

INCERTEZAS EN MEDICIONES DIRECTAS

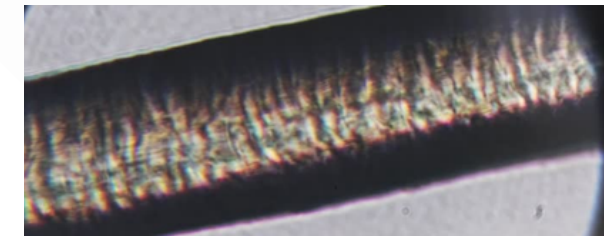
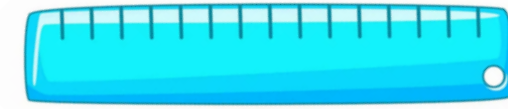
GRUPO 1

Caligiuri Lautaro, Martínez Sofía,
Pedrouzo Augusto

- **TIPOS DE INCERTEZAS Y SUS CAUSAS**
- **MÉTODOS CUANTITATIVOS Y ESTADÍSTICOS**
- **CÓMO QUEDAN CUANTIFICADAS LAS INCERTEZAS**

CAUSAS DE LAS INCERTEZAS

- Resolución del instrumento
- Dificultad de definir la cantidad a medir
- Características del instrumento
- Condiciones ambientales
- Interacción entre el instrumento y el sistema o experimentador
- Métodos de medición




LAS PODEMOS CATEGORIZAR



Resolución de
la medición



Fluctuaciones
aleatorias



Errores
sistemáticos

INCERTEZAS ASOCIADAS A LA RESOLUCIÓN

Antes hay que diferenciar resolución del instrumento vs resolución de la medición:

$$\Delta X_{\text{inst}} \text{ VS } \Delta X_{\text{meas}}$$

Se define: $\Delta X_{\text{meas}} = \Delta X_{\text{inst}} / n$  n es el múltiplo que se mide de la cantidad X



INCERTEZAS ASOCIADAS A LA RESOLUCIÓN

Antes hay que diferenciar resolución del instrumento vs resolución de la medición:

$$\Delta X_{\text{inst}} \text{ VS } \Delta X_{\text{meas}}$$

Se define: $\Delta X_{\text{meas}} = \Delta X_{\text{inst}} / n$  n es el múltiplo que se mide de la cantidad X

Ejemplo: medición del periodo del péndulo con $\Delta t_{\text{inst}} = 0.01 \text{ s}$

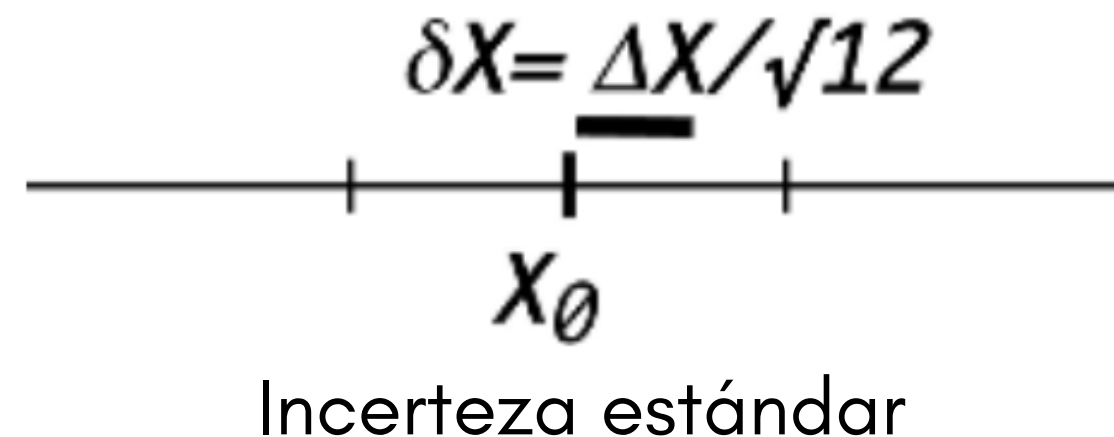
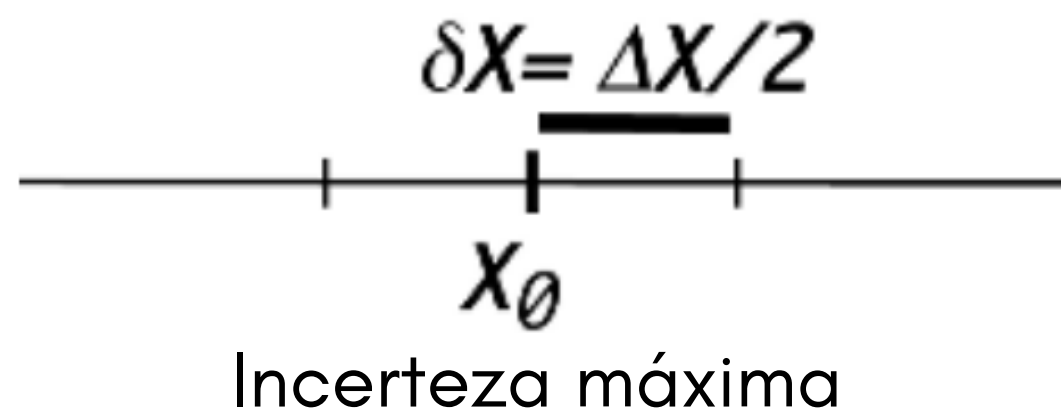
- Si se mide un periodo  $\Delta t_{\text{meas}} = \Delta t_{\text{inst}}$
- Si se miden 10 periodos para encontrar su valor dividiendo por 10  $\Delta t_{\text{meas}} = \Delta t_{\text{inst}} / 10 = 0.001 \text{ s}$

INCERTEZAS ASOCIADAS A LA RESOLUCIÓN

El resultado de una medición es un intervalo $X_{\min} \leq X \leq X_{\max}$

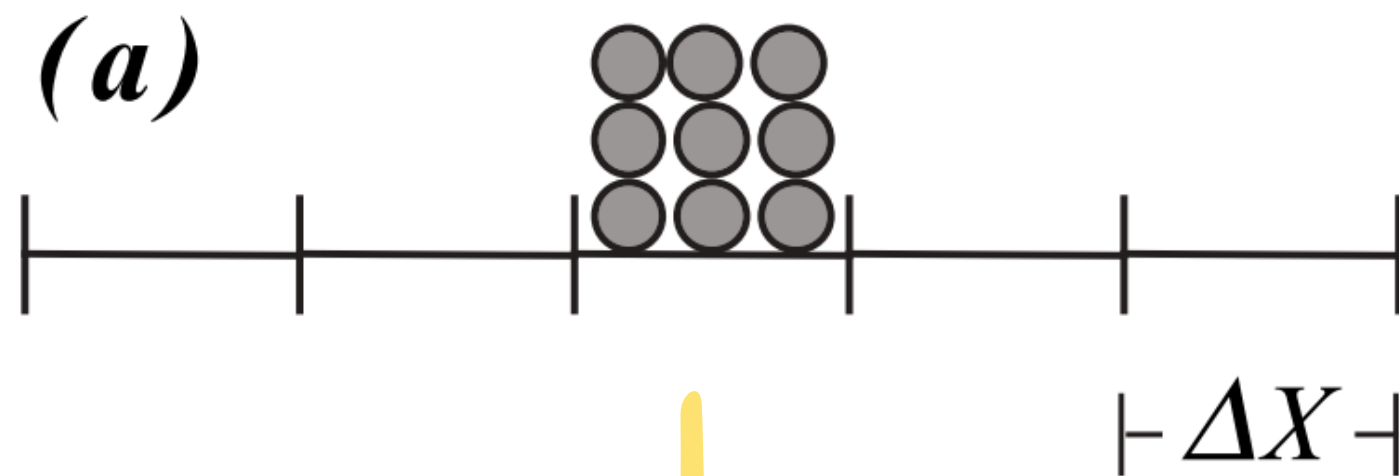
La extensión de este intervalo está dada por ΔX_{meas}  

La incerteza por resolución se puede definir de dos formas: (son convenciones)



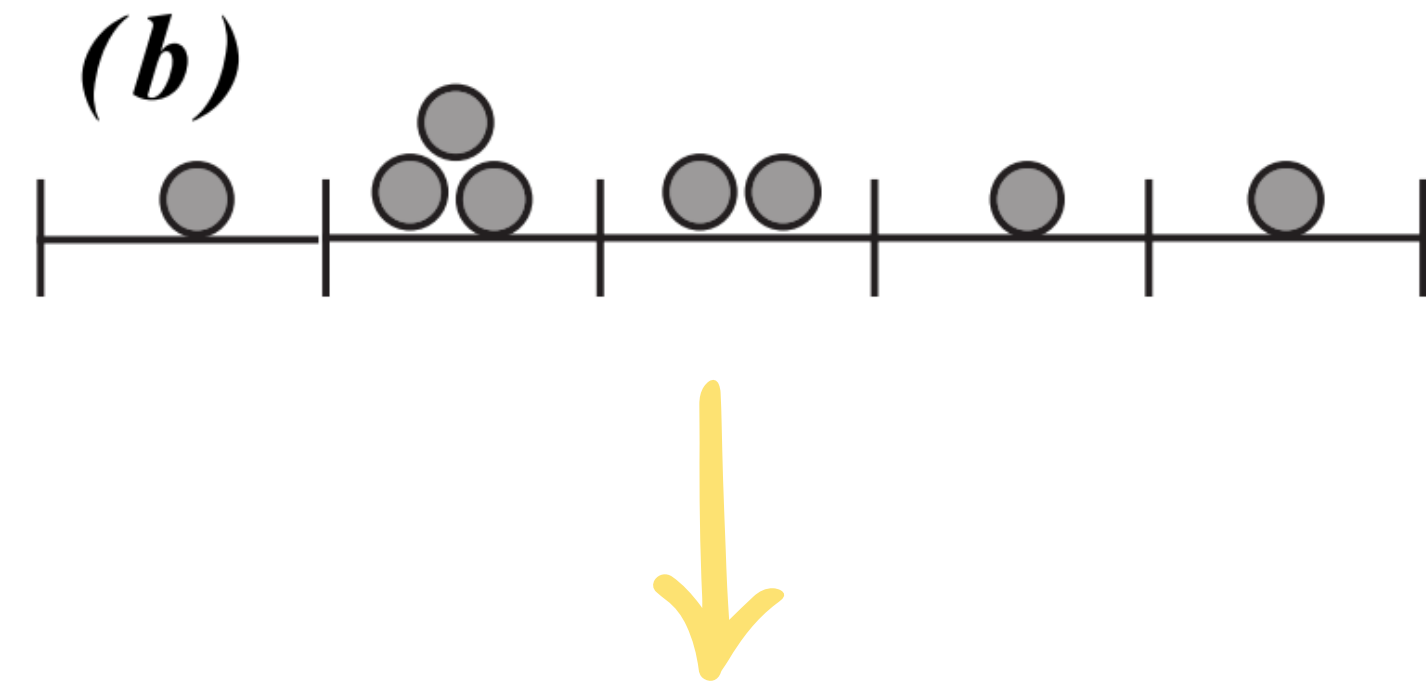
FLUCTUACIONES ALEATORIAS

Las mediciones caen en el mismo intervalo de resolución



δX sólo depende de la resolución

Las mediciones caen de forma aleatoria en distintos intervalos



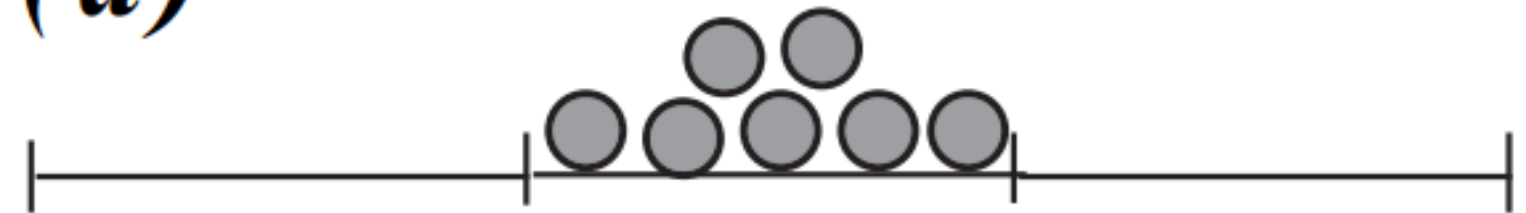
FLUCTUACIONES ALEATORIAS

No existen las mediciones sin influencia de fluctuaciones aleatorias

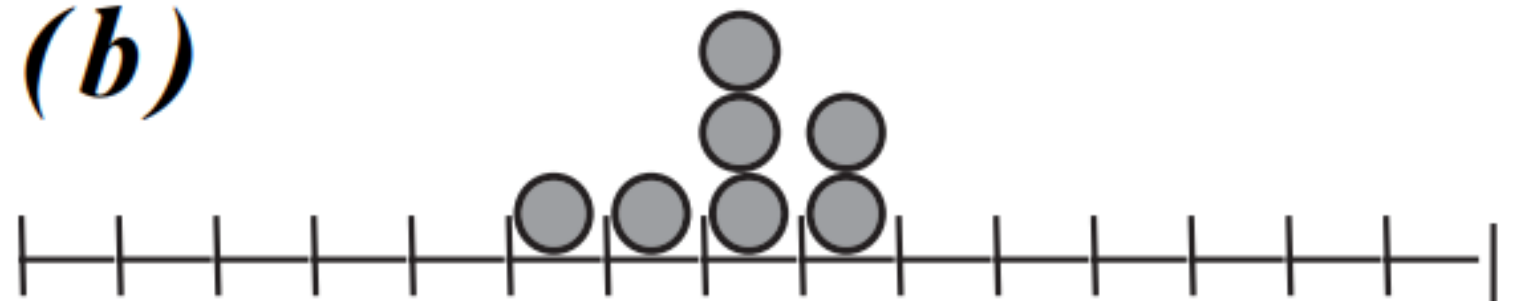


Su efecto depende de la relación entre las fluctuaciones y la resolución de la medición

(a)



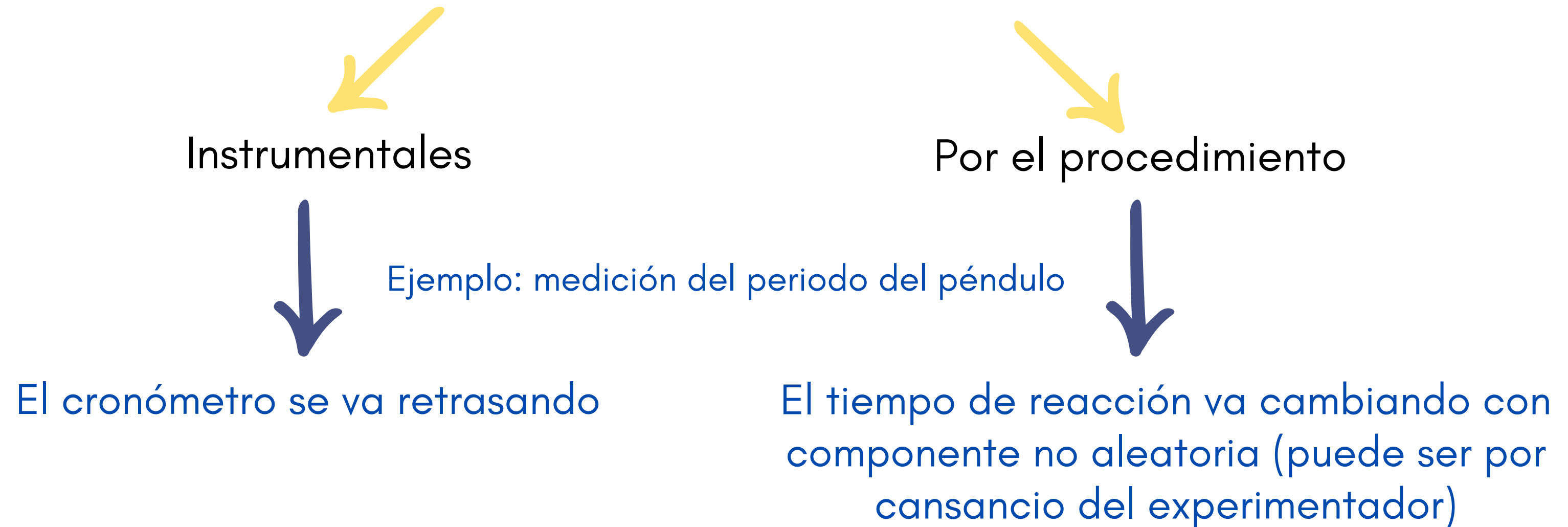
(b)



- Las fluctuaciones aleatorias se pueden cuantificar y tratar con métodos estadísticos

ERRORES SISTEMÁTICOS

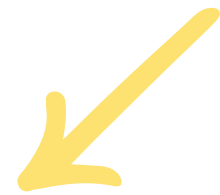
Son errores que modifican la medición en la misma medida al repetirla



ERRORES SISTEMÁTICOS

Hay muchas causas de este tipos de errores, cada caso tendrá un tratamiento diferente

Analizamos 2 casos



Mediciones repetidas en
mismas condiciones

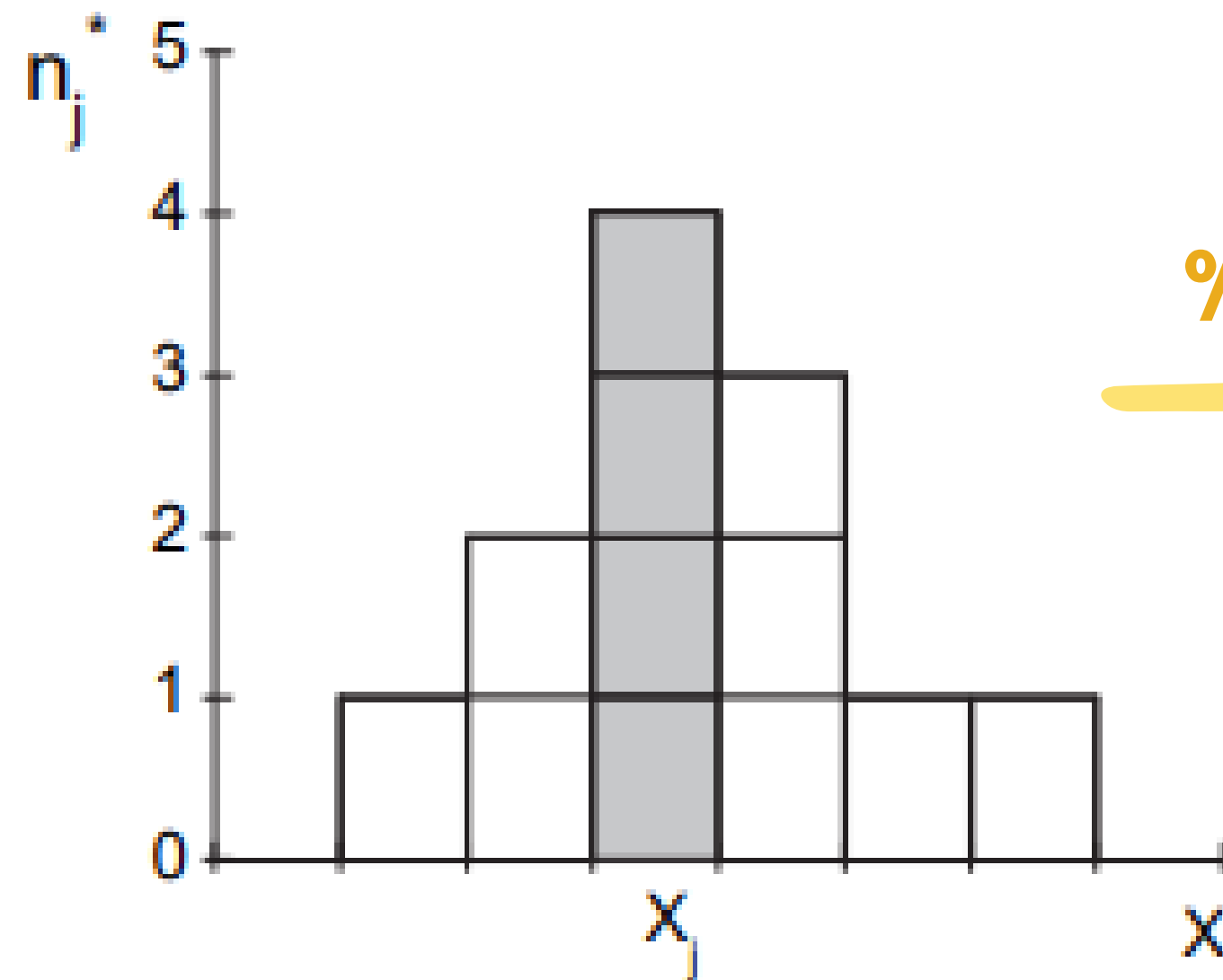
- Sólo se pueden encontrar con un análisis riguroso de instrumentos y metodología
- Si se puede, se modifica el experimento
- Si no, se intenta estimar la extensión del error δX_{sys}



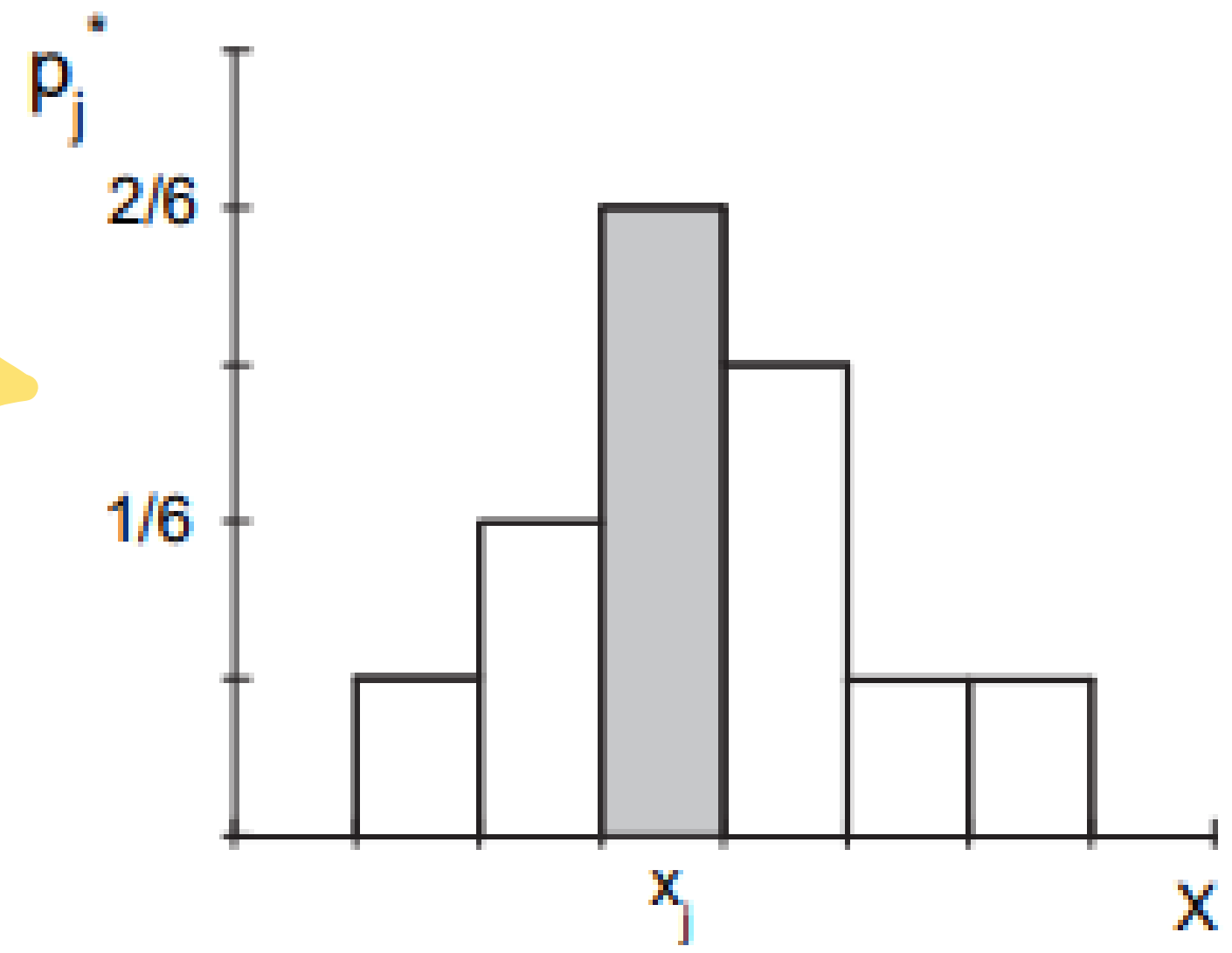
Mediciones repetidas en
diferentes condiciones

- Facilita la búsqueda de los errores, o al menos su extensión
- Permite utilizar un análisis cuantitativo con el método de discrepancia

HISTOGRAMAS



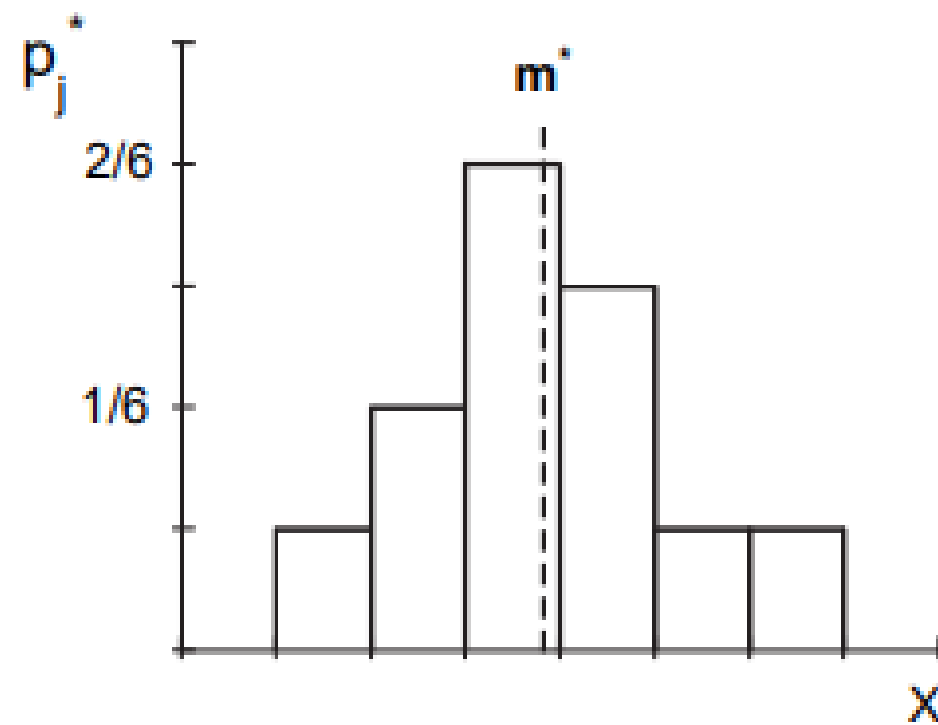
%N →



PARÁMETROS ESTADÍSTICOS

Media

$$\rightarrow m^* = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

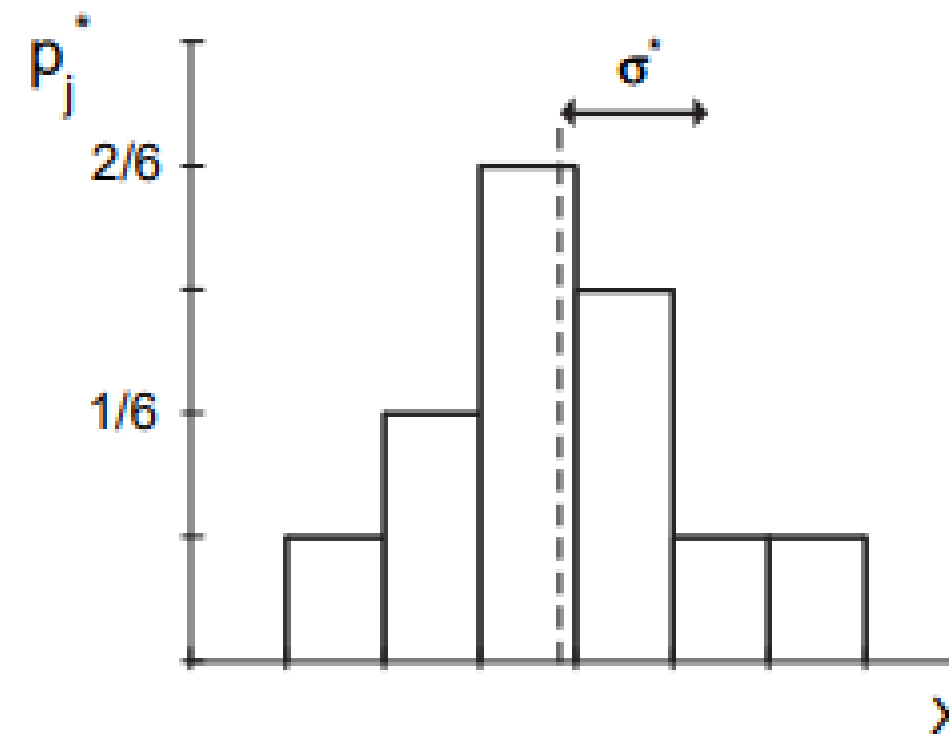


¿Dónde está el centro?

Desviación estándar

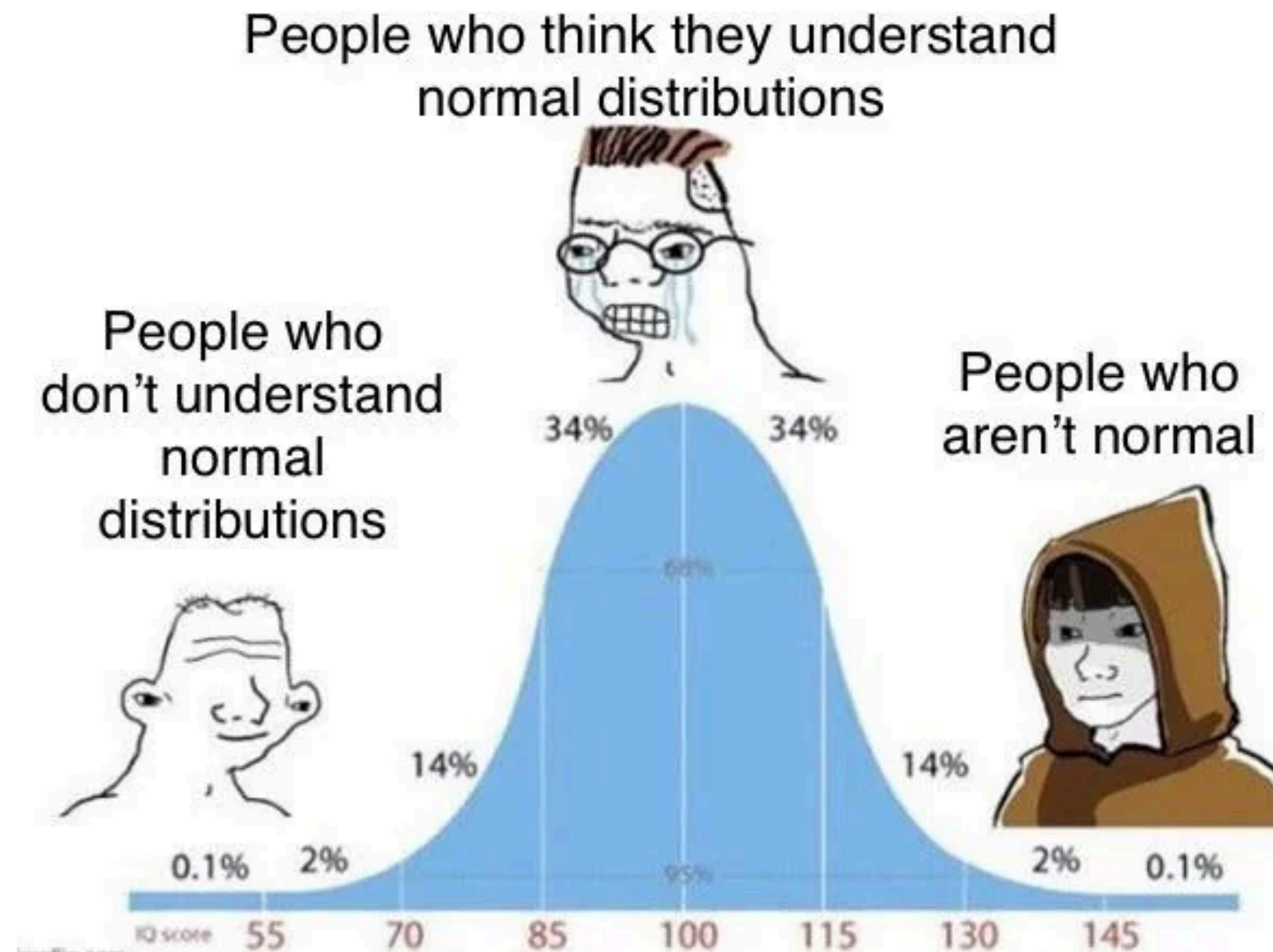
$$\rightarrow \sigma^* = \sqrt{D^*} :$$

$$= \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - m^*)^2}$$

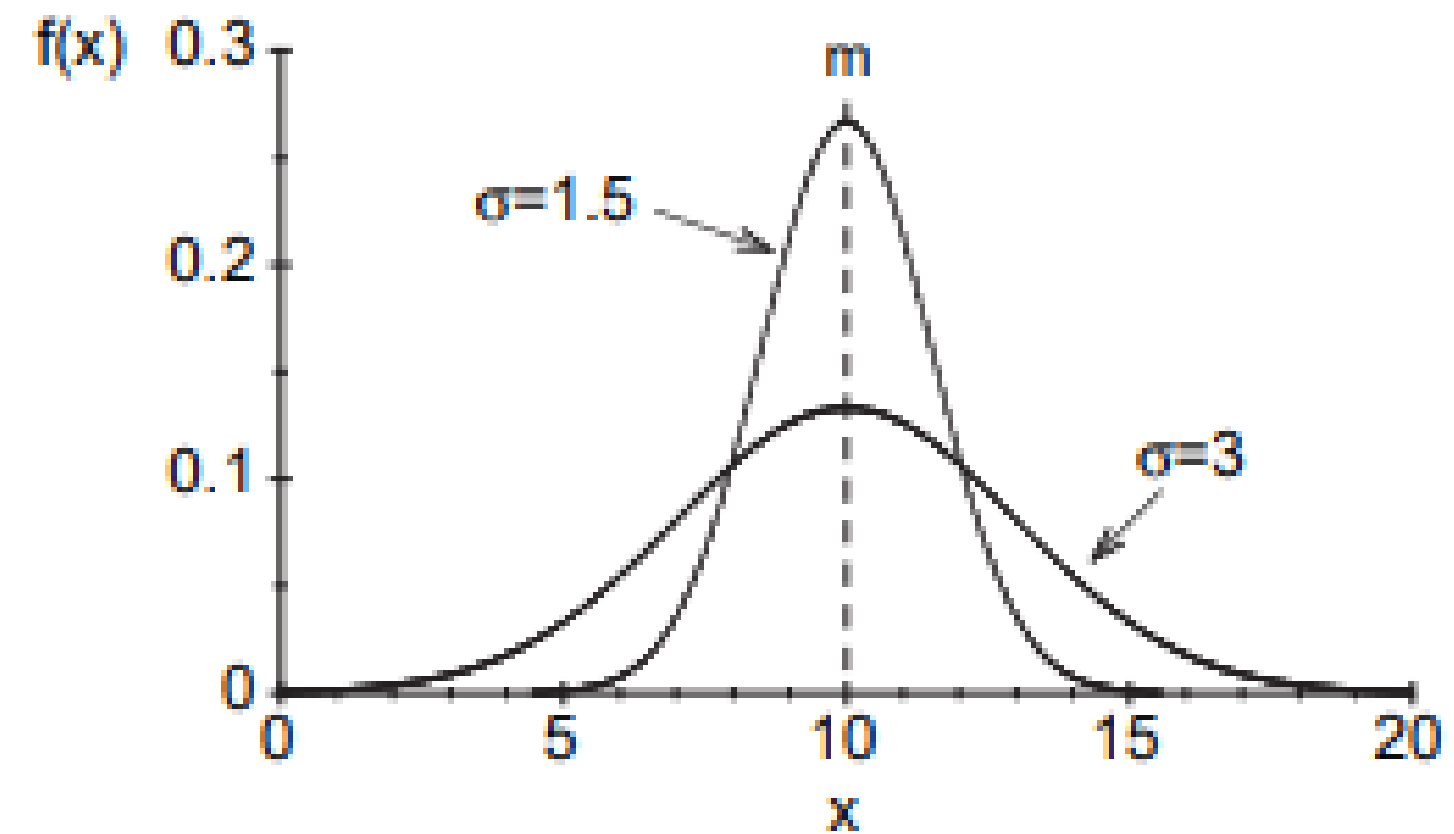
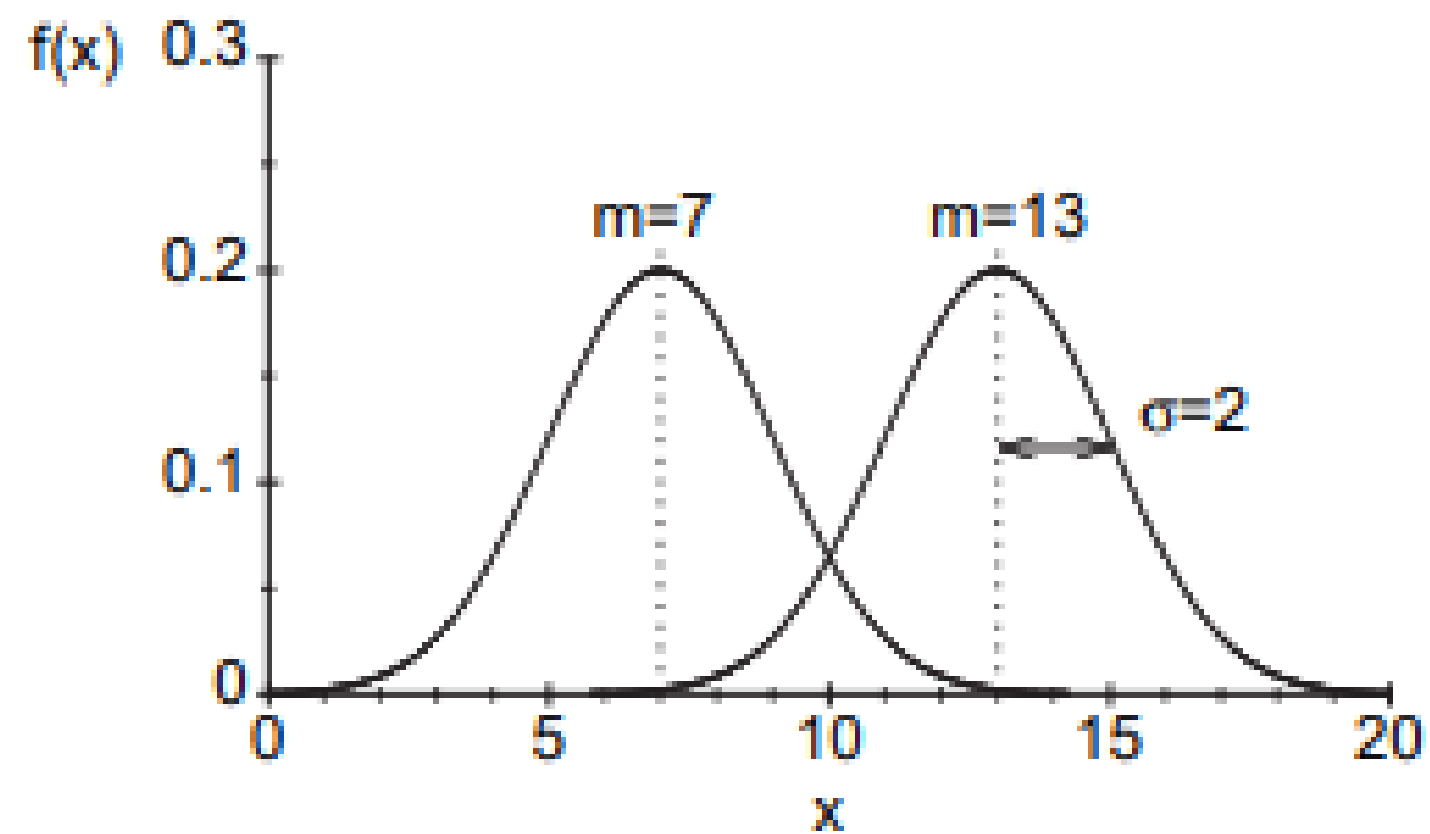


¿Qué tan lejos estoy del centro?

LA DISTRIBUCIÓN NORMAL



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

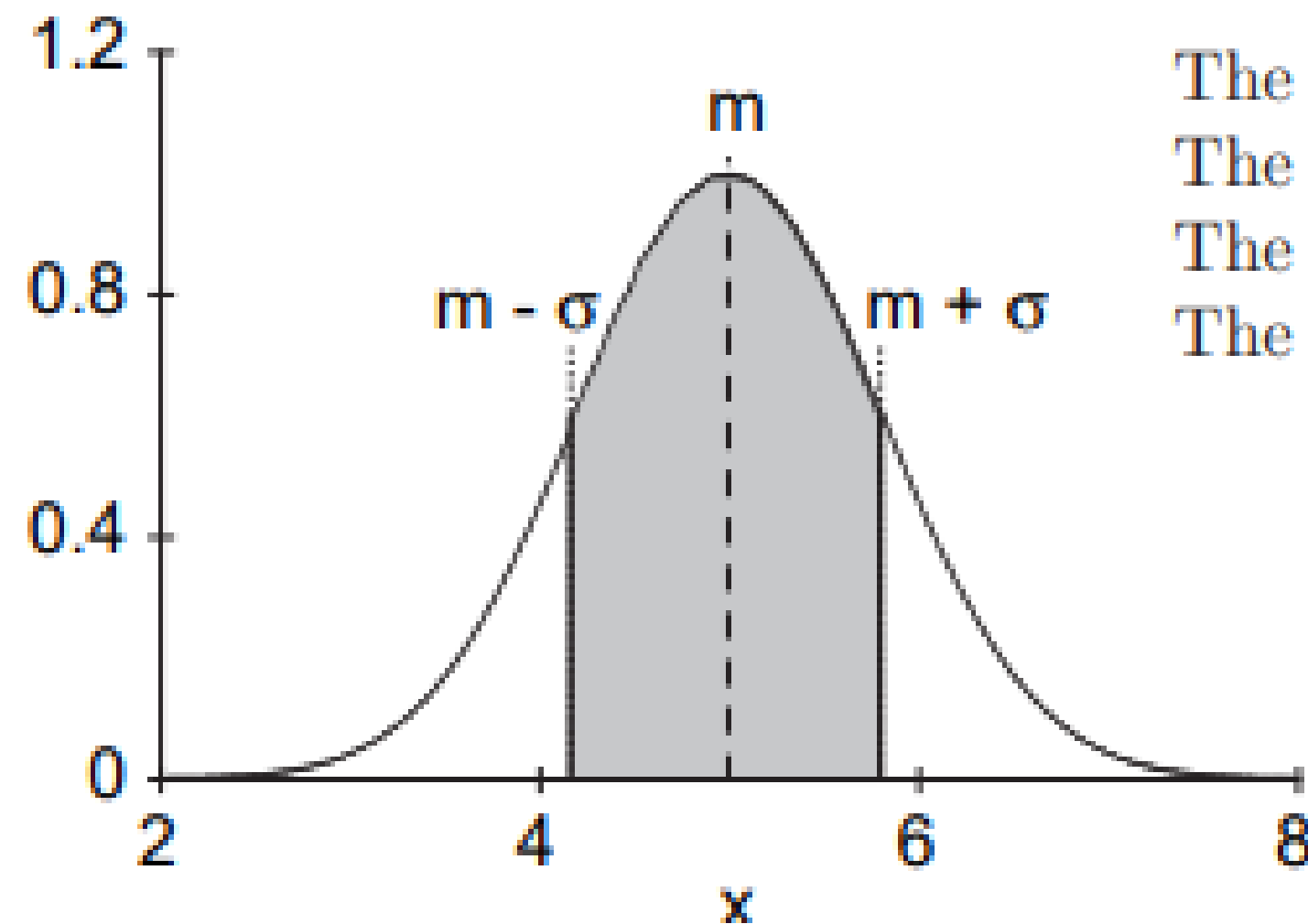


LA DISTRIBUCIÓN GAUSSIANA ES EL LÍMITE DE LOS HISTOGRAMAS

$$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \textit{histograma} = \textit{gaussiana}$$

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \textit{histograma} = \textit{gaussiana}$$

La distribución gaussiana está normalizada



The area between $m - \sigma$ and $m + \sigma$ is 0.683
The area between $m - 2\sigma$ and $m + 2\sigma$ is 0.954
The area between $m - 3\sigma$ and $m + 3\sigma$ is 0.997
The total area is 1

(esto es válido para cualquier valor de m y σ)

OJO: 

- No puede considerarse un modelo exacto, depende del valor de N .
- Recordar que la distribución normal está definida para $(-\infty < x < +\infty)$.

A pesar de estas limitaciones, la existencia de una distribución límite es una herramienta muy útil para evaluar cuantitativamente los resultados de un conjunto finito de mediciones repetidas.

“La hipótesis de que se puede extrapolar un comportamiento universal regular a partir de un número necesariamente finito de observaciones puede considerarse como la base misma del método científico.”

ESTIMANDO LOS PARÁMETROS DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL

- No es posible una estimación exacta de los mismos.
- Cantidad finita de muestras y comportamiento aleatorio (parámetros muestrales).
- Importancia de estas estimaciones.

$$\tilde{m} = m^* = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad \tilde{D} = \frac{N}{N-1} D^* = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - m^*)^2$$

EVALUACIÓN EXPERIMENTAL DE LA INCERTEZA

Objetivo: encontrar una expresión para la incerteza en fluctuaciones aleatorias.

Serie de pasos lógicos para obtener dicha expresión, a considerar:

- 1) Desviación estándar de media de muestra.
- 2) Relación de ésta última con la desviación estándar de una distribución limitante.

$$\delta X_{\text{cas}} = \tilde{\sigma}[m^*] = \frac{1}{\sqrt{N}} \sigma = \frac{1}{\sqrt{N}} \sqrt{\frac{N}{N-1}} \sigma^* = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N (x_i - m^*)^2}.$$

PROMEDIOS PESADOS

Procedimiento: sintetizar resultados de dos o mas mediciones repetidas en diferentes condiciones.

Válido cuando las incertezas pueden expresarse como desviaciones estándar de distribuciones normales.

Importante para la incerteza, considerar el peso de cada valor.

$$\delta X_w = \frac{1}{\sqrt{w_A + w_B}} .$$

INCERTEZAS DEBIDO A ERRORES SISTEMÁTICOS

Errores sistematicos vs. fluctuaciones aleatorias.

Métodos de detección y corrección.

Importancia de una adecuada caracterización.

Mediciones inconsistentes y mediciones consistentes.

$$\delta X_{\text{sys}} \simeq \frac{|X_A - X_B|}{2}$$

¡Gracias por escucharnos!

¿PREGUNTAS?