

**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sociedade Brasileira de Física  
Departamento de Física

Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física

**Uma estratégia para inserção da Física  
experimental nas séries finais do Ensino  
Fundamental e séries Iniciais do Ensino  
Médio**

Flávio Anselmo da Silva

Dissertação de Mestrado

Recife  
22 de fevereiro de 2019



# Sumário

<b>1</b>	<b>Produto Educacional</b>	<b>1</b>
1.1	Apresentação	1
1.1.1	Roteiro para confecção do aparato experimental: Medidas dos Círculos	2
1.1.2	Roteiro para confecção do aparato experimental: Deformações Elásticas	3
1.2	Metodologia	5
1.2.1	Roteiro para aulas	5
1.2.1.1	Roteiro para as aulas do Círculo	5
1.2.1.2	Roteiro para as aulas das deformações elásticas	9



# Lista de Figuras

1.1	Círculos de papelão.	2
1.2	Conjunto de 12 círculos e fita métrica.	2
1.3	Medição do comprimento de uma circunferência.	2
1.4	Medidas do suporte.	4
1.5	Vista lateral do suporte.	4
1.6	Vista frontal do suporte.	4
1.7	Lateral do suporte com trilha guia.	4
1.8	Elástico preso à haste.	5
1.9	Liga de borracha presa à haste.	5
1.10	Copo graduado com haste.	5
1.11	Cronograma de atividades.	6



# Lista de Tabelas

1.1	Tabela para registrar os comprimentos e diâmetros dos círculos	7
1.2	Tabela para registrar as deformações das ligas. $x_0$ é o comprimento inicial do elástico	9
1.3	Tabela para registrar as deformações das ligas. $x_0$ é o comprimento inicial do elástico	9



# Produto Educacional

## 1.1 Apresentação

Este produto educacional é destinado principalmente aos docentes que tenham interesse em utilizá-lo como recurso didático para o trabalho em sala de aula. O objetivo é trabalhar algumas técnicas básicas do método experimental empregado na Física com alunos que estão iniciando o estudo desta disciplina. A definição do tema “Uma estratégia para inserção da Física Experimental nas séries finais do Ensino Fundamental e séries iniciais do Ensino Médio”, deve-se a relevância que o método experimental tem para o ensino de Física e para formação do cidadão. A introdução de procedimentos que é próprio da ciência, em turmas iniciantes pode potencializar o rendimento escolar e despertar no aluno conexões com outras áreas do conhecimento, bem como aplica-las para resolver problemas do seu cotidiano. Todas as atividades que constitui o produto e outras que serviram de preparação básica foram escolhidas a partir de fenômenos simples, onde fosse possível a realização de medidas diretas entre duas grandezas lineares. A intenção foi desenvolver um material educacional de fácil manuseio e reposição de peças, e que servisse para ser trabalhado tanto no laboratório, se as condições permitirem, ou dentro da própria sala de aula. As atividades apresentadas neste Produto Educacional são organizadas visando o modelo do laboratório aberto de uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI), começando inicialmente com um levantamento prévio sobre o conhecimento de um assunto em seguida a introdução de um problema, e finalizando com uma discussão, relatório ou questionário. O Produto Educacional é estruturado no conjunto de materiais que constitui o aparato e na sequência didática das aulas, não vemos como separar um do outro. Os três momentos, que constituem a aplicação do produto, envolvem os mesmos procedimentos experimentais. Todos começam com a execução de medições e a consequente tabulação de dados e se estende até a determinação da lei ou relação matemática entre as grandezas medidas. Aqui escolhemos situações onde a dependência funcional entre as grandezas é expressa por uma função de primeiro grau. Não obstante, cada momento difere dos outros em alguns aspectos no que diz respeito à análise dos resultados. No primeiro momento, os alunos medem o comprimento da circunferência em função do diâmetro. No segundo caso, o comprimento de uma tira elástica é medido em função da carga que está pendurada em uma de suas extremidades.

Caso o professor observe que o público alvo possua pouca bagagem matemática, sugerimos uma breve revisão sobre arredondamento, escalas de medidas, plano cartesiano, grandezas direta e inversamente proporcionais, função afim e linear. A aplicação do produto exige certa familiaridade com alguns conceitos estatísticos. Recomendamos uma revisão dos conceitos de matemática-estatística como correlação de grandezas, mínimos quadrados (regressão linear) e coeficiente de Pearson. Um breve resumo encontra-se no referencial teórico da dissertação

associada a este produto. As duas sugestões servem no primeiro caso para homogeneizar a turma para o trabalho e, no segundo caso, dá ao professor ferramentas para explorar outros aspectos caso ele julgue pertinente. Acreditamos que as atividades descritas neste trabalho e os objetivos a que se propõe poderão ser de grande valia para o ensino de Física na escola. Ao fim de cada etapa poderão gerar valiosas discussões e despertar outros interesses. Também é bem provável que em alguma etapa do caminho o aluno possa relacionar um procedimento a outro já vivenciado e fazer a conexão entre a técnica e o conteúdo. Temos a esperança que este material contribua efetivamente para um melhor aprendizado tanto nas aulas de Física como na formação do cidadão que em breve estará disputando um espaço no campo de trabalho.

### 1.1.1 Roteiro para confecção do aparato experimental: Medidas dos Círculos

Materiais e componentes necessários para montagem dos Círculos.

- Círculos de papelão
- Fita métrica
- Régua
- Lápis
- Borracha
- Cola branca
- Compasso

Descrição da parte 1: A figura 1.1 mostra círculos produzidos na escola a partir de caixas de papelão, e na figura 1.2 o conjunto de doze círculos e duas fitas métricas a ser distribuídos a cada grupo de alunos. Na confecção dos discos emprega-se compasso, tesoura, régua, lápis e cola branca. Para facilitar as medições da circunferência, sugerimos aumentar a espessura dos discos colando dois ou mais discos dependendo da espessura do papelão utilizado, ver figura



**Figura 1.1** Círculos de papelão.

**Figura 1.2** Conjunto de 12 círculos e fita métrica.

**Figura 1.3** Medição do comprimento de uma circunferência.

1.3. Como utilizamos um compasso para construir os vários círculos, tomamos o cuidado de não deixar a marca da ponta do mesmo no centro. Caso a marca fique evidente poderá atrapalhar um dos objetivos da medida, ou seja, verificar se a aluna toma o cuidado de medir a maior corda do círculo. Utilizamos tesoura para fazer o contorno e não apelamos para a perfeição, pois as imperfeições de certa forma contribuem para uma heterogeneidade dos valores obtidos durante a realização das medidas.

### **1.1.2 Roteiro para confecção do aparato experimental: Deformações Elásticas**

Materiais e componentes necessários para montagem do aparato

- Tubo de metal
- Arame 18
- Fita métrica
- Copo de plástico transparente de 350 ml
- Fita crepe
- Elásticos de borracha
- Elástico de costura nº 18
- Abraçadeira de nylon
- Béquer de 50 ml
- Água
- Corante
- Fita transparente

Descrição da parte 2: Para construção da segunda parte do aparato foram utilizados 7 metros de tubos de metal. Encomendou-se ao serralheiro construir oito suportes em forma de  $L$ , onde o menor lado na horizontal tem 15 cm de comprimento, com ganchos. Enquanto o corpo do aparato de 55 cm é apoiado numa base triangular, ver figura 1.4. As figuras 1.5 e 1.6 mostram uma vista lateral e frontal do suporte.

O suporte possui uma trilha guia em seu corpo, ver figura 1.7. Esta trilha serve de guia para uma haste indicativa da leitura da posição da carga. A haste serviu como marcador podendo correr para cima ou para baixo sem obstáculo e não permitir que o copo com a carga gire em torno de seu eixo.

O objeto que serve para receber a carga é um corpo cilíndrico de 350 ml, no qual colamos uma fita crepe com marcações a cada 50 ml. O recipiente de carga é preso ao elástico por um eixo de arame posto em sua extremidade superior. A prolongação do eixo serve como um ponteiro para facilitar a leitura da posição da carga. Utilizamos elásticos de borrachas e elástico



**Figura 1.4** Medidas do suporte.



**Figura 1.5** Vista lateral do suporte.



**Figura 1.6** Vista frontal do suporte.



**Figura 1.7** Lateral do suporte com trilha guia.

nº 18 empregados em vestuários. Abraçadeira de nylon foi usada para prender o elástico nº 18 ao suporte, como nas figuras 1.8, 1.9 e 1.10.

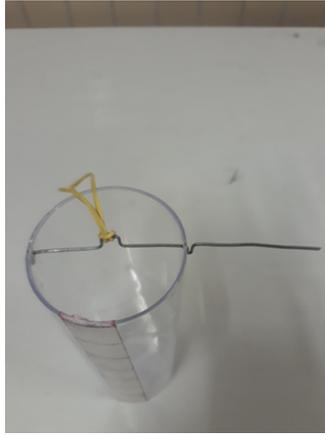
Como foi visto acima todos os materiais utilizados na construção do produto podem ser obtidos com facilidade no comércio local, facilitando a reposição das peças. É importante destacar que o aparato é constituído pelos círculos de papelão para estudo da relação entre comprimento e diâmetro, e pelo suporte de metal para o estudo das deformações elásticas.

Abaixo mostramos uma tabela de orçamento de materiais para montagem do aparato.

Descrição da parte 3; Para a análise e construção dos gráficos fizemos uso de uma planilha eletrônica similar ao Excel, no nosso caso a planilha do Google Docs. Porém existem outras versões gratuitas que podem perfeitamente ser usada.



**Figura 1.8** Elástico preso à haste.



**Figura 1.9** Liga de borracha presa à haste.



**Figura 1.10** Copo graduado com haste.

## 1.2 Metodologia

O Produto Educacional tem como proposta levar o aluno a realizar procedimentos próprios do método experimental. Em sua dimensão pedagógica utiliza a Teoria de Aprendizagem de David Ausubel para construir uma estratégia de trabalho que, durante a atividade, permita o aluno realizar uma tarefa que exija a aplicação de conhecimentos específicos, porém ele o faça baseado em conceitos gerais. Para isso buscamos através da prática pedagógica o Laboratório Aberto, sugeridos nas SEIs, Sequência de Ensino por Investigação. A sequência de trabalho esta organizada da seguinte maneira: 1º Levantamento prévio sobre o tema; 2º Obtenção de dados a partir de medidas; 3º Obtenção da reta para que melhor ajuste os pontos; 4º Debate coletivo sobre os valores obtidos; 5º Recurso tecnológico utilizando a planilha eletrônica; 6º leitura de um texto ou questionário. Na figura 1.11 apresentamos um cronograma sintético de uma das etapas de proposta de SEI.

A primeira parte da atividade realizada com os círculos contemplou todas as etapas descritas na tabela, porém não obedeceu à sequência acima, por ser muito técnico. No segundo momento referente ao estudo das deformações elásticas os alunos tiveram maior autonomia, obedecendo às etapas cronológicas da SEI apresentada na tabela acima.

### 1.2.1 Roteiro para aulas

#### 1.2.1.1 Roteiro para as aulas do Círculo

Todas as etapas do Produto educacional podem ser realizadas em dezesseis aulas, cada uma delas com duração de 50 minutos. O principal objetivo consiste em apresentar aos alunos as técnicas e procedimentos experimentais próprios da Física. Os três momentos, que constituem a aplicação do produto, envolvem os mesmos procedimentos experimentais. Todos começam com a execução de medições e a consequente tabulação de dados e se estende até a determinação da lei ou relação matemática entre as grandezas medidas. Caso seja necessário, uma atividade preliminar que envolva o manuseio dos instrumentos de medidas e de conteúdos

Aulas	Etapas	TEMPO ESTIMADO
1. Organizadores Prévios	Nesta etapa busca-se realizar um levantamento sobre os subsunçores, que são conhecimentos dos alunos sobre o tema.	1 horas/aula
2. Problematização	Começamos com uma pergunta do tipo: Por que os corpos esticam?	1 horas/aula
3. Construção de Hipóteses	Neste momento os alunos podem formar grupos para sugerir hipóteses que nos leve a uma explicação razoável.	1 horas/aula
4. Construção de Plano de Trabalho	Dividir a turma em grupos e apresentar o aparato.	1 horas/aula
5. Obtenção de dados (uso do aparato)	Cada grupo realiza suas medidas, é importante que todos os componentes possam manusear o aparato.	2 horas/aula
6. Conclusão e Comunicação	Análise dos dados pelos grupos e discussão sobre informações obtidas. Após o debate respondem a um questionário ou fazem um relatório.	2 horas/aula:

**Figura 1.11** Cronograma de atividades.

matemáticos pode ser realizada antes da aplicação do produto. As descrições das atividades preliminares encontram-se no apêndice da dissertação. É importante para uma aprendizagem significativa, segundo David Ausubel, iniciar as atividades com um levantamento prévio, através de um diálogo, sobre temas relacionados ao problema.

Tema: Relação entre a medida do diâmetro de um círculo e sua circunferência

Objetivo: Determinar a reta que melhor representa o comportamento do comprimento da circunferência em função de seu diâmetro.

Dinâmica das aulas:

1º Momento: Iniciar a atividade discutindo alguns temas a respeito de medições e instrumentos de medida. Estimular a turma a refletir sobre a importância de realizar medições. Procurar descobrir os instrumentos de medidas com os quais eles já tiveram algum contato ou ouviram falar a respeito

2º Momento: Apresentar o material dos discos e pedir que realizem as medidas das circunferências e de seus diâmetros, organizando os resultados das medidas numa tabela de três colunas. Ver tabela 1.1.

**Tabela 1.1** Tabela para registrar os comprimentos e diâmetros dos círculos

Comprimento (cm)	Diâmetro (cm)	

3º Momento: Marcar os pares de valores medidos no gráfico. O papel milimetrado deve ser entregue previamente ao aluno. Uma vez traçado o gráfico com os pontos medidos no plano comprimento versus diâmetro, instruí-los para traça a “melhor reta” que ajuste os dados experimentais e obter o coeficiente angular da reta.

4º Momento: Pedi que cada aluno realize as mesmas medidas em cinco objetos com formato circular de tamanhos diferentes de seu cotidiano. No próximo encontro as novas medições devem ser comparadas com previsão “teórica” fornecida pela multiplicação da inclinação da reta pelo diâmetro do novo círculo.

5º Momento: Empregar uma planilha eletrônica (software computacional) para construir os gráficos e repetir a análise. Na construção do gráfico o aluno com a ajuda do professor deve:

- Digitar os valores obtidos nas medidas
- Obter o gráfico de dispersão
- Obter a reta que ajusta os dados experimentais
- Exibir a equação no gráfico
- Exibir o Título do gráfico
- Exibir os nomes dos eixos horizontal e vertical com suas unidades e escalas
- Exibir as linhas de grade verticais e horizontais (ajuda na visualização e facilita a explicação para eventuais dúvidas).
- Exibir nome do aluno.

6º Momento: Aplicar um questionário sobre a atividade realizada, similar ao exemplificado abaixo.

### **Questionário da atividade**

1. As outras cinco medidas tem relação com as obtidas das circunferências de papelão quando localizadas no gráfico? Explique.
2. Se os círculos medidos fossem cada vez menores , por onde passaria a reta que ajusta os pontos experimentais?

3. A razão comprimento pelo diâmetro tende para um valor aproximado de 3,14 como observado na média obtida com todos os valores encontrados na atividade. Pode-se dizer que existe uma lei que relaciona comprimento da circunferência e seu diâmetro?
4. Quais conteúdos trabalhados em sala você consegue identificar na atividade?
5. Com relação a atividade, qual(is) principal (is) dificuldade(s) você encontrou?
6. O que mais lhe chamou atenção na atividade?
7. Você já havia utilizado o computador para atividade de Física? ( ) Sim ( ) Não
8. Você já havia trabalhado com alguma planilha eletrônica ? ( ) Sim ( ) Não
9. Na sua opinião as atividades experimentais ajudam a compreender melhor o conteúdo?  
( ) Sim ( ) Não ( ) Talvez
10. Qual a sua sugestão para as próximas atividades?

**Tabela 1.2** Tabela para registrar as deformações das ligas.  $x_0$  é o comprimento inicial do elástico

Medidas (cm)	carga (peso)	$x - x_0$	$\Delta x$
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

**Tabela 1.3** Tabela para registrar as deformações das ligas.  $x_0$  é o comprimento inicial do elástico

Elástico	carga (peso)	$x - x_0$	$\Delta x$

### 1.2.1.2 Roteiro para as aulas das deformações elásticas

Tema: Estudo das deformações elásticas

Objetivo: Determinar a reta que melhor representa o comportamento do comprimento de uma tira elástica em função da tensão em suas extremidades.

Dinâmica da aula:

- 1º Momento: Iniciar a atividade com uma provocação para a turma externar suas ideias e conhecimento sobre a dureza, elasticidade e a forma que os corpos apresentam. É oportunizado um tempo para os alunos externar as suas opiniões.
- 2º Momento: Apresentar o aparato e pedir que os alunos realizem as medidas das deformações elásticas para dois elásticos em série e para um único elástico, quando aplicada a carga, organizando os resultados das medidas em tabelas, como aquela mostrada na tabela 1.3.
- 3º Momento: Marcar os pares de valores medidos no gráfico. O papel milimetrado deve ser entregue previamente ao aluno. Uma vez traçado o gráfico com os pontos medidos no plano carga versus deformação, instruí-los para traçar a “melhor reta” que ajuste os dados experimentais e obter o coeficiente angular da reta.
- 4º Momento: Anotar as deformações dos elásticos de comprimento iniciais de 18,0 cm, 9,0 cm e 4,5 cm quando submetido à mesma carga, organizando os resultados das medidas na tabela ???. Calcular a constante proporcionalidade de cada um deles e comparar os resultados.
- 5º Momento: Empregar uma planilha eletrônica (software computacional) para construir os gráficos e repetir a análise. Na construção do gráfico o aluno com a ajuda do professor deve:

- Digitar os valores obtidos nas medidas
- Obter o gráfico de dispersão
- Obter a reta que ajusta os dados experimentais
- Exibir a equação no gráfico
- Exibir o Título do gráfico
- Exibir os nomes dos eixos horizontal e vertical com suas unidades e escalas
- Exibir as linhas de grade verticais e horizontais (ajuda na visualização e facilita a explicação para eventuais dúvidas).
- Exibir nome do aluno.

6º Momento: Ao término realizar um debate ou aplicação de um questionário.