

Laboratorio de Física I para Biociencias:

Procesos de medición.



Resultado de un mensurando:

RM

Valor asignado al resultado

Resultado "oficial"

Unidades

RM

Incertidumbre del mensurando

Información sobre el proceso de mensurado

Información sobre los instrumentos

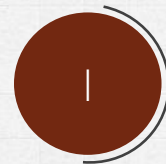
Para estimar incertidumbre consideramos:



Efecto de factores externos imponderables.



Limitaciones de nuestro proceso de medición.



Limitaciones de nuestros instrumentos.

Factores externos imponderables:



Repetición del proceso de medición:

$$\textit{Resultado: } \bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N x_k$$

¿Qué hipótesis hay detrás de esta elección?

No siempre el promedio es el mejor estimador del valor esperado (puede serlo la mediana, la moda, etc.).

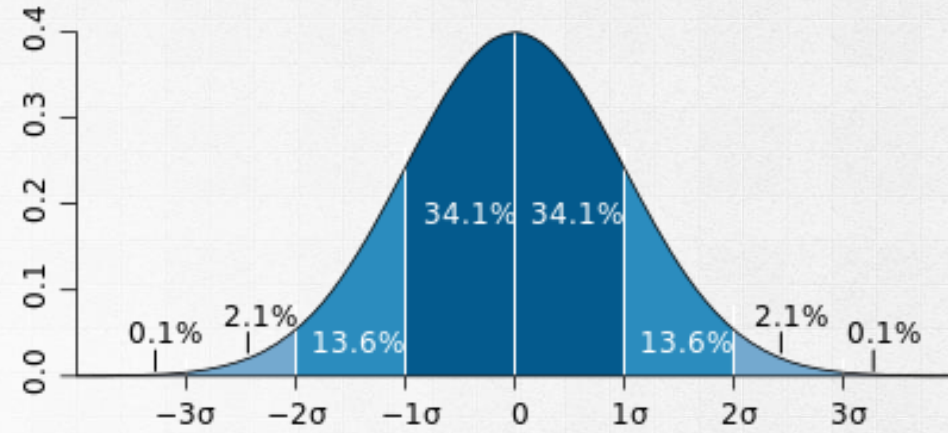
Factores externos imponderables:



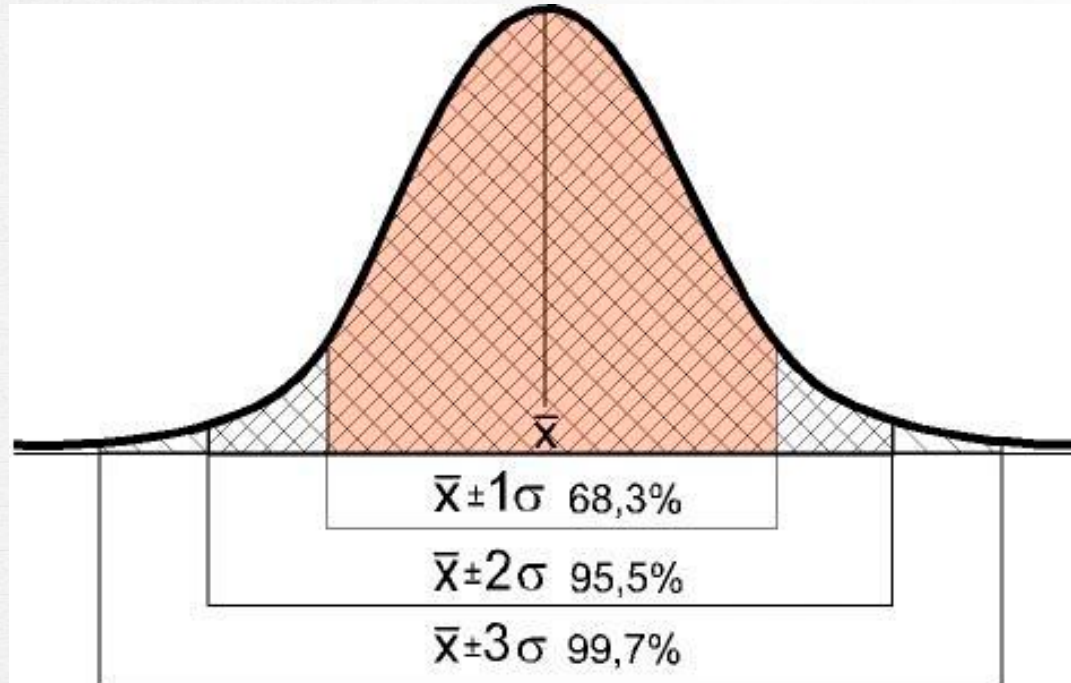
Incertidumbre asociada:

$$\text{Desviación estándar: } \sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (x_k - \bar{X})^2}$$

¿Qué hipótesis hay detrás de esta elección?

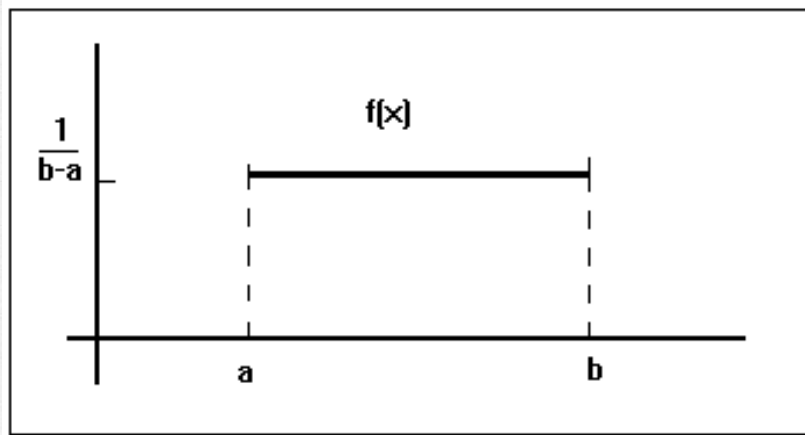


Distribución de probabilidades normal o gaussiana (campana de Gauss):

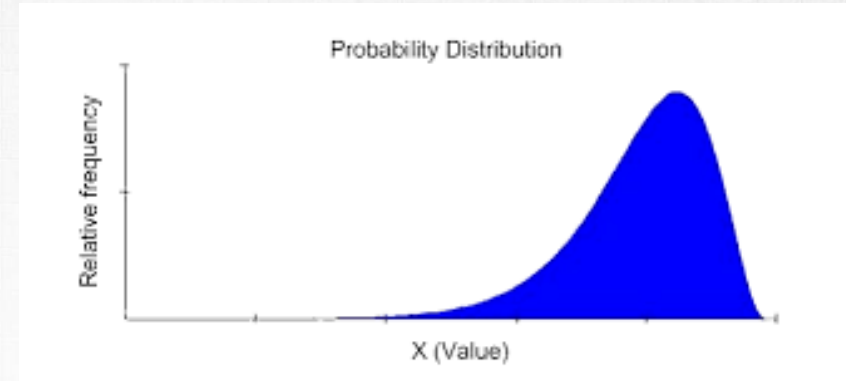


$$f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x - \bar{x})^2}{2\sigma^2}\right)$$

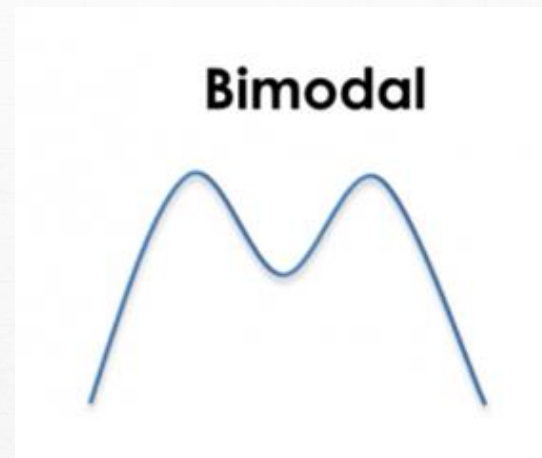
Otras distribuciones:



Ejemplo: resultados (entre 1, 2, 3, 4, 5 y 6) obtenidos al lanzar muchas veces un dado NO cargado.



Ejemplo: distribución de calificaciones en un parcial de Facultad que resultó extremadamente fácil.



Ejemplo: nivel de apoyo (por ej. del 1 al 10) de la población ante una reforma propuesta por el gobierno. Supongamos una población 50% con la ideología del partido de gobierno y 50% contraria.

Error, incertidumbre y “valor verdadero”:

P

ERROR es la diferencia entre un resultado individual (X_m) de una medición y el valor verdadero del mensurando (X_v), es decir $\epsilon = |X_m - X_v|$

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.

E

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 ΔX 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: $X_m \pm \Delta X$

Conceptos de precisión y exactitud:



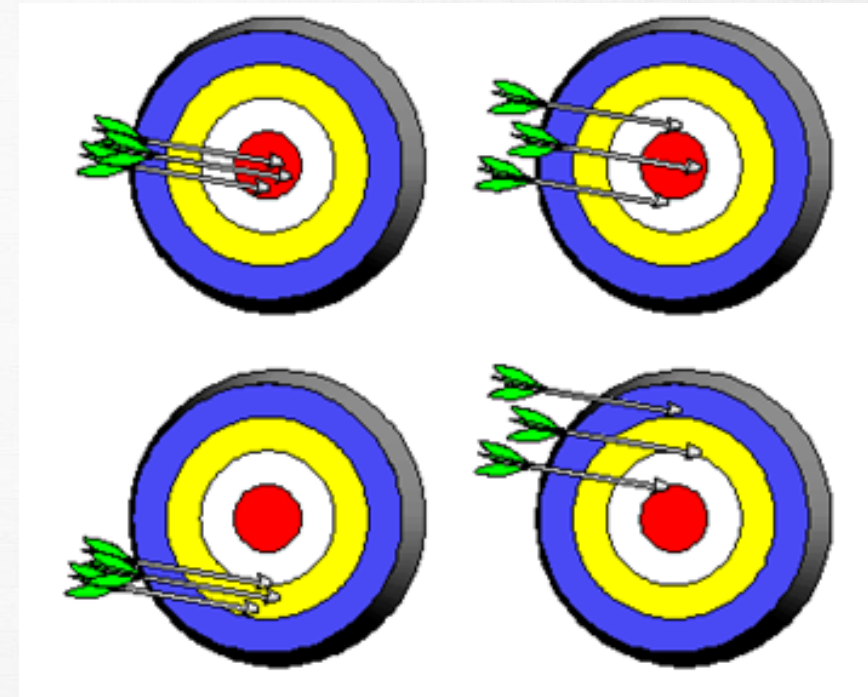
Precisión de un mensurando: dispersión del conjunto de valores obtenidos en una serie de mediciones.

- Errores aleatorios o errores accidentales



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

- Errores sistemáticos (una vez detectado, puede corregirse)



Limitaciones de nuestros instrumentos:

Por ahora...



Medición directa:

Instrumento analógico: precisión (o apreciación). Más adelante veremos otras opciones más adecuadas, la precisión suele sobreestimar la incertidumbre real.

Instrumento digital: guía en el manual. Suele ser la precisión más algún porcentaje del valor obtenido.



Medición indirecta:

Ley de propagación de las incertidumbres

¿Cómo integramos ambas incertidumbres?



. Definimos una incertidumbre total:

σ_{est} : incertidumbre asociada a errores estadísticos (ej. desviación estándar).

σ_{ins} : incertidumbre asociada a limitaciones de los instrumentos de medida (ej. apreciación).

$$\Delta = \sqrt{\sigma_{est}^2 + \sigma_{inst}^2}$$



Expresión final del resultado:

$$(\bar{X} \pm \Delta) \text{ unidades}$$

Cifras significativas:



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

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.

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.

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:

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