



Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

**Departamento de Ciências Exatas e
Naturais**

1.2 – Teoria dos Erros

Física Para Ciências Biológicas

Prof. Roberto Claudino Ferreira

ÍNDICE

1. Elaboração de relatórios;
2. Introdução à teoria dos Erros;
3. Classificação dos erros;
4. Estimativa da incerteza;
5. Exemplos.

OBJETIVO GERAL

Entender como elaborar um relatório de aula prática, como trabalhar os princípios da Teoria dos Erros, assim como suas aplicações práticas.

Elaboração de Relatórios

I. Pontos Relevantes:

1. Estar dentro das normas da ABNT;
2. Sobre o tamanho: Relatório extenso não é sinônimo de qualidade;
3. Sobre a linguagem: Deve ser técnica e adequada;
4. Sobre o tempo verbal: Usar o passado, pois todos os episódios descritos já ocorreram.

Elaboração de Relatórios

II. Capa do Relatório:

1. Título da prática;
2. Disciplina;
3. Nomes dos autores;
4. Nome do Professor;
5. Data;
6. Local;
7. Turma.

Elaboração de Relatórios

III. **Índice:** Lista dos tópicos abordados;

IV. **Objetivos:**

1. Série de frases curtas que destaquem as metas a serem alcançadas com o experimento.

V. **Fundamentos Teóricos:**

1. Teoria usada para a realização da prática ou solução do problema.

VI. **Material e Esquema de Prática:**

1. Lista de materiais;
2. Lista de equipamentos ou instrumentos;
3. Desenho com esquema da montagem utilizada.

Elaboração de Relatórios

VII. Procedimento Experimental:

Apresentação da sequência de realização da prática.

VIII. Resultados e Discussões:

Apresentação dos resultados obtidos, organizados em forma de tabelas e gráficos.

IX. Conclusões:

Recapitula-se a motivação para o experimento, e faz-se uma discussão dos resultados obtidos em função da previsão dos fundamentos teóricos, comentando-se a metodologia utilizada e as prováveis fontes de erros.

Elaboração de Relatórios

X. Bibliografia:

Lista das fontes consultadas para a elaboração do relatório.

XI. Apêndice:

Opcional.

Introdução à Teoria dos Erros

De modo geral podemos representar os resultados experimentais assim:

$$M = (m \pm \Delta m) \text{Unidade}$$

Onde M = Grandeza Física;

m = valor numérico para essa grandeza;

Δm = Incerteza ou erro experimental.

A incerteza deve ter no máximo 2 algarismos significativos.

Ex: $(4,58 \pm 0,05) \text{ m}$

INCERTEZA



Classificação dos Erros.

1. **Erro sistemático:** Afeta o resultado sempre em um sentido. Ex: Calibração de uma balança.
2. **Erro de escala:** Ocorre devido ao limite de precisão do instrumento de medida. Ex: Uma régua graduada em milímetros, apresenta erros bem maior que em micrômetro.
3. **Erro aleatório:** Afeta o resultado ora aumentando ora diminuindo o resultado. Ex: Variação de temperatura.

Estimativa da Incerteza.

Não podemos eliminar completamente a presença de incertezas em procedimentos experimentais, mas podemos estimá-los.

O erro total sobre um resultado experimental é dado por:

$$\Delta m = E_e + E_a$$

E_e = Denota o erro de escala;

E_a = Denota o erro aleatório;

Estimativa da Incerteza.

Erro de escala:

a. Instrumento Analógico de baixa precisão.

Exemplo: Régua

$$E_e = \pm \frac{\text{Menor Divisão da Escala}}{2}$$

b. Instrumento Digital, ou analógico de alta precisão:

Exemplo: Paquímetro.

$$E_e = \pm \text{Menor Divisão da Escala}$$

Estimativa da Incerteza.

Erro aleatório:

1. Realiza-se N medições da grandeza x .
2. Calcula-se a média destas N medições: $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$
3. Calcula-se o desvio de cada medida em relação à média: $\Delta x_i = x_i - \bar{x}$
4. Calcula-se o desvio padrão σ : $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\Delta x_i)^2}{(N-1)}}$
5. Encontra-se o erro aleatório.

$$E_a = \frac{\sigma}{\sqrt{N}} \quad \text{ou juntando 4 com 5: } E_a = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\Delta x_i)^2}{N(N-1)}}$$

6. Por fim para estimar a incerteza:

$$\Delta m = E_e + E_a$$

1º Problema:

Ao realizar um experimento, um físico se deparou com a necessidade de medir o volume de um sólido de formato esférico. Ele realizou 10 medições do diâmetro da esfera e depois encontrou as 10 medidas do raio da esfera que estão relacionadas na tabela abaixo. Calcule o raio desta esfera com sua incerteza, sabendo que o equipamento de medição utilizado foi um paquímetro de precisão = 0,05 mm. Valores medidos para o raio:

1ª - 49,99 mm	6ª - 49,97 mm
2ª - 50,00 mm	7ª - 50,02 mm
3ª - 49,96 mm	8ª - 49,91 mm
4ª - 49,92 mm	9ª - 49,90 mm
5ª - 49,95 mm	10ª - 50,04 mm

2º Problema:

As medidas de comprimento e largura de uma chapa retangular, estão listadas na tabela abaixo. Calcule o valor do comprimento e largura desta chapa assim como suas incertezas, sabendo que o equipamento de medição utilizado foi um paquímetro de precisão = 0,05 mm. Valores medidos na chapa:

1ª - 13,99 mm	1ª - 4,54 mm
2ª - 14,01 mm	2ª - 4,52 mm
3ª - 13,96 mm	3ª - 4,55 mm
4ª - 13,95 mm	4ª - 4,53 mm
5ª - 13,95 mm	5ª - 4,56 mm
6ª - 13,97 mm	6ª - 4,57 mm
7ª - 13,98 mm	7ª - 4,53 mm
8ª - 14,02 mm	8ª - 4,54 mm
9ª - 13,92 mm	9ª - 4,55 mm
10ª - 14,00 mm	10ª - 4,56 mm

Propagação dos erros.

1. Soma: $(\bar{x} \pm \Delta\bar{x}) + (\bar{y} \pm \Delta\bar{y}) = (\bar{x} + \bar{y}) \pm (\Delta\bar{x} + \Delta\bar{y})$
2. Subtração: $(\bar{x} \pm \Delta\bar{x}) - (\bar{y} \pm \Delta\bar{y}) = (\bar{x} - \bar{y}) \pm (\Delta\bar{x} + \Delta\bar{y})$
3. Multiplicação: $(\bar{x} \pm \Delta\bar{x}).(\bar{y} \pm \Delta\bar{y}) = (\bar{x}.\bar{y}) \pm (\bar{y}\Delta\bar{x} + \bar{x}\Delta\bar{y})$
4. Divisão:
$$\frac{(\bar{x} \pm \Delta\bar{x})}{(\bar{y} \pm \Delta\bar{y})} = \frac{\bar{x}}{\bar{y}} \pm \frac{1}{\bar{y}^2} . (\bar{x}.\Delta\bar{y} + \bar{y}.\Delta\bar{x})$$

3º Problema:

Na medida experimental de uma chapa de metal retangular encontrou-se os seguintes resultados:

Comprimento = $(2,0 \pm 0,05)$ cm.

Largura = $(1,5 \pm 0,06)$ cm.

Calcular a área da chapa levando em consideração a propagação do erro.

4º Problema:

Em relação aos problemas 1º e 2º, calcule o volume da esfera e a área da chapa com suas respectivas incertezas.