



universidad de buenos aires - exactas  
departamento de Física

# **INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA EXPERIMENTAL**

## **MEDICIÓN DE UNA MAGNITUD FÍSICA**

### **INCERTIDUMBRES**

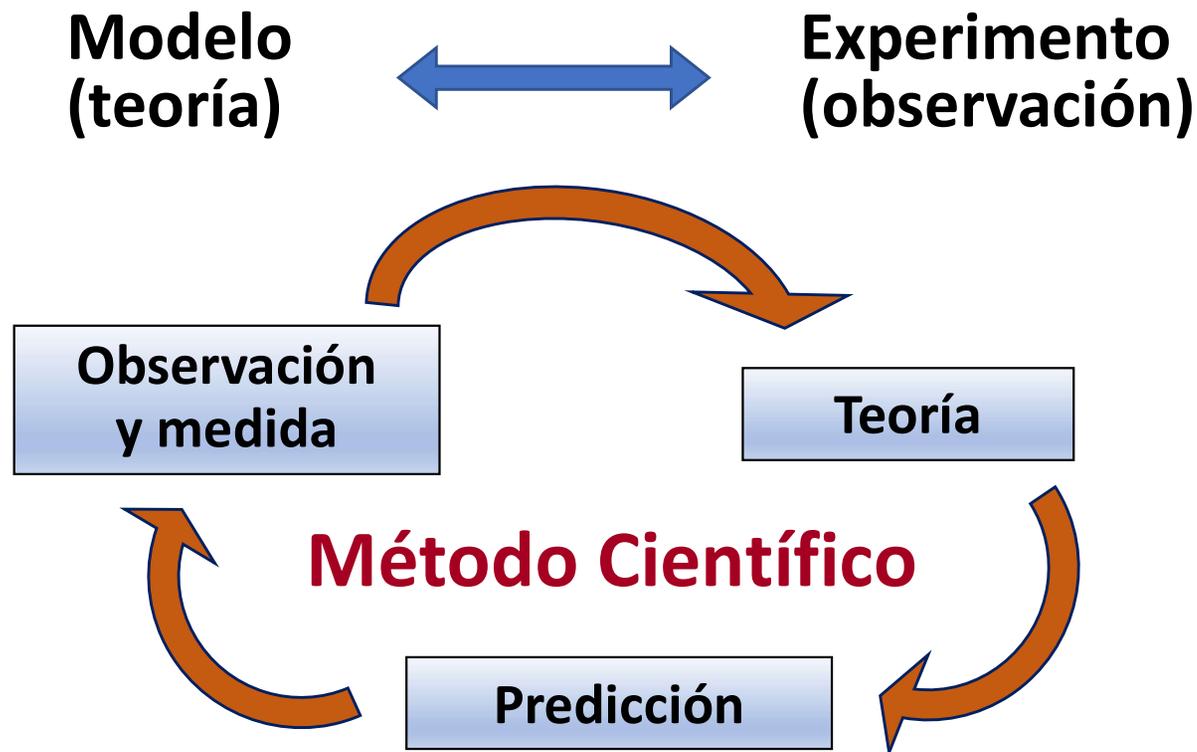
**Laboratorio 1 – 1er Cuatrimestre de 2025**

Departamento de Física  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales  
Universidad de Buenos Aires

## El gusto/necesidad de medir

La física se ocupa de describir y entender la naturaleza

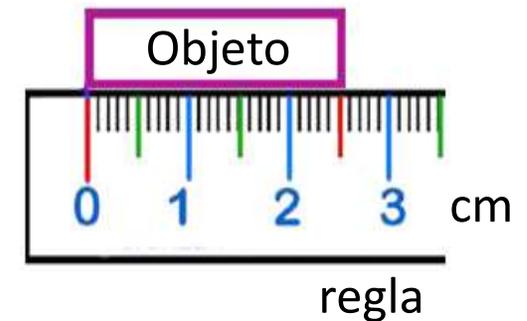
La medición es una de sus herramientas fundamentales para hacerlo de forma objetiva



## Magnitud Física (MF):

Atributo de un cuerpo, fenómeno o sustancia que puede ser cuantificada (ej. masa, longitud, velocidad, carga eléctrica)

**Medir** es comparar la cantidad de la MF que se desea obtener con una unidad de la misma magnitud (Patrón)



### Para llevar a cabo una medición:

- Objeto - Fenómeno
- Observador
- Instrumento
- Método

Definir  
Sistema de  
Unidades  
SI



# El Sistema Internacional de Unidades

En noviembre de 2018 se aprobó la mayor revisión del **Sistema Internacional de Unidades (SI)** desde su creación (1960). El principal cambio es que a partir de ahora todas las unidades se definen en base a constantes de referencia, como la velocidad de la luz para el metro y la constante de Planck para el kilogramo. La revisión entrará en vigencia el 20 de mayo de 2019.

## La candela

La **candela**, cuyo símbolo es **cd**, es la unidad de intensidad luminosa del SI. Se define como la potencia radiante en un ángulo sólido de un cuerpo negro a 2.73 K que emite radiación monocromática de frecuencia 540 x 10<sup>12</sup> Hz,  $P_{\text{cd}}$  igual a 683 cuando se observa en la dirección de  $\theta = 0$  rad, con un ángulo sólido de  $\Omega = 1$  sr y  $d\Omega = 1$  sr.

**Magnitud de base:** intensidad luminosa (I<sub>v</sub>)

ALGUNAS UNIDADES DERIVADAS DEL SI		
Magnitud	Unidad	Expresión en unidades de base
Flujo luminoso	lumen (lm)	cd·sr
Iluminancia	lux (lx)	lm/m <sup>2</sup>

## El mol

El **mol**, cuyo símbolo es **mol**, es la unidad de cantidad de sustancia (número de entidades). Un mol contiene exactamente 6.022 140 76 x 10<sup>23</sup> entidades elementales. Esta cantidad es el valor numérico fijado de la constante de Avogadro,  $N_A$ , cuando se expresada en unidades de mol por gramo de sustancia. La cantidad de sustancia,  $n$ , de un sistema es una medida del número de entidades elementales especificadas, una entidad elemental puede ser un átomo, una molécula, un ion, un electrón, o cualquier otra partícula o grupo específico de partículas.

**Magnitud de base:** cantidad de sustancia (n)

ALGUNAS UNIDADES DERIVADAS DEL SI		
Magnitud	Unidad	Expresión en unidades de base
Concentración molar	mol por metro cúbico	mol/m <sup>3</sup>
Actividad catalítica	mol por litro	mol/l

## El kelvin

El **kelvin**, cuyo símbolo es **K**, es la unidad de temperatura termodinámica del SI. Se define como el inverso de la constante de Boltzmann,  $k_B$ , igual a 1.380 658 x 10<sup>-23</sup> cuando se expresa en unidades de J/K, con un ángulo de  $\theta = 0$  rad, con un ángulo sólido de  $\Omega = 1$  sr y  $d\Omega = 1$  sr.

**Magnitud de base:** temperatura termodinámica (T)

ALGUNAS UNIDADES DERIVADAS DEL SI		
Magnitud	Unidad	Expresión en unidades de base
Temperatura Celsius	grado Celsius (°C)	K - 273,15
Coeficiente de dilatación térmica	por metro por metro	1/m
Resistencia térmica superficial	metro cuadrado por kelvin	m <sup>2</sup> /K
Capacidad térmica	por kelvin	J/K



## El kilogramo

El **kilogramo**, cuyo símbolo es **kg**, es la unidad de masa del SI. Se define como el valor numérico fijado de la constante de Planck,  $h$ , igual a 6.626 070 15 x 10<sup>-34</sup> cuando se expresa en unidades de J·s, con un ángulo de  $\theta = 0$  rad, con un ángulo sólido de  $\Omega = 1$  sr y  $d\Omega = 1$  sr.

**Magnitud de base:** masa (m)

ALGUNAS UNIDADES DERIVADAS DEL SI		
Magnitud	Unidad	Expresión en unidades de base
Presión	newton por metro cuadrado (N/m <sup>2</sup> )	kg/m·s <sup>2</sup>
Presión hidrostática	pasca (Pa)	kg/m·s <sup>2</sup>
Viscosidad dinámica	newton por metro cuadrado por metro cuadrado (N/m <sup>2</sup> )	kg/m·s

## El metro

El **metro**, cuyo símbolo es **m**, es la unidad de longitud del SI. Se define como el valor numérico fijado de la velocidad de la luz,  $c$ , igual a 299 792 458 cuando se expresa en unidades de m/s, con un ángulo de  $\theta = 0$  rad, con un ángulo sólido de  $\Omega = 1$  sr y  $d\Omega = 1$  sr.

**Magnitud de base:** longitud (l)

ALGUNAS UNIDADES DERIVADAS DEL SI		
Magnitud	Unidad	Expresión en unidades de base
Área superficial	metro cuadrado	m <sup>2</sup>
Volumen	metro cúbico	m <sup>3</sup>
Ángulo sólido	radián cuadrado	sr
Ángulo plano	radián	rad

## El segundo

El **segundo**, cuyo símbolo es **s**, es la unidad de tiempo del SI. Se define como el valor numérico fijado de la frecuencia de cesio,  $\Delta\nu_{Cs}$ , la frecuencia de transición entre niveles hiperfinos del estado fundamental no perturbado del átomo de cesio 133, igual a 9 192 631 770 cuando se expresa en unidades de Hz, con un ángulo de  $\theta = 0$  rad, con un ángulo sólido de  $\Omega = 1$  sr y  $d\Omega = 1$  sr.

**Magnitud de base:** tiempo (t)

ALGUNAS UNIDADES DERIVADAS DEL SI		
Magnitud	Unidad	Expresión en unidades de base
Frecuencia	hertz (Hz)	s <sup>-1</sup>
Actividad de un radionuclido	becquerel (Bq)	s <sup>-1</sup>
Período angular	por segundo	s <sup>-1</sup>

## El amperio

El **amperio**, cuyo símbolo es **A**, es la unidad de corriente eléctrica del SI. Se define como el valor numérico fijado de la carga elemental,  $e$ , igual a 1.602 176 634 x 10<sup>-19</sup> cuando se expresa en unidades de C, con un ángulo de  $\theta = 0$  rad, con un ángulo sólido de  $\Omega = 1$  sr y  $d\Omega = 1$  sr.

**Magnitud de base:** intensidad de corriente eléctrica (I)

ALGUNAS UNIDADES DERIVADAS DEL SI		
Magnitud	Unidad	Expresión en unidades de base
Carga eléctrica	coulomb (C)	A·s
Tensión eléctrica	volt (V)	kg·m <sup>2</sup> /A·s <sup>3</sup>
Resistencia eléctrica	ohm (Ω)	kg·m <sup>2</sup> /A <sup>2</sup> ·s <sup>3</sup>
Capacidad eléctrica	farad (F)	A <sup>2</sup> ·s <sup>4</sup> /kg·m <sup>2</sup>
Inductancia	henry (H)	kg·m <sup>2</sup> /A <sup>2</sup> ·s <sup>2</sup>
Inducción de flujo magnético	weber (Wb)	V·s

## PREFIJOS DEL SI

Prefijo	Símbolo	Factor	Equivalencia decimal
yotta	Y	$10^{24}$	1 000 000 000 000 000 000 000 000
zetta	Z	$10^{21}$	1 000 000 000 000 000 000 000
exa	E	$10^{18}$	1 000 000 000 000 000 000
peta	P	$10^{15}$	1 000 000 000 000 000
tera	T	$10^{12}$	1 000 000 000 000
giga	G	$10^9$	1 000 000 000
mega	M	$10^6$	1 000 000
kilo	k	$10^3$	1 000
hecto	h	$10^2$	100
deca	da	$10^1$	10
sin prefijo		1	1
deci	d	$10^{-1}$	0.1
centi	c	$10^{-2}$	0.01
mili	m	$10^{-3}$	0.001
micro	$\mu$	$10^{-6}$	0.000 001
nano	n	$10^{-9}$	0.000 000 001
pico	p	$10^{-12}$	0.000 000 000 001
femto	f	$10^{-15}$	0.000 000 000 000 001
atto	a	$10^{-18}$	0.000 000 000 000 000 001
zepto	z	$10^{-21}$	0.000 000 000 000 000 000 001
yocto	y	$10^{-24}$	0.000 000 000 000 000 000 000 001



# Vamos a medir!

- Objeto
- Observador
- Instrumento
- Método

## ¿Cuánto mide el largo del objeto?

Método

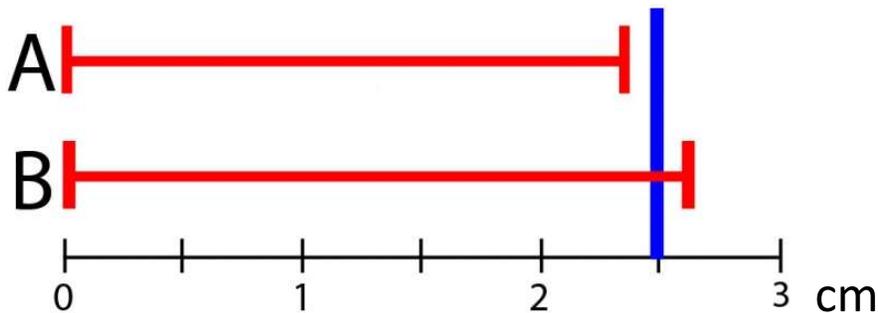
Objeto →

Instrumento →

→ Observador

¿2,4 cm? ¿2,5 cm?

## ¿Y en este caso?



El resultado de una medición depende de múltiples causas

**Incerteza**

$$2,4 \text{ cm} \leq L \leq 2,5 \text{ cm}$$



*¿Cuál es el período del metrónomo?*



1,25 s

1,23 s

1,23 s

1,22 s

1,25 s

1,26 s

1,24 s

1,26 s

1,23 s

**El resultado de una medición está acotado**

**¿Que esperarías obtener si sigo midiendo?**

1,25 s

0,88 s

2,40 s

1,24 s



*¿Cuál es el período del metrónomo?*



1,25 s

1,23 s

1,23 s

1,22 s

1,25 s

1,26 s

1,24 s

1,26 s

1,23 s

El resultado de la medición está acotado por múltiples factores aleatorios

...una medición está acotado

¿Que esperarías obtener si sigo midiendo?

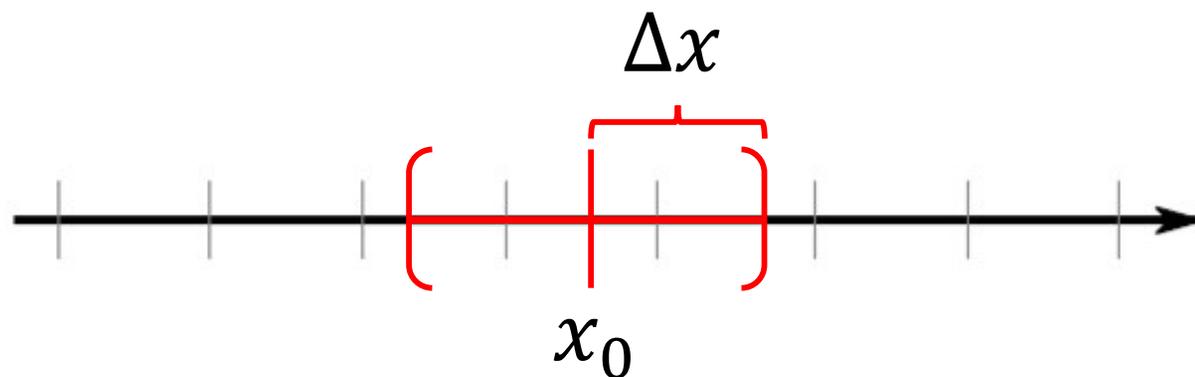
1,25 s

0,88 s

2,40 s

1,24 s

## ¿Cómo expresamos el resultado de una medición?



**RESULTADO**

$$x = x_0 \pm \Delta x$$

**Intervalo de Confianza**

$$x_0 - \Delta x \leq x \leq x_0 + \Delta x$$

$$[x_0 - \Delta x, x_0 + \Delta x]$$

$x_0 \rightarrow$  Valor más representativo ( $\bar{x}$ )

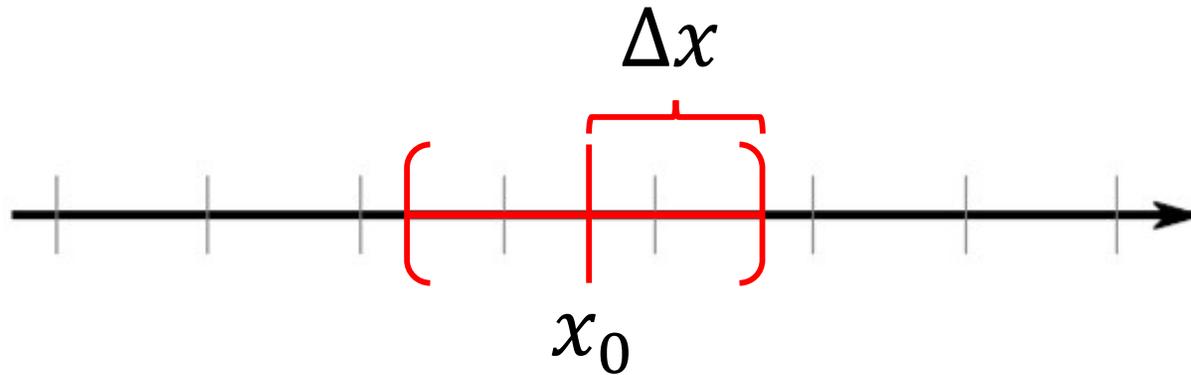
$\Delta x \rightarrow$  Incerteza Absoluta  
Error Absoluto

$\varepsilon_r = \frac{\Delta x}{x_0} \rightarrow$  Error Relativo

$\varepsilon_{r\%} = \varepsilon_r \times 100\% \rightarrow$  Error Relativo porcentual



## ¿Cómo expresamos el resultado de una medición?



¿ $\Delta x$ ?

**RESULTADO**

$$x = x_0 \pm \Delta x$$

**Intervalo de Confianza**

$$x_0 - \Delta x \leq x \leq x_0 + \Delta x$$

$$[x_0 - \Delta x, x_0 + \Delta x]$$

$x_0$  → Valor más representativo ( $\bar{x}$ )

$\Delta x$  → Incerteza Absoluta  
Error Absoluto

$$\varepsilon_r = \frac{\Delta x}{x_0} \rightarrow \text{Error Relativo}$$

$$\varepsilon_{r\%} = \varepsilon_r \times 100\% \rightarrow \text{Error Relativo porcentual}$$

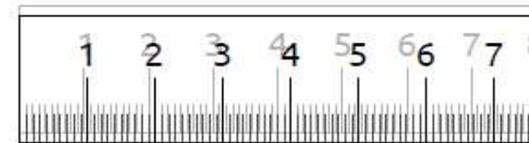
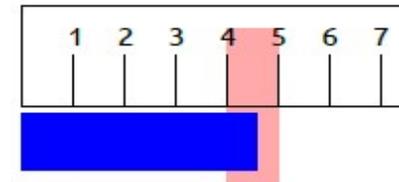
# MEDICIONES DIRECTAS

## Clasificación de Errores

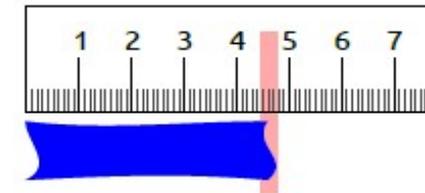
### Errores según su ORIGEN

#### I. Errores introducidos por el INSTRUMENTO

- Error de Apreciación ( $\Delta x_{ap}$ ): mínima división que puede resolver el observador
- Error de Exactitud ( $\Delta x_{ex}$ ): asociado con el error de calibración del instrumento



- #### II. Error debido al objeto - definición ( $\Delta x_{def}$ )
- Asociado con la falta de definición del objeto

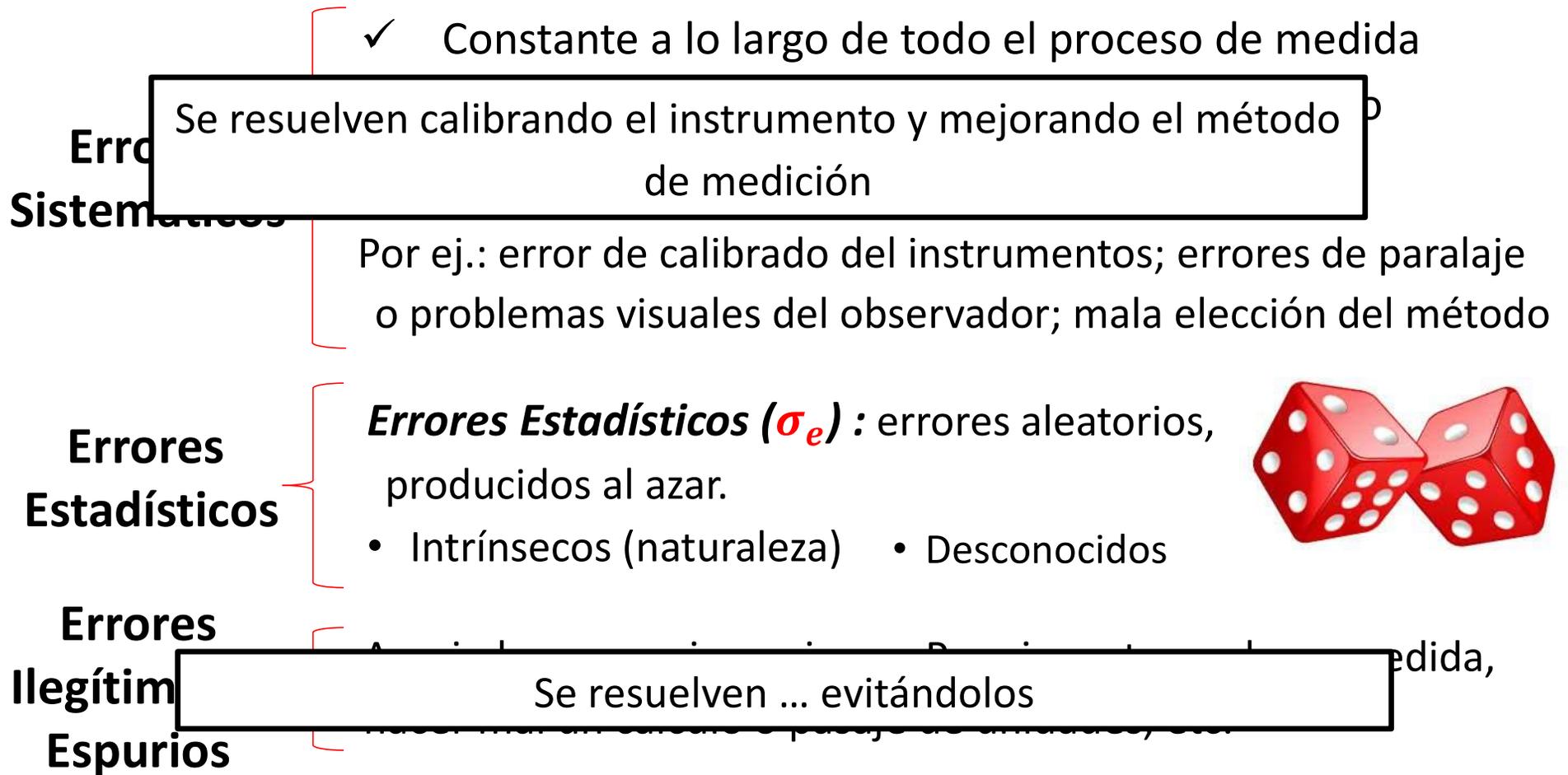


**Error  
NOMINAL**

$$\Delta x_N^2 = \Delta x_{Ap}^2 + \Delta x_{def}^2 + \Delta x_{ex}^2$$

# MEDICIONES DIRECTAS

## Clasificación de Errores



**Error ABSOLUTO ( $\Delta x$ )**

$$\Delta x = \sqrt{\Delta x_N^2 + \sigma_e^2}$$

# MEDICIONES DIRECTAS

## Clasificación de Errores

### Errores según su CARÁCTER

#### Errores Sistemáticos

- ✓ Constante a lo largo de todo el proceso de medida
- ✓ Afecta a todas las medidas de un modo definido
- ✓ Aporta en un mismo sentido (mismo signo)

Por ej.: error de calibrado del instrumentos; errores de paralaje o problemas visuales del observador; mala elección del método

#### Errores Estadísticos

- Errores Estadísticos ( $\sigma_e$ )** : errores aleatorios, producidos al azar.
- Intrínsecos (naturaleza)
  - Desconocidos



#### Errores Ilegítimos o Espurios

Asociado con equivocaciones. Por ej. anotar mal una medida, hacer mal un cálculo o pasaje de unidades, etc.

**Error ABSOLUTO ( $\Delta x$ )**  $\Delta x = \sqrt{\Delta x_N^2 + \sigma_e^2}$

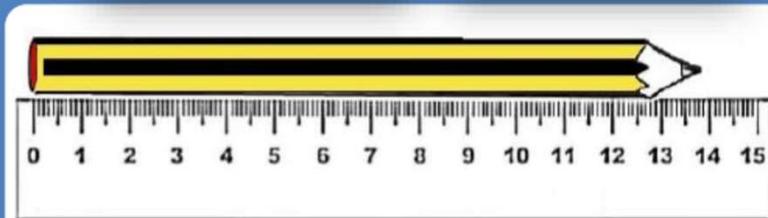
¿ $\sigma_e$ ?

## Clases de Mediciones

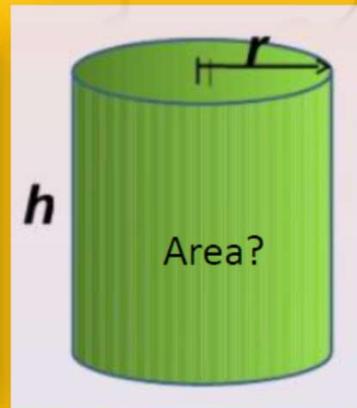
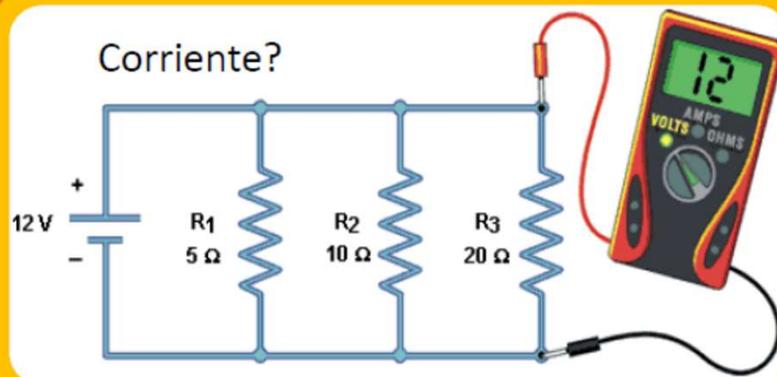
### Directas (MD)

La medida deseada se obtiene de la lectura del instrumento

Ej.: medición del tiempo utilizando un cronómetro.



## Clases de Mediciones



### 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.

## Mediciones Directas (MD)

Valor más representativo ( $\bar{x}$  o  $x_0$ )

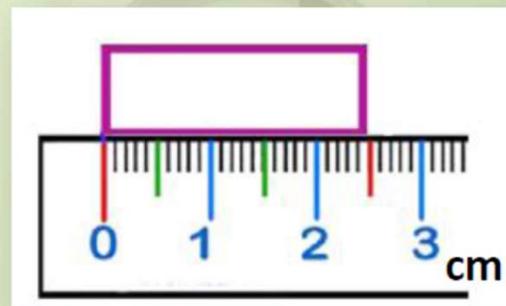
Si mido 1 vez



Es el valor leído



$$\bar{x} = 13,16 \text{ s}$$



$$\bar{x} = 2,4 \text{ cm}$$

$$\bar{x} = 2,5 \text{ cm}$$

## Mediciones Directas (MD)

Valor más representativo ( $\bar{x}$  o  $x_0$ )

Si mido N veces



$x_1, x_2, x_3, \dots, x_N$



Es el valor  
promedio



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

## Resumen

**RESULTADO**

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

**Intervalo de Confianza**

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

$$[\bar{x} - \Delta x, \bar{x} + \Delta x]$$

$\bar{x} \rightarrow$  Valor más representativo

$\Delta x \rightarrow$  Incerteza Absoluta  
Error Absoluto

$$\varepsilon_r = \frac{\Delta x}{\bar{x}} \rightarrow \text{Error Relativo}$$

$\varepsilon_{r\%} = \varepsilon_r \times 100\% \rightarrow$  Error Relativo porcentual

**Error  
NOMINAL**

$$\Delta x_N^2 = \Delta x_{Ap}^2 + \Delta x_{def}^2 + \Delta x_{ex}^2$$

**Error  
ABSOLUTO ( $\Delta x$ )**

$$\Delta x = \sqrt{\Delta x_N^2 + \cancel{\Delta x_{ex}^2}}$$



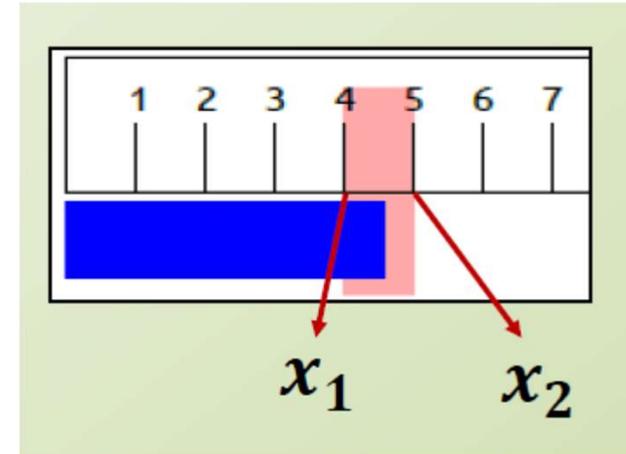
## Comentario

*“El error de apreciación proviene de  
la estadística que alguien hizo  
previamente”*

*Joaquín Sacanell*

# Error Nominal (o de apreciación)

Lo que puede “resolver” el observador.  
Muchas veces: resolución (mínima división) del instrumento



(Error de Exactitud ( $\Delta x_{ex}$ ): Asociado con el error de calibración del instrumento; ( $\Delta x_{def}$ ))

**Incertidumbre instrumental**



$$\Delta x_{ap} = (x_2 - x_1)$$

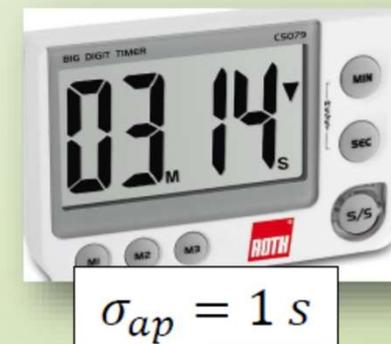
ó

$$\Delta x_{ap} = (x_2 - x_1) / 2$$

## Precisión de un Instrumento

### Precisión

Es la resolución del instrumento  
(mínima división)



### *Instrumentos para determinar longitudes*

- Regla, cinta métrica (en qué difieren?)
- Calibre
- Micrómetro

¿Cuál de estos instrumentos es más preciso?

## Precisión instrumental vs Precisión de un resultado

### PRECISIÓN DE UN INSTRUMENTO

Es la resolución del instrumento (mínima división)

### PRECISIÓN DE UN RESULTADO

Error  
Relativo



$$\varepsilon_r = \left| \frac{\Delta x}{\bar{x}} \right|$$

- ✓ Sin Unidades
- ✓ Permite comparar resultados-métodos

Menor  $\varepsilon_r \leftrightarrow$  mayor precisión

$$D = (10 \pm 1) \text{ mm} \quad \varepsilon_{rD} = \frac{1}{10} = 0,1$$

$$M = (100 \pm 1) \text{ g} \quad \varepsilon_{rM} = \frac{1}{100} = 0,01$$

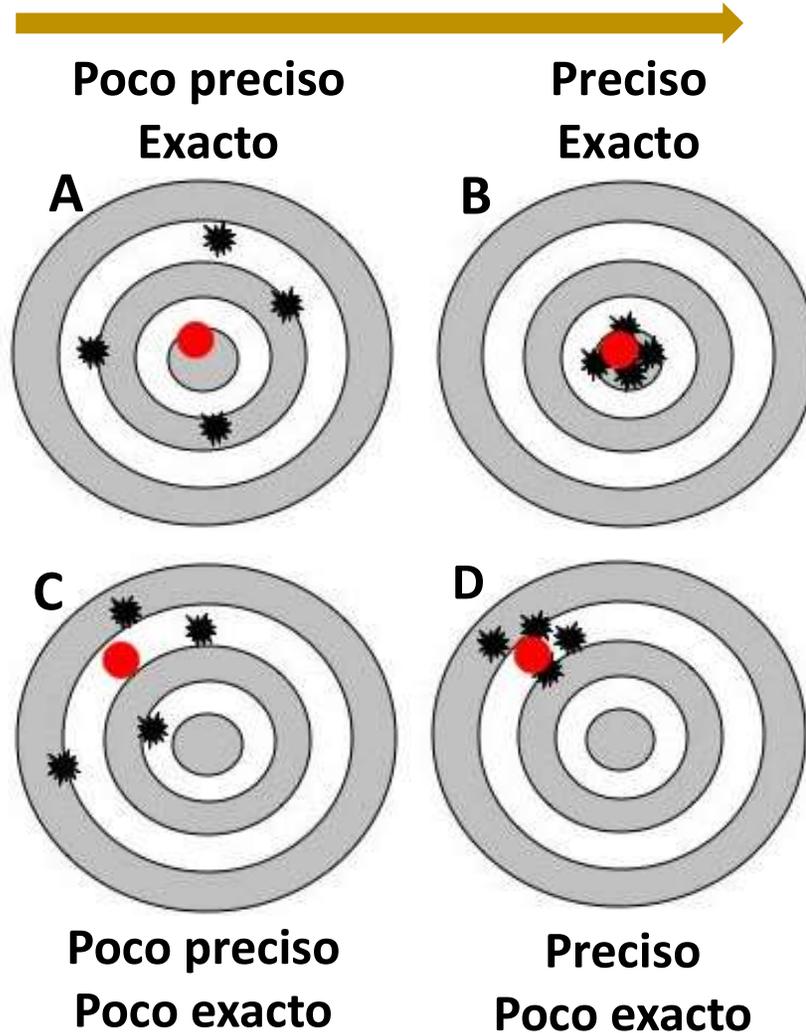
**M más preciso que D**



# Precisión y Exactitud

## Precisión

Exactitud



● Valor más representativo

## INSTRUMENTO

- **Precisión:** asociado con la mínima división que se puede resolver
- **Exactitud:** asociado con el error de calibración, método, etc

## MÉTODO o RESULTADO

- **Precisión:** asociado con el Error relativo ( $\epsilon_r$ )
- **Exactitud:** asociado con la cercanía del valor más representativo medido al valor tabulado o valor "real"

# Cifras Significativas

**Para expresar un resultado** se deben incluir sólo las cifras que tienen algún significado experimental → **Cifras Significativas en  $\Delta x$**

4 Cifras Significativas

**0,00003400**

Los 0 después de un número distinto de 0 no son significativos

Los 0 sin un número distinto de cero delante no son significativos

Presentaremos los resultados en base a la cantidad de cifras significativas de la incerteza

2 Cifras significativas: **0,000034**

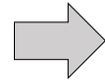
1 Cifra significativa: **0,00003**

Número	Cifras Significativas
906	3
900	5
950	4
9500	5
$4,5 \times 10^3$	2
$4,50 \times 10^3$	3

	2 Cifras significativas:	1 Cifra significativa:
$x_0 = 32,2408$	$x_0 = 32,24$	$x_0 = 32,2$
$\Delta x = 0,2319$	$\Delta x = 0,23$	$\Delta x = 0,2$
	$x = 32,24 \pm 0,23$	$x = 32,2 \pm 0,2$

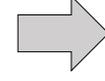
## Redondeo

Si el número que se suprime es  $< 5$  el número anterior **no cambia**



$$x_0 = 32,2408$$

$$\Delta x = 0,2319$$



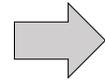
$$x_0 = 32,24$$

$$\Delta x = 0,23$$

$$x = 32,24 \pm 0,23$$

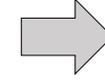
2 Cifras significativas

Si el número que se suprime es  $\geq 5$  al número anterior **se le suma 1**



$$x_0 = 18,8561$$

$$\Delta x = 1,3802$$



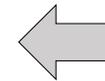
$$x_0 = 18,9$$

$$\Delta x = 1,4$$

$$x = 18,9 \pm 1,4$$

2 Cifras significativas

$x_0$	$\Delta x$	$x_0 \pm \Delta x$
1,259	0,020381	1,260 $\pm$ 0,020
0,26953	0,00538	0,2695 $\pm$ 0,0054
199	1,259	199,0 $\pm$ 1,3
199	12,59	199 $\pm$ 13
199	125,9	200 $\pm$ 130
29	0,2653	29,00 $\pm$ 0,27
19625	221	19630 $\pm$ 220

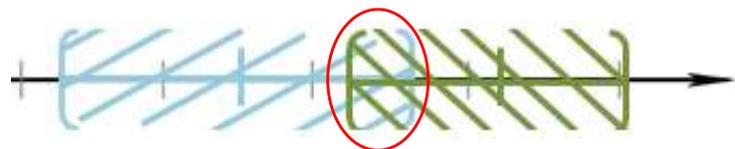


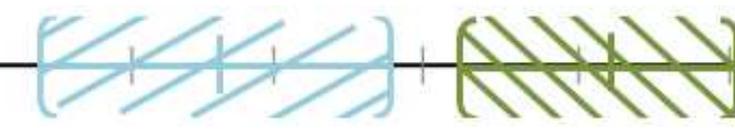
Ejemplos de reporte de Resultados con **2 Cifras significativas**

# Diferencias Significativas

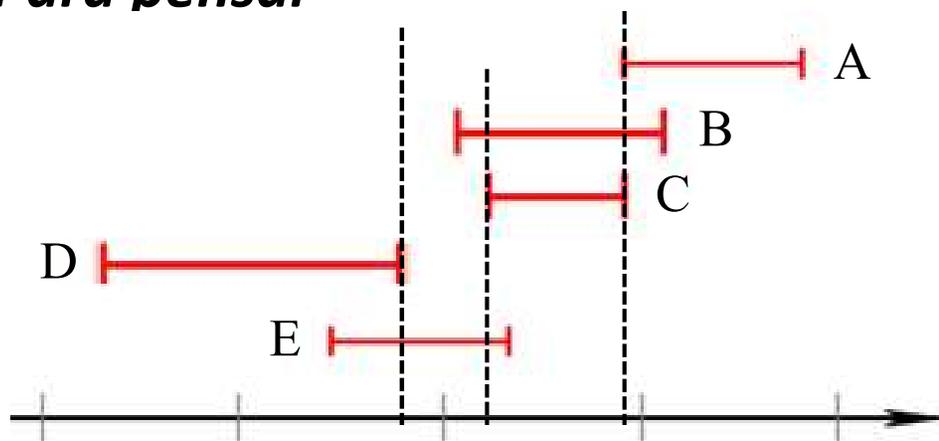
**MÉTODO GRÁFICO:** Sirve para comparar más de 2 resultados al mismo tiempo

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

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

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

## Para pensar



Comparando D con A, B y C: Presentan diferencias significativas, porque:

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

¿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 MATEMÁTICO:** Se puede usar de a pares de resultados

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

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

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

## Preguntas frecuentes

### ¿Cómo sabemos si una medición es confiable?

*Cuestionarse sobre: el método, el instrumento, el objeto, el observador .....*

### HIPÓTESIS EMPLEADAS!!

#### *Determinar el peso de nanopartículas*



*Balanza de precisión*

#### *Determinar el volumen de un cuerpo a partir de su densidad*



*Barra de aluminio*

*Esto lo veremos más adelante ....*

## MEDICIÓN DE LONGITUD Y DIÁMETRO

- Realice **3 mediciones** de la longitud del objeto rectangular y del diámetro de un objeto con una superficie circular.
- Reporte la precisión del instrumento utilizado (puede ser mas de uno)
- Reporte el resultado utilizando la expresión Ec (1)
- Calcule  $\varepsilon_r$  (2)

- Objeto
- Instrumento
- Método

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

(1)

$$\varepsilon_r = \left| \frac{\Delta x}{\bar{x}} \right|$$

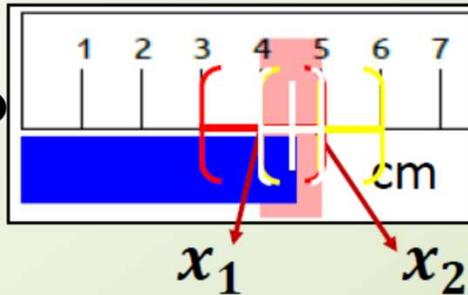
(2)



# EXPERIMENTO

## Mido una MF

Si siempre mido dentro de la incertidumbre instrumental



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

$$\Delta x = \sigma_{ap} = 1 \text{ cm}$$

$$\sigma_{ap} = (x_2 - x_1)$$

$$[\bar{x} - \sigma_{ap}, \bar{x} + \sigma_{ap}]$$

$$3 \text{ cm} \leq x \leq 5 \text{ cm}$$

$$x = (4 \pm 1) \text{ cm}$$

$$4 \text{ cm} \leq x \leq 6 \text{ cm}$$

$$x = (5 \pm 1) \text{ cm}$$

Pero también

$$4 \text{ cm} \leq x \leq 5 \text{ cm}$$

A veces elijo usar:  $\sigma_{ap} = (x_2 - x_1)/2$

$$x = (4,5 \pm 0,5) \text{ cm}$$

- Cada integrante del grupo: un objeto rectangular para determinar el largo ( $L$ ) de uno de sus lados (Medición Directa). Con el grupo de trabajo discuta el método que llevará a cabo para realizar la experiencia. Esta tarea es grupal. Discutan y unifiquen ideas.
- Realicen 3 mediciones de la magnitud física (MF) propuesta. Escriba el resultado de cada medida de longitud ( $x = \bar{x} \pm \Delta x$ ) *Ud.* ¿Cuál es la fuente de incerteza/error en cada uno de estos casos? Escriba la precisión del instrumento utilizado para su experiencia. ¿Difieren entre sí las 3 medidas en más de la resolución instrumental? Para pensar: ¿Qué haría si fuera así?
- Utilizando los 3 datos de  $L$  medidos, determine el valor de la longitud de su objeto (SIEMPRE como  $(x = \bar{x} \pm \Delta x)$  *Ud.*) utilizando 2 cifras significativas. Piensen si corresponde tomar uno de los datos medidos, o alguno que sea representativo de los 3 tomando algún criterio. Discutan y presenten el criterio elegido tanto para el valor final elegido como para su error.
- Determine el error relativo de  $L$  (con el valor de  $L$  obtenido a partir de todas las medidas realizadas, es decir, el del ítem anterior). Compare la precisión de las MF obtenidas por los integrantes del grupo. Discuta: ¿Qué resultado fue más preciso?
- Repita los ítems a) hasta e), pero determinando el diámetro ( $D$ ) de una superficie circular.



**Tabla 1.** Resultados del diámetro de la moneda (D) obtenido por los diferentes integrantes del grupo.

Integrante	$D_1$ (cm) <sup>a</sup>	$D_2$ (cm)	$D_3$ (cm)	D (cm)	$\epsilon_r^*$
Ana	$2,3 \pm 0,1^b$	$2,3 \pm 0,1$	$2,2 \pm 0,1$	?	?
Pablo					
Agustina					

Informe Completo a presentar el (26/3)  
Pdf enviado a los docentes por email