



Universidad de Buenos Aires - Exactas
departamento de física

Laboratorio 1

1er Cuatrimestre 2025

Laboratorio 1C: martes 14-20 hs

**Lucía Famá, Federico Trupp, Camila Borrazás,
Juan Sangiorgio, Lara Barreiro**

NUESTRO OBJETIVO!!!

Obtener una expresión VÁLIDA del resultado de una MF

Resultado

Intervalo de Confianza

$$\bar{x} - \Delta x \leq x \leq \bar{x} + \Delta x$$

Expresión

$$x = (\bar{x} \pm \Delta x) \text{ Ud.}$$

Clase de Medición

$\bar{x}$: Valor más representativo (x_0)
 Δx : Incerteza Absoluta

Fuentes de
incertezas

Mediciones Directas (MD)

Mediciones Indirectas (MI)

Mediciones Directas (MD)

**VALOR MÁS
REPRESENTATIVO**

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

1- Pesa la fuente de incerteza
INSTRUMENTAL

**INCERTEZA
ABSOLUTA**

$$\Delta x = ?$$

**Fuentes de
incertezas**

2- Pesa la fuente de
incerteza **ACCIDENTAL**

Mediciones Directas (MD)

1- Pesa la fuente de incerteza INSTRUMENTAL

**VALOR MÁS
REPRESENTATIVO**

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

*Orienta la Tabla
(Clase 1)*

**INCERTEZA
ABSOLUTA**

$$\Delta x = \sigma_{ap}$$

$$x = (\bar{x} \pm \sigma_{ap}) \text{ Ud.}$$

Mediciones Directas (MD)

2- Pesa la fuente de incerteza ACCIDENTAL

Valor más representativo

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

**Desviación Estándar
Error de una medida**

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

Error del promedio

$$\sigma_e = \frac{S}{\sqrt{N}}$$

Si tomo N medidas:

Δx será igual al que resulte mayor entre σ_e y σ_{ap}

- **Si tomamos 1 NUEVA MEDIDA**, la probabilidad de encontrarla en el intervalo de confianza $[\bar{x} - S, \bar{x} + S]$ será de **~ 68%**
- **Si realizamos 1 NUEVA SERIE DE MEDIDAS**, la probabilidad de encontrar el valor más representativo $\bar{x}_i$ de la nueva serie en el intervalo de confianza $[\bar{x} - \sigma_e, \bar{x} + \sigma_e]$ será de **~ 68%**

REPASO

¿Varían $\bar{x}$, S , σ_e con la variación de N , cómo varía?



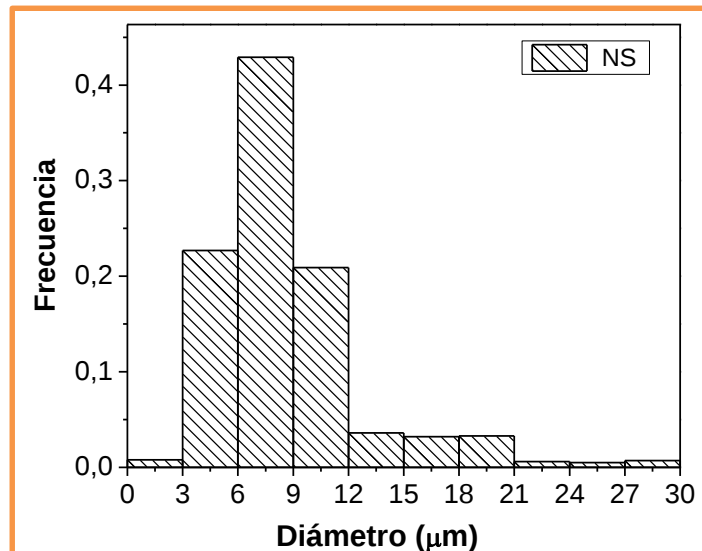
¿Qué representa S en un experimento, con qué se relaciona?



¿Cuál es la probabilidad que una nueva medición se encuentre en el intervalo de confianza $\bar{x} - S \leq x \leq \bar{x} + S$?



¿Sé hacer
histogramas
superpuestos?



Mediciones Directas (MD)

3: Otros posibles casos ...

¿Cuánto mide el diámetro del tronco?

- Deberíamos tomar medidas a lo largo del tronco:

**VALOR MÁS
REPRESENTATIVO**

$$\bar{D} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N D_i$$

**INCERTEZA
ABSOLUTA**

$$\Delta D = \frac{D_{Max} - D_{min}}{2}$$



Objetivos de la clase de hoy

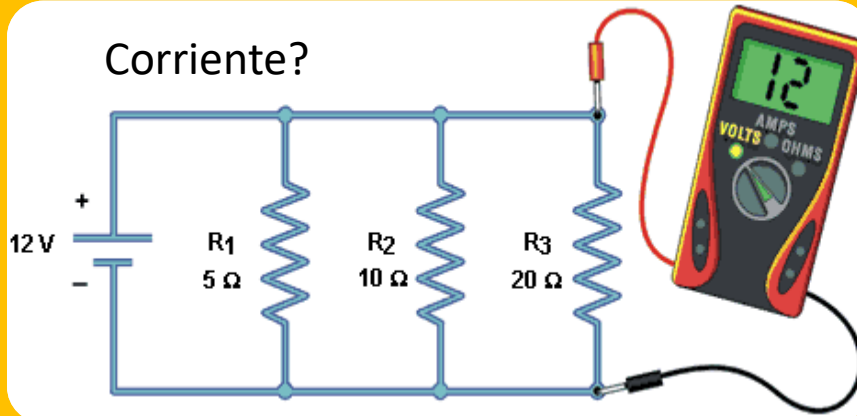
Obtener **una expresión válida** de una MF determinada a partir de **Mediciones Indirectas**

Determinar el **volumen** de un objeto mediante diferentes métodos

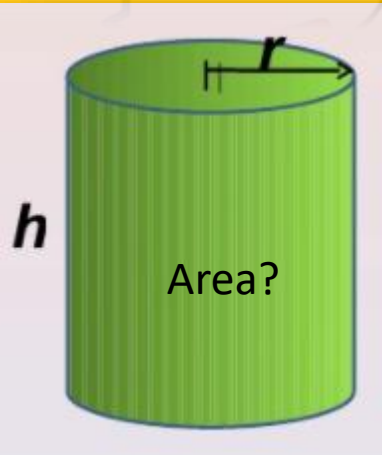
Aprender a usar **nuevos instrumentos** de medición de longitud

Mediciones Indirectas (MI)

Corriente?



Aceleración?



Indirectas (MI)

La medida deseada se obtiene a partir de un proceso matemático sobre otras medidas

Ej.: superficie de un cuerpo a partir de la medida de sus lados.

OBTENER EL VOLUMEN DE UN OBJETO MEDIANTE DIFERENTES MÉTODOS

- Determinar el **volumen de un objeto mediante diferentes métodos utilizando el criterio de mediciones indirectas.**

RECUERDEN QUE ESTO SIGNIFICA QUE DEBEN OBTENER UNA EXPRESIÓN VÁLIDA DE V .

PARA ELLO, SIEMPRE DEBEN OBTENER EL VALOR MÁS REPRESENTATIVO DE V ($\bar{V}$) Y SU ERROR ABSOLUTO (ΔV).

Mediciones Indirectas (MI)

Mediciones Indirectas (MI)

Valor de una MF determinada en forma indirecta

$$W = f(x, y, z, \dots)$$

$$x = (x_0 \pm \Delta x) \text{ Ud.}$$

$$y = (y_0 \pm \Delta y) \text{ Ud.}$$

$$z = (z_0 \pm \Delta z) \text{ Ud.}$$

$\vdots$

$x, y, z \dots$ variables
independientes

$$W = (W_0 \pm \Delta W) \text{ Ud.}$$

Valor más representativo

Error Absoluto

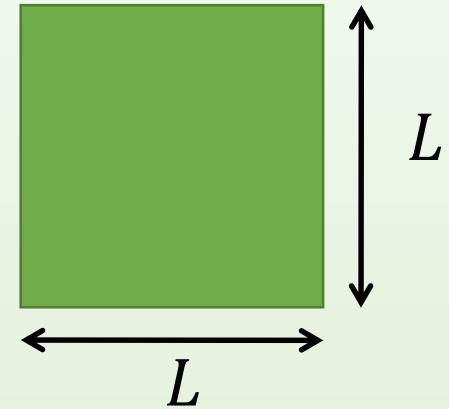
Podemos tratar de estimar el valor de una MF

Supongamos el ejemplo del Área de un cuadrado

ÁREA de un cuadrado $A = L^2 \quad (1)$

MIDO L : $L = (L_0 \pm \Delta L) \text{ Ud.}$

$$A = (A_0 \pm \Delta A) \text{ Ud.}$$



Valor más
representativo



$$A_0 = L_0^2$$



$$A_0 = A(L_0)$$



Incerteza
Absoluta???

Reemplazar en Eq. (1) el valor
más representativos de L

Podemos tratar de estimar el valor de una MF

Supongamos el ejemplo del Área de un cuadrado

ÁREA de un cuadrado $A = L^2 \quad (1)$

MIDO L : $L = (L_0 \pm \Delta L) \text{ Ud.}$

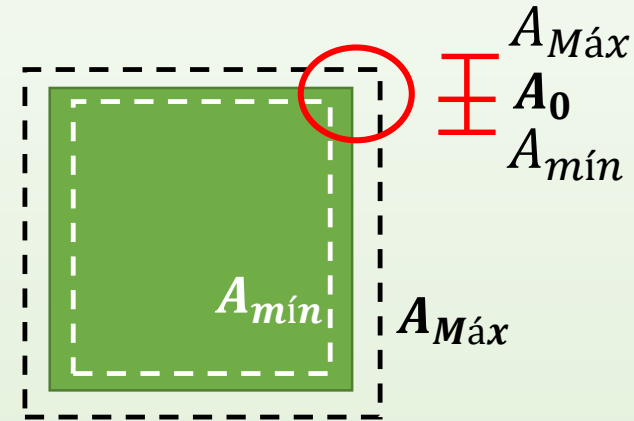
$A = (A_0 \pm \Delta A) \text{ Ud.}$

Valor más representativo A_0

$$A_0 = \frac{A_{Máx} + A_{mín}}{2} = \frac{(L_0 + \Delta L)^2 + (L_0 - \Delta L)^2}{2}$$

$$A_0 = \frac{L_0^2 + 2L_0\Delta L - 2L_0\Delta L + L_0^2}{2} = \frac{2L_0^2}{2}$$

$A_0 = L_0^2$



$$A_0 - \Delta A \leq A \leq A_0 + \Delta A$$

$$A_{mín} \leq A \leq A_{Máx}$$

Podemos tratar de estimar el valor de una MF

Supongamos el ejemplo del Área de un cuadrado

ÁREA de un cuadrado $A = L^2 \quad (1)$

MIDO L : $L = (L_0 \pm \Delta L) \text{ Ud.}$

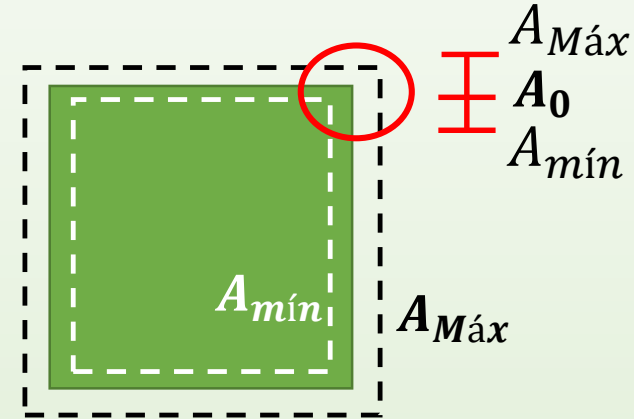
$A = (A_0 \pm \Delta A) \text{ Ud.}$

Error Absoluto ΔA

$$\Delta A = \frac{A_{Máx} - A_{mín}}{2} = \frac{(L_0 + \Delta L)^2 - (L_0 - \Delta L)^2}{2}$$

$$\Delta A = \frac{4L_0\Delta L + \cancel{2\Delta L^2}}{2} = 2L_0\Delta L$$

$\Delta A = 2L_0\Delta L$



$$A_0 - \Delta A \leq A \leq A_0 + \Delta A$$

$$A_{mín} \leq A \leq A_{Máx}$$

**RESULTADO del
ÁREA del cuadrado**

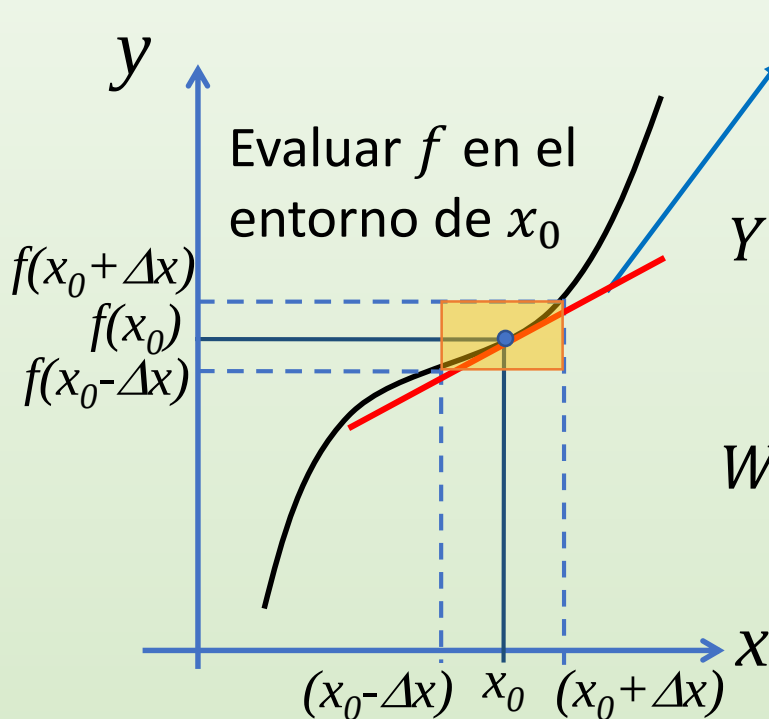
$A = (L_0^2 \pm 2L_0\Delta L) \text{ Ud.}$

Supongamos que queremos determinar el valor de una MF
 W que depende de 1 MF

$$W = f(x)$$

$$W = (W_0 \pm \Delta W) \text{ Ud.}$$

$$x = (x_0 \pm \Delta x) \text{ Ud.}$$



Recta tangente a f en x_0



$$Y = f(x_0) + f(x_0)'(x - x_0)$$

$$W = f(x) \approx f(x_0) + \underbrace{\frac{df}{dx}\bigg|_{x_0}}_{\Delta x} \underbrace{(x - x_0)}_{\Delta x}$$

$$\Delta W^2 = \left(\frac{df(x)}{dx} \bigg|_{x_0} \right)^2 \Delta x^2$$

$$W_0 = f(x_0)$$

Ej. del Caso del área del cuadrado: **W depende de 1 MF x**

AREA de un cuadrado

$$A = (A_0 \pm \Delta A) Ud.$$

$$A = L^2 \quad (1)$$

$$L = (L_0 \pm \Delta L) Ud.$$

Valor más representativo

$$W_0 = f(x_0)$$



$$A_0 = f(L_0)$$

$$A_0 = L_0^2$$

Error Absoluto

$$\Delta W^2 = \left(\left. \frac{df(x)}{dx} \right|_{x_0} \right)^2 \Delta x^2$$



$$\Delta A^2 = \left(\left. \frac{dA}{dL} \right|_{L_0} \right)^2 \Delta L^2$$

$$\Delta A^2 = (2L_0)^2 \Delta L^2 \Rightarrow \Delta A = 2L_0 \Delta L$$

RESULTADO del
AREA del cuadrado

$$A = L_0^2 \pm 2L_0 \Delta L$$

Ej. del Caso del área del cuadrado: **W depende de 1 MF x**

AREA de un cuadrado

$$A = (A_0 \pm \Delta A) \text{ Ud.}$$

$$A = L^2$$

$$L = (15,3 \pm 0,1) \text{ cm}$$

Valor más representativo

$$A_0 = A(L_0)$$



$$A_0 = A(15,3)$$

$$A_0 = 15,3^2 = 234,09 \text{ cm}$$

Error Absoluto

$$\Delta A^2 = \left(\left. \frac{dA(L)}{dL} \right|_{L_0} \right)^2 \Delta L^2$$



$$\Delta A^2 = \left(\left. \frac{dA}{dL} \right|_{15,3} \right)^2 0,1^2$$

$$\Delta A^2 = (2 * 15,3)^2 0,1^2 \rightarrow \Delta A = 3,06 \text{ cm}$$

Expresión del Resultado
con 2 cifras significativas

$$A = (234,1 \pm 3,1) \text{ cm}$$

Supongamos que queremos estimar el resultado

Ej. SUMA

$$L = a + b \quad (2)$$

$$a = (a_0 \pm \Delta a) \text{ Ud.}$$

$$b = (b_0 \pm \Delta b) \text{ Ud.}$$

$$L = (L_0 \pm \Delta L) \text{ Ud.}$$

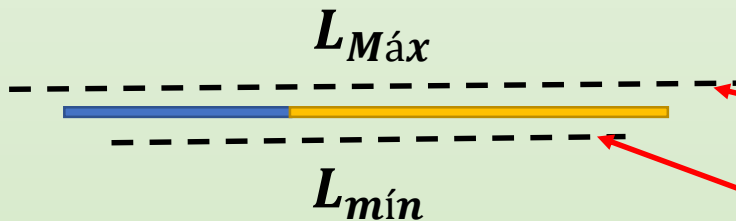
$$L_0 - \Delta L \leq L \leq L_0 + \Delta L$$

$$a_0 - \Delta a \leq a \leq a_0 + \Delta a$$

$$b_0 - \Delta b \leq b \leq b_0 + \Delta b$$



$$L_{\text{mín}} \leq L \leq L_{\text{Máx}}$$



$$L_{\text{Máx}} = (a_0 + \Delta a) + (b_0 + \Delta b)$$

$$L_{\text{mín}} = (a_0 - \Delta a) + (b_0 - \Delta b)$$

$$b_{\text{mín}} = b_0 - \Delta b$$

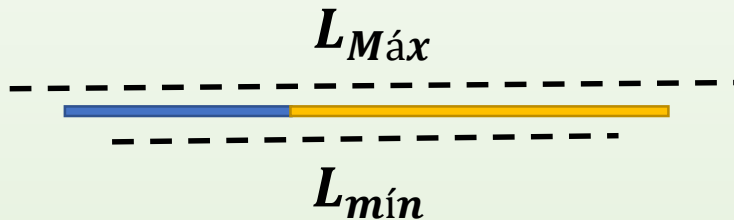


$$b_{\text{Máx}} = b_0 + \Delta b$$

Puedo Estimar el valor de L

Supongamos que queremos estimar el resultado

Ej. SUMA $L = a + b \quad (2)$



$$L_{mín} \leq L \leq L_{Máx}$$

$$L_{Máx} = (a_0 + \Delta a) + (b_0 + \Delta b)$$

$$L_{mín} = (a_0 - \Delta a) + (b_0 - \Delta b)$$

Valor más representativo L_0

$$L_0 = \frac{L_{Máx} + L_{mín}}{2} = \frac{(a_0 + \cancel{\Delta a}) + (b_0 + \cancel{\Delta b}) + (a_0 - \cancel{\Delta a}) + (b_0 - \cancel{\Delta b})}{2}$$

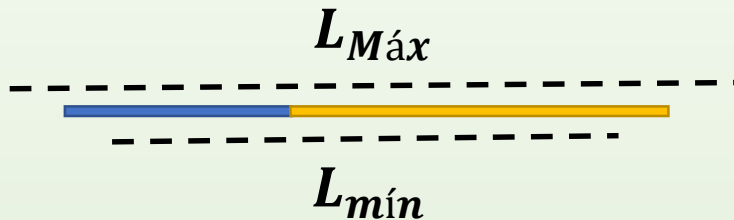
$$L_0 = \frac{2(a_0 + b_0)}{2} \Rightarrow L_0 = a_0 + b_0 = L(a_0, b_0)$$

Reemplazar en Eq. (2)
los valores más
representativos de
 a y de b

Estimemos un posible valor de L

Por ej.: **SUMA** de dos MF

$$L = a + b \quad (2)$$



$$L_{mín} \leq L \leq L_{Máx}$$

$$L_{Máx} = (a_0 + \Delta a) + (b_0 + \Delta b)$$

$$L_{mín} = (a_0 - \Delta a) + (b_0 - \Delta b)$$

Error Absoluto ΔL

$$\Delta L = \frac{L_{Máx} - L_{mín}}{2} = \frac{(\cancel{a_0} + \Delta a + \cancel{b_0} + \Delta b) - (\cancel{a_0} - \Delta a + \cancel{b_0} - \Delta b)}{2}$$

$$L_0 = \frac{2(\Delta a + \Delta b)}{2}$$



$$\Delta L = \Delta a + \Delta b$$

Difiere del cálculo, pero es una posible estimación!!!

Casos comunes: Incerteza en MI que podemos aproximar

$$A = (A_0 \pm \Delta A) \text{ Ud.}$$

Sumas y Restas:

$$A = B + C$$

$$A_0 = B_0 + C_0$$

$$\Delta A = \Delta B + \Delta C$$

$$A = B - C$$

$$A_0 = B_0 - C_0$$

$$\Delta A = \Delta B + \Delta C$$

Supongamos que queremos determinar el valor de una MF
 W que depende de 2 MF x, y

$$W = f(x, y)$$

$$W = (W_0 \pm \Delta W) \text{ Ud.}$$

$$x = (x_0 \pm \Delta x) \text{ Ud.}$$

$$y = (y_0 \pm \Delta y) \text{ Ud.}$$

x, y son variables
independientes

Desarrollo de Taylor

$$W = f(x, y) \approx f(x_0, y_0) + \left. \frac{\partial f}{\partial x} \right|_{x_0, y_0} (x - x_0) + \left. \frac{\partial f}{\partial y} \right|_{x_0, y_0} (y - y_0) + \dots$$

$x \approx x_0$
 $y \approx y_0$

Δx

Δy

Derivada parcial respecto
de la variable x

Derivada parcial respecto de la
variable x , evaluada en x_0 e y_0

Supongamos que queremos determinar el valor de una MF
 W que depende de 2 MF x, y

$$W = f(x, y) \approx f(x_0, y_0) + \underbrace{\left. \frac{\partial f}{\partial x} \right|_{x_0, y_0} (x - x_0) + \left. \frac{\partial f}{\partial y} \right|_{x_0, y_0} (y - y_0)} + \dots$$

$$W_0 = f(x_0, y_0)$$

$$\Delta W = \sqrt{\left(\left. \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} \right|_{x_0, y_0} \right)^2 \Delta x^2 + \left(\left. \frac{\partial f(x, y)}{\partial y} \right|_{x_0, y_0} \right)^2 \Delta y^2}$$

¿Si calculo con las fórmulas la suma de dos variables?

SUMA de dos MF

$$L = a + b \quad (2)$$

$$a = (a_0 \pm \Delta a) \text{ Ud.}$$

$$b = (b_0 \pm \Delta b) \text{ Ud.}$$

$$L = (L_0 \pm \Delta L) \text{ Ud.}$$

**Valor más
representativo**

$$L_0 = L(a_0, b_0)$$



$$L_0 = a_0 + b_0$$

**Incerteza
Absoluta**

$$\Delta L^2 = \left(\left. \frac{\partial L(a, b)}{\partial a} \right|_{a_0, b_0} \right)^2 \Delta a^2 + \left(\left. \frac{\partial L(a, b)}{\partial b} \right|_{a_0, b_0} \right)^2 \Delta b^2$$

$$\Delta L^2 = 1 \cdot \Delta a^2 + 1 \cdot \Delta b^2$$



$$\Delta L = \sqrt{\Delta a^2 + \Delta b^2}$$

Valor de una MF determinada en forma indirecta

$$W = f(x, y, z, \dots) \longrightarrow W = (W_0 \pm \Delta W) \text{ Ud.}$$

$$x = (x_0 \pm \Delta x) \text{ Ud.}$$

$$y = (y_0 \pm \Delta y) \text{ Ud.}$$

$$z = (z_0 \pm \Delta z) \text{ Ud.}$$

⋮

$x, y, z \dots$ variables
independientes

$$W_0 = f(x_0, y_0, z_0, \dots)$$

$$\Delta W = \sqrt{\left(\left.\frac{\partial f(x, y, \dots)}{\partial x}\right|_{x_0, y_0, \dots}\right)^2 \Delta x^2 + \left(\left.\frac{\partial f(x, y, \dots)}{\partial y}\right|_{x_0, y_0, \dots}\right)^2 \Delta y^2 + \dots}$$

OBTENER EL VOLUMEN DE UN OBJETO MEDIANTE DIFERENTES MÉTODOS

- Determinar el **volumen de un objeto mediante diferentes métodos utilizando el criterio de mediciones indirectas.**

RECUERDEN QUE ESTO SIGNIFICA QUE DEBEN OBTENER UNA EXPRESIÓN VÁLIDA DE V .

PARA ELLO, SIEMPRE DEBEN OBTENER EL VALOR MÁS REPRESENTATIVO DE V ($\bar{V}$) Y SU ERROR ABSOLUTO (ΔV).

Mediciones Indirectas (MI)

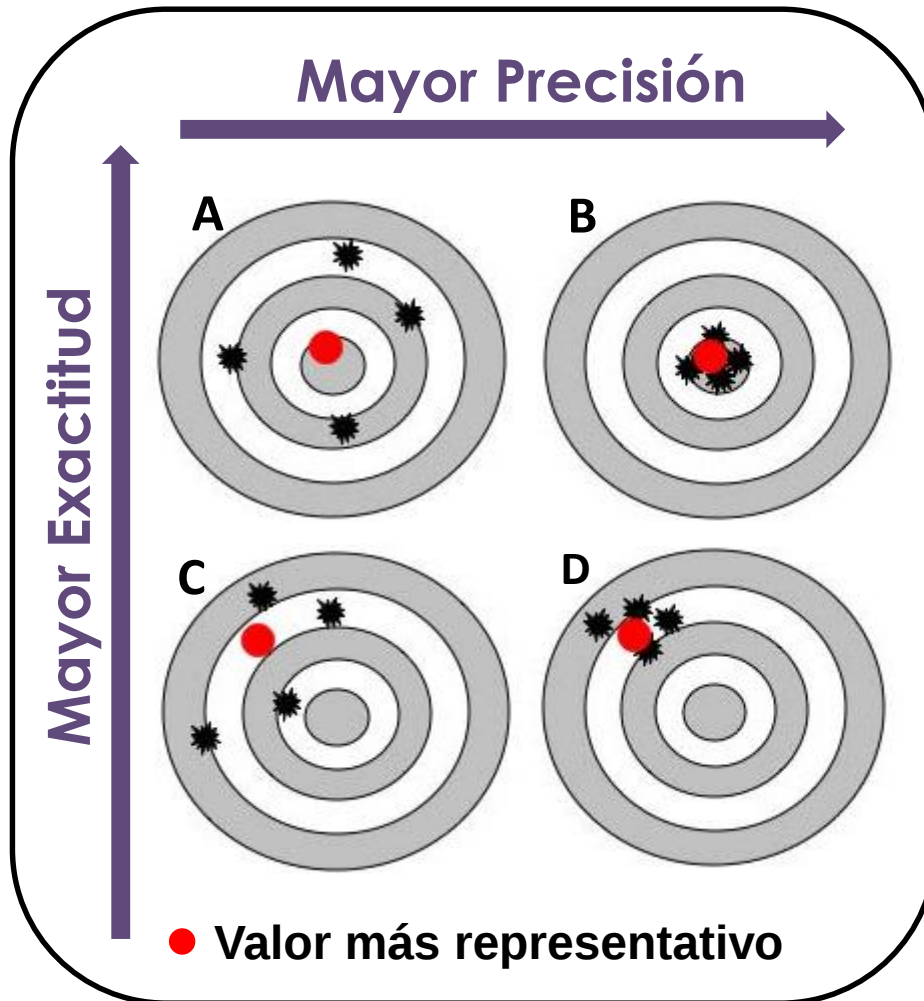
OBTENER EL VOLUMEN DE UN OBJETO MEDIANTE DIFERENTES MÉTODOS

- **Determinar el volumen de un objeto mediante diferentes métodos utilizando el criterio de mediciones indirectas.**

**Posibles
Métodos**

¿Cómo comparo Resultados de una misma MF?

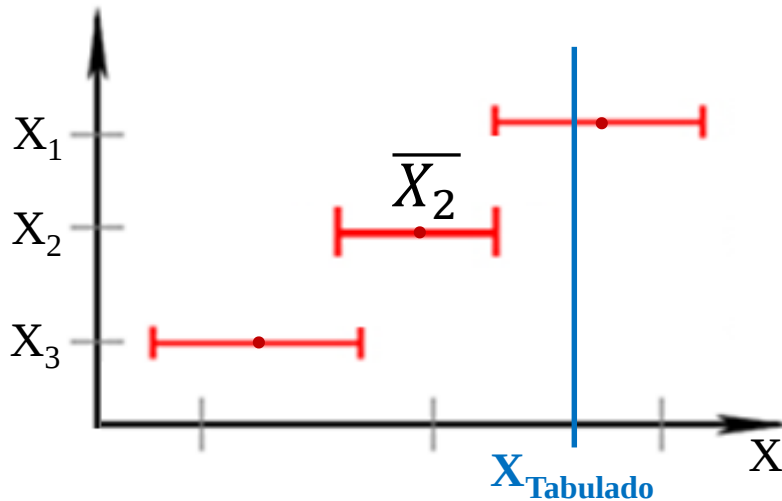
Exactitud y Precisión



A y C son MENOS PRECISOS
que B y D

C y D son MENOS EXACTOS
que A y B

¿Cómo comparo Resultados de una misma MF?



Precisión:

Se evalúan los intervalos de confianza (que es lo mismo que evaluar ΔX) de las diferentes medidas.

El resultado con menor valor de ΔX será el más preciso.

Para pensar

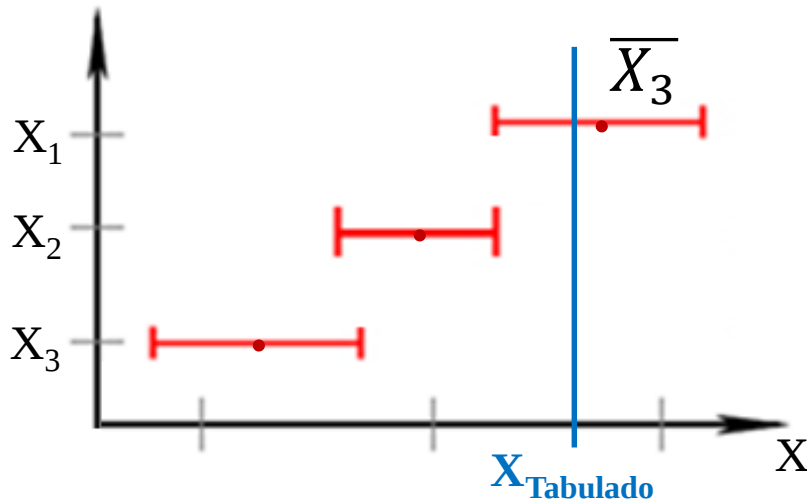
$$g_1 = 9,81 \pm 0,07$$

$$g_2 = 9,73 \pm 0,03$$

$$g_3 = 9,99 \pm 0,35$$

¿Qué resultado es más preciso?

¿Cómo comparo Resultados de una misma MF?



Exactitud:

Se evalúa la cercanía del valor más representativo ($\bar{X}$) de las diferentes medidas con el valor tabulado

El resultado con $\bar{X}$ más cercano al X_{Tabulado} será el más exacto

Para pensar

$$g_1 = 9,81 \pm 0,07$$

$$g_2 = 9,73 \pm 0,03$$

$$g_3 = 9,99 \pm 0,35$$

¿Qué resultado es más exacto

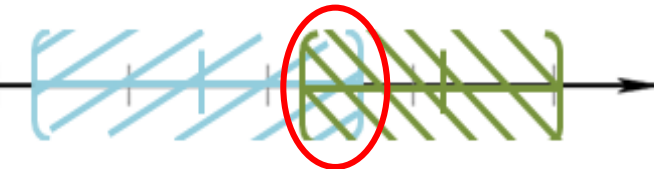
si $g_{\text{tabulado}} = 9,80665 \text{ m/s}^2$?

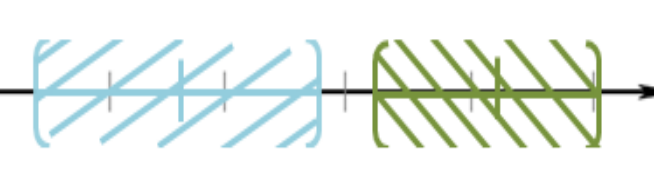
Diferencias Significativas

MÉTODO GRÁFICO: Sirve para comparar más de 2 resultados al mismo tiempo

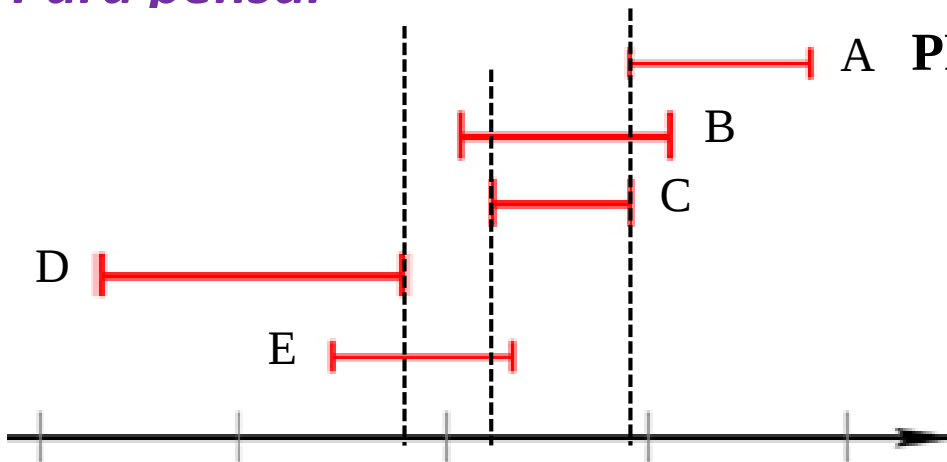
 $A = \bar{A} \pm \Delta A$

 $B = \bar{B} \pm \Delta B$

Si $A \cap B \neq \emptyset$  $\Rightarrow$ A y B **NO PRESENTAN** Diferencias Significativas

Si $A \cap B = \emptyset$  $\Rightarrow$ A y B **SÍ PRESENTAN** Diferencias Significativas

Para pensar



Comparando D con A, B y C:

PRESENTAN diferencias significativas

$$D \cap A = \emptyset, D \cap B = \emptyset \text{ y } D \cap C = \emptyset$$

¿Qué ocurre entre D y E?

¿Y entre A y B, A y C, y A y E?

¿Y entre B y C, y B y E?

Diferencias Significativas

MÉTODO CON FÓRMULA: Se puede usar de a pares de resultados

$$A = \bar{A} \pm \Delta A \quad B = \bar{B} \pm \Delta B$$

$$\text{Si } |\bar{A} - \bar{B}| \leq \Delta A + \Delta B$$

$\Rightarrow$

A y B **NO PRESENTAN**
Diferencias Significativas

Para pensar

$$A = 2,278 \pm 0,023$$

$$B = 1,964 \pm 0,019$$

$$C = 2,11 \pm 0,34$$

Comparando A con B. Presentan diferencias significativas, porque:

$$|\bar{A} - \bar{B}| = 0,314 \quad \text{y} \quad \Delta A + \Delta B = 0,042$$

Como $0,314 > 0,042 \quad \Rightarrow$ A y B presentan diferencias significativas

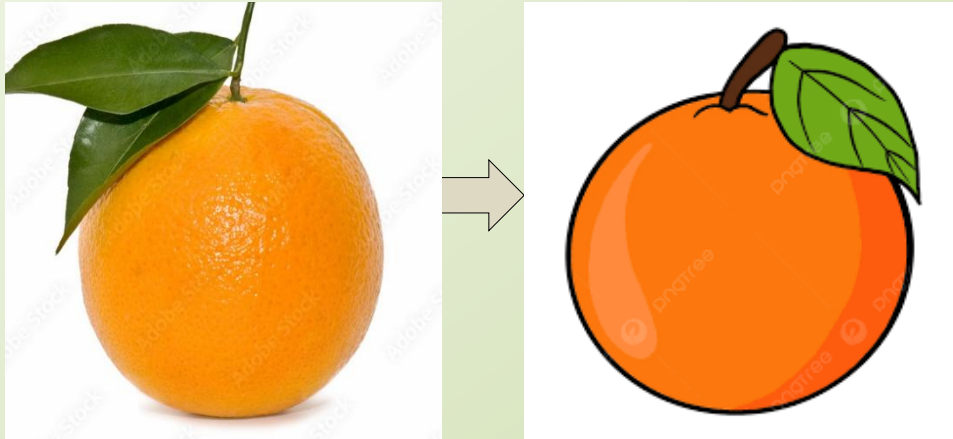
¿Qué ocurre entre B y C? ¿Y entre A y C?

CONFIABILIDAD

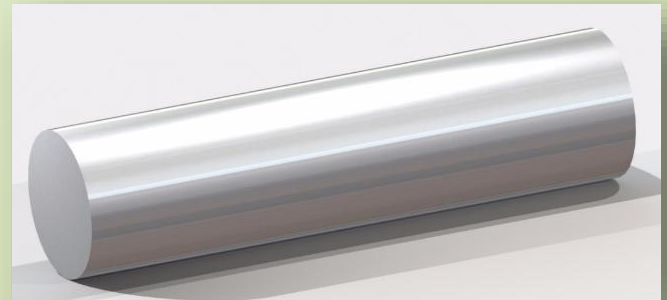
¿Cómo sabemos si una medición es confiable?

Debemos cuestionarnos sobre: el método, instrumento, objeto, observador... **EVALUAR LAS HIPÓTESIS EMPLEADAS!!**

Uso como hipótesis que la naranja es ovalada



Uso datos que no medí



Barra de aluminio
¿Es aluminio puro?

INFORME 1

ENTREGA EN EL CAMPUS EN FORMATO PDF

MARTES 15 DE ABRIL

HASTA LAS 12 HORAS

ELABORACIÓN DE INFORMES

Formato

Plantilla Informe de Laboratorio

Como se escribe un informe de Laboratorio, *Ernesto Martinez*

- ❖ **Título**
- ❖ **Autores, mails, nombre de la comisión**
- ❖ **Resumen**
- ❖ **1. Introducción**
- ❖ **2. Desarrollo experimental**
- ❖ **3. Resultados y discusión**
- ❖ **4. Conclusiones**
- ❖ **Apéndice**
- ❖ **Referencias**

- **Título**
- **Nombres** de los autores, **dirección** de mails de los autores

Título del trabajo

Nombre1 Apellido1, Nombre2 Apellido2, Nombre3 Apellido3

mail@integrante1, mail@integrante2, mail@integrante3

- **Resumen**

Un **Resumen** que en forma breve describa cuál es el objetivo del trabajo, cómo se llevó a cabo y qué resultó de la experiencia (suele tener alrededor de 100-200 palabras).

NO VAN: Ecuaciones, Figuras, Tablas, ni Referencias

1. Introducción

Las herramientas para comprender el marco teórico de la experiencia. Ecuaciones que se utilizarán. Citas bibliográficas. Figuras o Tablas teóricas.

Al final de la introducción indicar, en forma clara y concisa, el **objetivo** de la práctica.

¿Qué podría ir en la Introducción de este informe?

→ Medición indirecta concepto general, Ecuación del valor más representativo y de la incerteza absoluta **GENERAL teórica**. Descripción de los métodos de comparación de resultados (sólo los que usan).

Último párrafo SIN título:

El objetivo de este trabajo consistió en

2. Desarrollo experimental

Se **describe el sistema experimental y la metodología** usada para llevar a cabo el experimento. **El instrumental utilizado y su precisión**, y la forma de obtener las incertezas de las variables empleadas.

Se incluye una **figura que represente el dispositivo experimental**. Se describe en la figura qué es cada cosa!

Se cuenta qué análisis realizó y con qué programa. **NO especifique cálculos intermedios ni coloque resultados.**

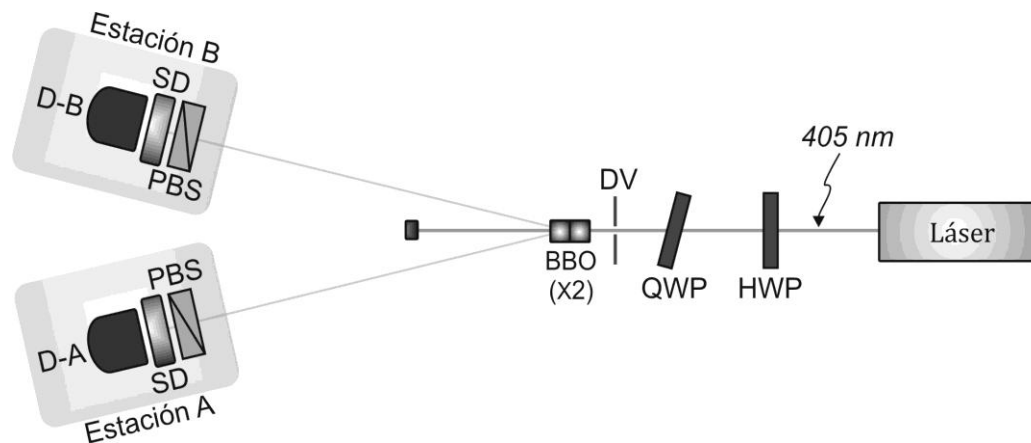


Figura 1. Esquema de LEYENDA.

2. Desarrollo experimental ¿Qué podría ir en este informe?

- **Describir** el objeto y los **3 métodos** empleados para obtener el Volumen. Colocar las fórmulas de cada método. **No poner cuentas intermedias.**

Aclarar cómo se midió cada variable independiente brevemente: con qué **instrumento y la precisión** del instrumento.

- Incluir una figura/foto que represente el objeto que midieron con la leyenda debajo. **NO coloquen fotos o esquemas de balanza, calibre, probeta, etc...** se toman como conocido.

3. Resultados y discusión

Se deben incluir los resultados obtenidos y la discusión de los mismos. Incluye figuras, y/o tablas para comparación de resultados. Debe estar acompañado de texto antes de mostrar los resultados y luego conteniendo la discusión de los mismos.

NO colocar cuentas intermedias

3. Resultados y discusión

¿Qué podría ir en este informe?

→ Muestren la **figura** de los resultados de V . **NO colocar la tabla de datos de las variables medidas ni escribir los valores de V en el texto!**

→ **Discusión de la figura.**
Comparación de resultados:
diferencias significativas, precisión y confianza de los métodos.

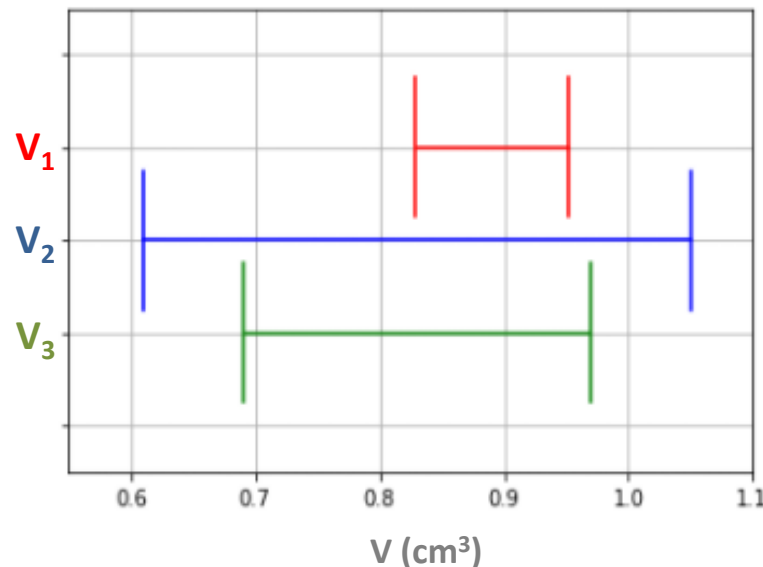


Figura 2. Epígrafe

- **Discutir las fuentes de incertezas** que condujeron a estos comportamientos.
- Analizar **cómo influye la incerteza absoluta** de cada variable independiente ($x, y, \dots$) **en la incerteza absoluta de V**
- **NO** colocar las cuentas intermedias de propagación en el texto (Colocarlas en un Apéndice para que veamos que aprendieron).

- **4. Conclusiones**

Se describe lo más relevante de las discusiones que realizaron relacionadas con los objetivos, las hipótesis cumplidas o no, y lo observado en el experimento.

- **Apéndice**

Información complementaria para mejorar la comprensión de algún concepto, que en el cuerpo principal del informe distraerían la atención del lector. En este caso, les pedimos que coloquen las cuentas de propagación de errores.

- **Referencias**

Numeradas y entre corchetes. Siempre estar citadas en el texto

[1] Y. Shen, *The principles of nonlinear optics*, John Wiley and Sons, USA (2003).

[2] D. Baird, *Experimentación*, Prentice-Hall Hispanoamericana, México (1991).

[3] M. Alonso, E. J. Finn, *Física Vol. I: Mecánica*, Fondo Educativo Interamericano, México (1986).

[4] Oriel Instruments. URL: <http://ecee.colorado.edu/~mcleod/pdfs/AOL/labs/10030.pdf>

→ **Las Ecuaciones:** van numeradas entre paréntesis y centradas

$$x(t) = x_0 + v(t - t_0) \quad (1)$$

→ **Referencias:** se citan en el texto entre corchetes [], numeradas y luego se colocan en la sección Referencias

Probablemente la gigante roja más famosa sea Betelgeuse la cual se puede ver directamente sin ayuda de instrumentos, su diámetro es del tamaño de la órbita del planeta Júpiter y se localiza en la constelación de Orión a 310 A.L. de la Tierra [3].

→ **Figuras:** numeradas, citadas en el texto. Con una leyenda **debajo de la figura**. Todos los **Gráficos, fotos, dibujos, ... SON FIGURAS**

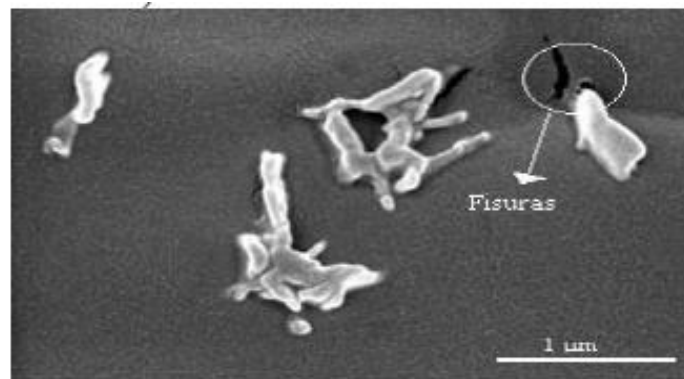


Figura 2. Micrografías SEM de la superficie de fractura del material compuesto con polvo de ajo. Aumento 20000X.

Tabla 8. Composiciones de mezclas

Nº	Almidón (%)	Glicerina (%)	Agua (%)
1	80	0	20
2	80	10	10
3	80	15	5
4	80	20	0

→ **Tablas:** numeradas, citadas en el texto. La leyenda va **arriba de la Tabla**

Tablas y Figuras se numeran en forma independiente