Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.11, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4154

LEI DE *HOOKE* E O SISTEMA MASSA-MOLA: UMA APLICAÇÃO PRÁTICA COM OS ALUNOS DO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO

HOOKE'S LAW AND THE MASS-SPRING SYSTEM: A PRACTICAL APPLICATION WITH 3RD YEAR HIGH SCHOOL STUDENTS

Ezequias Matos Esteves
Doutor e Professor Titular do Instituto Federal do Piauí – IFPI, Teresina/PI, Brasil
e-mail.: ezequias@ifpi.edu.br

Guilherme Gonçalves Holanda
Especialista e Mestrando em Matemática/Profmat, Instituto Federal do Piauí - IFPI
e-mail: guylhermeholanda96@gmail.com

Janiel Aureliano de Lima
Mestrando em Matemática/Profmat, Instituto Federal do Piauí - IFPI
e-mail.: janielmatematica7@gmail.com

Marcos Vivian da Rocha Tolentino
Mestrando em Matemática/Profmat, Instituto Federal do Piauí - IFPI
e-mail.: marcosvivianrt@gmail.com

Ronaldo Campelo da Costa
Doutor e Professor Titular do Instituto Federal do Piauí – IFPI, Picos/PI, Brasil
e-mail.: ronaldocampelo@ifpi.edu.br

Recebido: 01/06/2025 – Aceito: 10/06/2025

Resumo

Este artigo tem como objetivo apresentar uma abordagem experimental e interdisciplinar para o ensino da Lei de *Hooke*, por meio da construção e aplicação de um sistema massa-mola em turmas do 3º ano do ensino médio de uma escola pública em Palmeirais-PI. A atividade foi estruturada em três etapas pedagógicas: fundamentação teórica, experimentação prática com materiais de baixo custo e a análise dos dados obtidos. O experimento permitiu aos estudantes observar empiricamente que a relação de proporcionalidade entre a força aplicada e o deslocamento da massa depende da deformação elástica da mola, além de compreenderem o conceito de constante elástica no contexto da modelagem matemática com equações diferenciais. Os resultados evidenciam o potencial da prática investigativa no ensino de Física e Matemática, promovendo a aprendizagem significativa, o pensamento crítico e o protagonismo estudantil, conforme propõe a Base Nacional Comum Curricular. A proposta reforça a importância de estratégias ativas e contextualizadas para o ensino

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.11, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4154

de conceitos fundamentais da ciência, favorecendo a articulação entre teoria e prática no ambiente escolar.

Palavras-chave: Ensino experimental; Lei de *Hooke*; sistema massa-mola; constante elástica; modelagem matemática; interdisciplinaridade.

Abstract

This article aims to present an experimental and interdisciplinary approach to teaching Hooke's Law, through the construction and application of a mass-spring system in 3rd grade high school classes at a public school in Palmeirais-PI. The activity was structured in three pedagogical stages: theoretical foundation, practical experimentation with low-cost materials, and analysis of the data obtained. The experiment allowed students to empirically observe that the proportionality relationship between the applied force and the displacement of the mass depends on the elastic deformation of the spring, in addition to understanding the concept of elastic constant in the context of mathematical modeling with differential equations. The results demonstrate the potential of investigative practice in teaching Physics and Mathematics, promoting meaningful learning, critical thinking, and student protagonism, as proposed by the National Common Curricular Base. The proposal reinforces the importance of active and contextualized strategies for teaching fundamental concepts of science, favoring the articulation between theory and practice in the school environment.

Keywords: Experimental teaching; *Hooke's* Law; Mass-Holy System; elastic constant; mathematical modeling; interdisciplinarity.

1. Introdução

Nos dias atuais, em todos os lugares e ambientes de vivência ou até de trabalho, é comum perceber a importância e a ampla aplicação e usabilidade de materiais elásticos. Cada um desses materiais, quando submetidos a uma força, independentemente de ser de tração ou compressão, mostram algum tipo de flexibilidade ou região elástica (Aranha et al, 2016). Exemplo desta propriedade são as molas que possuem um alto nível de flexibilidade (deformações) e resistência, podendo serem classificadas de acordo com seu comportamento sob carregamento, em lineares e não-lineares (Freeman Jr, 2008).

A verificação da proporcionalidade entre a força aplicada e o deslocamento de uma massa depende da deformação de um corpo elástico, conforme descrito pela Lei

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.11, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4154

de *Hooke*, constitui um dos experimentos mais recorrentes em disciplinas de Física Geral e Experimental (Melnyk, 2017). Tradicionalmente, ele é conduzido com o uso de um aparato simples, composto por uma mola metálica — geralmente de aço — e massas aferidas, como discos de bronze de tamanho médio.

A transição do conhecimento teórico para a compreensão prática é um dos maiores desafios no ensino de ciências, especialmente quando se trata de conceitos fundamentais, como a Lei de *Hooke* e o comportamento dos sistemas massa-mola. Muitas vezes, a abordagem puramente abstrata pode distanciar os estudantes da aplicabilidade real desses princípios. É nesse contexto que o presente artigo se insere, buscando desmistificar tais conceitos por meio de uma abordagem didática prática e engajadora.

O principal objeto de estudo deste trabalho foi analisar de forma prática a veracidade da Lei de *Hooke* em variados tipos de molas com estudantes da 3ª série do Ensino Médio de uma escola pública no município de Palmeirais-PI. Para alcançar esse propósito, buscamos, ao longo das aulas: transmitir conhecimentos e definições sobre os conceitos relacionados ao sistema massa-mola; executar os procedimentos físicos e conceituais nos experimentos realizados; e compreender a interdisciplinaridade entre Matemática e Física nos conceitos trabalhados.

A justificativa para esta iniciativa reside no entendimento de que, a partir do estudo teórico, é possível enriquecer o ensino com a prática, tornando as aulas mais proveitosas e promovendo um aprendizado verdadeiramente significativo para os alunos, ao alinhar teoria e experimentação. Essa forma de apresentação se justifica ainda mais na medida em que, havendo uma menor flutuação da constante elástica para cada massa, haverá diretamente uma relação linear entre a elongação e a respectiva força aplicada, para a verificação da Lei de *Hooke*.

Durante o desenvolvimento do experimento, foi percebido a necessidade de se trabalhar numa faixa mais conveniente de dados experimentais (massas) para cada equipamento, a fim de que a Lei de *Hooke* pudesse ser adequadamente observada. Para isso, foi desenvolvido uma estratégia didática aplicada em três aulas distintas: uma aula teórica-conceitual, focada na explanação dos princípios fundamentais, seguida de uma aula prática com a realização de experimentos da Lei de *Hooke* e a terceira aula com a análise e comprovação dos dados coletados. Este segundo

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.11, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4154

momento culminou na obtenção do modelo matemático por meio das Equações Diferenciais Ordinárias (EDO), demonstrando a profunda conexão entre os conceitos físicos e suas representações matemáticas.

2. Revisão da Literatura

2.1 Conceitos Envolvidos:

A compreensão da Lei de *Hooke* e do sistema massa-mola exige o domínio de diversos conceitos fundamentais da física. Centralmente, abordamos a elasticidade, que é a capacidade de um material retornar à sua forma original após ser deformado por uma força. A constante elástica (k), por sua vez, quantifica a rigidez de um material, enquanto a deformação elástica representa a mudança reversível em sua forma ou tamanho, englobando tanto o alongamento, quanto a compressão elástica (Nascimento, 2016). Esses conceitos estão intrinsecamente ligados à Lei de *Hooke*, que descreve o comportamento linear de materiais elásticos sob pequenas deformações.

Além desses, foram revisitados princípios da mecânica newtoniana. A aceleração é a taxa de variação da velocidade com relação ao tempo e a gravidade é a força com que a Terra atrai objetos para o seu centro. O peso de um objeto resulta da ação da gravidade sobre sua massa, sendo calculado pela segunda lei de Newton, que define a força como o produto da massa pela sua aceleração. O uso de vetores é essencial para representar grandezas que possuem magnitude e direção, como o deslocamento, que indica a mudança de posição. O estudo do movimento harmônico (ou oscilatório) é crucial para entender o comportamento repetitivo de sistemas como molas e pêndulos. Por fim, a correta aplicação do Sistema Internacional de Unidades (SI) e das transformações de unidades garante a precisão nas medições e cálculos. A inter-relação desses conceitos forma a base para a compreensão e aplicação da Lei de *Hooke* em diversos contextos, permitindo a análise de sistemas físicos e mecânicos.

2.2 As contribuições de Robert *Hooke*

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.11, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4154

Robert Hooke (1635-1703), natural da Ilha de *Wight* (Inglaterra), foi uma das mentes mais brilhantes do século XVII, com contribuições seminais que atravessaram a física, a biologia, a geologia, a meteorologia, a astrologia e a engenharia. Graduado pela Universidade de *Oxford* e membro da prestigiada *Royal Society* de Londres desde 1662, *Hooke* destacou-se por sua notável capacidade inventiva e experimental, fazendo diversas descobertas e invenções que moldaram profundamente a ciência da época (Moreira, 2005).

Entre suas inovações mais notáveis, *Hooke* aprimorou o microscópio, ferramenta que lhe permitiu realizar observações revolucionárias e cunhar o termo "célula" ao descrever estruturas vegetais em sua obra seminal, Micrographia (1665) (Moreira, 2005). No campo da física, sua formulação da Lei de *Hooke,* que estabelece a relação linear entre a força aplicada e a deformação de materiais elásticos, tornou-se base para o estudo da elasticidade, tendo vasta aplicação em áreas como engenharia estrutural e desenvolvimento de instrumentos de medição.

Embora sua importância histórica tenha sido, por vezes, eclipsada pela figura de Isaac *Newton* – com quem travou diversas disputas por prioridade, especialmente em relação à gravitação universal – *Hooke* foi um pioneiro da ciência experimental. Sua dedicação à observação sistemática e à invenção de aparatos o estabeleceu como um dos primeiros "curadores de experimentos" da *Royal Society* (Moreira, 2005). A Lei de *Hooke*, introduzida formalmente em 1678, continua sendo um princípio vital para a compreensão do comportamento de sistemas elásticos, consolidando seu legado duradouro na ciência.

2.3 Princípios da Lei de *Hooke*

A Lei de *Hooke* é um princípio fundamental da física que estabelece a relação entre a força aplicada a uma mola e a deformação que ela sofre. De acordo com essa lei, a força elástica necessária para alongar ou comprimir uma mola, fixada em um anteparo, é diretamente proporcional à magnitude da deformação (Melnyk, 2017), ou seja, a distensão l. Essa proporcionalidade é expressa pela equação:

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.11, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4154

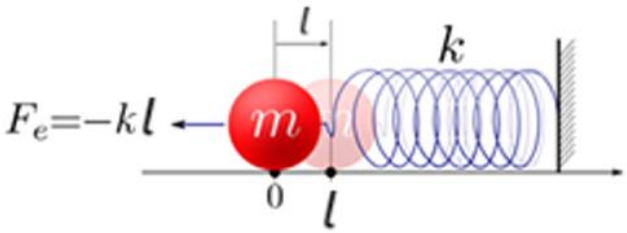
$$F_e = k \cdot \Delta l \quad (1)$$

onde:

- F_e é a força aplicada à mola;
- k representa a constante de elasticidade da mola, uma medida de sua rigidez (molas com valores de k maiores são mais rígidas);
- Δl indica a deformação da mola, ou seja, a diferença entre seu comprimento final e seu comprimento inicial de equilíbrio.

É importante salientar destacar que a validade da Lei de *Hooke* está restrita ao limite elástico do material. Dentro desse limite, a mola é capaz de retornar à sua forma original após a remoção da força. Caso a deformação exceda esse ponto, a mola pode não recuperar totalmente sua forma, e a lei de *Hooke* deixa de ser aplicável. Em muitas análises, especialmente em sistemas oscilatórios, emprega-se a forma $F = -k.\Delta l$ para denotar a força restauradora exercida pela mola (Viana, 2023). O sinal negativo nessa expressão indica que a força da mola age sempre no sentido oposto à deformação, buscando restaurar o equilíbrio.

Figura 1: Lei de *Hooke*



Fonte: Reprodução/Internet. Disponível em:<https://www.dm.ufscar.br/profs/waldeck/sourceforge/svgtest.php>. Acesso: 01/06/2025.

Seja um sistema massa-mola como o indicado na Figura 1, onde um bloco de massa m foi fixado na extremidade livre da mola (com massa desprezível em relação ao bloco), onde tal sistema repouse de forma horizontal nesta superfície plana. Suponha também que esta superfície seja perfeitamente plana, capaz de dispersar qualquer atrito estático ou cinético. Lentamente, alongamos ou contraímos a mola de

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.11, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4154

comprimento inicial igual a x_0 (puxando ou empurrando o bloco de massa m) e, em seguida, soltamos o bloco, a uma velocidade v_0, deixando o sistema oscilar livremente.

Denotando por F_e a única força atuando sobre o sistema, por t o tempo percorrido a partir de um instante inicial $t_0 = 0$, e ainda, a segunda derivada da posição l em relação ao tempo t, denotada por $a = \frac{d^2l}{dt^2}$, a equação diferencial gerada pela aplicação da Segunda Lei de Newton, dada pela expressão

$$F_e = m.a(t) = m.\frac{d^2l}{dt^2}, \tag{2}$$

é dada por

$$-kl = m\frac{d^2l}{dt^2} \Rightarrow m\frac{d^2l}{dt^2} + kl = 0 \tag{3}$$

onde F_e foi substituído pela expressão $F_e = -k.l$.

Essa equação diferencial de segunda ordem descreve completamente o movimento da massa presa à mola e se forem dadas as condições iniciais, podemos obter a função horária $l = l(t)$ da massa. Para resolver (3), tomemos a solução da forma $l(t) = e^{rt}$ substituamos em (3), obtendo a equação característica:

Colocando r em evidência, segue-se que $r^2 = -\frac{k}{m} \Rightarrow r = \pm i\sqrt{\frac{k}{m}}$. Tomando $\mu = \sqrt{\frac{k}{m}}$, segue-se que a solução geral da EDO será

$$\boldsymbol{l(t) = G.sen(\mu t) + H.cos(\mu t)} \tag{4}$$

sendo G e H constantes definidas pelas condições iniciais do problema. Para encontrarmos cada constante, basta que usemos novamente as condições iniciais. Suponha que $l(0) = e$ e $\frac{dl}{d(t)}(0) = v_0$, sendo estas a posição inicial da mola e a velocidade inicial, respectivamente. Daí, segue-se que,

$$l(0) = H \Rightarrow H = l_0$$

$$\frac{dl}{d(t)}(0) = G.\mu cos(0) - H.\mu sen(0) = v_0 = \mu G \Rightarrow G = \frac{v_0}{\mu}$$

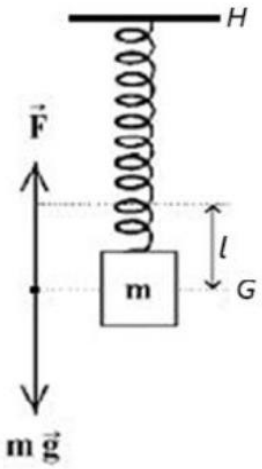
Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.11, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4154

Portanto, a solução particular para a equação (4) é

$$l(t) = \frac{v_0}{\mu}.sen(\mu t) + l_0.cos(\mu t) \quad (5)$$

O mesmo processo pode ser usado para o caso sistema massa-mola vertical, onde as forças atuantes (força-peso e normal) e a aceleração da gravidade g, no equilíbrio são ilustradas na figura abaixo e resultam na seguinte relação $l = \frac{m.g}{k}$ e segue a resolução da EDO (Nascimento, 2016), assemelhando-se as equações (3) e (4).

Figura 2: Sistema Massa Mola Vertical, em equilíbrio.



Fonte: Melnyk et al, 2017.

A aplicabilidade da Lei de *Hooke* é vasta, desde o design de sistemas de suspensão em veículos até a calibração de dinamômetros em laboratórios. No contexto de um sistema massa-mola, como o estudado neste trabalho, um objeto de massa m é acoplado à mola. Embora em modelos ideais se desconsidere a massa da mola e atritos, o experimento aqui descrito foi conduzido em posição vertical, conforme será detalhado na metodologia.

3. Procedimentos Experimentais e Metodológicos

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.11, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4154

A pesquisa ocorreu em uma escola pública estadual localizada na zona urbana do município de Palmeirais-PI, cujo objetivo era analisar de forma prática a veracidade da Lei de *Hooke*, em um sistema massa-mola. Esta é uma instituição de ensino com 10 turmas em tempo integral, sendo 2 no formato EJATEC. A turma escolhida para realizar o experimento foi uma de 3ª série do Ensino Médio, pois um dos pesquisadores já leciona na mesma.

Para a realização do experimento, o planejamento foi dividido em três aulas de 60 minutos, correspondente a 3 etapas. Na primeira aula foi feita uma explanação do conteúdo de forma expositiva e dialogada, relatando a parte da história sobre o sistema de massa-mola com a relação da lei de *Hooke* e conceitos fundamentais da física, como demonstra as imagens abaixo.

Figura 3: Aula expositiva sobre a lei de *Hooke*



Fonte: Elaboração dos autores, 2025.

Na segunda etapa foi feita a aplicação da experiência do sistema massa-mola na prática, conforme figura 4. O equipamento utilizado, foi um suporte vertical, criado de forma artesanal, com material facilmente encontrado em qualquer casa de construção. Três espirais de caderno que utilizamos como mola, medindo 12 cm, 22 cm e 36 cm. Para a massa foram utilizadas 3 arruelas, com medida de 20 g cada (conforme mostra a figura 5) e uma trena para medir a deformação que as molas sofreram, de acordo com peso que foi colocado nelas.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.11, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4154

Figura 4: Material aplicado na experiência



Fonte: Elaboração dos autores, 2025.

Figura 5: Arruelas com 20g

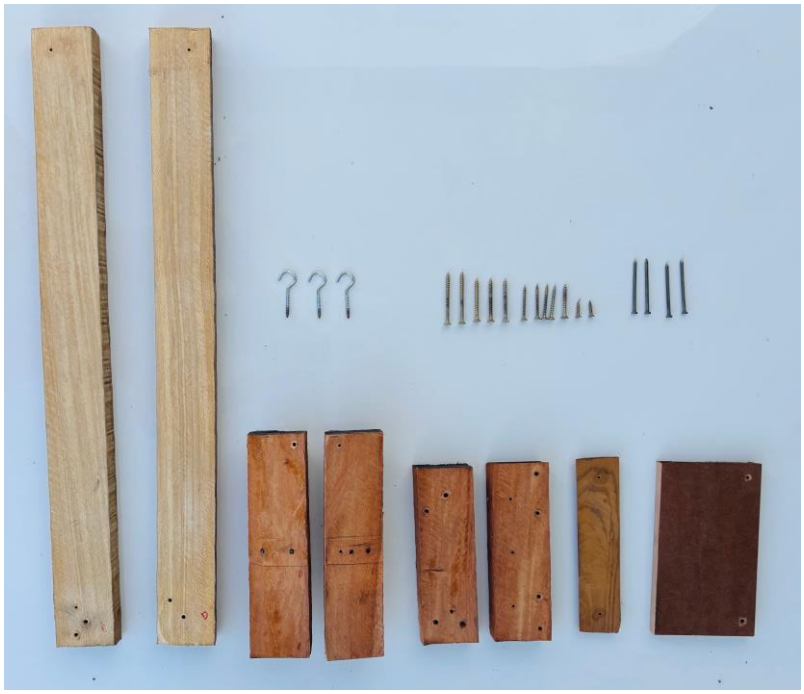


Fonte: Elaboração dos autores, 2025.

Na figura 6 tem-se o material para a montagem do equipamento, sendo estes da seguinte forma: 2 caibros de 70 cm, 2 caibros de 25 cm, 2 caibros de 20 cm, 1 ripa de 20 cm, 1 compensando 20 cm x 11 cm, 4 pregos caibrais de 6 cm, 2 parafusos de 6 cm, 4 parafusos de 5 cm, 4 parafusos de 4 cm, 2 parafusos de 2 cm e 3 parafusos tipo gancho.

Figura 6: Material

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.11, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4154

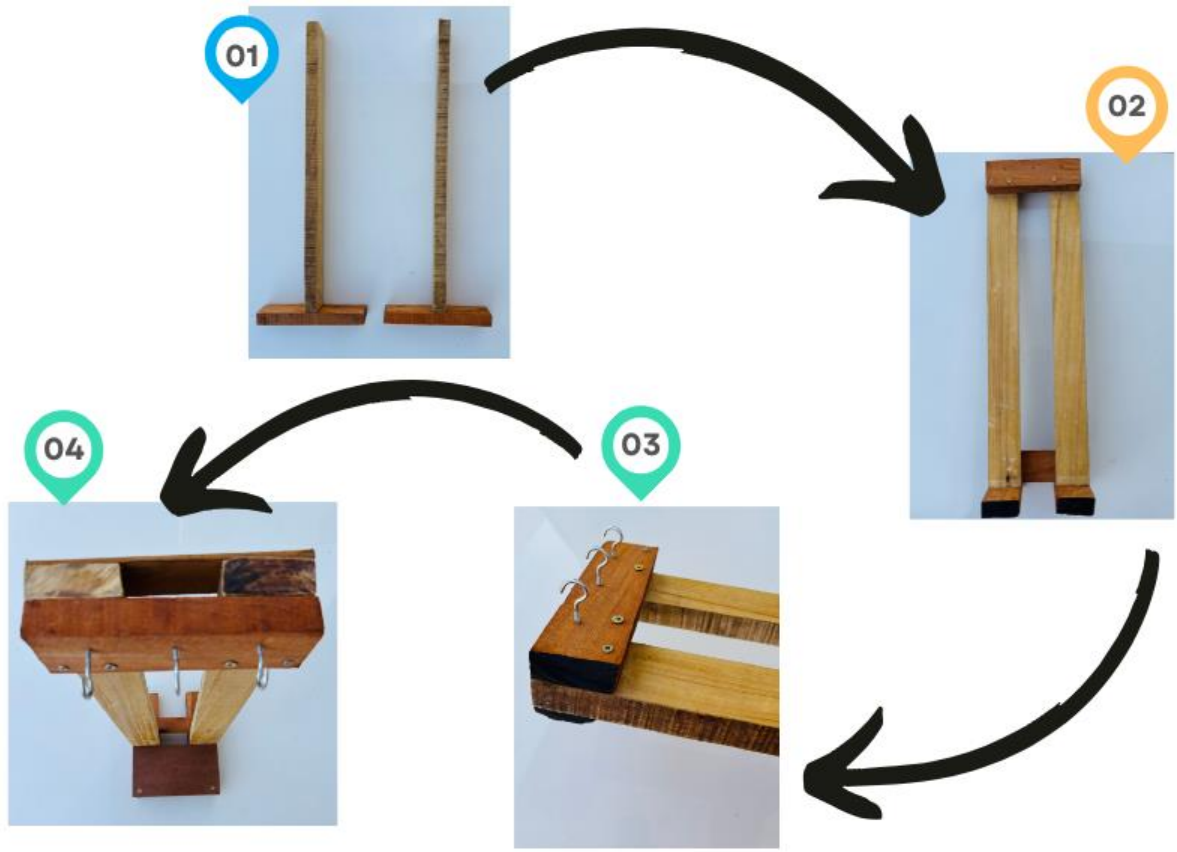


Fonte: Elaboração dos autores, 2025.

Na figura 7, seguem as fases para a construção do equipamento. Na fase 01, fixa-se os 2 caibros de 70 cm, cada uma num caibro de 25 cm respectivamente, com prego caibral de 6 cm, os caibros de 70 cm são as colunas e os caibros de 25 cm são a base. Para que as colunas não fiquem flexíveis, fixam-se 2 caibros de 20 cm, um na parte superior, o outro na parte inferior das colunas, em lados opostos, com parafusos de 6 cm e 4 cm, 1 ripa atrás também na parte superior, com parafuso de 2 cm, conforme mostrado na fase 02. Em seguida, fixa-se os ganchos distantes igualmente um do outro, conforme fase 03. Por fim, fixa-se a peça de compensado 20 cm x 11 cm na parte inferior do equipamento, com 2 parafusos de 4 cm, esta serve de apoio à trena quando da utilização do equipamento.

Figura 7: Fases para construção do equipamento

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.11, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4154



Fonte: Elaboração dos autores, 2025.

Após mostrado o objeto de estudo, foram apresentados os procedimentos. Dentre os 30 estudantes que tinha na sala, foram escolhidos 8. Para preservar o nome destes oitos, estes foram nomeados por letras do alfabeto grego, ou seja, Alfa, Beta, Gama, Delta, Épsilon, Zeta, Eta e Teta. Como eram três molas e três arruelas, fizemos seis procedimentos nas molas que mediam 12cm e 22 cm e apenas dois procedimentos na mola que media, no momento inicial, 36 cm. Chamamos os estudantes à medida que a experiência era realizada, sendo feitas todas as notações para a verificação da aplicação da lei de *Hooke* no sistema massa-mola.

Figura 8: Aplicação e participação dos estudantes do sistema de molas: Lei de *Hooke*

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.11, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4154



Fonte: Elaboração dos autores, 2025.

Na terceira etapa foram analisados a veracidade do experimento com os registros dos resultados obtidos pelos estudantes, com uso de anotações, fotografias e vídeos. Os resultados foram analisados de forma subjetiva, já que se trata de uma pesquisa qualitativa.

4. Resultados e Discussão

Os resultados obtidos, durante a análise do experimento foram exclusivamente feitos pelos estudantes, garantindo uma experiência fidedigna, onde o protagonismo juvenil entrou em ação, obedecendo a BNCC, no Ensino Médio, que destaca esta habilidade em suas entrelinhas.

> Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.11, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4154

> problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (BRASIL, 2018, p.09).

Para fazer a realização da primeira experiência, chamamos o estudante Alfa que mediu com a trena o comprimento da mola menor e uma arruela de peso de 20 g. A medida da mola foi de 12 cm na sua forma inicial e, logo em seguida, colocou o peso na mola obtendo um comprimento final de 15 cm. O estudante Beta usando a mesma mola, mas agora com duas arruelas, o comprimento final foi de 18 cm e o estudante Gama usou três arruelas como peso e o comprimento final atingiu 21 cm.

Tabela 1 - Realização da experiência com a primeira mola.

ESTUDANTE	TAMANHO INICIAL DA MOLA L_0	NÚMERO DE ARRUELA COM 20g CADA	TAMANHO FINAL DA MOLA EM EQUILÍBRIO L_F	$l = L_F - L_0$	F=m.g adotando a=10m/s²	DETERMINAÇÃO DA CONSTANTE ELÁSTICA K (F/*l*)
ALFA	12cm=0,12m	1 = 0,020kg	15cm=0,15m	0,03m	0,20N	6,666…
BETA	12cm=0,12m	2 = 0,040Kg	18cm=0,18m	0,06m	0,40N	6,666…
GAMA	12cm=0,12m	3 = 0,060Kg	21cm=0,21m	0,09m	0,60N	6,666…

Fonte: Elaboração dos autores, 2025.

É fácil ver na tabela 1 a verificação da proporcionalidade entre a força aplicada e a deformação de um corpo elástico, conforme descrita pela Lei de *Hooke*, com a proporcionalidade K = 6,666… e percebido que a constante se manteve para os três casos.

Após os resultados da primeira experiência com a mola de 12 cm, aplicamos o mesmo raciocínio com a mola de tamanho 22 cm. Para essa etapa chamamos os estudantes Delta, Épsilon e Zeta, cada um usou os respectivos pesos: uma arruela, duas arruelas e três arruelas. Com o peso de uma arruela, a mola atingiu 28 cm. Com duas arruelas foi de 34 cm e com três arruelas foi 40 cm.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.11, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4154

Tabela 2 - Realização da experiência com a segunda mola.

ESTUDANTE	TAMANHO INICIAL DA MOLA L_0	NÚMERO DE ARRUELA COM 20g CADA	TAMANHO FINAL DA MOLA EM EQUILÍBRIO L_F	$\Delta l = L_F - L_0$	F=m.g adotando a=10m/s²	DETERMINAÇÃO DA CONSTANTE ELÁSTICA K (F/*l*)
Delta	22cm=0,22m	1 = 0,020kg	28cm=0,28m	0,06m	0,20N	3,333…
Épsilon	22cm=0,22m	2 = 0,040Kg	34cm=0,34m	0,12m	0,40N	3,333…
Zeta	22cm=0,22m	3 = 0,060Kg	40cm=0,40m	0,18m	0,60N	3,333…

Fonte: Elaboração dos autores, 2025.

A partir da aplicação da segunda mola, os estudantes puderam perceber e concluir que as constantes eram frações equivalentes e que as sequências de números de arruelas, o tamanho final da mola, tamanho da deformidade e a força, trabalhadas com arruelas inteiras, formam uma progressão aritmética.

Por fim, chamamos mais dois estudantes, o Eta e o Teta para concluir nossa experiência. A última mola era maior do que as outras, medindo 36 cm. O estudante Eta usou uma arruela como peso e o comprimento final da mola foi de 45 cm. Já o Teta utilizou duas arruelas e o comprimento final foi de 54 cm. Eles perceberam que chegaram no mesmo fator de proporcionalidade, conforme resultados apresentados na tabela 3, mostrando de fato a aplicabilidade da lei de *Hooke*.

Tabela 3 - Realização da experiência com a terceira mola.

ESTUDANTE	TAMANHO INICIAL DA MOLA L_0	NÚMERO DE ARRUELA COM 20g CADA	TAMANHO FINAL DA MOLA EM EQUILÍBRIO L_F	$\Delta l = L_F - L_0$	F=m.g adotando a=10m/s²	DETERMINAÇÃO DA CONSTANTE ELÁSTICA K (F/*l*)
Eta	36cm=0,36m	1 = 0,020kg	45cm=0,45m	0,09m	0,20N	2,222…
Teta	36cm=0,36m	2 = 0,040Kg	54cm=0,54m	0,18m	0,40N	2,222…

Fonte: Elaboração dos autores, 2025.

Além da observação empírica dos estudantes, os dados coletados confirmam a linearidade entre força e deformação, princípio fundamental da Lei de *Hooke*. Essa proporcionalidade, expressa pelas constantes elásticas calculadas em cada experimento, evidencia a validade do modelo matemático utilizado, como já apontado por Souza, Almeida e Lima (2023), ao afirmarem que a experimentação com molas

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.11, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4154

de diferentes características favorece a visualização direta da relação linear e reforça o raciocínio matemático por trás das equações diferenciais envolvidas.

É importante destacar que a manutenção da constante elástica nos três experimentos indica que as molas permaneceram dentro de seus limites elásticos. Esse aspecto é crucial, pois, como descrito por Oliveira e Silva (2024), ultrapassar esse limite compromete a validade da lei, uma vez que surgem deformações plásticas irreversíveis. A integridade das molas utilizadas e o controle sobre as massas aplicadas asseguraram a fidedignidade dos resultados.

Outro ponto relevante é o engajamento dos estudantes na coleta e análise de dados. Segundo Menezes, Torres e Fernandes (2023), a aprendizagem ativa promove maior retenção de conteúdo quando os alunos são protagonistas do processo investigativo. A construção artesanal do equipamento e a aplicação prática do experimento permitiram que os alunos desenvolvessem habilidades investigativas, fortalecendo a interdisciplinaridade entre Física e Matemática.

Por fim, ao interpretar os resultados por meio de Equações Diferenciais Ordinárias (EDO), os estudantes realizaram a transposição entre o modelo físico e o modelo matemático de forma eficaz. De acordo com Costa e Ramos (2025), essa abordagem é fundamental para o desenvolvimento do pensamento científico, pois permite compreender o comportamento dinâmico dos sistemas oscilatórios e suas representações teóricas, conforme também reforçado por Pereira e Lima (2024), que ressaltam o papel da modelagem na formação científica dos discentes.

5. Conclusão

Este artigo apresentou os resultados da investigação experimental do comportamento de um sistema massa-mola, com o objetivo de verificar empiricamente a validade da Lei de *Hooke*. A análise dos dados, conforme demonstrado nas Tabelas 1, 2 e 3, confirmou a relação linear entre a força aplicada e o deslocamento da mola, evidenciando a proporcionalidade entre as grandezas envolvidas e a constância do fator elástico em cada conjunto experimental.

A atividade possibilitou aos estudantes vivenciar, de forma prática, a integração entre os conceitos da Física e da Matemática, tornando visível a aplicação das

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.11, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4154

equações diferenciais no entendimento de fenômenos do cotidiano. Esse processo de ensino-aprendizagem mostrou-se eficaz para promover o protagonismo juvenil e o desenvolvimento de competências investigativas, conforme proposto pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

É importante destacar que variáveis como o desgaste do material elástico, a precisão dos instrumentos de medição e o limite de deformação das molas podem influenciar os resultados, abrindo espaço para discussões mais aprofundadas sobre limitações experimentais e energia potencial elástica – aqui referida como "energia de posição". Esse tipo de abordagem favorece a compreensão crítica dos fenômenos físicos e permite o desenvolvimento de uma visão científica mais abrangente e realista por parte dos estudantes.

Além dos ganhos conceituais, a construção e aplicação do experimento com materiais simples e acessíveis reforça o potencial da experimentação de baixo custo como estratégia didática viável em escolas públicas. O envolvimento direto dos alunos na coleta, organização e análise dos dados promoveu não apenas o entendimento dos conteúdos curriculares, mas também competências como trabalho em equipe, responsabilidade e autonomia intelectual.

A vivência experimental descrita neste estudo reforça a importância de transformar a sala de aula em um espaço dinâmico e investigativo, onde o erro é visto como parte do processo de aprendizagem e a curiosidade é valorizada como motor da descoberta científica. Esse tipo de prática não apenas facilita a apropriação de conceitos teóricos, mas também desperta nos discentes o interesse pela ciência de forma mais duradoura e significativa.

Concluímos, portanto, que a união entre teoria e prática, quando conduzida com intencionalidade pedagógica e abertura ao protagonismo estudantil, amplia as possibilidades de aprendizagem e promove o desenvolvimento integral dos alunos. Espera-se que essa experiência possa inspirar novas propostas de ensino experimental no campo das ciências da natureza, contribuindo para um ensino mais contextualizado, envolvente e transformador.

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4154

Referências

ARANHA, Norberto; OLIVEIRA JR., José Martins de; BELLIO, Luis Oscar; BONVENTI JR., Waldemar. A lei de *Hooke* e as molas não-lineares: um estudo de caso = The *Hooke's* law and the non-linear springs: a study of case. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 38, n. 4, e4305, 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/rbef. Acesso em: 2 jun. 2025. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0102.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular: educação é a base*. Brasília, DF: MEC, 2018.

COSTA, A. D.; RAMOS, E. L. EDO aplicadas ao sistema massa-mola: conexões entre física e matemática no ensino básico. *Revista Interdisciplinar de Ensino de Ciências*, v. 9, n. 1, p. 15–29, 2025. DOI: https://doi.org/10.18210/riec.2025.091015.

FREEMAN JR., D. C. *Nonlinear springs with applications to flow regulation valves and mechanisms*. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 2008.

MELNYK, Anastasiia; NASCIMENTO, Luciano. Análise experimental do sistema massa-mola através da Lei de *Hooke*. *Revista Perspectivas Online: Exatas & Engenharias*, v. 7, n. 19, p. 36–41, dez. 2017. ISSN 2236-885X. Disponível em: https://www.perspectivasonline.com.br/exatas_e_engenharia/article/view/948/942. Acesso em: 2 jun. 2025. DOI: https://doi.org/10.25242/885x7192017948.

MENEZES, C. V.; TORRES, B. A.; FERNANDES, G. A. Protagonismo estudantil em práticas investigativas: um estudo em turmas do Ensino Médio. *Cadernos de Ensino e Pesquisa*, v. 12, n. 4, p. 45–60, 2023. DOI: https://doi.org/10.29230/cep.2023.124045.

MOREIRA, Ildeu de Castro. Robert *Hooke* 1635-1703. *Revista Educação Pública*, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, 31 dez. 2005. Disponível em: https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/2/1/robert-hooke-1635-1703. Acesso em: 2 jun. 2025. DOI: 10-18264/REP.

NASCIMENTO, Luciano. Análise experimental do sistema massa-mola através da Lei de *Hooke*. *Educação & Tecnologia* (CEFET-MG), Belo Horizonte, v. 21, n. 3, p. 27–31, set./dez. 2016.

OLIVEIRA, L. S.; SILVA, M. T. Limites elásticos e falhas em molas artesanais: uma análise didática. *Revista de Educação Científica e Tecnológica*, v. 10, n. 2, p. 98–111, 2024. DOI: https://doi.org/10.21478/rect.2024.10204.

PEREIRA, H. M.; LIMA, J. R. Modelagem matemática em experimentos com molas: contribuições para o raciocínio científico. *Revista de Práticas Educacionais em Física*, v. 3, n. 2, p. 77–90, 2024. DOI: https://doi.org/10.32658/rpef.2024.032077.

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4154

SOUZA, J. F.; ALMEIDA, R. T.; LIMA, H. M. Exploração experimental da Lei de *Hooke* com materiais alternativos no Ensino Médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 45, n. 1, e230123, 2023. DOI: https://doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2023-0123.

VIANA, Paulo Cesar Ferreira. Sistema massa-mola e suas propriedades: um estudo analítico via álgebra linear. 2023. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT) – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Campus Auroras, Redenção, 2023.