

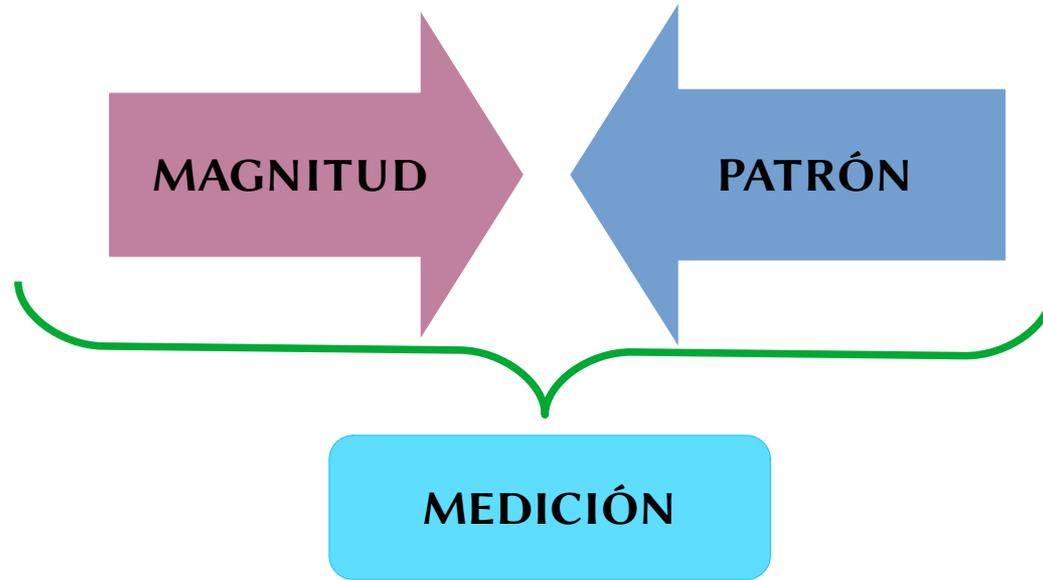
# Laboratorio MyT

## Introducción al proceso de medición

Mónica Agüero

**Medir** →

Comparamos una magnitud (ej.: longitud, masa, temperatura) con otra que consideramos patrón de medida o unidad de referencia.



**Resultado** → N° de veces que la unidad de referencia está contenida en nuestra magnitud (importante indicar la unidad empleada).

**Importante tener en claro** →

- qué es lo que se va a medir
- cómo se va a medir
- con qué elementos se va a medir

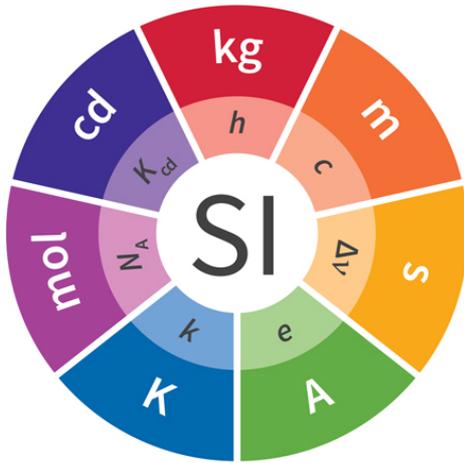
Magnitud se contrasta o compara con un patrón



Toda magnitud física debe llevar asociadas sus unidades



Se fija por convención  
Sistema Internacional de Unidades (SI – creado en 1960)



Magnitudes Físicas	Nombre de la Unidad	Símbolo
Longitud	Metro	m
Masa	Kilogramo	Kg
Tiempo	Segundo	s
Intensidad de corriente Eléctrica	Ampere	A
Temperatura	Kelvin	K
Cantidad de Sustancia	Mol	mol
Intensidad Luminosa	Candela	Cd

Es importante diseñar procedimientos para realizar las mediciones (proceso de medición), como así también, determinar las incertezas de las mediciones.



instrumento

objeto

operador

unidad



**En un proceso de medición intervienen**

**El sistema objeto de la medición** → cantidad a medir.

**El sistema de medición** → instrumento de medición.

**El sistema de referencia** → unidades de medición y los respectivos patrones.

**El operador** → quien llevará a cabo el proceso de medición.

Es importante diseñar procedimientos para realizar las mediciones (proceso de medición), como así también, determinar las incertezas de las mediciones.



operador

instrumento

objeto

unidad



**En un proceso de medición intervienen**

**El sistema objeto de la medición** → cantidad a medir.

**El sistema de medición** → instrumento de medición.

**El sistema de referencia** → unidades de medición y los respectivos patrones.

**El operador** → quien llevará a cabo el proceso de medición.

**Diseño del experimento** → planificar actividades:

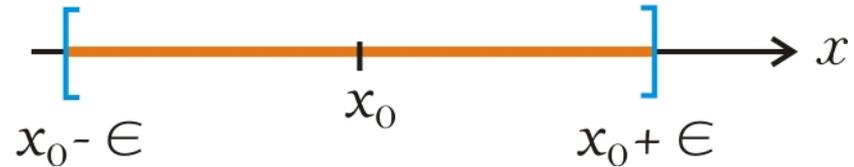
sistema a estudiar, instrumentos de medida a utilizar, operadores, condiciones de trabajo, precauciones necesarias, analizar las variables involucradas en el proceso, determinar cuales se deben mantener constantes y cual se va a variar, definir rango de variación de la variable, determinar las incertezas, especificar el procedimiento a utilizar, analizar e interpretar los resultados.

## Forma de expresar un resultado experimental

Resultado de una medición →



es un intervalo



Solo podemos determinar un intervalo dentro del cual es probable que esté el valor verdadero de la magnitud.

$$x = (x_0 \pm \epsilon) \text{ unidad}$$

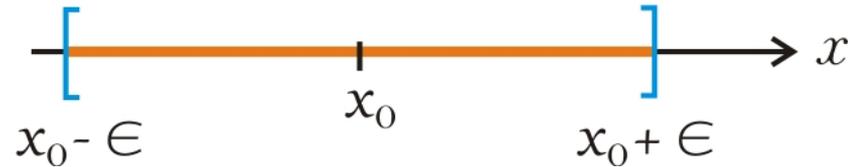
$x_0$  → *Valor más probable, valor representativo, valor absoluto*

$\epsilon$  → *Error absoluto o incerteza*

## Forma de expresar un resultado experimental

Resultado de una medición →

↓  
es un intervalo



Solo podemos determinar un intervalo dentro del cual es probable que esté el valor verdadero de la magnitud.

$$x = (x_0 \pm \epsilon) \text{ unidad}$$

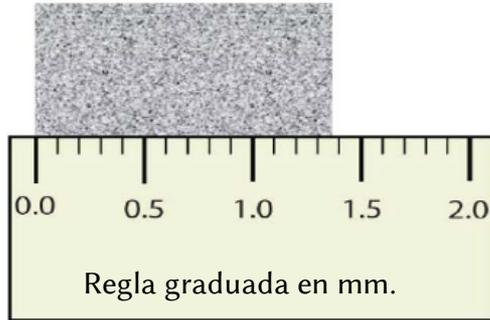
$x_0$  → Valor más probable, valor representativo, valor absoluto

$\epsilon$  → Error absoluto o incerteza

- En todo proceso de medición existen limitaciones dadas por los instrumentos usados, el método de medición y/o el operador que realiza la medición.
- **Error en la medición** → inevitable incertidumbre asociada a todas las mediciones.
- En este contexto, los errores no son equivocaciones, no se pueden eliminar por más cuidadosos que seamos.

**No existen mediciones con error nulo**  
**La incerteza debemos conocerla y saber cuantificarla**

## Error instrumental → Errores introducidos por el instrumento de medición



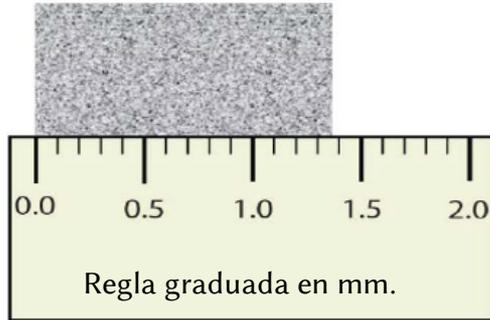
Mejor estimación de la longitud →  $l = 13,5 \text{ mm}$   
Rango probable: 13 a 14 mm →  $13 \text{ mm} < l < 14 \text{ mm}$

Resultado de la medición →  $l = (13,5 \pm 0,5) \text{ mm}$



Criterio: En este ejemplo se considera que el error instrumental es la mitad de la división más pequeña del instrumento de medición.

## Error instrumental → Errores introducidos por el instrumento de medición



Mejor estimación de la longitud →  $l = 13,5 \text{ mm}$   
Rango probable: 13 a 14 mm →  $13 \text{ mm} < l < 14 \text{ mm}$

Resultado de la medición →  $l = (13,5 \pm 0,5) \text{ mm}$



Criterio: En este ejemplo se considera que el error instrumental es la mitad de la división más pequeña del instrumento de medición.

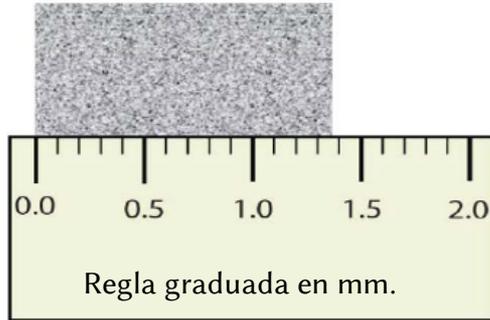
## Error sistemático →

- Causados por imperfecciones en los instrumentos de medida (reloj que atrasa o adelanta), el método experimental o por el observador.
- Tienen a desviar el valor de una medida en una sola dirección (dan valores siempre mayores o siempre menores que el valor verdadero).

## Error casuales, estadísticos o aleatorios →

- Se producen al azar, por causas no controladas o desconocidas.
- Repito una medición varias veces (con el mismo instrumento y en las mismas condiciones) y los resultados no siempre se repiten.
- Estos errores pueden cometerse con igual probabilidad por defecto como por exceso.

## Error instrumental → Errores introducidos por el instrumento de medición



Mejor estimación de la longitud →  $l = 13,5 \text{ mm}$   
Rango probable: 13 a 14 mm →  $13 \text{ mm} < l < 14 \text{ mm}$

Resultado de la medición →  $l = (13,5 \pm 0,5) \text{ mm}$



Criterio: En este ejemplo se considera que el error instrumental es la mitad de la división más pequeña del instrumento de medición.

## Error sistemático →

- Causados por imperfecciones en los instrumentos de medida (reloj que atrasa o adelanta), el método experimental o por el observador.
- Tienen a desviar el valor de una medida en una sola dirección (dan valores siempre mayores o siempre menores que el valor verdadero).

## Error casuales, estadísticos o aleatorios →

- Se producen al azar, por causas no controladas o desconocidas.
- Repito una medición varias veces (con el mismo instrumento y en las mismas condiciones) y los resultados no siempre se repiten.
- Estos errores pueden cometerse con igual probabilidad por defecto como por exceso.

**Resultado de la medida** →  $x = (x_0 \pm \epsilon) \text{unidad}$

**Error absoluto de la medición** →  $\epsilon^2 = \epsilon_{inst}^2 + \epsilon_{est}^2 + \epsilon_{sist}^2$

**Resultado de la medición** → prestar atención al número de cifras que se utilizan para expresar el resultado. Incluir sólo aquellas cifras que tienen algún significado experimental.

**Cifras significativas** → Son aquellas que aportan información.

**Criterios para establecer el número de cifras significativas de un número:**

<b>Criterio</b>	<b>Ejemplo</b>
<b>1-</b> Ceros a la izquierda del primer dígito $\neq 0$ → <b>no son</b> significativos (indican la colocación del punto decimal).	0,0056 → 2 cifras significativas (CS) 0,000001 → 1 CS

**Resultado de la medición** → prestar atención al número de cifras que se utilizan para expresar el resultado. Incluir sólo aquellas cifras que tienen algún significado experimental.

**Cifras significativas** → Son aquellas que aportan información.

**Criterios para establecer el número de cifras significativas de un número:**

Criterio	Ejemplo
<b>1-</b> Ceros a la izquierda del primer dígito $\neq 0$ → <b>no son</b> significativos (indican la colocación del punto decimal).	0,0056 → 2 cifras significativas (CS) 0,000001 → 1 CS
<b>2-</b> Ceros a la derecha del primer dígito $\neq 0$ <u>y después del punto decimal</u> → <b>sí son</b> significativos.	43 → 2 CS 43,00 → 4 CS

**Resultado de la medición** → prestar atención al número de cifras que se utilizan para expresar el resultado. Incluir sólo aquellas cifras que tienen algún significado experimental.

**Cifras significativas** → Son aquellas que aportan información.

**Criterios para establecer el número de cifras significativas de un número:**

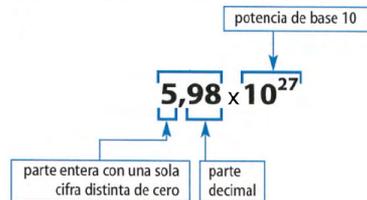
<b>Criterio</b>	<b>Ejemplo</b>
<b>1- Ceros a la izquierda del primer dígito <math>\neq 0</math> → no son</b> significativos (indican la colocación del punto decimal).	0,0056 → 2 cifras significativas (CS) 0,000001 → 1 CS
<b>2- Ceros a la derecha del primer dígito <math>\neq 0</math> y <u>después del punto decimal</u> → sí son</b> significativos.	43 → 2 CS 43,00 → 4 CS
<b>3- Ceros entre dígitos significativos → sí son</b> significativos.	7,053 → 4 CS 302 → 3 CS

**Resultado de la medición** → prestar atención al número de cifras que se utilizan para expresar el resultado. Incluir sólo aquellas cifras que tienen algún significado experimental.

**Cifras significativas** → Son aquellas que aportan información.

**Criterios para establecer el número de cifras significativas de un número:**

Criterio	Ejemplo
<p>1- Ceros a la izquierda del primer dígito <math>\neq 0</math> → <b>no son</b> significativos (indican la colocación del punto decimal).</p>	<p>0,0056 → 2 cifras significativas (CS) 0,000001 → 1 CS</p>
<p>2- Ceros a la derecha del primer dígito <math>\neq 0</math> <u>y después del punto decimal</u> → <b>sí son</b> significativos.</p>	<p>43 → 2 CS 43,00 → 4 CS</p>
<p>3- Ceros entre dígitos significativos → <b>sí son</b> significativos.</p>	<p>7,053 → 4 CS 302 → 3 CS</p>
<p>4- Número sin punto decimal y que termina con uno o más ceros (ej. 3600) → los ceros posteriores a la última cifra <math>\neq 0</math> <b>pueden o no</b> considerarse significativos. Recomendación: usar notación científica.</p>	<p>3600 → 2 CS ó 4 CS Mismo número en notación científica: 3,6 x 10<sup>3</sup> → 2 CS 3,60 x 10<sup>3</sup> → 3 CS</p>



## Resultado de una medición aplicando el criterio de cifras significativas →

- **Las incertidumbres experimentales deben redondearse a 1 cifra significativa.**
- Cuando escribimos el resultado de una medición, **primero fijamos el número de cifras significativas sobre la incerteza y luego redondeamos el valor absoluto.**

## Resultado de una medición aplicando el criterio de cifras significativas →

- **Las incertidumbres experimentales deben redondearse a 1 cifra significativa.**
- Cuando escribimos el resultado de una medición, **primero fijamos el número de cifras significativas sobre la incerteza y luego redondeamos el valor absoluto.**

**Ejemplo 1:**

Medición: 65,03001 gramos

Error: 0,144001 gramos

## Resultado de una medición aplicando el criterio de cifras significativas →

- **Las incertidumbres experimentales deben redondearse a 1 cifra significativa.**
- Cuando escribimos el resultado de una medición, **primero fijamos el número de cifras significativas sobre la incerteza y luego redondeamos el valor absoluto.**

CS → Son aquellas que aportan información

**Ejemplo 1:** Medición: 65,03001 gramos

Error: 0,144001 gramos



El orden del error ya está en el 1<sup>er</sup> decimal. No tiene sentido mantener todos los decimales. Nos quedamos con la primera cifra significativa para la incerteza.

### PASOS

**1- Acotamos el error absoluto a una cifra significativa siguiendo el criterio de CS.**

$$\varepsilon = 0,1 \text{ g}$$

## Resultado de una medición aplicando el criterio de cifras significativas →

- **Las incertidumbres experimentales deben redondearse a 1 cifra significativa.**
- Cuando escribimos el resultado de una medición, **primero fijamos el número de cifras significativas sobre la incerteza y luego redondeamos el valor absoluto.**

CS → Son aquellas que aportan información

**Ejemplo 1:** Medición: 65,03001 gramos

Error: 0,144001 gramos



El orden del error ya está en el 1<sup>er</sup> decimal. No tiene sentido mantener todos los decimales. Nos quedamos con la primera cifra significativa para la incerteza.

### PASOS

**1-** Acotamos el error absoluto a una cifra significativa siguiendo el criterio de CS.

$$\varepsilon = 0,1 \text{ g}$$

**2-** Truncamos y redondeamos el valor absoluto teniendo en cuenta el valor de  $\varepsilon$ :  $m_0 = 65,0 \text{ g}$  (como el error es 0,1 nos quedamos hasta el primer decimal del valor absoluto ~~65,03001~~).

## Resultado de una medición aplicando el criterio de cifras significativas →

- **Las incertidumbres experimentales deben redondearse a 1 cifra significativa.**
- Cuando escribimos el resultado de una medición, **primero fijamos el número de cifras significativas sobre la incerteza y luego redondeamos el valor absoluto.**

CS → Son aquellas que aportan información

**Ejemplo 1:** Medición: 65,03001 gramos

Error: 0,144001 gramos



El orden del error ya está en el 1<sup>er</sup> decimal. No tiene sentido mantener todos los decimales. Nos quedamos con la primera cifra significativa para la incerteza.

### PASOS

**1- Acotamos el error absoluto a una cifra significativa** siguiendo el criterio de CS.

$$\varepsilon = 0,1 \text{ g}$$

**2- Truncamos y redondeamos el valor absoluto** teniendo en cuenta el valor de  $\varepsilon$ :  $m_0 = 65,0 \text{ g}$  (como el error es 0,1 nos quedamos hasta el primer decimal del valor absoluto ~~65,03001~~).

**3- Resultado de la medición:**  $m = (65,0 \pm 0,1) \text{ g}$  →  $0,1 \rightarrow 1$  cifra significativa  
 $65,0 \rightarrow 3$  cifras significativas

## Resultado de una medición aplicando el criterio de cifras significativas →

- **Las incertidumbres experimentales deben redondearse a 1 cifra significativa.**
- Cuando escribimos el resultado de una medición, **primero fijamos el número de cifras significativas sobre la incerteza y luego redondeamos el valor absoluto.**

CS → Son aquellas que aportan información

**Ejemplo 1:** Medición: 65,03001 gramos

Error: 0,144001 gramos



El orden del error ya está en el 1<sup>er</sup> decimal. No tiene sentido mantener todos los decimales. Nos quedamos con la primera cifra significativa para la incerteza.

### PASOS

**1- Acotamos el error absoluto a una cifra significativa** siguiendo el criterio de CS.

$$\varepsilon = 0,1 \text{ g}$$

**2- Truncamos y redondeamos el valor absoluto** teniendo en cuenta el valor de  $\varepsilon$ :  $m_0 = 65,0 \text{ g}$  (como el error es 0,1 nos quedamos hasta el primer decimal del valor absoluto ~~65,03001~~).

**3- Resultado de la medición:**

$$m = (65,0 \pm 0,1) \text{ g}$$

**BIEN ESCRITO**



0,1 → 1 cifra significativa

65,0 → 3 cifras significativas

$m = (65,03001 \pm 0,144001) \text{ g}$  **ESTÁ MAL ESCRITO**

**Ejemplo 2:**

Medición:  $3,217 \times 10^{-2}$  metros

Error:  $2 \times 10^{-4}$  metros

→ notación científica

**Ejemplo 2:** Medición:  $3,217 \times 10^{-2}$  metros → notación científica  
Error:  $2 \times 10^{-4}$  metros

Medición:  $3,217 \times 10^{-2} \text{ m} = 0,03217 \text{ m}$   
Error:  $2 \times 10^{-4} \text{ m} = 0,0002 \text{ m}$

**1-** Error:  $0,0002 \text{ m}$  → 1 cifra significativa

**Ejemplo 2:** Medición:  $3,217 \times 10^{-2}$  metros → notación científica  
Error:  $2 \times 10^{-4}$  metros

Medición:  $3,217 \times 10^{-2} \text{ m} = 0,03217 \text{ m}$   
Error:  $2 \times 10^{-4} \text{ m} = 0,0002 \text{ m}$

**1-** Error:  $0,0002 \text{ m}$  → 1 cifra significativa

**2-** Medición:  $0,03217 \text{ m}$  → redondear  $0,0322 \text{ m}$  (misma cantidad de cifras decimales que el error).

**Ejemplo 2:** Medición:  $3,217 \times 10^{-2}$  metros → notación científica  
Error:  $2 \times 10^{-4}$  metros

Medición:  $3,217 \times 10^{-2} \text{ m} = 0,03217 \text{ m}$   
Error:  $2 \times 10^{-4} \text{ m} = 0,0002 \text{ m}$

**1-** Error:  $0,0002 \text{ m}$  → 1 cifra significativa

**2-** Medición:  $0,03217 \text{ m}$  → redondear  $0,0322 \text{ m}$  (misma cantidad de cifras decimales que el error).

**3-** Resultado:  $x = (0,0322 \pm 0,0002) \text{ m}$  ó  $x = (3,22 \pm 0,02) \times 10^{-2} \text{ m}$

$0,0002$  → 1 cifra significativa

$0,0322$  → 3 cifras significativas

**Leer el apunte que está en la página de la materia:**

M. Agüero, *Introducción al proceso de medición*, 3<sup>era</sup> edición, Dpto. de Física, FCEyN, UBA (2021).

$m = (65,0 \pm 0,1)g$  **NO**

$m = (65,0 \pm 0,1) g$  **SI**



$$m = (65,0 \pm 0,1)\text{g} \quad \text{NO}$$

$$m = (65,0 \pm 0,1) \text{ g} \quad \text{SI}$$

Unidades: aplicar reglas y convenciones del Sistema Internacional de Unidades.

abrazo



segundos



s

$$T = (12,3 \pm 0,1) \text{ seg.} \quad \text{NO}$$

$$T = (12,3 \pm 0,1) \text{ s} \quad \text{SI}$$

