



Física IV

Prática I

Helena Brandão Malbouisson, sala 3018A

email:

slides (modificados) do prof. Sandro Fonseca de Souza

Regras Gerais

A parte experimental dos cursos de Física IV é composta de dez práticas de laboratório, as quais são descritas neste roteiro.

Os alunos devem elaborar os gráficos correspondentes a cada uma destas práticas, os quais serão usados na avaliação da parte experimental do curso. É importante que estes gráficos sejam elaborados de acordo com as regras gerais descritas mais adiante.

Receberão nota zero os gráficos entregues fora do prazo, ou relativos a uma prática que o aluno não tenha participado ou assinado a lista de frequência. A assinatura da lista de frequência é de responsabilidade do aluno.

Ao longo do semestre serão aplicadas duas provas práticas, abrangendo todas as experiências realizadas no período.

A média final da parte experimental da disciplina (M_E), será calculada da seguinte forma:

$$M_E = \left(\frac{P_1 + P_2}{2} \right) \times F \quad (1)$$

$$F = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N p_i \cdot r_i \quad (2)$$

onde P_1 e P_2 são as notas das provas práticas de laboratório. p_i corresponde a presença na prática i , que pode assumir o valor 0, quando o aluno não comparecer à aula e o valor 1 indicando a sua presença; r_i corresponde à entrega do gráfico da prática i , que pode assumir o valor 0 ou 1 e N o número de práticas.

Existe a possibilidade do aluno recuperar apenas uma das práticas perdidas para cada das provas através de uma aula de reposição previamente definida pelo professor.

Regras Gerais

Elaboração dos gráficos e conclusões

O gráfico deve conter os pontos experimentais e a curva obtida através do método dos mínimos quadrados. Observe as unidades utilizadas, a diferença entre os pontos experimentais e os pontos usados para traçar a reta, a escala do gráfico, os valores e grandezas de cada eixo, o título do gráfico, enfim o gráfico precisa ser compreendido por alguém que não entendesse nada do conteúdo do experimento;

Além do gráfico é obrigatório apresentar suas conclusões a respeito dos resultados obtidos a partir da análise dos dados. Incluir também uma discussão dos principais erros da experiência e uma comparação com a expectativa teórica.

O gráfico é obrigatório, caso contrário, o aluno perde a presença na respectiva aula e deve ser entregue sempre até a aula seguinte.

Prova prática

Prova experimental composta por: sorteio de uma prática onde o professor avalia se o aluno é capaz de:

1. Reproduzir o experimento fazendo a preparação adequada;
2. Elaborar a análise de dados simplificada;
3. Entender, através dos conceitos físicos, as medidas realizadas.

Normas e Datas

- **PI lab: 25/09/2019**, na sala 3050F no horário da aula.
- **P2 lab: 13/11/2019**, na sala 3050F no horário da aula.
- Não há reposição da prova do lab.
- Entretanto, solicitações extraordinárias devem ser feitas por escrito na secretaria do DFNAE (3001A).
- Cada estudante receberá um formulário sobre o método dos mínimos quadrados e deverá fazer suas próprias cópias dos mesmos.

<http://dfnae.fis.uerj.br/twiki/bin/view/DFNAE/FisicaExp>

DFNAE

Jump

Search

Main | UERJ

Editar | Login

Laboratório:

[Laboratório:](#)

[Apostila:](#)

[Roteiros e material de aula:](#)

[Slides-Prof. Sandro:](#)

[Slides Professora Helena](#)

[Slides Professora Clemencia](#)

[Datas Importantes](#)

[Slides Professora Marcia](#)

[Slides Professor Helio](#)

[Material - Prof. Antonio Pereira - Lab. Física IV Turma 01 - Física Exp. Turma 10 - 2017/2 - 2018/1](#)

[Slides Profa. Patricia](#)

[Leitura Sugerida](#)

[Comentários](#)

Apostila:

* [Apostila](#)

Roteiros e material de aula:

* [Folhas de Dados](#)

* [Método dos Mínimos Quadrados](#)

Experiências

1. Intensidade Luminosa;
2. Polarização da Luz;
3. Reflexão e Refração;
4. Interferência;
5. Difração em fenda simples;
6. Rede de Difração;
7. Espectroscopia — parte A;
8. Espectroscopia — parte B;
9. Razão carga/massa do elétron;

Aula de Hoje

- Medidas, Ajustes e Gráficos;
- Métodos dos Mínimos Quadrados-MMQ.
- Exercícios

Principais fontes de erros em medidas experimentais

Erros sistemáticos

- Tem sua origem:
 - ✓ Erro da medida;
 - ✓ Falta de ajuste do instrumento de medida;
 - ✓ Calibração do instrumento.
- Exemplos:
 - ✓ Procedimento do experimentador;
 - ✓ Alinhamento incorreto do instrumento.

Erros estatísticos

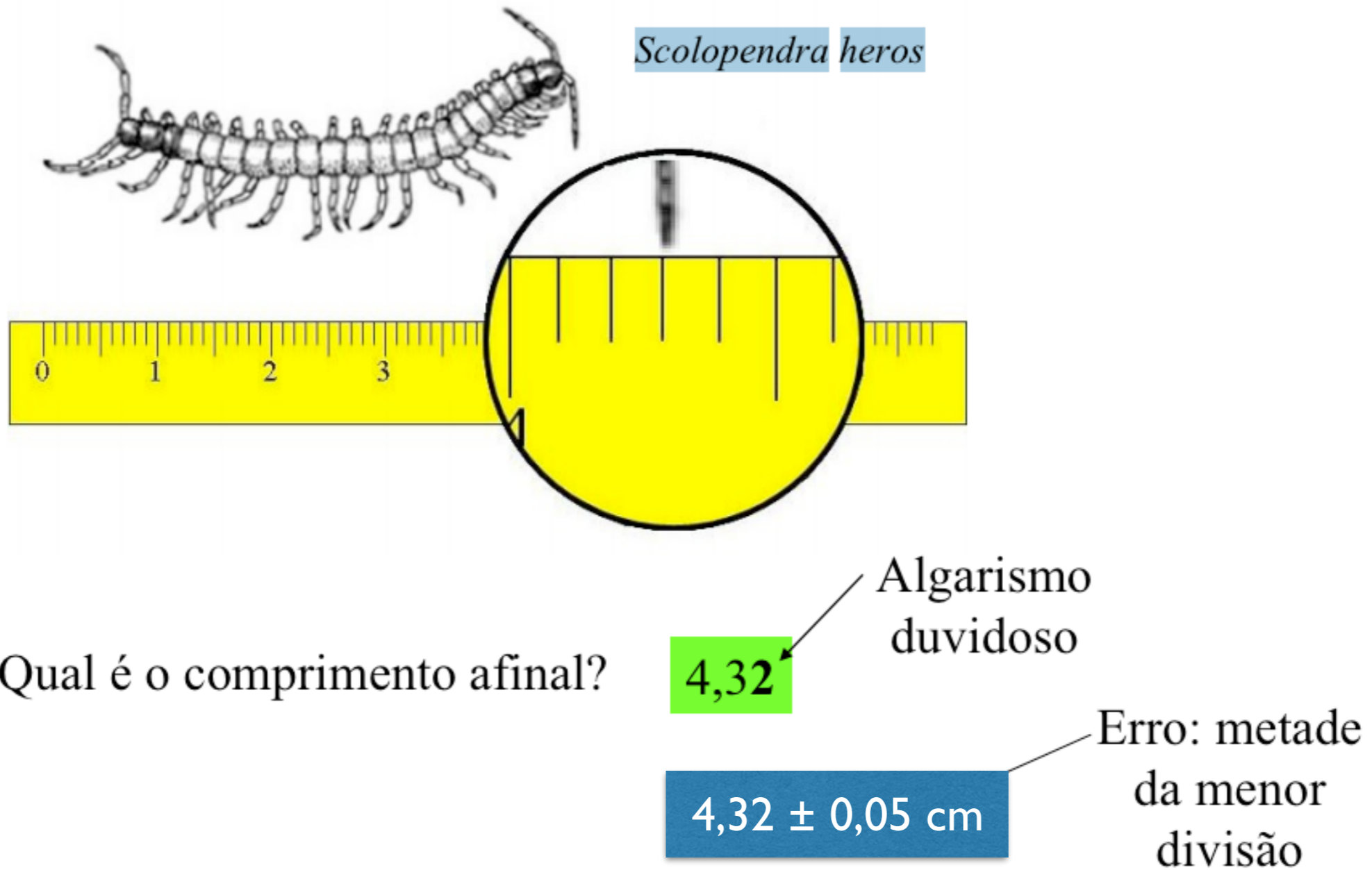
- Tem sua origem:
 - ✓ Ocorrem por variações incontrolláveis e aleatórias dos instrumentos de medida;
 - ✓ Condições externas, por exemplo:
 - ▶ Temperatura;
 - ▶ Umidade do ar;
 - ▶ Variação da rede elétrica.

Como você deve proceder com suas medidas experimentais.

- Minimizar as fontes de erros sistemáticos em suas medidas.
- De modo que restam “apenas” os erros estatísticos que podem ser tratados por métodos matemáticos.

Revisão

Algarismos Significativos



**Quais são os algoritmos
significativos?**

Algarismos Significativos

Qualquer algarismo à direita, no sentido usual de leitura, do primeiro algarismo não nulo

Exemplos:

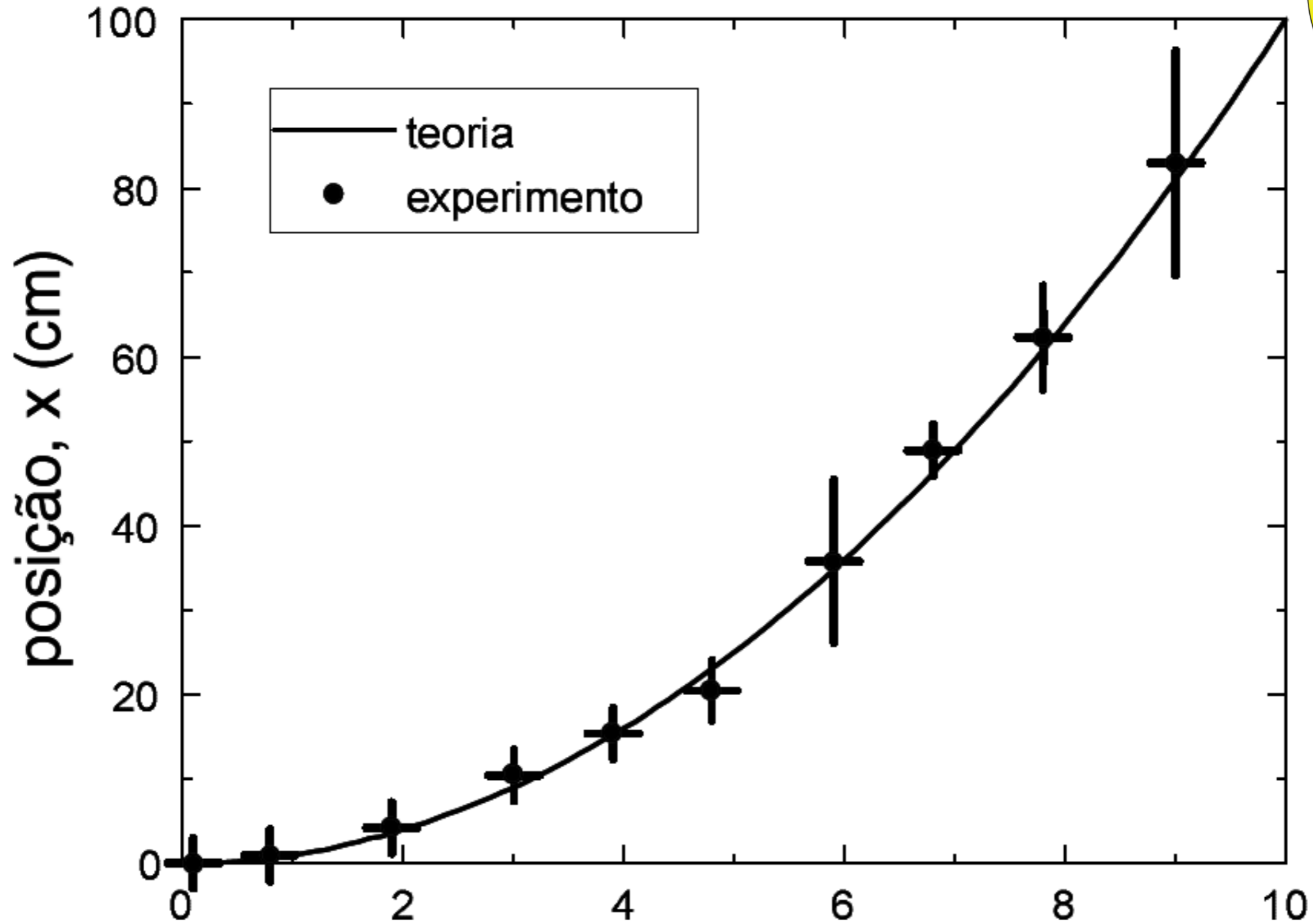
0,02	⇒ 1 algarismo significativo
0,2	⇒ 1 algarismo significativo
2	⇒ 1 algarismo significativo
2,0	⇒ 2 algarismos significativos
2,00	⇒ 3 algarismos significativos
2000	⇒ 4 algarismos significativos
$2,0 \times 10^3$	⇒ 2 algarismos significativos

Aproximações

$$N = 3,87 \mathbf{XY} \begin{cases} N = 3,88 \text{ se } X > 5 \\ N = 3,87 \text{ se } X < 5 \\ \text{Se } X = 5 \Rightarrow \begin{cases} \text{se } Y \geq 5 \text{ depois de } X \Rightarrow N = 3,88 \\ \text{se } Y < 5 \text{ depois de } X \Rightarrow N = 3,87 \end{cases} \end{cases}$$

Dominando os Gráficos

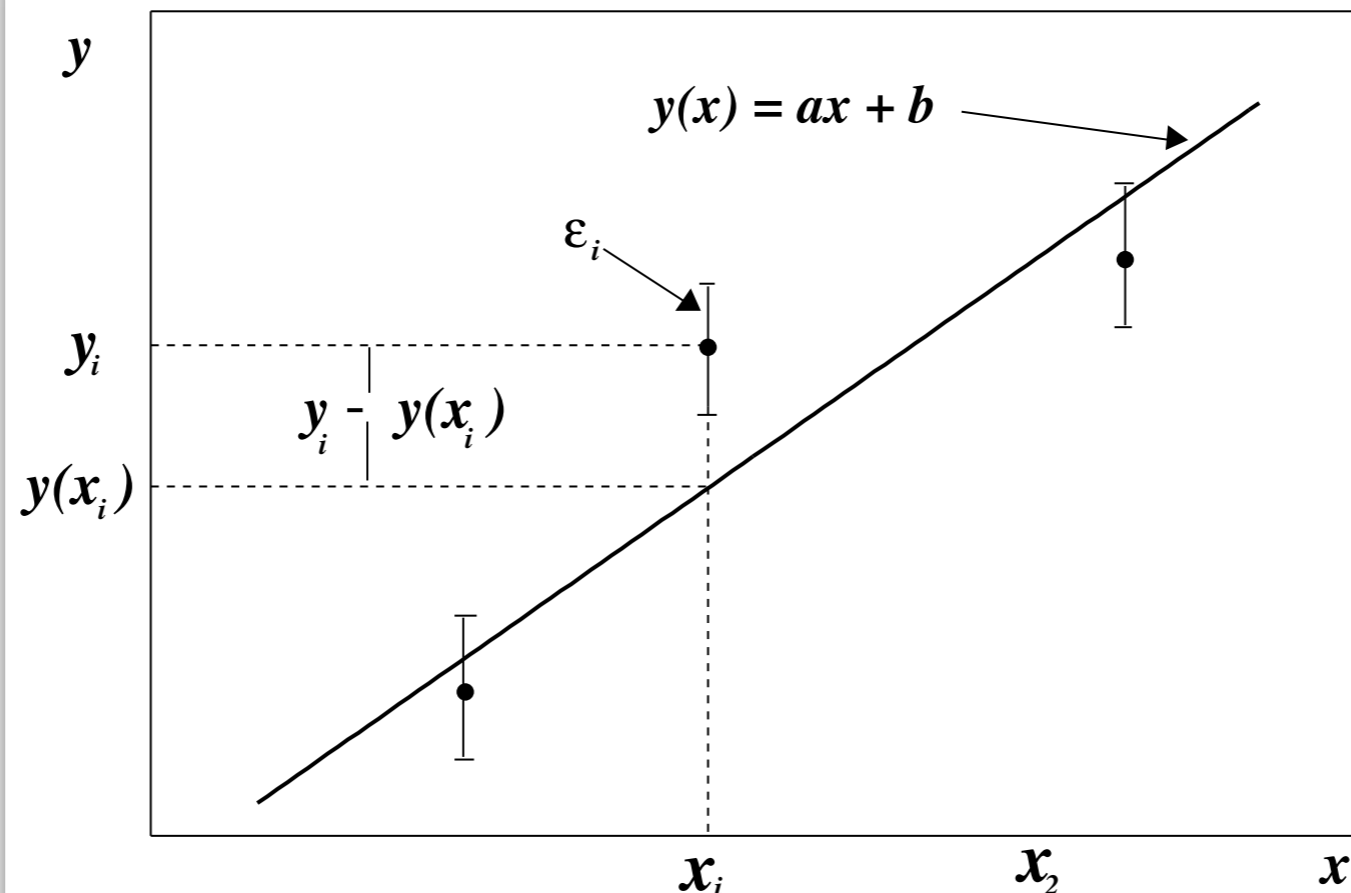
Gráficos



Ajuste de Funções

Métodos dos Mínimos Quadrados (MMQ)

- Encontrar a melhor curva regular que se ajuste aos dados experimentais.
- Pode-se usar um critério individual para traçar uma curva que se ajuste a um conjunto de dados.
- Entretanto, afim de evitar este tipo de critério, vamos utilizar o MMQ que possibilita encontrar uma curva que melhor representa um determinado conjunto de dados experimentais.



Métodos dos Mínimos Quadrados

Vamos definir uma função linear do tipo: $y' = m.x + b$

Pelo MMQ a função que melhor se ajusta ao conjunto de dados experimentais, é aquela que minimiza a soma do quadrado dos desvios,

$$\sum_{i=1}^N (y_i - y'_i)^2$$

valor
experimental

valor obtido
pela função

Métodos dos Mínimos Quadrados

Considerando todos os dados, temos que o conjunto de desvios:

$$d_i = y_i - (m \cdot x_i + b), i = 1, 2, \dots, N$$

Assim utilizando o quadrado da soma dos desvios, a soma dependerá apenas da escolha dos coeficientes da função.

$$f(m, b) = \sum_{i=1}^N d_i^2$$

$$f(m, b) = \sum_{i=1}^N [y_i - mx_i - b]^2$$

Método dos Mínimos Quadrados

$$\frac{\partial f(m, b)}{\partial m} = \frac{\partial}{\partial m} \left[\sum_{i=1}^N [y_i - mx_i - b]^2 \right] = 0$$

$$m \sum_{i=1}^N (x_i^2) + b \sum_{i=1}^N (x_i y_i)$$

$$\frac{\partial f(m, b)}{\partial b} = \frac{\partial}{\partial b} \left[\sum_{i=1}^N [y_i - mx_i - b]^2 \right] = 0$$

$$m \sum_{i=1}^N (x_i) + Nb = \sum_{i=1}^N (y_i)$$

N é o número de medidas experimentais

Estas são chamadas equações normais.

Métodos dos Mínimos Quadrados

Resolvendo o sistema de equações anteriores, temos que:

$$M_{xy} = \sum_{i=1}^N x_i \cdot y_i - \frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^N x_i \sum_{i=1}^N y_i \right) \quad m = \frac{M_{xy}}{M_{xx}} \quad M_{xx} = \sum_{i=1}^N x_i^2 - \frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^N x_i \right)^2$$

m: coeficiente angular da reta ajustada
b: coeficiente linear da reta ajustada

$$b = \frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^N y_i - m \sum_{i=1}^N x_i \right)$$

Métodos dos Mínimos Quadrados

O desvio padrão e os erros associados ao coeficiente angular (m) e linear (b) são respectivamente:

$$\sigma^2 = \frac{1}{N - 2} \sum_{i=1}^N (y_i - (m x_i + b))^2$$

$$\epsilon_m = \sqrt{\frac{\sigma^2}{M_{xx}}}$$

$$\epsilon_b = \sqrt{\frac{\sigma^2}{N M_{xx}} \sum_{i=1}^N x_i^2}$$

Usando o MMQ

Métodos dos Mínimos Quadrados

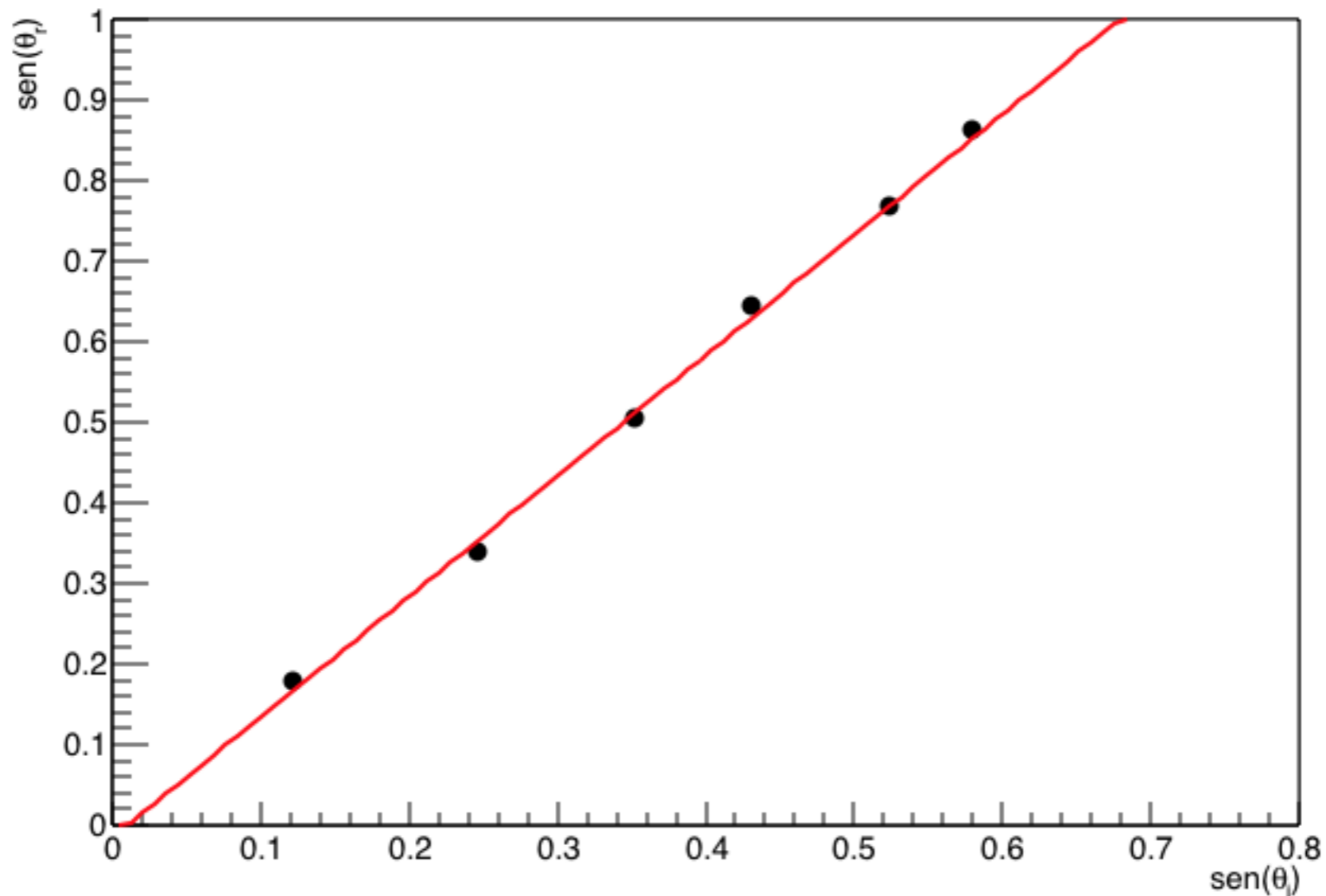
Exercício: utilize os valores das variáveis x e y da tabela abaixo e:

- monte o gráfico correspondente em papel milimetrado;
- utilizando o método dos mínimos quadrados, determine os parâmetros da reta de ajuste (coeficiente angular e linear) e suas respectivas incertezas;
- trace a reta de ajuste sobre o gráfico do item a.

N	y	x	xx	yy	x.y	Mxx	Mxy	m	b	σ^2	ϵ_m	ϵ_b
	0,174	0,122										
	0,342	0,242										
	0,500	0,350										
	0,643	0,438										
	0,766	0,522										
	0,866	0,588										
	0,940	0,649										
N	Σy	Σx	$\Sigma x.x$	$\Sigma y.y$	$\Sigma x.y$	Mxx	Mxy	m	b	σ^2	ϵ_m	ϵ_b

Métodos dos Mínimos Quadrados

Diagrama de Dispersao



Referências

- Apostila do laboratório na xerox do terceiro andar.
- Apostila online: <http://dfnae.fis.uerj.br/twiki/pub/DFNAE/FisicaExp/apostila.pdf>

Próxima Aula

- Prática I: Intensidade Luminosa.