da força aplicada.

Neste laboratório será estudado exclusivamente o comportamento elástico dos materiais, região em que a deformação é totalmente reversível.

III. A LEI DE HOOKE

Em 1678, o físico inglês Robert Hooke observou experimentalmente que, para pequenas deformações, o alongamento de uma mola é diretamente proporcional à força aplicada sobre ela.

Essa relação ficou conhecida como **Lei de Hooke**, sendo descrita matematicamente pela Equação 2.

$$\vec{F}_e = -k\vec{x}$$

Equação 2



Roberte Hooke (1635-1703)

onde:

- F_e representa a força elástica (N);
- k corresponde à constante elástica da mola (N/m);
- x representa a deformação da mola (m).

O sinal negativo indica que a força elástica possui sentido oposto ao deslocamento realizado. Em outras palavras, sempre que uma mola é comprimida ou esticada, ela exerce uma força que procura restabelecer sua posição de equilíbrio.

Essa característica faz com que a força elástica seja denominada **força restauradora**.

IV. CONSTANTE ELÁSTICA

Nem todas as molas apresentam o mesmo comportamento quando submetidas a uma força. Algumas deformam-se facilmente, enquanto outras necessitam da aplicação de forças maiores para produzir o mesmo alongamento. Essa característica é representada pela constante elástica k .

Quanto maior o valor de k , maior será a rigidez da mola e menor será sua deformação para uma mesma força aplicada. Por outro lado, molas com valores menores de k apresentam maior facilidade para sofrer deformações.

Durante o experimento, será possível comparar diferentes molas e compreender como essa constante influencia o comportamento do sistema.

V. RELAÇÃO ENTRE FORÇA E DEFORMAÇÃO

A Lei de Hooke estabelece que, dentro do regime elástico, existe uma relação linear entre a força aplicada e a deformação produzida na mola. Isso significa que, ao dobrarmos a força aplicada, o alongamento da mola também dobra, desde que o limite elástico do material não seja ultrapassado.

Essa proporcionalidade permite representar experimentalmente os dados por meio de um gráfico da força em função da deformação. A inclinação da reta obtida corresponde ao valor da constante elástica da mola, permitindo determinar sua rigidez por meio da análise gráfica.

VI. RELAÇÃO ENTRE FORÇA E DEFORMAÇÃO

A Lei de Hooke estabelece que, dentro do regime elástico, existe uma relação linear entre a força aplicada e a deformação produzida na mola. Isso significa que, ao dobrarmos a força aplicada, o alongamento da mola também dobra, desde que o limite elástico do material não seja ultrapassado.

Essa proporcionalidade permite representar experimentalmente os dados por meio de um gráfico da força em função da deformação. A inclinação da reta obtida corresponde ao valor da constante elástica da mola, permitindo determinar sua rigidez por meio da análise gráfica.

VII. PROCESSAMENTO DOS DADOS EXPERIMENTAIS E DETERMINAÇÃO DA CONSTANTE ELÁSTICA

Após compreender os conceitos fundamentais da Lei de Hooke, o estudante realizará o experimento virtual adicionando diferentes massas à extremidade da mola. À medida que novas massas são inseridas, a mola sofre deformações proporcionais ao peso aplicado.

Durante a atividade, deverão ser registradas as massas utilizadas e seus respectivos alongamentos. Ao final da coleta de dados, essas informações serão utilizadas para construir um gráfico que permitirá determinar experimentalmente a constante elástica da mola.

Linearização da Lei de Hooke

Conforme apresentado anteriormente, a Lei de Hooke estabelece que a força elástica desenvolvida por uma mola é proporcional à sua deformação (Equação 1).

No experimento, entretanto, a força aplicada à mola não é medida diretamente. O carregamento é realizado por meio de massas conhecidas, cujo peso é dado pela expressão Equação 3.

$$P = mg \quad \text{Equação 3}$$

onde:

- P representa o peso do corpo (N);
- m é a massa aplicada (kg);
- g é a aceleração da gravidade ($9,8 \text{ m/s}^2$).

Como a mola permanece em equilíbrio após cada massa ser adicionada, a soma das forças ou força resultante (Equação 1) atuantes sobre o sistema é nula.

$$\sum F = 0$$

Assim,

$$F_e + P = 0$$

Substituindo as Equações 1 e 3,

$$-kx + mg = 0$$

ou

$$kx = mg.$$

Isolando a deformação da mola, obtém-se a Equação 4.

$$x = \frac{g}{k}m \quad \textbf{Equação 4}$$

Essa equação demonstra que a deformação da mola é diretamente proporcional à massa aplicada.

Comparação com a Função do Primeiro Grau

Na Matemática, toda relação linear pode ser representada por uma função do primeiro grau (Equação 5).

$$y = ax + b \quad \textbf{Equação 5}$$

Em que:

- Y representa a variável dependente;
- X representa a variável independente;
- a são o coeficiente angular da reta;
- b são o coeficiente linear.

Comparando a Equação 4 com a Equação 5,

$$x = \frac{g}{k}m \rightarrow y = ax + b$$

Portanto, ao construir um gráfico da deformação em função da massa, espera-se obter uma reta cuja inclinação corresponde ao coeficiente angular da regressão linear.

Determinação do coeficiente angular

Após a realização das medições experimentais, os valores de massa aplicada e deformação da mola são organizados em um gráfico de dispersão. Em seguida, os dados são ajustados por uma reta utilizando o método da regressão linear, cuja equação é representada na forma geral da função do primeiro grau (Equação 5).

Nesse ajuste, o coeficiente angular a representa a inclinação da reta e descreve a taxa de variação da deformação em relação à massa aplicada. Como demonstrado anteriormente, ao comparar a Equação 4 com a Equação 5 obtida com a expressão linearizada da Lei de Hooke, verifica-se que esse coeficiente corresponde à razão entre a aceleração da gravidade e a constante elástica da mola (Equação 6)

$$a = \frac{g}{k} \quad \textbf{Equação 6}$$

Dessa forma, o coeficiente angular obtido pela regressão linear deixa de ser apenas um parâmetro matemático e passa a representar uma grandeza física associada ao comportamento elástico do sistema.

Determinação da constante elástica

Conhecido o coeficiente angular da reta ajustada aos dados experimentais, torna-se possível determinar a constante elástica da mola por meio da relação obtida na linearização da Lei de Hooke. Rearranjando a expressão que relaciona o coeficiente angular à constante elástica, obtém-se a Equação 7.

$$k = \frac{g}{a} \quad \text{Equação 7}$$

Assim, a constante elástica pode ser calculada diretamente a partir do coeficiente angular fornecido pela regressão linear. Essa metodologia permite transformar a análise gráfica em uma ferramenta para a determinação de uma propriedade física da mola, evidenciando a importância da linearização de dados experimentais na Física.

Por meio desse procedimento, o estudante compreende que a análise de um gráfico não se limita à representação visual dos dados, mas constitui um recurso fundamental para extrair informações quantitativas sobre o sistema estudado, estabelecendo uma conexão entre os conceitos matemáticos da função do primeiro grau e a interpretação física da Lei de Hooke.

LABORATÓRIO VIRTUAL: LVEH – Explorando a Lei de Hooke

O LVEH - Laboratório Virtual Explorando Hooke é um Objeto Virtual de Aprendizagem (OVA) projetado para aproximar conceitos teóricos de mecânica dos fluidos da prática visual interativa.

Registro de Software e Propriedade Intelectual: A autoria, a arquitetura pedagógica e a integridade tecnológica do simulador são integralmente resguardadas pelo registro de software concedido pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), sob o Processo nº BR512025002553-0, expedido em 17/06/2025. O documento confere amparo legal e certifica a criação intelectual do programa conforme a legislação de direitos autorais vigente no país.

I. COMO USAR LVEH

O LVEH consiste em um aplicativo executável que pode ser obtido por meio do download disponível em:

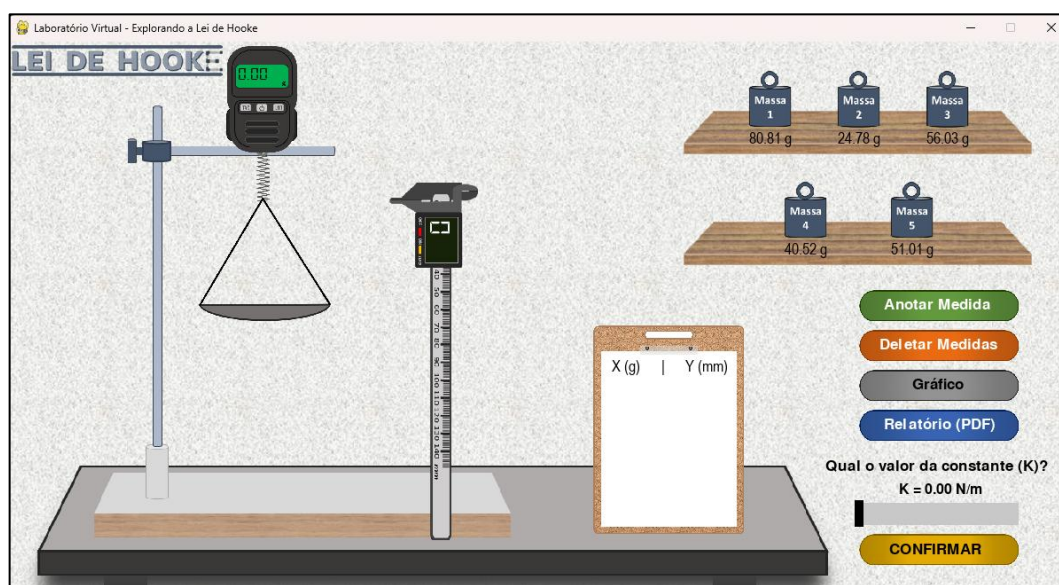
[\[Clique aqui para realizar o download\]](#)

Após realizar o download do arquivo compactado (.rar), o estudante deverá descompactá-lo e executar o programa contido na pasta. Ao iniciar o laboratório virtual, será apresentada a

interface principal (Figura 1), onde estão reunidos todos os elementos necessários para a realização da atividade experimental.

A interface foi desenvolvida para reproduzir um experimento real envolvendo a Lei de Hooke, disponibilizando uma mola suspensa em um suporte, um conjunto de massas, uma balança digital para determinação da massa, um paquímetro para medir a deformação da mola e um painel destinado ao armazenamento das medidas realizadas pelo estudante.

Figura 1 – Interface principal do Laboratório Virtual Explorando a Lei de Hooke



Fonte: Autor

II. TUTORIAL DE USO DO SIMULADOR PASSO A PASSO

A seguir são apresentadas as etapas necessárias para a realização completa da atividade experimental.

PASSO 1 – Reconhecimento do ambiente experimental

Ao iniciar o laboratório virtual, o estudante deverá identificar os principais componentes presentes na interface (Figura 1), observando os equipamentos que serão utilizados durante toda a experimentação.

Entre os elementos disponíveis encontram-se:

- Suporte universal;
- Mola helicoidal;
- Conjunto de massas;
- Prato de sustentação;
- Balança digital;
- Paquímetro digital;
- Painel para registro das medições;
- Painel de controles.

Todos esses elementos reproduzem os instrumentos normalmente encontrados em um laboratório de Física Experimental, permitindo que o estudante desenvolva familiaridade com os equipamentos antes do início das medições.

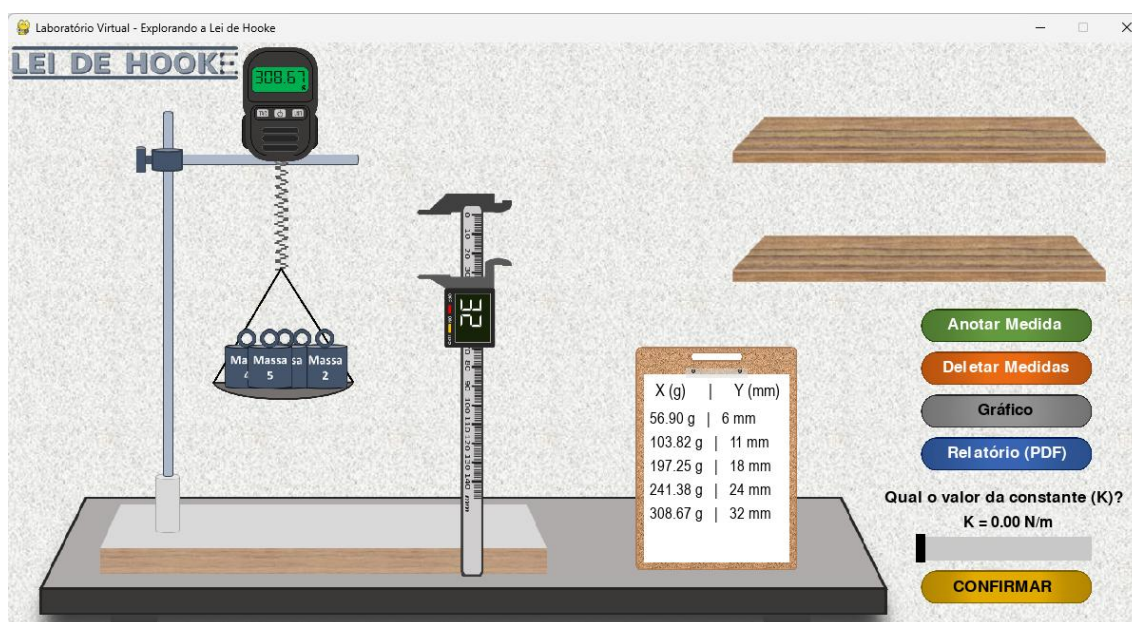
PASSO 2 – Realização das medições experimentais

Nesta etapa, o estudante deverá selecionar uma das massas disponíveis e posicioná-la sobre o prato acoplado à mola (Figura 2). Após a adição da massa, a mola sofrerá um alongamento até atingir sua nova posição de equilíbrio.

Em seguida, utilizando a balança digital, deverá ser determinada a massa do corpo utilizado. Posteriormente, o paquímetro digital será empregado para medir o deslocamento produzido na mola. As duas grandezas experimentais massa e deformação deverão ser registradas utilizando o botão "**Salvar Medida**", localizado no painel de controles.

Esse procedimento deverá ser repetido sucessivamente para as cinco massas disponibilizadas pelo laboratório virtual.

Figura 2 – Coleta das medidas experimentais de massa e deformação



Fonte: Autor

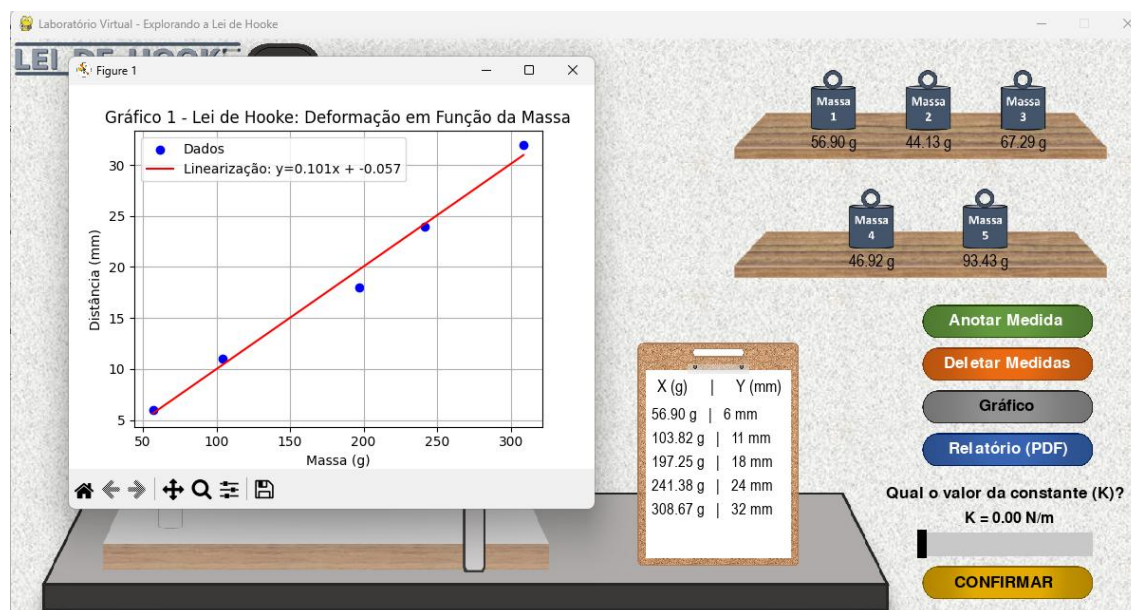
PASSO 3 – Construção do gráfico experimental

Após concluir todas as medições, o estudante poderá acessar a opção "**Gráfico**", responsável pela construção automática do gráfico de dispersão da deformação da mola em função da massa aplicada (Figura 3).

Além da representação gráfica dos dados experimentais, o software realiza automaticamente uma regressão linear, ajustando uma reta aos pontos experimentais.

A equação dessa reta é apresentada na forma da função do primeiro grau (Equação 5) permitindo determinar o coeficiente angular da reta, parâmetro matemático utilizado posteriormente para o cálculo da constante elástica da mola.

Figura 3 – Gráfico de dispersão e regressão linear



Fonte: Autor

PASSO 4 – Determinação da constante elástica

Com base na equação fornecida pela regressão linear, o estudante deverá identificar o coeficiente angular da reta.

Conforme discutido na fundamentação teórica, a linearização da Lei de Hooke estabelece que o coeficiente angular está relacionado à constante elástica da mola pela Equação 7.

Utilizando essa relação, o estudante poderá determinar experimentalmente a constante elástica do sistema. Após realizar seus cálculos, o valor obtido deverá ser informado ao laboratório virtual para verificação (Figura 4). O sistema compara automaticamente a resposta fornecida com o valor experimental esperado, emitindo um feedback imediato acerca da resposta apresentada pelo usuário.

Figura 4 – Determinação da constante elástica a partir da regressão linear

The screenshot shows a prompt asking 'Qual o valor da constante (K)?' with a text input field displaying 'K = 0.00 N/m'. Below the input field is a yellow button labeled 'CONFIRMAR'.

Fonte: Autor

PASSO 5 – Geração do relatório experimental

Ao término da atividade, o laboratório virtual disponibiliza automaticamente um relatório contendo todas as informações referentes ao experimento realizado (Figura 5).

O relatório reúne os valores experimentais coletados, o gráfico de dispersão com a regressão linear, a equação obtida, o valor da constante elástica determinada durante a atividade e as informações fornecidas pelo estudante. Esse documento pode ser salvo em formato PDF, permitindo seu compartilhamento com o professor ou sua utilização como registro permanente da prática experimental.

Figura 5 – Relatório experimental gerado automaticamente pelo LVEH

Relatório - Lei de Hooke

X (g)	Y (mm)
56.90	6.00
103.82	11.00
197.25	18.00
241.38	24.00
308.67	32.00

Linearização $Y = ax + b$

$$F_e = -k \cdot x \mid P = m \cdot g$$

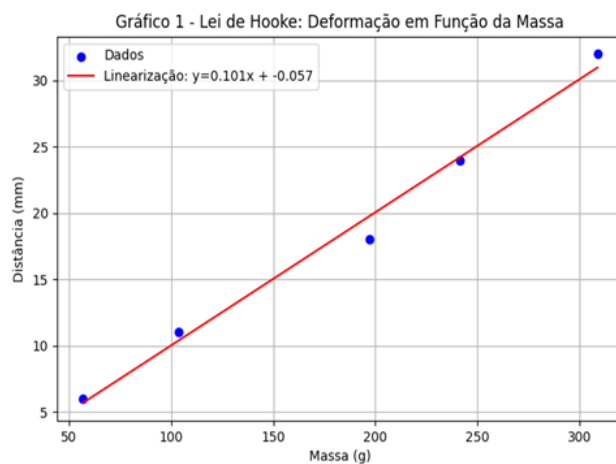
$$\Sigma F = 0 \rightarrow F_e + P = 0$$

$$-F_e = P \rightarrow k \cdot x = m \cdot g \rightarrow x = (g/k) \cdot m$$

$$\text{----- : Regressão Linear: } Y = ax + b \rightarrow a = g/k \mid x = m \mid b \cong 0$$

$$\text{----- : } a = 0.10 \mid b = -0.06$$

$$\text{----- : } k = g/a \rightarrow k = 97.58 \text{ N/m}$$



Fonte: Autor