

# Laboratorio de Física I para Biociencias:

*Procesos de medición.*



## Resultado de un mensurando:

RM

*Resultado "oficial"*

*Unidades*

## Resultado de un mensurando:

RM

*Resultado "oficial"*

*Unidades*

*Valor asignado*

## Resultado de un mensurando:

RM

*Resultado "oficial"*

*Unidades*

*Valor asignado*

RM

*Información sobre el proceso de mensurado*

*Información sobre los instrumentos*

## Resultado de un mensurando:

RM

*Resultado "oficial"*

*Unidades*

*Valor asignado*

RM

*Información sobre el proceso de mensurado*

*Información sobre los instrumentos*

*Incertidumbre*

# *Incertidumbre*

---

## Para estimar incertidumbre consideramos:



Limitaciones de nuestro proceso de medición.



Efecto de factores externos imponderables.



Limitaciones de nuestros instrumentos.

# Error, incertidumbre y “valor verdadero”:



**INCERTIDUMBRE:** Parámetro asociado con el resultado de una medición, que caracteriza la dispersión de los valores que pudieran ser *razonablemente* atribuidos al mensurando.

Para estimar la incertidumbre  $\Delta X$  es necesario tomar cada fuente de incertidumbre.

El resultado de una medición está completo únicamente cuando está acompañado por una declaración cuantitativa de la incertidumbre, que además expresa la *calidad* de dicha medición:  $X_m \pm \Delta X$

## Error, incertidumbre y “valor verdadero”:

P

**INCERTIDUMBRE:** Parámetro asociado con el resultado de una medición, que caracteriza la dispersión de los valores que pudieran ser *razonablemente* atribuidos al mensurando.

Para estimar la incertidumbre  $\Delta X$  es necesario tomar cada fuente de incertidumbre.

El resultado de una medición está completo únicamente cuando está acompañado por una declaración cuantitativa de la incertidumbre, que además expresa la *calidad* de dicha medición:  $X_m \pm \Delta X$

E

**ERROR:** es la diferencia entre un resultado individual ( $X_m$ ) de una medición y el valor verdadero del mensurando ( $X_v$ ), es decir:

$$\epsilon = |X_m - X_v|$$

Cuanto menor sea  $\epsilon$ , más exacta es la medición.

El **valor verdadero** del mensurando es aquel que resultaría de una medición “perfecta” (sin cometer error alguno). Por lo tanto, el valor verdadero es un concepto idealizado y los errores no pueden ser conocidos.



Entonces...

—

¿Cómo cuantifico la INCERTIDUMBRE de una medición?

# Entonces...

---

## ¿Cómo cuantifico la INCERTIDUMBRE de una medición?

Ejemplo

- \* Cuando reporto la longitud de un objeto
- \*
- \*

Entonces...

---

¿Cómo cuantifico la INCERTIDUMBRE de una medición?

Ejemplo

- \* Cuando reporto la longitud de un objeto
- \* Cuando reporto el tiempo de caída de una esfera por una rampa inclinada
- \*

# Entonces...

---

## ¿Cómo cuantifico la INCERTIDUMBRE de una medición?

Ejemplo

- \* Cuando reporto la longitud de un objeto
- \* Cuando reporto el tiempo de caída de una esfera por una rampa inclinada
- \* Cuando reporto el volumen de una esfera, que calculo a través de la medición de su diámetro

---

Tipos de mediciones.

---

## Tipos de mediciones.

ÚNICA MEDIDA

---

## Tipos de mediciones.

ÚNICA MEDIDA, ¿O REPITO LAS MEDICIONES?

---

## Fuentes de error

ÚNICA MEDIDA: limitaciones del instrumento, capacidad del observador, errores en el procedimiento experimental, definición del objeto, etc.



---

## Fuentes de error

ÚNICA MEDIDA: limitaciones del instrumento, capacidad del observador, errores en el procedimiento experimental, definición del objeto, etc.

REPITO LAS MEDICIONES:

---

## Fuentes de error

ÚNICA MEDIDA: limitaciones del instrumento, capacidad del observador, errores en el procedimiento experimental, definición del objeto, etc.

REPITO LAS MEDICIONES: limitaciones del instrumento, capacidad del observador, errores en el procedimiento experimental, definición del objeto, etc. y...

---

## Fuentes de error

ÚNICA MEDIDA: limitaciones del instrumento, capacidad del observador, errores en el procedimiento experimental, definición del objeto, etc.

REPITO LAS MEDICIONES: limitaciones del instrumento, capacidad del observador, errores en el procedimiento experimental, definición del objeto, etc. y *ERRORES ALEATORIOS*.

---

## Tipos de medida

MEDIDA DIRECTA: obtengo el resultado directamente de la lectura en el instrumento. Ej: masa en una balanza, longitud con una regla, velocidad con un velocímetro.

---

## Tipos de medida

**MEDIDA DIRECTA:** *obtengo el resultado directamente de la lectura en el instrumento.* Ej: masa en una balanza o longitud con una regla., velocidad con un velocímetro.

**MEDIDA INDIRECTA:** *debo hacer operaciones con las magnitudes físicas medidas para obtener la magnitud que busco.* Por ej: si no dispongo de un velocímetro pero obtengo la velocidad media como el cociente de dos magnitudes físicas que medí: longitud y tiempo.

---

## ¿Cómo estimo la incertidumbre para cada tipo de medida?

MEDIDA DIRECTA: apreciación o estimación según el tipo de instrumento que usemos (analógico o digital, respectivamente). Además, se suman incertidumbres de definición del objeto, error de paralaje, etc.

## ¿Cómo estimo la incertidumbre para cada tipo de medida?

MEDIDA DIRECTA: apreciación o estimación según el tipo de instrumento que usemos (analógico o digital, respectivamente). Además, se suman incertidumbres de definición del objeto, error de paralaje, etc.

$$\Delta X = \sigma_{nominal} = \sqrt{\sigma_{instrumento}^2 + \sigma_{definición\ del\ objeto}^2 + \sigma_{paralaje}^2 + \dots}$$

---

$$\sigma_{\text{nominal}} = \sqrt{\sigma_{\text{instrumento}}^2 + \sigma_{\text{definición del objeto}}^2 + \sigma_{\text{paralaje}}^2 + \dots}$$

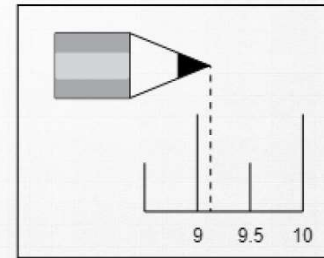
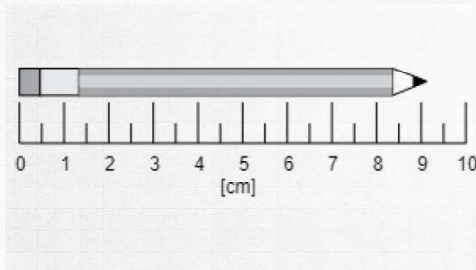
$\sigma_{\text{instrumento}}$  :

***Instrumento analógico:*** apreciación o estimación.

***Instrumento digital:*** manual del fabricante.

Suele ser la precisión más algún porcentaje del valor obtenido.





***Instrumento analógico: apreciación o estimación.***

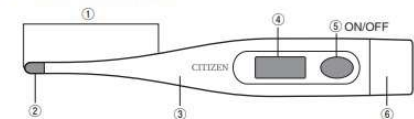
***Instrumento digital: manual del fabricante.***

Suele ser la precisión más algún porcentaje del valor obtenido.

**Instruction Manual  
for DIGITAL THERMOMETER**

REF CTA 301 Standard Model  
REF CTA 302 Water resistant (IPX5) Model  
REF CTA 303 Water resistant (IPX5) & Antibacterial Model

**CITIZEN**  
Micro HumanTech



**ESPECIFICACIONES**

Rango de medición	32,0°C–42,9°C (90,0°F–109,9°F)
Visualización temp.baja	Visualización<32,0°C (90,0°F) Temp.: Lo°C (Lo°F)
Visualización temp.alta	Visualización>=43,0°C (109,9°F) Temp.: Hi°C (Hi°F)
Resolución de pantalla	0,1°C (0,1°F)
Precisión	35,5°C–42,0°C±0,1°C (95,9°F–107,6°F±0,2°F) otro rango: ±0,2°C (0,3°F)

---

¿Cómo estimo la incertidumbre para cada tipo de medida?

MEDIDA INDIRECTA: Ley de propagación de incertidumbres.

---

## DIJIMOS...

ÚNICA MEDIDA: limitaciones del instrumento, capacidad del observador, errores en el procedimiento experimental, definición del objeto, etc.

REPITO LAS MEDICIONES: limitaciones del instrumento, capacidad del observador, errores en el procedimiento experimental, definición del objeto, etc. y *ERRORES ALEATORIOS*.

---

ENTONCES...

Cuando REPITO LAS MEDICIONES no solo debo contemplar  $\sigma_{nominal}$

---

ENTONCES...

Cuando REPITO LAS MEDICIONES no solo debo contemplar  $\sigma_{nominal}$   
Debo además agregar la componente estadística:  $\sigma_{estadística}$

---

ENTONCES...

Cuando REPITO LAS MEDICIONES no solo debo contemplar  $\sigma_{nominal}$   
Debo además agregar la componente estadística:  $\sigma_{estadística}$

$$\Delta X = \sqrt{\sigma_{nominal}^2 + \sigma_{estadística}^2}$$

Cuando REPITO LAS MEDICIONES:

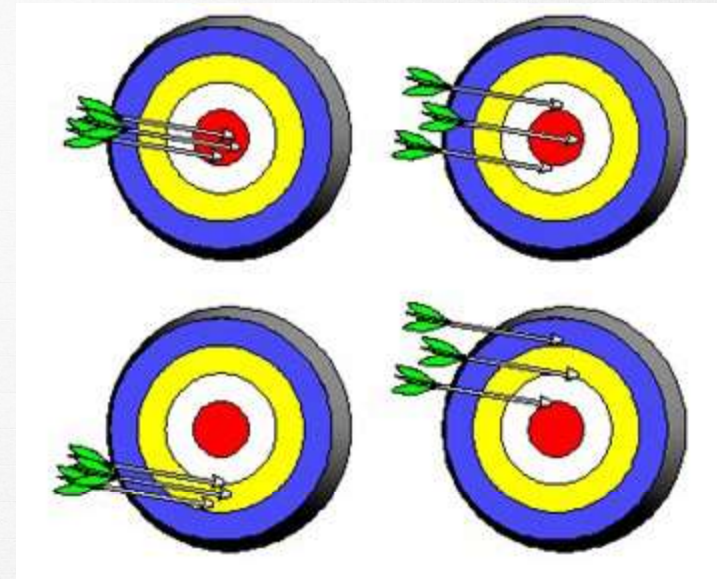
$$\Delta X = \sqrt{\sigma_{nominal}^2 + \sigma_{estadística}^2}$$

Siendo  $\sigma_{nominal}$  la incertidumbre de cada medida (ej: de cada medida de tiempo en la caída de la esfera por la rampa) y  $\sigma_{estadística}$  es la DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA SERIE DE MEDIDAS (STDEV).



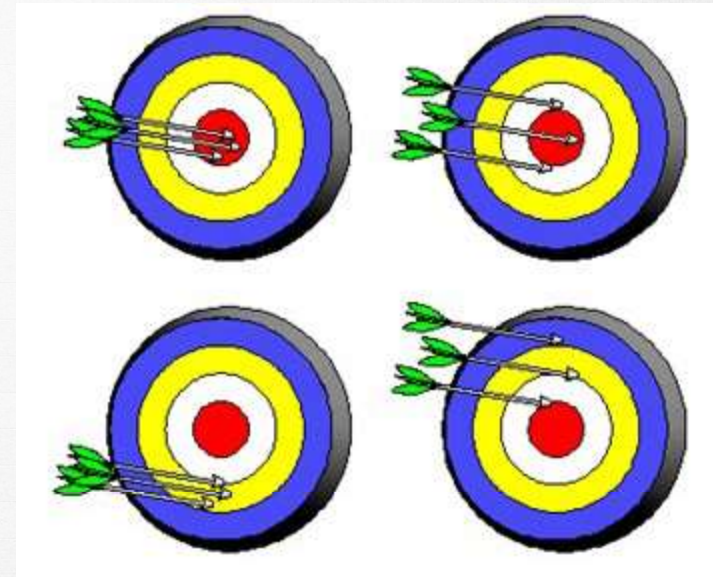
---

¡CUIDADO CON MEZCLAR TÉRMINOS!



---

¿Medida más precisa o más exacta?



## Conceptos de precisión y exactitud:

P

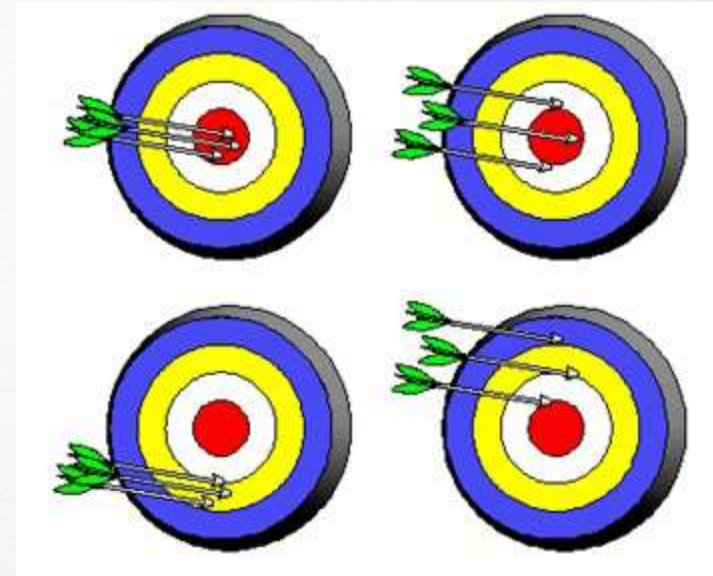
Exactitud: distancia del valor obtenido respecto de un valor aceptado como correcto

- Errores sistemáticos (una vez detectado, puede corregirse): ej. paralaje, reflejos, etc.

E

Precisión de un mensurando: dispersión del conjunto de valores obtenidos en una serie de mediciones.

- Errores aleatorios o errores accidentales





## Cifras significativas:





## Cifras significativas:

Las cifras significativas de una medida son las que **aportan** alguna **información**.



# Cifras significativas:



## Reglas básicas:

- Son significativos todos los dígitos distintos de cero.
- Los ceros a la izquierda de la primera cifra significativa no son cifras significativas.
- Los ceros situados entre dos cifras significativas son significativos.

## Ejemplos:

- 16,6 tiene 3 cifras significativas
- 0,12 tiene 2 c.s.
- 0,0010003 tiene 5 c.s.
- 16,60 tiene 4 cifras significativas

Los ceros a la derecha de la última cifra no nula, también son cifras significativas, pero hay que tener cuidado con su procedencia.

Es decir, si mido con una regla cuya menor división es 1 mm, y la longitud de un objeto es 2,0 cm, ese 0 aporta información. Por eso, 2,0 cm tiene 2 cifras significativas.

## Reglas básicas:

- Son significativos todos los dígitos distintos de cero.
- Los ceros a la izquierda de la primera cifra significativa no son cifras significativas.
- Los ceros situados entre dos cifras significativas son significativos.



## CONVENCIÓN PARA EL CURSO:

*Expresaremos la INCERTIDUMBRE de una medida con DOS CIFRAS SIGNIFICATIVAS.*



## CONVENCIÓN PARA EL CURSO:

*Expresaremos la INCERTIDUMBRE de una medida con DOS CIFRAS SIGNIFICATIVAS.*

\* CASO EXCEPCIONAL: si el dispositivo con el que realizamos una medida directa NO da más de UNA cifra significativa, expresaremos la incertidumbre de ESE mensurando con UNA cifra significativa.

## CONVENCIÓN PARA EL CURSO:

*Expresaremos la INCERTIDUMBRE de una medida con DOS CIFRAS SIGNIFICATIVAS.*

\* CASO EXCEPCIONAL: si el dispositivo con el que realizamos una medida directa NO da más de UNA cifra significativa, expresaremos la incertidumbre de ESE mensurando con UNA cifra significativa.

*Esto nos CONDICIONA la forma en que expresaremos la magnitud del mensurando.*

## CONVENCIÓN PARA EL CURSO:

*Expresaremos la INCERTIDUMBRE de una medida con DOS CIFRAS SIGNIFICATIVAS.*

\* CASO EXCEPCIONAL: si el dispositivo con el que realizamos una medida directa NO da más de UNA cifra significativa, expresaremos la incertidumbre de ESE mensurando con UNA cifra significativa.



MAL:

$$X = (6.52323 \pm 0.01324) \text{ cm}$$

BIEN:

$$X = (6.523 \pm 0.013) \text{ cm}$$

MAL:

$$Y = (5,67 \times 10^2 \pm 0,23) \text{ A}$$

BIEN:

$$Y = (567,00 \pm 0,23) \text{ A}$$

Si medimos con un instrumento que no tiene más de una cifra significativa, ej. Balanza a la décima de gramo:

MAL:

$$m = (98,25 \pm 0,10) \text{ g}$$

BIEN:

$$m = (98,3 \pm 0,1) \text{ g}$$