

Consideraciones para el análisis de datos en los cursos de laboratorio de Física

Héctor F. Hernández G.

7 de junio de 2024

Consideraciones para el análisis de datos en los cursos de laboratorio de Física

Héctor F. Hernández G.

7 de junio de 2024

- En este capítulo se explorarán los tipos de errores en las mediciones experimentales.
- Se discutirán estrategias para minimizar y cuantificar estos errores.
- Además, se introducirán métodos para calcular incertidumbres.
- Ejemplo: Medición de longitud con diferentes instrumentos.

- **Exactitud:** Concordancia entre el valor “verdadero” y el medido.
- **Precisión:** Concordancia entre medidas realizadas en condiciones iguales.
- **Sensibilidad:** Valor mínimo medible por un aparato.

Tipos de Errores en las Mediciones

- **Errores sistemáticos:** Afectan resultados en una misma dirección. Causas: defectos en instrumentos, errores personales, condiciones ambientales, método empleado.
- **Errores casuales o accidentales:** Producto de fuentes incontrolables, afectan aleatoriamente el valor medido.
- **Errores de precisión:** Determinados por la resolución del aparato de medida.

$$x = x_0 \pm \Delta x \quad [\text{unidades}] \quad (1)$$

- x_0 : valor de la medida.
- Δx : incertidumbre o error de la medida.

Error Absoluto y Error Relativo

- **Error Absoluto:** $\Delta x = |x - x_0|$
- **Error Relativo:** $\varepsilon = \frac{\Delta x}{x_0}$
- **Error Porcentual:** $\varepsilon \times 100 \%$

- **Mediciones Directas:** Medidas obtenidas directamente del aparato.
- **Mediciones Indirectas:** Determinadas a partir de otras magnitudes medidas directamente.

- **Valor Medio Aritmético:** $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$
- **Error Medio Absoluto:** $\overline{\Delta x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta x_i$
- **Error Relativo:** $\varepsilon_x = \frac{\overline{\Delta x}}{\bar{x}}$
- **Error Porcentual:** $\varepsilon_{\%} = \varepsilon_x \times 100$

- **Desviación Estándar:** $\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$
- **Error Probable:** $\varepsilon_p = 0,674\sigma$

Ejemplo: Medición del Diámetro de un Tubo

- Diámetro medido 5 veces con un vernier:
- $d = [1,780, 1,780, 1,780, 1,790, 1,790] \text{ cm}$
- Diámetro promedio: $\bar{d} = 1,784 \text{ cm}$
- Dispersión: $D = 1,79 - 1,78 = 0,01$
- Dispersión porcentual: $D_{\%} = \frac{0,01}{1,784} \times 100 = 0,6 \%$

Histograma de Medidas

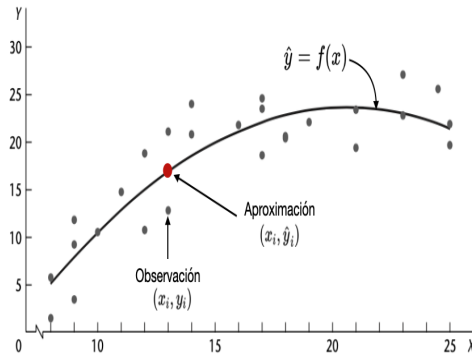


Figura: Histograma para los datos del diámetro del tubo.

- **Suma y Resta:** $\Delta M = \Delta X + \Delta Y$
- **Multiplicación y División:** $\varepsilon_r = \frac{\Delta X}{X} + \frac{\Delta Y}{Y}$
- **Función Potencial:** $\varepsilon_r = n \frac{\Delta X}{X}$

- **Método del Binomio:** $\varepsilon_r = a \frac{\Delta X}{X} + b \frac{\Delta Y}{Y} + c \frac{\Delta Z}{Z} + d \frac{\Delta T}{T}$

- **Método de las Derivadas Parciales:**

$$\Delta M = \left| \frac{\partial M}{\partial X} \right| \Delta X + \left| \frac{\partial M}{\partial Y} \right| \Delta Y + \left| \frac{\partial M}{\partial Z} \right| \Delta Z + \left| \frac{\partial M}{\partial T} \right| \Delta T$$

① Calcule el error relativo y el error porcentual en G para una varilla cilíndrica:

- $L = (104,2 \pm 0,1) \text{ cm}$
- $R = (0,03005 \pm 0,00003) \text{ cm}$
- $k = (9,92 \pm 0,02) \times 10^3 \text{ dyn cm}$

② Encuentre el perímetro y el área de una plancha metálica:

- Largo: $L = (53,154 \pm 0,3) \text{ cm}$
- Ancho: $A = (12,5 \text{ cm})$ con 4 % de error

③ Dada la ecuación:

$$M = 4\pi^2 \frac{\theta}{T^2 - T_0^2} \quad (2)$$

④ Escriba correctamente las expresiones de los siguientes resultados:

- $9,5 \pm 0,081$
- $2,317 \pm 0,762$
- $62,01 \pm 0,035$
- $105 \times 10^2 \pm 1 \times 10^3$
- $3,452 \pm 0,09$
- $95 \times 10^{-3} \pm 1 \times 10^{-4}$

Ejercicio 1: Cálculo del Error en el Módulo de Rigidez (G)

- **Datos:**

- $L = (104,2 \pm 0,1) \text{ cm}$
- $R = (0,03005 \pm 0,00003) \text{ cm}$
- $k = (9,92 \pm 0,02) \times 10^3 \text{ dyn cm}$

- **Fórmula:**

$$G = \frac{2Lk}{\pi R^4} \quad (3)$$

- **Errores Relativos:**

$$\frac{\Delta G}{G} = \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta k}{k} + 4 \frac{\Delta R}{R} \quad (4)$$

$$\frac{\Delta G}{G} = \frac{0,1}{104,2} + \frac{0,02}{9,92} + 4 \frac{0,00003}{0,03005} \quad (5)$$

$$\frac{\Delta G}{G} \approx 0,001 + 0,002 + 0,004 \quad (6)$$

- **Valor de G:**

$$G = \frac{2 \times 104,2 \times 9,92 \times 10^3}{\pi \times (0,03005)^4} \approx 1,15 \times 10^9 \text{ dyn/cm}^2 \quad (7)$$

- **Error Absoluto:**

$$\Delta G \approx 0,007 \times 1,15 \times 10^9 \approx 8,05 \times 10^6 \text{ dyn/cm}^2$$

Ejercicio 2: Perímetro y Área de una Plancha Metálica

- **Datos:**

- Largo: $L = (53,154 \pm 0,3) \text{ cm}$
- Ancho: $A = 12,5 \text{ cm}$ con 4 % de error

- **Perímetro:**

$$P = 2(L + A) = 2(53,154 + 12,5) = 131,308 \text{ cm} \quad (10)$$

- **Error en el Perímetro:**

$$\Delta P = 2(\Delta L + \Delta A) = 2(0,3 + 0,5) = 1,6 \text{ cm} \quad (11)$$

$$P = 131,3 \pm 1,6 \text{ cm} \quad (12)$$

- **Área:**

$$A = L \times A = 53,154 \times 12,5 = 664,425 \text{ cm}^2 \quad (13)$$

- **Error en el Área:**

$$\frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta A}{A} \quad (14)$$

$$\frac{\Delta A}{664,425} = \frac{0,3}{53,154} + 0,04 \quad (15)$$

$$\Delta A \approx 26,5 \text{ cm}^2 \quad (16)$$

Ejercicio 3: Error Relativo en M

- **Ecuación:**

$$M = 4\pi^2 \frac{\theta}{T^2 - T_0^2} \quad (18)$$

- **Error Relativo:**

$$\frac{\Delta M}{M} = \frac{\Delta \theta}{\theta} + 2 \left(\frac{\Delta T}{T} + \frac{\Delta T_0}{T_0} \right) \quad (19)$$

Ejercicio 4: Expresiones Correctas

- $9,5 \pm 0,081 \rightarrow 9,50 \pm 0,08$
- $2,317 \pm 0,762 \rightarrow 2,3 \pm 0,8$
- $62,01 \pm 0,035 \rightarrow 62,01 \pm 0,04$
- $105 \times 10^2 \pm 1 \times 10^3 \rightarrow 105 \times 10^2 \pm 1 \times 10^2$
- $3,452 \pm 0,09 \rightarrow 3,45 \pm 0,09$
- $95 \times 10^{-3} \pm 1 \times 10^{-4} \rightarrow 95 \times 10^{-3} \pm 0,1 \times 10^{-3}$