

DINAMÔMETRO DIDÁTICO DE BAIXO CUSTO

Jéssica Roberta Zampoli

jessiczampolli@gmail.com

Luci Braga

lucibraba07@gmail.com

Dirlene Aparecida de Oliveira

dirlene_2007@hotmail.com

Daniele Guerra da Silva

daniele.silva@uffs.edu.br

Vivian Machado de Menezes

demenezes.vivian@gmail.com

Universidade Federal da Fronteira Sul

RESUMO: Ensinar Física apenas com o livro didático é um desafio cada vez maior para os professores devido à necessidade de relacionar o ensino científico com a realidade do aluno. A maioria dos professores não utiliza experimentos didáticos em suas aulas, que tornam-se mecânicas e cansativas, pois são restritas à resolução de problemas e exercícios. Como alternativa para o ensino de Física, muitos docentes têm buscado introduzir atividades práticas, com o propósito de facilitar a compreensão dos fenômenos da natureza. Porém, tem-se constatado que a ausência de laboratórios didáticos representa o principal motivo para estas práticas não acontecerem. É sabido que as atividades práticas estimulam o interesse dos alunos, facilitando o aprendizado de Física e de suas aplicações no cotidiano. Neste contexto, este trabalho apresenta uma proposta de construção de um dinamômetro didático de baixo custo, que aborda diferentes conceitos físicos, tais como força elástica, massa e peso, transformação de unidades, medidas e erros, construção de escalas e uso de papel milimetrado.

Palavras-chave: atividades experimentais; ensino de Física; materiais de baixo custo; dinamômetro; força elástica.

ABSTRACT: Teaching physics only with the textbook is an increasing challenge for teachers due to the need to relate the scientific teaching to student reality. Most teachers do not use didactic experiments in their classes, which become mechanical and exhausting because they are restricted to solving problems and exercises. As an alternative to the Physics teaching, many teachers have sought to introduce practical activities, with the purpose of facilitating the understanding of the nature phenomena. However, it has been verified that the absence of didactic laboratories represents the main reason for these practices not to happen. It is known that the practical activities stimulate the interest of the students, facilitating the learning of Physics and its applications in the daily life. In this context, this paper presents a proposal for the construction of a low cost didactic dynamometer, which addresses different physical concepts, such as elastic force, mass and weight,

units conversion, measurements and errors, construction of scales and using graph paper.

Keywords: experimental activities; Physics teaching; low cost materials; dynamometer; elastic force.

1 INTRODUÇÃO

A comunidade científica tem constatado cada vez mais a falta de interesse por parte dos alunos no ensino de Física. Relacionar o conteúdo científico com a realidade e o conhecimento prévio do aluno tem se mostrado um desafio para os professores, que na maioria das vezes, utilizam apenas o livro didático como instrumento de ensino. Muitos professores preocupam-se apenas em cumprir a longa ementa obrigatória da disciplina, e acabam restritos a aulas tradicionais teóricas e de resolução de exercícios, não utilizando experimentos didáticos, o que torna as aulas de Física desinteressantes, mecânicas e maçantes (DUARTE, 2012).

É comum ouvir relatos de alunos falando do quão é difícil aprender Física, como a teoria é abstrata e sem relação com o cotidiano. Com base nisso, os pesquisadores estão buscando novas ferramentas para mediar e tornar as aulas mais atrativas. Uma metodologia proposta para minimizar as dificuldades no processo de ensino/aprendizagem de Física é o uso de atividades experimentais (ARAUJO e ABIBI, 2003; VALADARES, 2001).

A falta de atividades experimentais nas escolas se deve a vários motivos, entre eles, a falta de laboratórios didáticos, infraestrutura e materiais, profissionais capacitados, formação de professores, falta de tempo para o planejamento destas atividades, entre outros. Algumas escolas até possuem laboratórios didáticos, mas, muitas vezes, estes encontram-se em situação precária ou de abandono, possuindo equipamentos encaixotados, quebrados e/ou incompletos, falta de manutenção, e em alguns casos, o espaço destinado ao laboratório é transformado em sala de aula (BORGES, 2002).

A proposta de elaboração de aparatos experimentais utilizando materiais de baixo custo visa suprimir as deficiências das escolas que não possuem laboratórios didáticos ou não realizam atividades práticas (AXT e MOREIRA, 1991). Esta abordagem proporciona aos estudantes um maior entendimento dos conceitos físicos e suas aplicações práticas (MENEZES et al., 2017; SILVA e LEAL, 2017).

Este trabalho apresenta uma proposta de construção de um dinamômetro didático de baixo custo, com o passo a passo da montagem, execução e análise dos resultados do experimento, além de testes para validação do mesmo. Este trabalho pode ser utilizado como roteiro ou material de apoio para professores em suas aulas práticas, bem como fomentar a criatividade dos alunos. O dinamômetro é um instrumento de medida de peso, através da força elástica de uma mola, e para construí-lo com uma escala apropriada, são abordados conceitos de diferentes áreas da Física. Os resultados deste trabalho são frutos de dois projetos de Iniciação Científica, realizados na Universidade Federal da Fronteira Sul – *campus* Laranjeiras do Sul, intitulados O Ensino de Física através de experimentos didáticos de baixo custo e Ensino de Física no Ensino Médio: uso de experimentos de baixo custo.

2 FORÇA ELÁSTICA

Quando um corpo elástico é submetido à ação de uma força, este sofre uma deformação, onde após cessar a força, ele tende a voltar à sua configuração original. Um exemplo de corpo elástico é a mola. A lei de Hooke relaciona matematicamente a força elástica de uma mola à deformação sofrida pela mesma, sendo que, em módulo, a força elástica é igual à força aplicada. Esta relação matemática demonstra que a força aplicada em uma mola é diretamente proporcional à elongação sofrida por ela (GASPAR, 2005). A lei de Hooke é calculada através da equação 1.

$$F = k.\Delta x, (1)$$

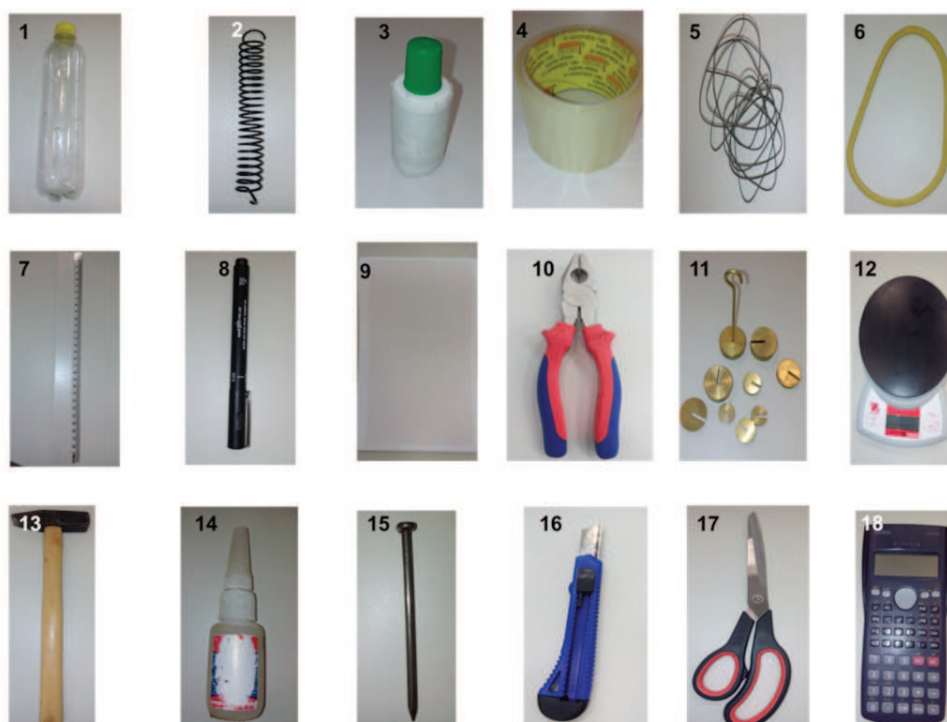
onde F é módulo da força, Δx é a elongação da mola e k é a constante elástica da mola, uma medida da rigidez, cujo valor depende das propriedades da mola utilizada.

Ao ser retirada a força que resultou na deformação da mola, esta tende a voltar ao seu comprimento inicial; se isto acontecer, a deformação é elástica e a mola obedece a Lei de Hooke. Contudo, vale destacar que a mola tem uma ação elástica até um determinado valor de elongação, que se diferencia de acordo com a mola utilizada. A partir desse valor, a mola perde a elasticidade inicial, e dependendo da força deformante aplicada, pode ocorrer a ruptura da mesma. Por esta razão, a Lei de Hooke só é válida enquanto a relação entre a força aplicada e a elongação da mola for linear (SAMPAIO e CALÇADA, 2005).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados os seguintes materiais para a montagem do experimento:

Figura 1 - Materiais utilizados na construção do dinamômetro.



1. Duas garrafas PET pequenas e com diâmetro uniforme;
2. mola de plástico (utilizada para encadernação);
3. corretivo;
4. fita adesiva;
5. arame;
6. elástico de dinheiro;
7. régua;
8. caneta de ponta fina;
9. papel milimetrado;
10. alicate;
11. massas;
12. balança digital;
13. martelo;
14. cola instantânea;
15. prego;
16. estilete;
17. tesoura;
18. calculadora científica.

Como primeiro passo na montagem do experimento, foi feita a medida, com a régua, do comprimento da mola em sua posição relaxada, ou seja, sem sofrer deformação. Em seguida, utilizando a balança digital, foram aferidas as massas de alguns objetos que foram utilizados para deformar a mola posteriormente. O peso das referidas massas foram calculados, e seus valores podem ser encontrados na tabela 1.

A mola foi segurada na posição vertical por uma das extremidades. Uma massa aferida foi suspensa e foi medido o novo comprimento da mola devido ao peso deste objeto. A deformação sofrida pela mola foi calculada pela diferença entre ao valor obtido para o comprimento da mola deformada e a mola na posição de equilíbrio (relaxada). Este procedimento foi repetido para objetos de diferentes massas aferidas, e com a equação 1 foi calculada a constante elástica da mola.

Figura 2 - Mola deformada por uma massa suspensa.

Para este experimento foram feitas nove medidas, que estão expressas na tabela 1.

Tabela 1 - Resultados experimentais para a determinação da constante elástica da mola.

Massa (kg)	Peso (N)	Deformação Δx (cm)	k (N/cm)
0,0493	0,483	2,6	0,1858
0,0991	0,971	5,1	0,1904
0,1489	1,459	7,7	0,1895
0,1687	1,653	8,8	0,1878
0,1889	1,851	9,8	0,1886
0,2085	2,043	10,9	0,1874
0,2185	2,141	11,8	0,1814
0,2287	2,242	12,4	0,1807
0,2339	2,292	13,2	0,1736

Como a constante elástica da mola foi calculada para nove medidas, foi feita a média aritmética simples desta grandeza, onde se obteve o valor médio de 0,185 N/cm ou 18,50 N/m.

Após a determinação do valor médio da constante elástica da mola, foi determinada a equação da mola, utilizando a equação 1. Para a mola utilizada em nosso experimento, chegamos na seguinte equação:

$$P = 0,1850 \cdot \Delta x, (2)$$

onde, em módulo, a força elástica é igual à força deformante, que, neste caso, é o peso dos objetos suspensos na extremidade inferior da mola.

Uma vez determinada a equação da mola (equação 2), esta foi utilizada para determinar o peso de massas suspensas diferentes. Para isso, a mola foi suspensa na vertical e seu comprimento, na posição de equilíbrio (antes de acrescentar alguma massa), foi medido com uma régua. A seguir, foram colocadas diferentes massas na extremidade inferior da mola, e medido o comprimento da mola deformada para calcular a elongação.

Na verdade, este cálculo do peso, através da equação 2, é um passo preliminar para a construção da escala do dinamômetro, pois é preciso saber se a constante elástica da mola foi determinada corretamente, para que se tenha precisão nas medidas posteriores. Para testar se os valores de peso estavam corretos, e conseqüentemente, a constante elástica estava correta, foram determinadas as massas correspondentes aos pesos de cada medida, e estas foram aferidas na balança para saber se o resultado estava de acordo.

Neste experimento, foram medidas seis amostras de massas, conforme os dados da tabela 2:

Tabela 2 – Resultados dos testes de medidas de pesos e massas correspondentes.

Deformação Δx (cm)	Peso (N)	Massa ($\times 10^{-3}$ kg) (experimental)	Massa ($\times 10^{-3}$ kg) (aferida na balança)
4,2	0,7770	79,3	80,4
4,7	0,8695	88,7	85,1
7,1	1,3135	134,0	134,4
7,9	1,4615	149,1	149,0
9,5	1,7575	179,3	179,5
10,1	1,8685	190,6	188,9

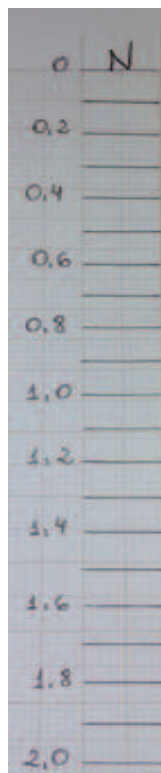
Como pode ser observado nos dados da tabela 2, foi comprovado que a equação da mola estava correta (massa medida experimentalmente massa medida na balança).

Após definida e testada a equação que relaciona o peso à deformação da mola, foi definida uma escala para o dinamômetro (medida de peso), fazendo uma relação entre o comprimento da mola e a divisão da escala que se quer adotar (GREF, 1998).

Como a equação da mola deste experimento é $P = 0,1850 \cdot \Delta x$ e foi adotada a divisão da escala sendo de 0,1 em 0,1 N, ficou determinado que cada espaçamento da escala teria 0,54 cm de distância entre duas marcações:

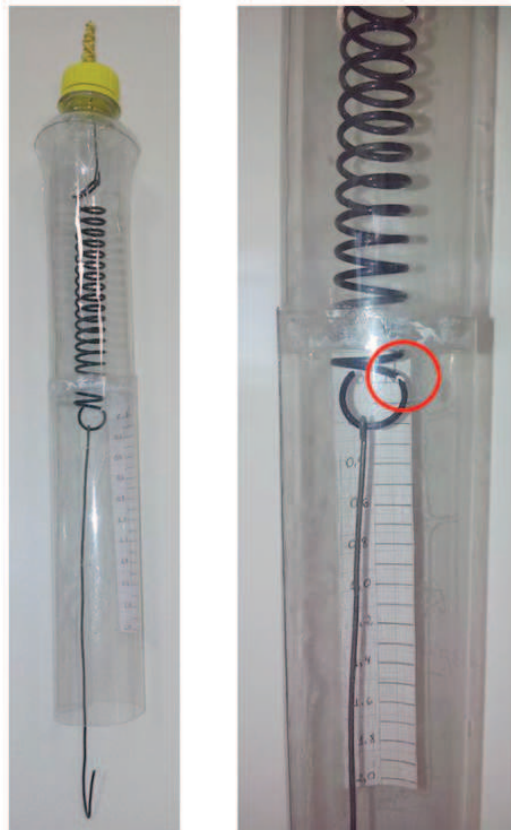
$$\Delta x = \frac{P}{0,1850} = \frac{0,1 \text{ N}}{0,1850 \text{ N/cm}} = 0,54 \text{ cm} .$$

A escala determinada foi esquematizada no papel milimetrado, onde o valor máximo adotado neste experimento foi de 2,0 N, levando-se em consideração que o valor máximo da escala não rompesse a elasticidade da mola. A figura 3 ilustra a escala utilizada neste experimento.

Figura 3 - Escala do dinamômetro.

Para a construção do dinamômetro, as garrafas PET tiveram suas extremidades cortadas, de modo a formar dois retângulos, utilizando estilete e tesoura. Em seguida, foram coladas as laterais dos retângulos com auxílio de uma cola instantânea, formando dois tubos, e os tubos foram emendados um no outro, resultando em um tubo único mais comprido. Foram confeccionados dois ganchos de arame com a ajuda de um alicate e, com o auxílio do elástico de dinheiro, um dos ganchos foi fixado à tampa de uma das garrafas, que foi perfurada com um prego. A mola foi fixada ao gancho preso à tampa e o segundo gancho serviu como suporte para suspender as massas cujo peso se queria determinar. Por fim, a escala foi colada no lado externo do tubo, com auxílio de uma fita adesiva, observando que a emenda dos tubos não deveria dificultar a visualização da escala. Com a mola na posição relaxada, foi marcado o ponto que seria o zero da escala, utilizando o corretivo. Este ponto branco serve como referência para as leituras de peso no dinamômetro. A figura 4 ilustra o dinamômetro finalizado.

Figura 4 – Dinamômetro caseiro. À direita, destaque para o ponto branco que marca o zero da escala.



4. RESULTADOS

Com o dinamômetro pode-se realizar leituras de pesos de massas quaisquer, desde que o valor limite da escala não seja excedido. Neste experimento, foram suspensas três massas diferentes no dinamômetro, de onde foram feitas as leituras dos valores de peso. Para averiguar se as medidas fornecidas pelo dinamômetro caseiro estavam corretas (e a escala construída adequadamente), as mesmas massas tiveram seus pesos medidos pela balança digital, que estava programada para fazer a leitura em N. As figuras 5, 6 e 7 ilustram as medições de peso realizadas com os dois equipamentos, e a tabela 3, mostra os valores medidos para os três casos, juntamente com o erro relativo percentual da medida do dinamômetro (onde o valor de referência foi tomado sendo o da balança) (VUOLO, 1996; HELENE e VANIN, 1991).

Tabela 3 – Medidas de peso utilizando o dinamômetro e uma balança digital.

Peso (N) (dinamômetro)	Peso (N) (balança)	Erro relativo percentual (%)
0,60	0,59	1,695
0,96	0,92	4,348
1,62	1,61	0,621

Figura 5 - Amostra I do experimento.

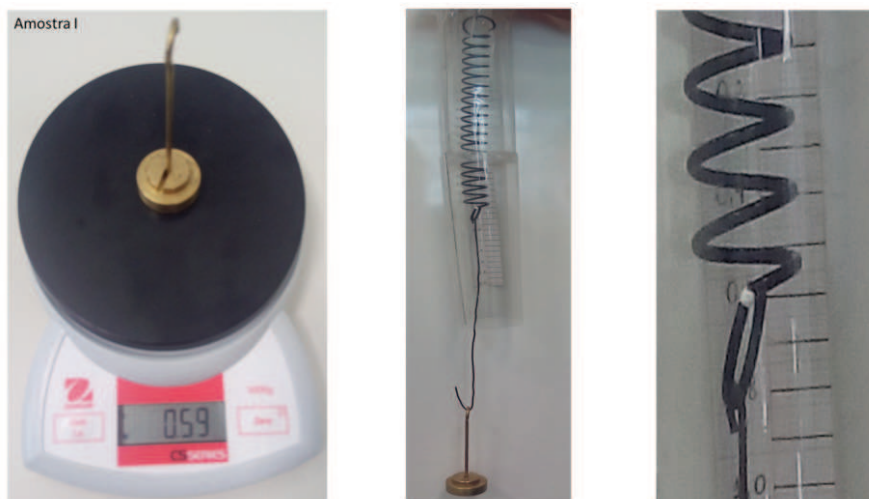
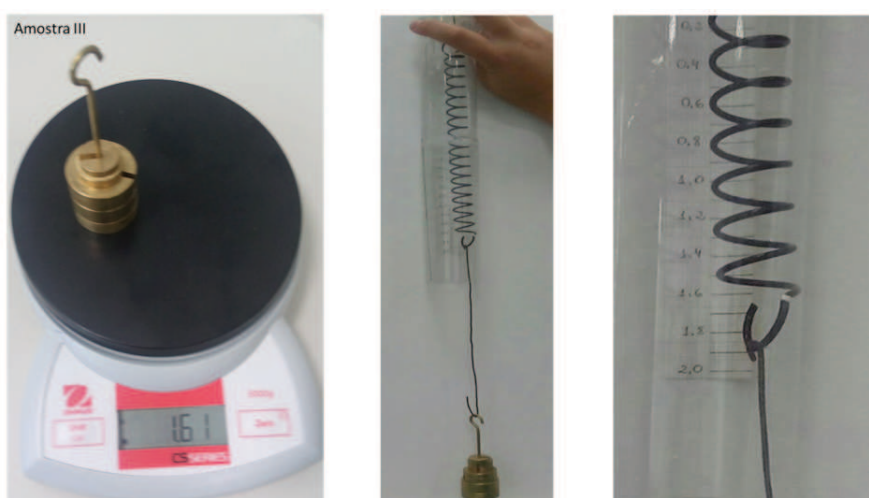


Figura 6 - Amostra II do experimento.



Figura 7 - Amostra III do experimento.



5 CONCLUSÃO

Neste trabalho foi demonstrado que é possível construir um dinamômetro com materiais de baixo custo, utilizando uma mola de encadernação e garrafas PET. Este instrumento permite leituras de peso com uma escala de até 2,0 N, determinada através de conceitos de força elástica. Foram realizados testes para verificação da precisão do equipamento construído, e em todos os casos, o erro relativo percentual teve um valor inferior a 5%, sendo 2,22 % o valor médio do erro percentual, o que pode ser considerado uma margem de erro pequena, principalmente por se tratar de um equipamento de baixo custo. Sendo assim, foi obtido um resultado satisfatório, demonstrando que o referido dinamômetro está funcionando adequadamente.

6 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a UFFS pelos auxílios financeiros com bolsas de iniciação científica PRO-ICT/UFFS (Editais n.º 281/UFFS/2015 e 599/UFFS/2016), PIBIC/Fundação Araucária (Edital n.º 848/UFFS/2016) e PIBIC/CNPq (Edital n.º 640/UFFS/2017).

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, M.S.T.; ABIBI, M.L.V.S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 176-194, jun. 2003.
- AXT, R.; MOREIRA, M.A. O ensino experimental e a questão do equipamento de baixo custo. **Revista de Ensino de Física**, v. 13, n. 1, p. 97-103, dez. 1991.
- BORGES, A.T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.19, n. 3, p. 9-31, dez. 2002.
- DUARTE, S.E. Física para o ensino médio usando simulações e experimentos de baixo custo: um exemplo abordando dinâmica da rotação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. Especial1: p. 525-542, set. 2012.
- GASPAR, A. **Física série brasil**. 1. Ed. São Paulo: Ática, 2005.
- Grupo de Reelaboração de Ensino de Física 1: **Mecânica / GREF**. São Paulo: EDUSP, 1998.
- HELENE, O. A. M.; VANIN, V. R. **Tratamento estatístico de dados em física experimental** 2. ed. São Paulo: Blucher, 1991.
- MENEZES, V.M. et al. Movimento retilíneo uniformemente acelerado: uma proposta de experimento de baixo custo. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, v. 4, n. 2, mar. 2017.
- SAMPAIO J. L.; CALÇADA C. S. **Universo da física 1 – Mecânica**. 2. Ed. São Paulo: Atual, 2005. v. 1.
- SILVA, J.C.X; LEAL, E.S. Proposta de laboratório de física de baixo custo para escolas da rede pública de ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 1, p. e1401-1-e1401-5, abr. 2017.
- VALADARES, E. C. Proposta de experimentos de baixo custo centradas no aluno e na comunidade. **Química Nova na Escola**, n. 13, p. 38-40, mai. 2001.
- VUOLO, J. H. **Fundamentos da teoria dos erros**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 1996.