

---

# LABORATÓRIO NÃO ESTRUTURADO: UMA ABORDAGEM DO ENSINO EXPERIMENTAL DE FÍSICA<sup>1</sup>

---

*Paulo Cezar Santos Ventura*

Depto de Ciências Naturais – FUNREI

São João Del Rei – MG

*Silvania Souza do Nascimento*

Colégio Técnico da UFMG

Belo Horizonte – MG

*O artigo discute os resultados de uma abordagem de ensino de laboratório de Física Geral centrado na análise do experimento e não nos métodos convencionais.*

## **I. Introdução**

O presente trabalho foi desenvolvido durante os cursos de um semestre da disciplina Física Geral para estudantes de Engenharia da Fundação de Ensino Superior de São João del Rei – FUNREI. Partimos do pressuposto de que os formandos em Engenharia devem estar preparados para atuarem em duas áreas: de produção e de pesquisa, e que, portanto, devem dominar conceitos básicos de Física e serem capazes de sistematizar a investigação de fenômenos físicos. As aulas de Física convencionais apresentam-se normalmente dentro de uma estrutura padrão com aulas expositivas, aulas de laboratório disciplinadas com a apresentação de um roteiro contendo uma introdução teórica, a especificação do procedimento experimental e às vezes um questionário que respondido, atende às exigências de avaliação. No mais, as aulas de laboratório costumam ser totalmente independentes das aulas expositivas constituindo-se quase um apêndice do curso, com a intenção apenas de salvaguardar as formalidades legais com respeito à carga horária exigida.

Apresentamos uma proposta de ensino experimental de Física em que a aula de laboratório, chamada Laboratório Não Estruturado (LNE), é abordada segundo um ponto de vista que enfatiza a identificação, por parte do aluno, da estrutura do experimento que está realizando uma vez que essa estrutura não é fornecida através de roteiros. Não se trata, portanto, de uma aula de laboratório com um guia de procedimentos que conduz a uma resposta específica.

---

<sup>1</sup> Trabalho apresentado no IX Simpósio Nacional de Ensino de Física. São Carlos, 1991.

Nessa abordagem o aluno recebe um texto que apresenta uma introdução teórica do assunto, algumas considerações de natureza prática e a situação problema a ser investigada. O trabalho de investigação deve ser apresentado em um relatório que contempla de maneira clara o procedimento experimental, os resultados de medições acompanhados de uma análise que equaciona as várias variáveis envolvidas na manipulação do fenômeno físico e uma conclusão. Os relatórios apresentados pelos alunos são analisados por uma equipe técnica, constituída do professor e de monitores, comparando-os qualitativa e quantitativamente a um esqueleto de relatório padrão de cada experimento realizado. O relatório padrão é publicado juntamente com os resultados da avaliação realizada pela equipe. Aqui a aula de laboratório deve estar parelha à apresentação de conteúdo, não havendo uma distinção clara entre aula expositiva e aula prática, sendo o aluno avaliado globalmente de uma maneira contínua. Deste modo, apresentamos aos alunos diferentes propostas de investigação científica, verificamos se a abordagem de LNE conduz a um entendimento do fenômeno físico e estruturamos os programas de aulas práticas de Física na Instituição dentro deste contexto <sup>(1)</sup>.

O projeto LNE, em sua apresentação global, objetiva, basicamente, desenvolver nos alunos capacidade de sistematização de fenômenos físicos, e testar a abordagem de LNE no ensino de Engenharia. Para o desenvolvimento deste trabalho consideramos, em primeiro lugar, o caráter essencialmente fenomenológico da Física. Em segundo lugar, que a formação do engenheiro exige o domínio de metodologias de investigação e, finalmente, o perfil do engenheiro do século XXI. Em publicação recente <sup>(2)</sup>, a Sociedade Brasileira de Engenharia reconhece que o engenheiro do próximo século “*deverá ter sólidos conhecimentos em ciências básicas, espírito de pesquisa e capacidade de conceber e operar sistemas complexos*”. Sobre os cursos de Engenharia a mesma publicação aponta que “docentes e alunos estarão mais envolvidos em atividades de pesquisa. Estas se confundirão com o próprio processo de ensino, onde os alunos serão levados a redes cobrir o conhecimento. Assim, as aulas expositivas poderiam ser substituídas por situações onde os alunos fossem desafiados a resolver problemas, exercitando a capacidade de trabalho em equipe e a criatividade. Este espírito de pesquisa poderá ser incentivado com atividades de iniciação científica e tecnológicas”.

## II. Metodologia

A investigação da metodologia do LNE, para os cursos de Engenharia, foi proposta para as disciplinas de Física Geral I e III dentro dos cursos de Engenharia Elétrica e Mecânica, lecionadas pelos autores. Constavam basicamente de:

a- Apresentação de uma metodologia de investigação de fenômenos físicos;

b- descrição de como devem ser apresentados os resultados;

c- modelo de relatório e

d- uma folha de avaliação.

As disciplinas são formalmente divididas em noventa (90) horas de aulas teóricas e trinta (30) horas de aulas práticas. Na proposta apresentada os cursos constam de cento e vinte (120) horas contínuas, sem a divisão em aulas teóricas e aulas práticas. Para cada tema a ser investigado os alunos recebem um texto contendo (veja exemplos em anexo):

a- Um resumo teórico com informações essenciais para a pesquisa bibliográfica;

b- a situação – problema a ser investigada e

c- uma relação de equipamentos com informações sobre sua utilização que seriam, ou não, instrumentos da investigação.

Os trabalhos dos alunos eram realizados no laboratório e na biblioteca sempre com a orientação do professor e/ou de um monitor.

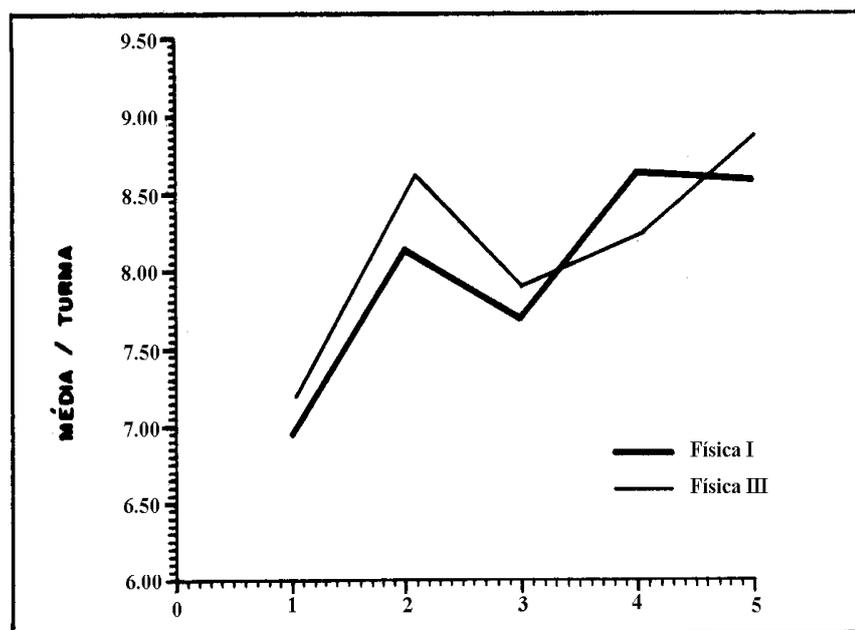


Fig. 1 - Evolução das médias das notas dos alunos.

### III. Conclusões

A Fig. 1, a seguir, apresenta os resultados de avaliações feitas pela equipe de professores e monitores, registrando as médias das notas dos alunos para cada relatório. Deve-se registrar também que a turma de Física I era de um curso diurno, enquanto a turma de Física III era de um curso noturno. Embora

consideremos delicado avaliar processos de ensino entendemos que a própria aprendizagem do procedimento experimental seja um dos objetivos a serem atingidos. A princípio houve uma certa dificuldade dos alunos em seus trabalhos, mas as figuras mostram que houve uma evolução à medida em que novas situações-problemas eram apresentadas e novas investigações requeridas. Observamos que, durante o curso, os alunos dedicavam um tempo de estudo muito maior que o normal em cursos tradicionais, além das cento e vinte horas-aula legais das disciplinas. A avaliação foi realizada de forma continuada, com os alunos trabalhando toda a semana com um tema a ser investigado e acompanhados pelos monitores. Os monitores que trabalharam no projeto foram treinados a priori, recebendo estudos orientados pelos professores, realizando antecipadamente todos os trabalhos de investigação e participando ativamente do processo de avaliação formal e de avaliações do próprio projeto.

## **Referências**

1. MOREIRA, M.A., LEVANDOWSKI, C.E. Diferentes abordagens ao ensino de laboratório. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1983.
2. ANAIS do Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, Poços de Caldas, MG, set. de 1990.

## **Apêndice**

### **Trabalho prático número 04 – o pêndulo simples**

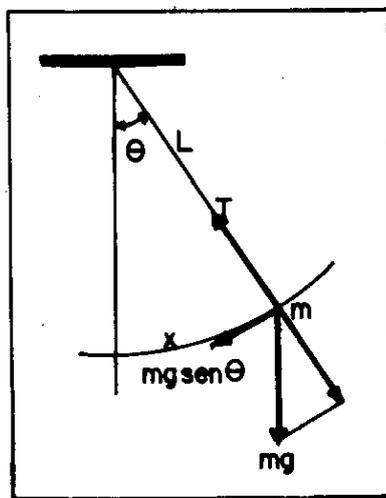
#### **I. Introdução**

O pêndulo simples, um modelo idealizado de um sistema mais complicado, consiste de um pequeno corpo suspenso de um ponto fixo por um fio inextensível e de peso desprezível. Quando afastado de sua posição de equilíbrio e abandonado, o corpo oscila em torno desta posição. Analisando-se este movimento para verificar se ele é ou não um movimento harmônico simples, vê-se que a condição necessária para que o movimento seja harmônico simples é que a força restauradora  $F$  seja diretamente proporcional à coordenada  $X$  e orientada no sentido oposto ao deslocamento. A trajetória do corpo não se faz em linha reta, mas num arco de círculo de raio  $L$ , onde  $L$  é o comprimento do fio. A coordenada  $X$  refere-se a distâncias medidas sobre esse arco.

A figura a seguir mostra as forças sobre o corpo no instante em que sua coordenada é  $X$ . Escolhendo eixos tangentes ao círculo e ao longo do raio,

pode-se decompor o peso em componentes nestes eixos. É fácil ver que a força restauradora  $F$  será:

$$F = -m g \text{ sen } \phi \quad (1)$$



A força restauradora não é proporcional a  $\Phi$ , de forma que o movimento não é harmônico simples. Entretanto, se o ângulo  $\Phi$  for pequeno,  $\text{sen } \Phi$  estará muito próximo a  $\Phi$ . Com esta aproximação, a equação (1) torna-se:

$$F = -m g \phi = -m g \frac{x}{l}.$$

$$F = -\frac{m g}{L} x \quad (2)$$

A força restauradora, então, é proporcional à coordenada  $X$  apenas para pequenos deslocamentos, e a constante  $m g/L$  representa a constante de força  $K$ .

## II. Situação – problema

Estabeleça as relações existentes entre período e massa do corpo suspenso e entre período e comprimento do pêndulo. Represente seus resultados por meio de gráficos e equações. Obtenha o valor – das constantes presentes. Compare seus resultados com previsões teóricas.

## III. Material utilizado

- suporte
- fio
- pequena esfera presa ao fio
- régua
- cronômetro.

## Trabalho prático nº. 32 – corrente elétrica nos condutores metálicos

### I. Introdução

A corrente elétrica é definida como a quantidade de carga elétrica líquida que atravessa a área da seção transversal de um condutor, por unidade de tempo:

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (1)$$

Essa corrente é devido ao movimento de partículas carregadas no interior do condutor, denominadas portadoras de carga. Em eletrólitos, gases ionizados e em semicondutores, os portadores de carga podem estar positiva ou negativamente carregados. Entretanto, em condutores metálicos, os portadores de carga são elétrons livres da última camada atômica.

Em um condutor isolado e eletricamente neutro podem ocorrer variações locais na densidade de carga devido ao movimento aleatório dos elétrons livres, semelhante àquele das moléculas de um gás ideal. Isto produz pequenas correntes que flutuam rapidamente, mas a média da corrente total permanece nula, se considerarmos um intervalo de tempo grande em comparação com o período das flutuações.

Ao ligarmos uma pilha ou bateria (fonte) às extremidades do condutor cria-se um campo elétrico, de intensidade  $E$ , no seu interior. Este campo faz com que os elétrons livres adquiram uma velocidade média de arrastamento no sentido  $-\vec{E}$ .

Isto tem o efeito de produzir um transporte de carga estabelecendo uma corrente elétrica através do condutor. Se a carga  $\Delta q$  que atravessa a seção reta do condutor no intervalo de tempo  $\Delta t$  for constante, então a equação (1) reduz-se a:

$$i = \frac{\Delta q}{\Delta t} \quad (2)$$

Uma grandeza associada conveniente é a densidade de corrente elétrica, definida como:

$$j = \frac{i}{A}, \quad (3)$$

onde  $A$  é a área da seção reta do condutor. A densidade de corrente relaciona-se com o campo elétrico externo ao condutor pela equação:

$$E = \rho j, \quad (4)$$

onde  $\rho$  é a resistividade do material condutor.

Se mantivermos uma diferença de potencial (d.d.p.) constante  $V$  entre as extremidades de um condutor de comprimento  $L$ , o módulo do campo elétrico em seu interior será dado por:

$$E = \frac{V}{L}. \quad (5)$$

Define-se a resistência elétrica de um condutor com a razão entre a d.d.p. a ele aplicada e a corrente elétrica que nele transita:

$$R = \frac{V}{i}. \quad (6)$$

A resistência elétrica depende do material e da geometria do condutor. Essa dependência entre o comprimento e a área da seção reta de um fio de cobre é o motivo da investigação dessa prática. Para uma melhor compreensão das expressões matemáticas apresentadas acima consulte a bibliografia do curso.

## II. Situação – problema

Investigue a dependência da resistência elétrica  $R$  de um fio de cobre com o seu comprimento  $L$  e com a área da seção transversal  $A$ . Deduza a equação relacionando  $A$ ,  $L$  e  $A$  para o fio de cobre. O que significa fisicamente a constante de proporcionalidade?

## III. Materiais e equipamentos

- fio de cobre
- pilhas, baterias ou fontes de tensão
- resistor como redutor de tensão
- amperímetro.