

**GABRIEL GONÇALVES DA SILVA || 20201FISIC0152**

**LUIZ FERNANDO ALTOÈ APOLINÁRIO || 20201FISIC0411**

**ROTEIRO DE EXPERIMENTO: PÊNULO DE NEWTON**

Relatório do roteiro de experimento apresentado como requisito parcial para obtenção de aprovação na disciplina Práticas do Ensino de Física, no Instituto Federal do Espírito Santo, campus Cariacica.

Prof. Dr. Luiz Otávio Buffon

## RESUMO

Este trabalho apresenta um roteiro de experimento referente ao Pêndulo de Newton, como já é de conhecimento na área de conhecimento da Física, e apresentado em alguns livros didáticos, tanto do Ensino Médio quanto do Ensino Superior. O objetivo é disponibilizar aos discentes um modelo simplificado desse pêndulo, a fim de, confeccioná-lo com materiais reaproveitados, encontrados no laboratório da instituição de ensino, e na necessidade, adquirir alguns que não sejam reaproveitados, porém focando num custo baixo. A inspiração para o experimento se deve ao conteúdo produzido no DVD da *The Video Encyclopedia of Physics Demonstrations* (Enciclopédia de Física com Demonstrações), aonde é possível encontrar muitos outros experimentos.

**Palavras-chave:** Relatório de experimento, Ensino de Física, Pêndulo de Newton, Colisões.

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....                              | <b>03</b> |
| <b>2 DESENVOLVIMENTO</b> .....                         | <b>03</b> |
| 2.1 OBJETIVO GERAL .....                               | 03        |
| <b>2.1.1 Objetivos específicos</b> .....               | <b>03</b> |
| 2.2 METODOLOGIA .....                                  | 03        |
| 2.3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS.....                   | 04        |
| 2.4 RESULTADOS .....                                   | 05        |
| <b>3 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b> .....              | <b>05</b> |
| <b>ANEXO A – Fotos do processo de construção</b> ..... | <b>06</b> |
| <b>REFERÊNCIAS</b> .....                               | <b>12</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

O trabalho apresentado é reflexo dos encontros nas aulas de Práticas do Ensino de Física, onde os participantes tiveram acesso ao acervo de vídeos-experimentos da coleção do DVD *The Video Encyclopedia of Physics Demonstrations* (Enciclopédia de Física com Demonstrações), que também acompanhavam livros com instruções sobre cada vídeo, proposto pelo professor.

A proposta então foi analisar alguns desses vídeos com demonstrações de experimentos, que foram elaborados e supervisionados por *Jearl Walker*, um professor de física experimental que se destaca por participar da confecção de uma coletânea de livros destinados à graduação em Física e áreas correlatas, XXX, junto com outros autores bem conhecidos dos professores e estudantes dessa área do conhecimento, *David Halliday* e *Robert Resnick*.

Dos muitos experimentos apresentados, demonstrando os vários tipos de colisões: elástica, inelástica, e parcialmente elástica (ou inelástica), escolheu-se o Pêndulo de Newton, por ser bastante interessante do ponto de vista físico, e também, por chamar e prender a atenção de quem vê o experimento em execução. Vale lembrar que, esse experimento é bem comum de ser visto no dia a dia em produções da cultura popular, como por exemplo: em filmes, séries, novelas, etc., em cenas típicas de escritórios, ou afins.

## 2 DESENVOLVIMENTO

Aqui será apresentado tudo o que se passou durante o processo de construção do experimento, alguns desafios e dicas que podem ser úteis para aqueles que queiram replicá-lo na escola, ou outra instituição de ensino, como atividade do processo de ensino.

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Construir o experimento Pêndulo de Newton com materiais reaproveitados do laboratório da instituição de ensino, e se necessário comprar algo novo, porém com foco no baixo custo.

#### 2.1.1 Objetivos específicos

Juntar o máximo de materiais encontrados no laboratório da instituição de ensino que sejam úteis na construção do pêndulo. Adquirir os materiais faltantes com o menor custo possível. Montar o experimento no laboratório, durante os horários destinados às aulas da disciplina de práticas.

### 2.2 METODOLOGIA

Buscou-se selecionar entre os vídeos sobre colisões do DVD 5, no capítulo 11. Ao todo eram 11 vídeos, mas em alguns casos tinham mais do que um experimento por vídeo do capítulo. Então, selecionou-se entre os seguintes vídeos-experimentos:

- Bolas que colidem;
- Colisões de massas iguais e desiguais;
- Colisões elásticas e inelásticas;
- Coeficiente de restituição;

- Colisões na mesa sem atrito (massas iguais);
- Colisões na mesa sem atrito (massas desiguais); e
- Colisões na mesa sem atrito (inelástica).

Por fim, no vídeo “Bolas que colidem”, escolheu-se o Pêndulo de Newton, por ser um experimento que atrai a curiosidade dado o efeito, que pode ser inesperado, de apenas uma bola sair do conjunto após a colisão de uma bola inicialmente suspensa, e depois na outra demonstração, sair três bolas do conjunto em repouso, após a colisão de três bolas inicialmente suspensas.

A partir disso, uma ida ao laboratório da instituição foi necessária, onde procuramos por materiais para compor o experimento, então foi possível reaproveitar boa parte do que se precisava, contribuindo assim com um dos objetivos do trabalho. Somente as bolinhas de gude foram adquiridas em compra, pois não tinha disponível no laboratório uma quantidade ideal de alguma bola para ser utilizada no experimento.

### 2.3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Para a construção do Pêndulo de Newton foi necessário definir a estrutura, que consiste em uma base rígida de madeira ou algo similar, e para o suporte rígido de metal, conforme é melhor observado nas Figuras 1 e 2. Já na Figura 3, é possível notar que a estrutura de base do pêndulo está bem firme, de fácil manuseio e transporte.

Quanto ao pêndulo, pode-se escolher entre alguns materiais, tais como bolas de gude (o que se escolher para este trabalho), bolas de sinuca, bolas de plástico inteiriça, bolas de plástico de brinquedos, etc. Vale lembrar aqui que, é importante buscar um padrão para as bolas do pêndulo, então considerar diâmetro e massa com valores bem próximos.

A perfuração da base de madeira pode ser feita com uma furadeira, e o encaixe dos suportes de metal finalizados com um martelo – caso o buraco feito para o encaixe seja estreito, o bom disso é a firmeza que o suporte fica na base.

O processo de colagem do fio de nylon nas bolinhas de gude pode ser feito com alguma cola instantânea líquida, para este trabalho utilizou-se a TekBond 793 Saint-Golbain adesivo instantâneo, que é ideal para colar metal, papéis, madeiras, porcelanas, borrachas, plásticos, cortiças e outros. As figuras no Anexo A fornecem as ideias básicas. O fio de nylon pode ser do tipo comum (o mesmo utilizado pra vara de pescar peixe pequeno), só ter cuidado pra não usar um muito fino, isso pode dificultar na hora de colar. Uma dica que se tem é aplicar um pouco de sal sobre a cola durante o processo, isso ajuda a criar uma crosta mais aderente.

Depois de ter a base com suporte prontos, e as bolinhas com fio de nylon colados, é o momento de pendurar as bolinhas do suporte, uma do lado da outra. Aqui é importante cuidar para alinhar bem as bolinhas em mesma altura, relativo ao suporte e à base. O jeito como firmar as bolinhas no suporte é por um nó, inicialmente, e posteriormente, depois de conferir as alturas e distâncias entre as bolinhas (deixa-las sempre encostadas umas nas outras), então, é possível aplicar cola quente, ou mais da cola líquida instantânea já mencionada.

## 2.4 RESULTADOS

Pelo que se propôs, pode-se constatar que o experimento precisa ser pensado em dois momentos: a base com suporte, e o pêndulo. E isso ajuda bastante durante o processo de escolha do material, pois a parte mais trabalhosa é furar a base e entortar o vergalhão de ferro, de modo que seja possível encaixar o suporte de metal na base de madeira adequadamente, e que fique firme para não interferir no balanço realizado pelo pêndulo durante as colisões.

Já o pêndulo, que pode ser pensado como a outra parte do experimento, é o momento mais detalhado, pois o alinhamento das bolinhas é algo bem difícil de se conseguir utilizando maneiras bem rústicas e manuais, como foi o caso. Conseguir colar o fio de nylon nas bolinhas não é um desafio, porém mantê-las grudadas é complexo.

Conseguiu-se, pelas técnicas utilizadas, colar todas as bolinhas nos fios de nylon, prendê-las ao suporte de metal fixado à base de madeira, e executar alguns movimentos, como demonstrados nos vídeos do experimento “Bolas que colidem”. No entanto, com algumas poucas vezes, as colisões começaram a soltar o fio de nylon das bolas de gude, e rapidamente elas começaram a cair do pêndulo. Percebeu-se então que daquela forma não daria certo, pelo menos não da forma como se fez.

## 3 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

No capítulo 11 sobre colisões do material didático produzido em formato DVD na enciclopédia com demonstrações de experimentos, pôde-se escolher o Pêndulo de Newton para tentar replicá-lo com uso de recursos do próprio laboratório da instituição de ensino, e até mesmo adquirindo algo novo, porém com baixo custo. Notou-se que é possível realizar esse projeto junto aos discentes, e que pode ser desafiador tentar reproduzir com fidelidade os experimentos propostos na coletânea de vídeos.

Por mais simples que alguns experimentos pareçam ser, há um grau relativo de dificuldade, em alguns casos o maior desafio se encontra em detalhes da confecção do experimento, como foi o caso desse trabalho em tentar utilizar bolinhas de gude.

Talvez tentar colar o fio de nylon nas bolas de gude não seja o melhor jeito de conseguir um pêndulo, ou também, é possível que a técnica empregada na colagem tenha sido inadequada. Nesse sentido, vale a pena conferir novos meios de se fazê-lo.

Percebeu-se que o pêndulo possui uma simplicidade de confecção aparente, e que na verdade o maior desafio é de fato montar as bolinhas no suporte com a devida precisão que se necessita para o efeito esperado conforme se mostra no vídeo-experimento da coleção em DVD.

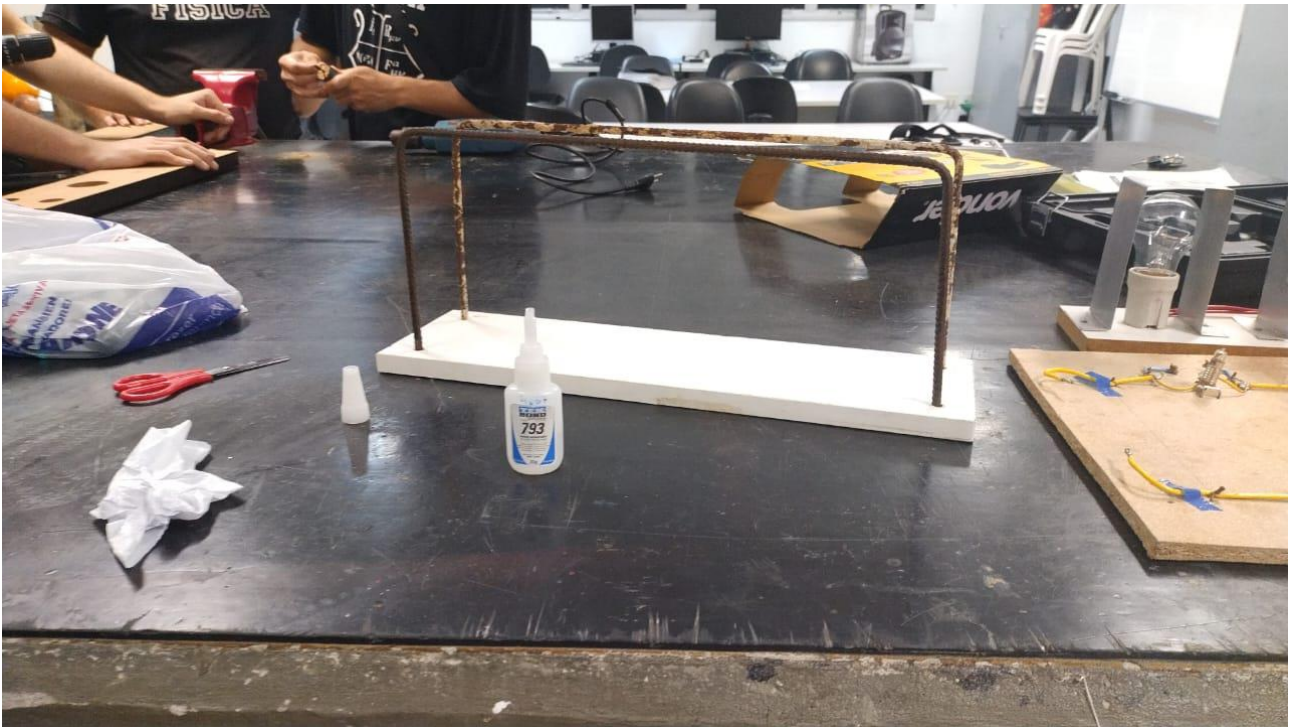
**ANEXO A – Fotos do processo de construção**

Figura 1 – Construção da base em madeira e suporte de metal.

Fonte: Os autores.



Figura 2 – Base de madeira e suporte de metal encaixados por perfuração no torno de mesa.

Fonte: Os autores.



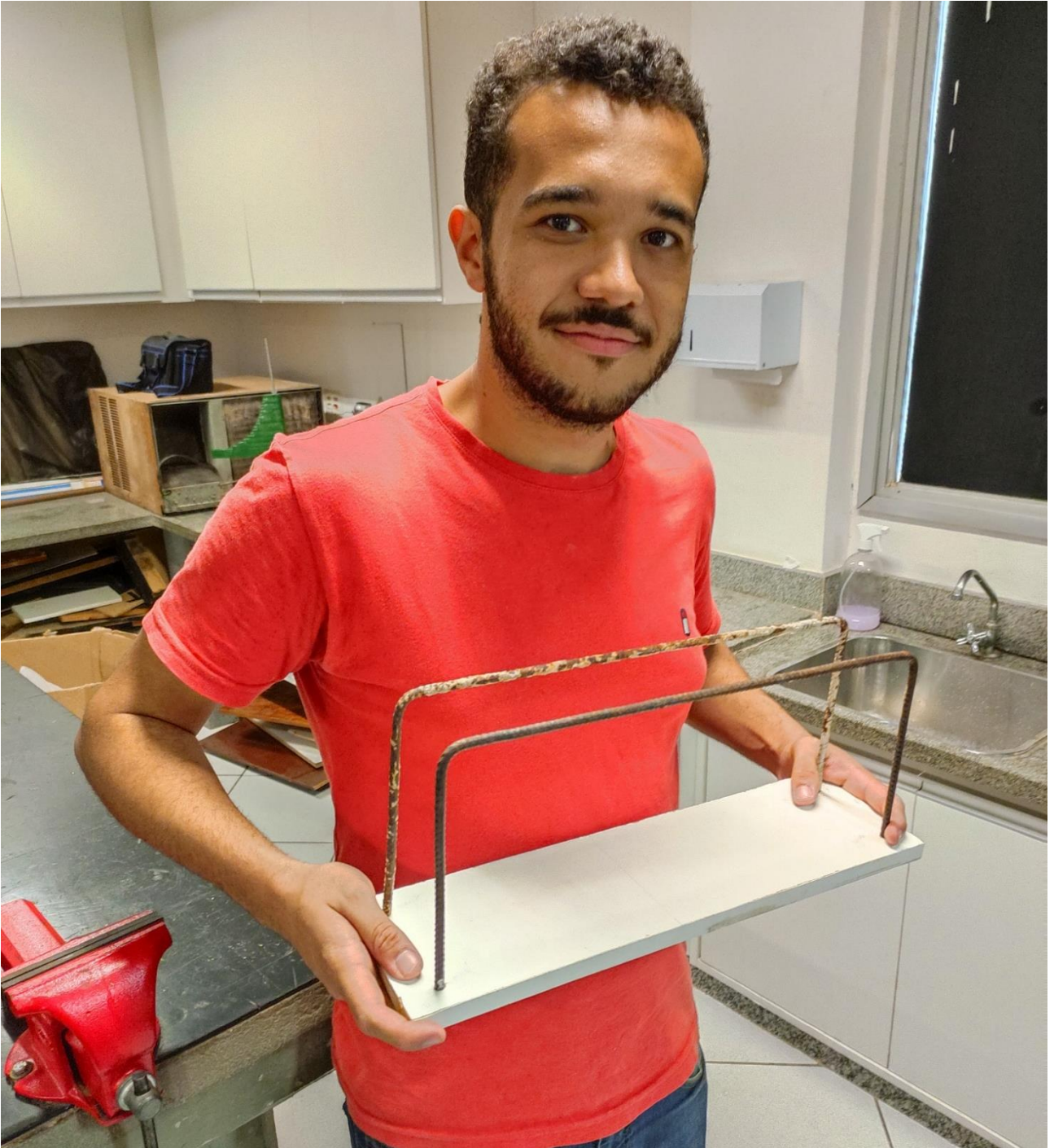


Figura 3 – Inspeção, por um dos autores, da base e suporte após encaixe.

Fonte: Os autores.



Figura 4 – Colagem da linha de nylon nas bolinhas de gude, pelos autores.

Fonte: Os autores.



Figura 5 – Inspeção da colagem do nylon nas bolinhas de gude, por um dos autores.

Fonte: Os autores.



Figura 6 – Algumas das bolinhas de gude com o nylon colado, em secagem.

Fonte: Os autores.

## REFERÊNCIAS

ALONSO, Marcelo; FINN, Edward J. **Física: um curso universitário, volume 1 – mecânica**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2014.

BONJORNO, Regina A [et al.]. **Física, 2º grau – livro único: mecânica, eletricidade, termologia, ondulatória, óptica geométrica**. São Paulo: FTD, 1988.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física, volume 1: mecânica**. 10. ed. [reimpr.]. LTC, 2018.

HERSKOWICZ, Gerson; PENTEADO, Paulo Cesar M.; SCOLFARO, Valdemar. **Curso completo de Física, volume único**. 1. ed. São Paulo: Editora Moderna, 1991.

KAZUHITO, Yamamoto; FUKU, Luiz Felipe; SHIGEKIYO, Carlos T. **Os alicerces da Física, volume 1 – mecânica**. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 1991.

KNIGHT, Randall D. **Física: uma abordagem estratégica, volume 1 – mecânica newtoniana, gravitação, oscilações e ondas**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

MAIA, L. P. M. **Problemas de Mecânica**. Rio de Janeiro: Editora Latino-americana, 1965.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de Física Básica, volume 1: mecânica**. 5. ed. [rev.]. Blucher, 2013.

UCSB Physics Lecture Demonstration. **The Video Encyclopedia of Physics Demonstrations** (Enciclopédia de Física com Demonstrações). Disco 5, capítulo 11 Colisões. The Education Group & Associates : LaserDiscs, 1992; DVD bilingue, 2001.