

 INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAHIA	Física Experimental I Atividade: Tratamento Estatístico de Dados
--	--

INTRODUÇÃO

Tendo em mente o conteúdo exposto nas aulas preparatórias e informações complementares passadas durante a apresentação do presente roteiro, vamos realizar uma atividade que exercite e comprove alguns tópicos relacionados com a análise estatística de dados.

OBJETIVOS

- Exercitar os conteúdos relacionados com a análise estatística de dados, e
- Testar as expressões teóricas usadas para o cálculo de propagação de erros.

MATERIAL UTILIZADO

- Calculadora científica em modo de cálculo estatístico,
- Material de apoio (apostilas e vídeos) divulgados no mural virtual da turma, e
- Dados obtidos a partir medidas de diâmetro (cm) e massa (g) das bolinhas de gude.

RESUMO DAS BASES TEÓRICAS

Considere X uma grandeza física qualquer e x o valor de uma dada medida de tal grandeza, tal que os valores obtidos em N medidas pertencem ao conjunto:

$$x \in \{x_1, x_2, \dots, x_N\}. \quad (1)$$

Assim, a média $\bar{x}$, o desvio padrão da média $\sigma_{\bar{x}}$, e o desvio padrão da medida σ_x são dados por:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^N \frac{x_i}{N} \quad \sigma_{\bar{x}} = \sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{(x_i - \bar{x})^2}{N(N-1)}} \quad \sigma_x = \sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{(x_i - \bar{x})^2}{(N-1)}} \quad \sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma_x}{\sqrt{N}} \quad (2)$$

Cabe salientar que σ_x corresponde diretamente ao valor de σ_{n-1} cujo cálculo é usualmente disponível em calculadoras científicas e planilhas eletrônicas. Portanto, $\sigma_{\bar{x}}$ deve ser calculado dividindo-se σ_{n-1} pela raiz quadrada do número de medidas, ou amostras.

De forma equivalente, sendo Z uma grandeza física que pode ser expressa como uma função de outras duas grandezas físicas, X e Y , ou seja, $z = f(x, y)$, obtém-se que:

$$\bar{Z} = f(\bar{x}, \bar{y}) \quad \text{e} \quad \sigma_z = \sqrt{\left[\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right) \sigma_x\right]^2 + \left[\left(\frac{\partial f}{\partial y}\right) \sigma_y\right]^2}, \quad (3)$$

onde as derivadas devem ser calculadas nos pontos $x = \bar{x}$ e $y = \bar{y}$. Além disso, salienta-se que σ_z , σ_x e σ_y podem representar tanto o desvio padrão da média como desvio padrão da medida.

TÓPICOS PRINCIPAIS DO PROCEDIMENTO

1. Efetue as medidas de diâmetro, usando um paquímetro, e massa, utilizando uma balança digital, e construa uma tabela contendo as N medidas do diâmetro e massa correspondentes a N bolinhas de gude distintas. Observe com cuidado as unidades requeridas, ou seja, diâmetro dado em centímetros (cm) e massa dada em gramas (g). Registre os dados em uma tabela, tal como a mostrada na página seguinte. Adote $N = 30$ medidas.

2. Calcule a média, o desvio padrão da média e o desvio padrão da medida da massa e do diâmetro, usando as expressões (2), e registre os dados de massa e diâmetro de cada bolinha de gude, em uma tabela, tal como mostrado a seguir.

Tabela 1: Modelo de tabela para o registro dos dados.

Nº	m (g)	D (cm)	V (cm ³)	ρ (g/ cm ³)
1				
2				
3				
4				
5				
.				
.				
.				
N				

$$\bar{m} = \text{_____ g} \quad \sigma_{\bar{m}} = \text{_____ g} \quad \sigma_m = \text{_____ g}$$

$$\bar{D} = \text{_____ cm} \quad \sigma_{\bar{D}} = \text{_____ cm} \quad \sigma_D = \text{_____ cm}$$

3. Tanto para o diâmetro quanto para a massa das bolinhas de gude, indique claramente os intervalos onde uma nova medida (uma medida N+1, hipotética) e uma nova média (obtido de um novo experimento hipotético) deveriam ser encontradas, levando em conta um grau de confiabilidade de 68.26% para tais estimativas. Comente o significado disto.
4. Tanto para o diâmetro quanto para a massa das bolinhas de gude, indique claramente os intervalos onde uma nova medida (uma medida N+1, hipotética) e uma nova média (obtido de um novo experimento hipotético) deveriam ser encontradas, levando em conta um grau de confiabilidade de 99.73% para tais estimativas. Comente o significado disto.
5. Calcule o volume V e a densidade ρ de cada bolinha de gude usando as expressões abaixo. Registre os valores obtidos nas colunas correspondentes da tabela acima.

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{\pi D^3}{6} \quad \text{onde } r = \frac{D}{2} \quad \text{e} \quad \rho = \frac{m}{V} = \frac{6m}{\pi D^3} \quad (4)$$

6. Calcule a média, o desvio padrão da média e o desvio padrão da medida do volume e da densidade e registre os valores obtidos. Compare a densidade média obtida com a do vidro.

$$\bar{V} = \text{_____ cm}^3 \quad \sigma_{\bar{V}} = \text{_____ cm}^3 \quad \sigma_V = \text{_____ cm}^3$$

$$\bar{\rho} = \text{_____ g/cm}^3 \quad \sigma_{\bar{\rho}} = \text{_____ g/cm}^3 \quad \sigma_{\rho} = \text{_____ g/cm}^3$$

7. Com base nas expressões (3) comentadas na página anterior, obtenha as expressões para a média e o desvio padrão de V e ρ como função da média e o desvio padrão de m e D. Aplique tais expressões e calcule:

$$\bar{V} = \text{_____ cm}^3 \quad \sigma_{\bar{V}} = \text{_____ cm}^3 \quad \sigma_V = \text{_____ cm}^3$$

$$\bar{\rho} = \text{_____ g/cm}^3 \quad \sigma_{\bar{\rho}} = \text{_____ g/cm}^3 \quad \sigma_{\rho} = \text{_____ g/cm}^3$$

8. Compare os valores para a média e o desvio padrão de V e ρ obtidos nos itens 6 e 7. Eles são iguais? Qual a diferença entre eles? Tais diferenças são aceitáveis? Comente a validade de ambas as abordagens e aponte fontes das possíveis divergências.

SUGESTÕES PARA REFERENCIAS

- Apostilas sobre teoria de erros (UFBA e UNICAMP) – Ver <http://physika.info>
- Apostila do INMETRO sobre unidades de medida – Ver <http://physika.info>
- Manual da calculadora CASIO fx-82MS – Ver <http://physika.info>

FOLHA PARA REGISTRO DOS DADOS EM AULA

Medida nº	Diâmetro (cm)	Massa (g)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		

Observação: Para a elaboração da tabela de dados indicada nos passos 1 e 2 (tabela 1), referente ao cálculo do volume e densidade de cada esfera, é possível utilizar a planilha Excel disponível em <http://physika.info>.