

Universidade Federal do Pará  
Centro de Ciências Exatas e Naturais  
Departamento de Física  
Laboratório Básico I

Experiência 01 - 1ª Parte  
**TEORIA DOS ERROS**

## 1. OBJETIVO

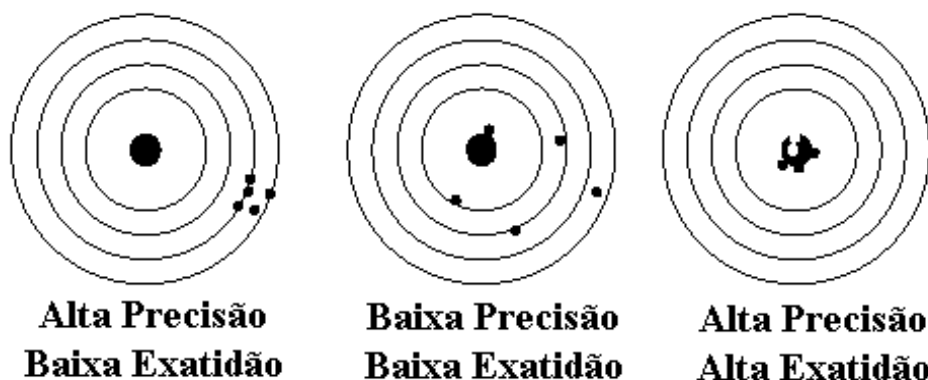
Estudar os fundamentos da *teoria dos erros*.

## 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

### 2.1. Erros Aleatórios e Sistemáticos

Na ciência e tecnologia, é fundamental a realização de medidas de grandezas físicas, tais como: comprimentos, intervalos de tempo, voltagem entre dois pontos, corrente elétrica etc. Ao efetuarmos estas medidas ocorrerão sempre erros experimentais, os quais poderão ser classificados como, **erros sistemáticos** e **erros aleatórios**.

Os **erros sistemáticos** são causados por fontes identificáveis, e, em princípio, podem ser eliminados ou compensados e fazem com que as medidas feitas estejam consistentemente acima ou abaixo do valor real, prejudicando a exatidão da medida, conforme mostra a figura 01.



**Figura 01. Precisão e exatidão em medidas.**

Os **erros sistemáticos** podem ser causados devidos:

‡ **Ao instrumento:** por exemplo, erros causados em medidas de intervalos de tempo feitas com um relógio que atrasa;

‡ **Ao método de observação:** por exemplo, medir o instante de ocorrência de um relâmpago pelo ruído do trovão associado;

‡ **Aos efeitos ambientais:** por exemplo, a medida de frequência da luz emitida por um laser, que pode depender ligeiramente da temperatura ambiente;

‡ **A simplificações do modelo teórico:** por exemplo, não incluir o efeito da resistência do ar numa medida da aceleração da gravidade baseada na medida do tempo de queda de uma bolinha de ping-pong de uma altura fixa.

*Observação:* Uma das principais tarefas do idealizador ou realizador das medidas é identificar e eliminar o maior número possíveis de erros sistemáticos.

Os **erros aleatórios** são flutuações, para mais ou para menos entorno do valor medido e com igual probabilidade. Os erros aleatórios afetam a precisão da medida. Contudo nem sempre se pode identificar os erros aleatórios.

Os erros aleatórios apresentam-se da seguinte maneira:

‡ **Método de observação:** erros devidos ao julgamento feito pelo observador ao fazer uma leitura abaixo da menor divisão de uma escala, como, por exemplo, medir o comprimento de uma folha de papel com uma régua cuja menor divisão é 1 mm com precisão na medida de 0,5 mm;

‡ **Flutuações ambientais:** mudanças não previsíveis na temperatura, voltagem da linha, correntes de ar, vibrações (por exemplo, causadas por passagem de pessoas perto do aparato experimental ou veículos nas vizinhanças).

*Observação:* os erros aleatórios podem ser tratados quantitativamente através de métodos estatísticos, portanto, devemos fazer o maior número possível de medidas de forma a minimizar seu efeito sobre o resultado experimental.

## 2.2. Tratamento estatístico de medidas com erros aleatórios

### 2.2.1. Valor mais provável

É a média aritmética das ( $n$ ) medidas ( $M$ ) efetuadas.

$$\overline{M} = \frac{M_1 + M_2 + \dots + M_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n M_i$$

### 2.2.2. Desvio

É a diferença entre o valor obtido ao medir-se uma grandeza e o valor que mais se aproxima do valor real, ou seja, o valor mais provável. Na prática se trabalha mais com desvios do que com erros. Os desvios podem ser: **Absoluto**, **Médio Absoluto** e **Relativo**.

#### 2.2.2.1. Desvio absoluto

É o tanto que a medida se desvia do valor mais provável

$$\Delta M_i = |M_i - \overline{M}|$$

### 2.2.2.2. Desvio Médio Absoluto

É a média aritmética dos desvios absolutos

$$\overline{\Delta M} = \frac{\Delta M_1 + \Delta M_2 + \dots + \Delta M_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta M_i$$

### 2.2.2.3. Desvio Relativo

É a relação entre o desvio absoluto e o valor mais provável

$$\delta M_i = \frac{\Delta M_i}{M}$$

### 2.2.3. Intervalo de Incerteza

É o intervalo em que com certeza se encontra o valor correto da grandeza

$$\overline{M} \pm \overline{\Delta M}$$

Um quadro para qualquer medida será

Operador	Medidas ( $M$ )	Desvio Absoluto ( $\Delta M$ )	Desvio Relativo ( $\delta M$ )
Operador 1			
Operador 2			
Operador 3			
Operador 4			
Operador 5			
<b>Média</b>			

## 3. BIBLIOGRAFIA

1. RESNICK, R. , HALIDAY, D. , *Fundamentos da Física*, Volumes I e II, 6ª Edição, Livros Técnicos Científicos, 1996
2. SERWAY, R. A., *Física*, Volumes I e II, , 3ª Edição, Livros Técnicos e Científicos, 1992.
3. RAMOS, Luis Antônio Macedo, *Física Experimental*, Porto Alegre, Mercado Aberto, 1984.
4. DANO, Higinio S., *Física Experimental I e II*, Caxias do Sul, Editora da Universidade de Caxias do Sul, 1985.
5. SILVA, Wilton Pereira, CLEIDE M. D. , *Tratamento de Dados Experimentais*, 2ª Edição, João Pessoa, Editora Universitária, 1998.
6. VUOLO, Jose Henrique, *Fundamentos da Teoria de Erros*, 2ª Edição, Editora Edgar BLUCHER
5. CRUZ, Carlos H. B., FRAGNATO H. L., *Guia para Física Experimental*, Instituto de Física Universidade Estadual de Campinas - Unicamp, 1997
7. GOLDEMBERG, JOSÉ, *Física Geral e Experimental*, Volume I.