

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XVI Jornada de Extensão

FÍSICA PARA TODOS: PÊNDULO BALÍSTICO, DEMONSTRANDO A CONSERVAÇÃO DO MOMENTO LINEAR E DA ENERGIA.¹

Nelson Adelar Toniazco², Juliana Aozane Da Rosa³, Pedro Afonso Schmidt⁴, Larissa F. Sasso⁵.

¹ Projeto de Extensão: Física para Todos

² Professor do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, toniazco@unijui.edu.br

³ Professora do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias

⁴ Técnico do Laboratório de Física do Departamento de Ciências Exatas e Engenharia.

⁵ Bolsista voluntária do projeto de extensão Física para Todos, larisasso08@hotmail.com

Introdução:

Na perspectiva de promover a difusão e a popularização da Física para Todos, junto à diferentes segmentos da sociedade (pessoas escolarizadas e não escolarizadas), de produzir, perante às pessoas, uma imagem mais atrativa desta ciência e de sugerir procedimentos metodológicos mais adequados para ensiná-la, desde 1997 está sendo desenvolvido, pelo Grupo de Ensino de Física da UNIJUI, o projeto “Física para Todos”. O projeto está sendo implementado, através de um museu interativo itinerante de Física, com exposições temporárias de curta duração, organizadas em escolas da região. Embora o ambiente escolar normalmente não seja muito frequentado pela população em geral, a não ser por pais de alunos, as exposições realizadas em escolas, sempre estão abertas a toda comunidade regional, principalmente no turno da noite.

O projeto Física para Todos, nos seus 17 anos de existência, estrutura-se na referência pedagógica em que o aprendiz é o agente central do processo ensino/aprendizagem. Como promoção dessa meta, as mostras de ciência apresentam experimentos que despertam a atenção e o gosto pelas ciências exatas. Sendo “a experimentação como um contexto importante na obtenção de informações (observações e medidas) e na produção de ideias que constituem uma das bases de apoio no processo de formação do saber.” (Bonadiman e Nonenmacher, 2007, p.202)

É nesse contexto que o referido trabalho está inserido. O pêndulo balístico foi inventado pelo engenheiro inglês Benjamim Robins em 1742, medir velocidades de projéteis com colisões inelásticas em um corpo de massa maior. A aplicação desse procedimento, foi muito usado em indústrias de armamentos para a medição das velocidades de projéteis, disparados por uma arma de fogo. (Bianchi e Alves F, 1985). Metodologia

O pêndulo balístico que construímos é constituído por um bloco de madeira de massa M pendurado por um fio fixado à um suporte que gira livremente, sem atrito em torno de um ponto. O fio que prende o bloco é praticamente inextensível e de massa desprezível quando comparada com a massa do bloco. Na parte superior do pêndulo está acoplado um transferidor que possibilita medir o deslocamento angular do fio em relação a vertical. O projétil que é lançado é constituído de uma “garrafa pet” que é adaptada com uma ponteira metálica que possibilita que o mesmo fique

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XVI Jornada de Extensão

acoplado ao pêndulo, quando colide com o bloco de madeira. O projétil é lançado com ar comprimido a partir de um “lançador de foguetes d’água” previamente preparado.

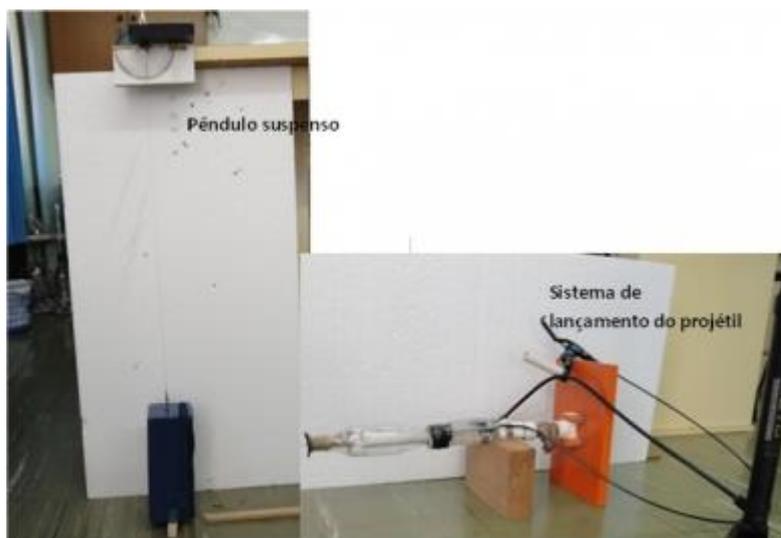


Imagem 01: Estrutura do Sistema

No momento do lançamento, o projétil está acoplado ao lançador que insufla certa quantidade de ar no mesmo. O valor da pressão do ar no projétil é obtido através da leitura do manômetro que está fixado na bomba de insuflar. Ao ser disparado, o projétil percorre uma trajetória retilínea de aproximadamente um metro até colidir com o pêndulo. Após a colisão, o projétil fica acoplado ao pêndulo, formando um único corpo, pêndulo+ projétil. Em termos da física, só há colisão quando a interação entre os corpos ocorre em um intervalo de tempo relativamente pequeno, durante o qual o efeito das forças externas podem ser desprezadas e considera-se somente a força impulsiva. O formalismo matemático para explicitar a velocidade do projétil tem como base os conceitos físicos de momento linear e a conservação da energia mecânica. Como afirmamos anteriormente, o projétil de massa m é disparado contra o pêndulo de massa M . Com o impacto, o projétil fica acoplado e lhe transfere seu impulso, conforme mostra a imagem 02.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XVI Jornada de Extensão



Imagem 02: Projétil acoplado ao pêndulo.

Assim, aplicando o princípio da conservação do momento linear antes de depois da colisão, temos:

$$m.V_P + M \cdot \cancel{v_i} = m.V + M.V \quad (1)$$

$$m.V_P = (m + M).V \quad (2)$$

$$V_P = \frac{(m + M)}{m}.V \quad (3)$$

Imediatamente após o impacto o pêndulo desloca uma altura H. Assim, aplicando a conservação da energia mecânica imediatamente após o impacto, temos:

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XVI Jornada de Extensão

$$\frac{1}{2}(M + m).V^2 = (M + m).g.H \quad (4)$$

$$V = \sqrt{2.g.H} \quad (5)$$

Levando a equação (5) na equação (3), temos:

$$V_P = \frac{(m + M)}{m} \cdot \sqrt{2.g.H} \quad (6)$$

Como optamos por medir o ângulo θ e não a elevação H do conjunto, temos a seguinte relação:

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XVI Jornada de Extensão

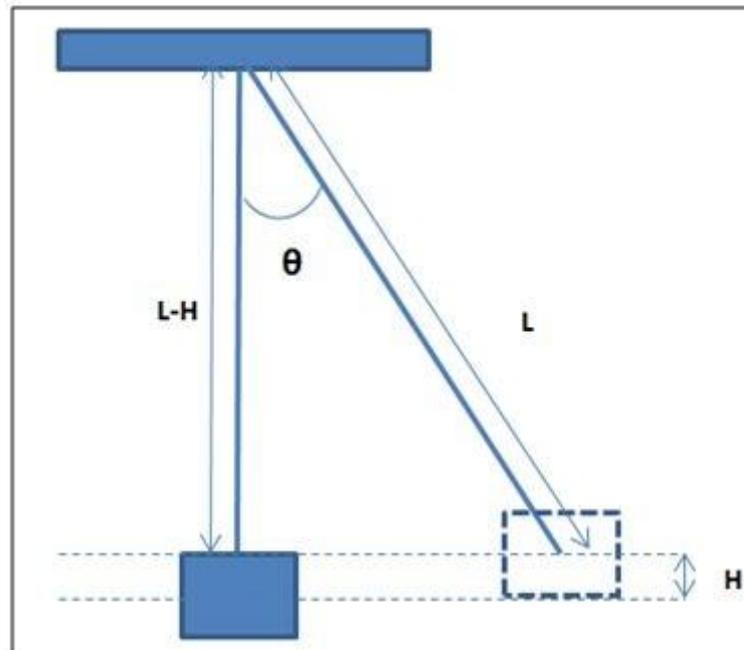


Figura 01: esquema do pêndulo

$$H = L.(1 - \cos \theta) \quad (7)$$

Substituindo a equação (7) na equação (6), finalmente temos a equação da velocidade do projétil.

$$V_P = \frac{(m + M)}{m} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot L \cdot (1 - \cos \theta)} \quad (8)$$

Resultados e Discussões

Realizamos diversas colisões do projétil com o pêndulo e medimos o deslocamento angular θ . Com os dados a seguir e utilizando a equação (8) obtivemos os valores da velocidade do projétil, conforme mostra a tabela (1) a seguir:

$m = 0,042$ (kg)

$M = 1,50$ (kg)

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XVI Jornada de Extensão

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$L = 0,86 \text{ m}$$

Pressão do ar (KPa)	Ângulo (graus)	Velocidade do Projétil (m/s)
2,5	7,0	12,5
3	7,5	13,5
3,5	9,0	16,1
4	10,0	17,9
4,5	12,0	21,5
5	13,0	23,3
5,5	15,0	26,8

Tabela 01: Medidas experimentais obtidas e o cálculo da velocidade

Podemos observar que a medida que aumentamos a pressão (em kPa) há um aumento da velocidade do projétil. Isso era esperado, uma vez que aumentamos a pressão num volume constante de ar [recipiente da garrafa pet que é feito o projétil], o empuxo exercido pelo ar que sai será maior. De acordo com a segunda lei de Newton, a aceleração produzida é proporcional a força aplicada, desse modo sendo o empuxo maior, maior será a aceleração. Devemos lembrar que nesse caso há uma variação do empuxo, da massa acelerada e uma variação da aceleração. Como o tempo entre o lançamento e o acoplamento do projétil no pêndulo acontece num tempo muito pequeno, na ordem de décimos de segundos, consideramos a aceleração e o empuxo constante. Tentamos realizar lançamentos com valores de pressões maiores, mas o equipamento de lançamento não suporta valores elevados dessa grandeza física. Temos a intenção de realizarmos novos experimentos no sentido de relacionar o valor da pressão com a velocidade de lançamento.

Conclusões:

Para além dos resultados obtidos, essa atividade proposta abrange outras dimensões pedagógicas, quando executada. Por exemplo, habilidades manuais que o aluno necessita para a montagem, o fenômeno físico do lançamento do projétil (literalmente uma explosão), e o acoplamento no pêndulo, tudo isso ocorrendo em um intervalo de tempo muito curto. Isso exige que o estudante desenvolva um comportamento de extrema observação e atenção ao evento.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XVI Jornada de Extensão

Assim, a interação do aluno, através da atividade experimental, com o conteúdo a ser estudado faz com que a reconstrução de seus conhecimentos físicos ocorra de maneira dinâmica, e o entendimento se dá de forma natural e espontânea. Outra dimensão pedagógica é a possibilidade de manusear os materiais e observar. O ato de manusear o material concreto, de observar e realizar medidas, possibilita que o aluno desenvolva outras habilidades que estão além dos manuais didáticos tradicionais. De um modo geral isso torna as aulas de física mais atrativas, facilitando a compreensão por parte dos alunos.

O experimento também possibilita uma melhor compreensão de dois conceitos fundamentais da Física. O conceito de momento linear ou quantidade de movimento linear, que relaciona a massa e a velocidade do objeto e o princípio de sua conservação quando da interação entre dois sistemas. O segundo, está relacionado ao conceito de energia, especificamente nesse caso e o princípio da conservação da energia mecânica, que relaciona a energia cinética de translação e a energia potencial gravitacional

Finalmente, também podemos afirmar que o experimento em si, é interessante, uma vez que envolve “explosão” quando do lançamento do projétil e seu movimento muito rápido. Esse evento possibilita apresentar uma física mais atrativa, senão encantadora, mostra que um fenômeno físico é muito mais que um formalismo matemático e que de um modo geral é um dos principais objetivos do projeto de extensão Física para Todos.

Palavras-chave: atividades experimentais; ensino de Física; pêndulo balístico

Referencias Bibliográficas:

BIANCHI, Isabel; ALVES FILHO, José de Pinho. Pêndulo Balístico. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 2, n. 3: p. 82-87, dez. 1985.

BONADIMAN, Helio; NONENMACHER, Sandra E.B. O gostar e o aprender no Ensino de Física: uma proposta metodológica. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 24, n. 2: p. 194-223, ago. 2007.

NUSSENZVEIG, H. M. Física básica 1 -mecânica. 3. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1981.

SERWAY, Raymond A.; JOHN, W. Jewett. Princípios de Física. Vol.I Mecânica Clássica. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. Física I-Mecânica- 10 ed. São Paulo: Addison Wesley, 2003.