



EXPERIMENTO

¿Qué debo tener en cuenta a la hora de hacer un experimento?

¿Cuánto mide el largo (L) del objeto?

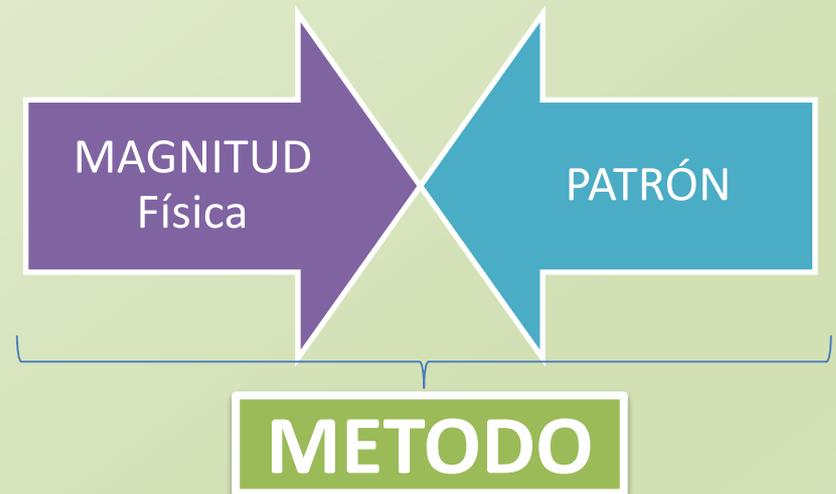
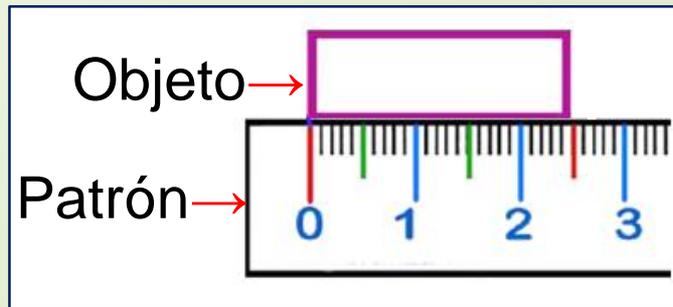


¿Cuál es el período del metrónomo?



Consideraciones a tener en cuenta

- **Magnitud Física (MF):** atributo de un cuerpo, fenómeno o sustancia que puede ser cuantificada (ej. masa, longitud, velocidad ...)
- **Medir:** es **comparar** la cantidad de la **MF** que se desea obtener con una unidad de la misma magnitud (**patrón**)



- **Método de Medición:**
Procedimiento que se lleva a durante el experimento para lograr obtener MF

Consideraciones a tener en cuenta

- **Valor de MF:** cantidad de la MF, se expresa: **número y unidad**
- **Unidad:** es una magnitud física definida y adoptada por convención



Instituto
Nacional
de Tecnología
Industrial



Ministerio de Producción y Trabajo
Presidencia de la Nación

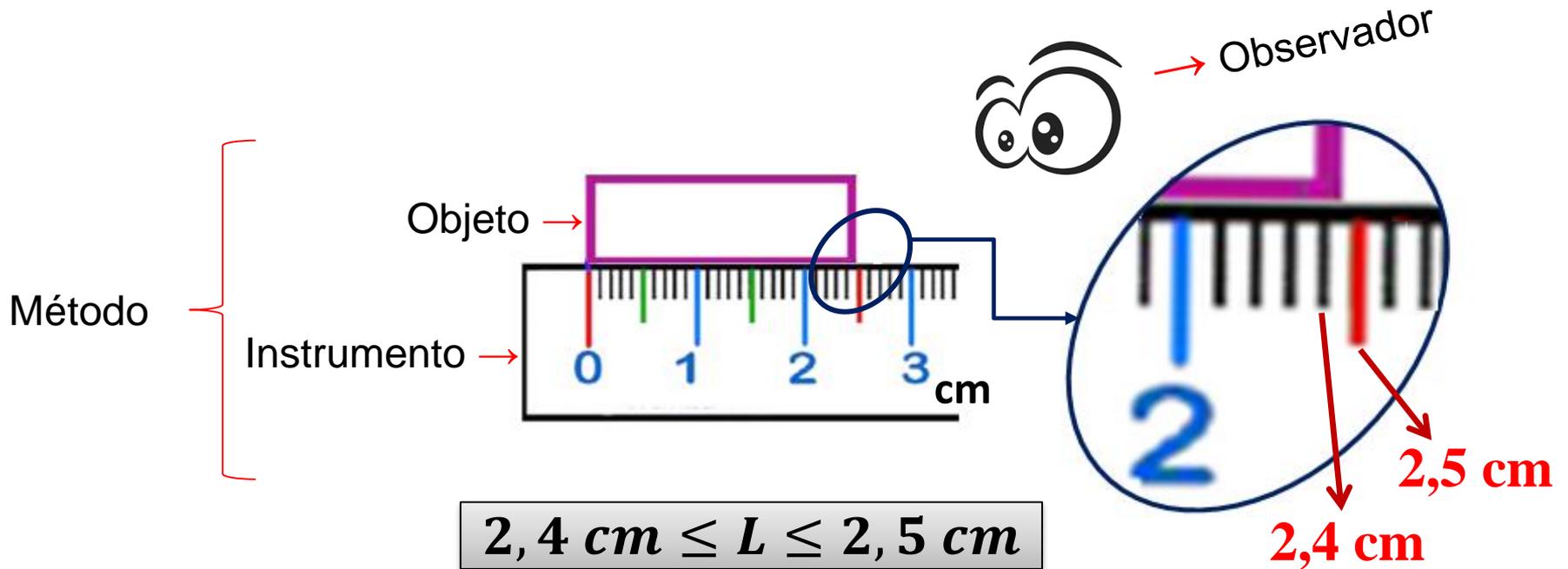


<https://www.nist.gov/pml/weights-and-measures/metric-si/si-units>

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.

Pensemos en algunos posibles experimentos

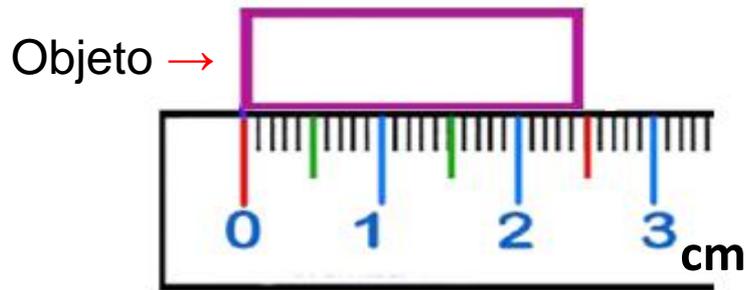
¿Cuánto mide el largo (L) del objeto?



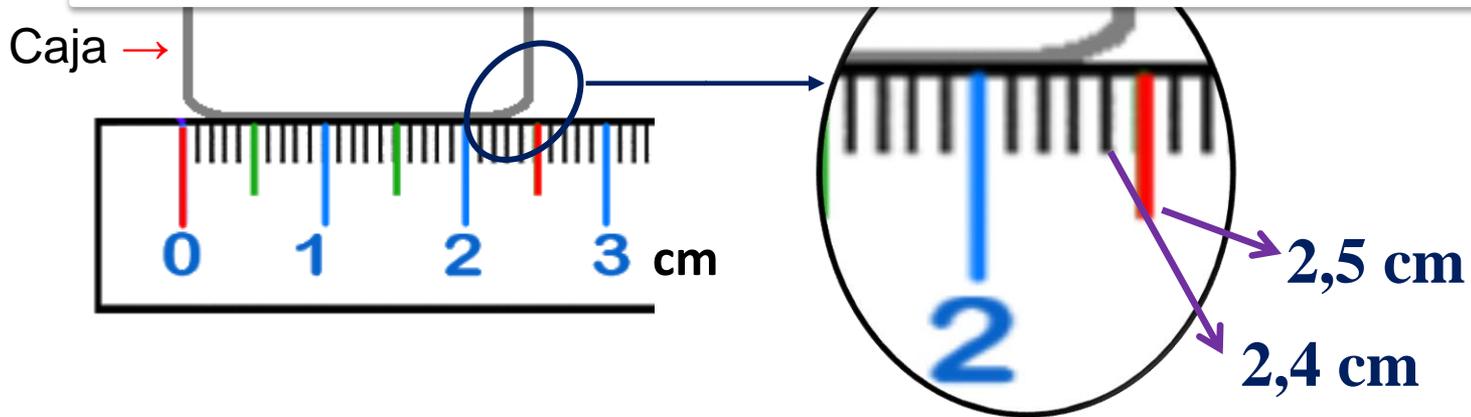
El resultado de una medición está acotado

¿Entra el objeto en la caja?

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



El resultado de la medición está acotado por el instrumento, la forma del objeto, ...



¿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

¿Cuánto se tarda para llegar a Mar del Plata?

¿5 horas?



5 hs 10'



4 hs 59'



4 hs 35'



5 hs 05'

El resultado de la medición está acotado por múltiples factores aleatorios

3 hs 50'

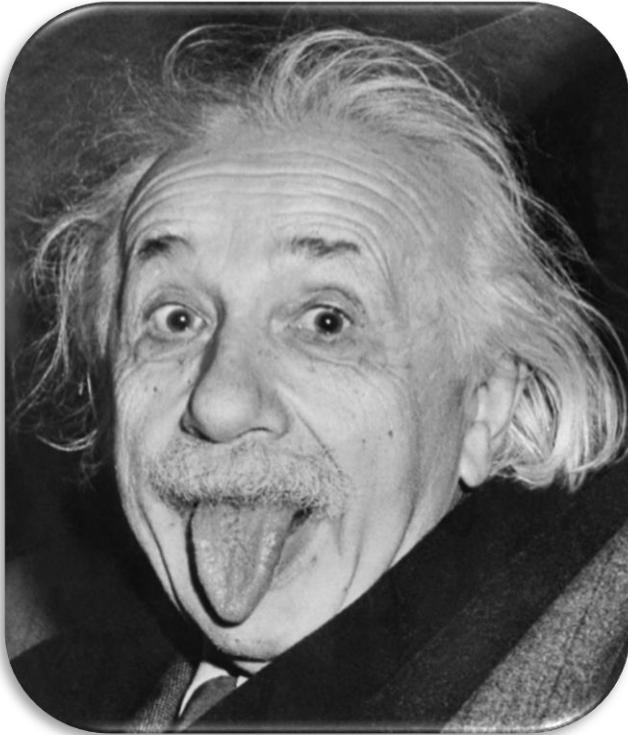


¿Incluyo a los casos tan extremos?



7 hs 09'

¿Cuánto mide el diámetro de los pelos de Albert?

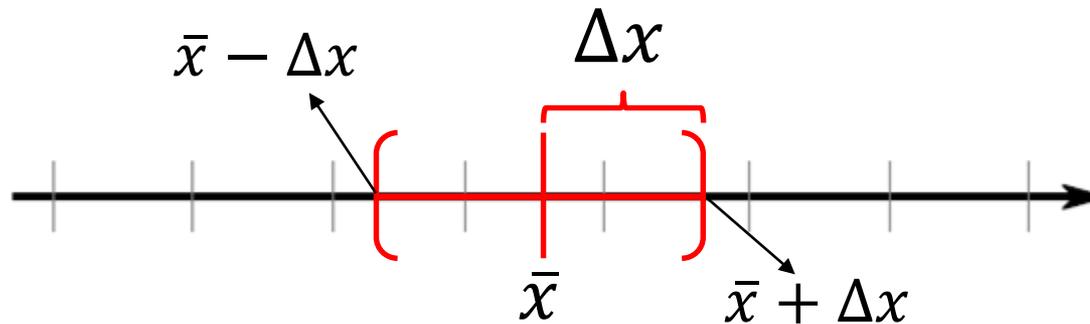


*¿Y cuánto mide el diámetro de
un pelo de Albert?*

El resultado de una medición depende de
múltiples causas → **Incertidumbre**

Resultado de una MF y forma de expresarlo

Un resultado de una MF será un **intervalo de confianza**



Resultado

Intervalo de Confianza

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

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

Expresión

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

\bar{x} : Valor más representativo (x_0)

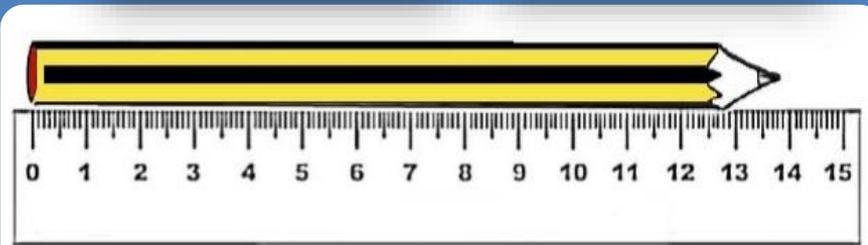
Δx : Incerteza Absoluta/
Error Absoluto

Clases de Mediciones

Directas (MD)

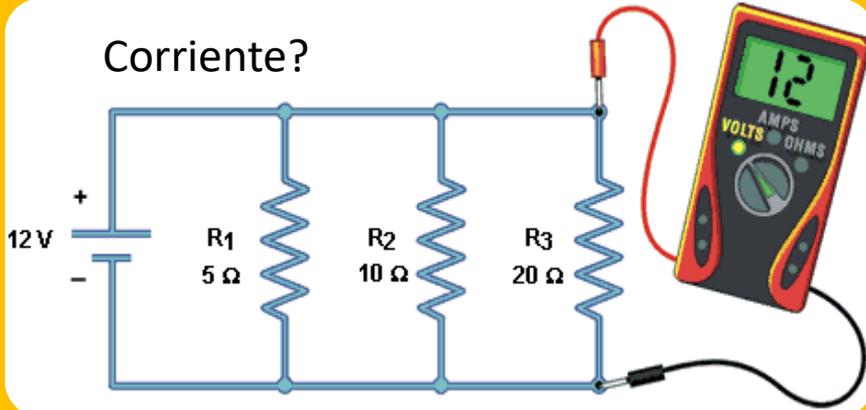
La medida deseada se obtiene de la lectura del instrumento

Ej.: medición del tiempo utilizando un cronómetro.



Clases de Mediciones

Corriente?



Aceleración?



h

Area?



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)

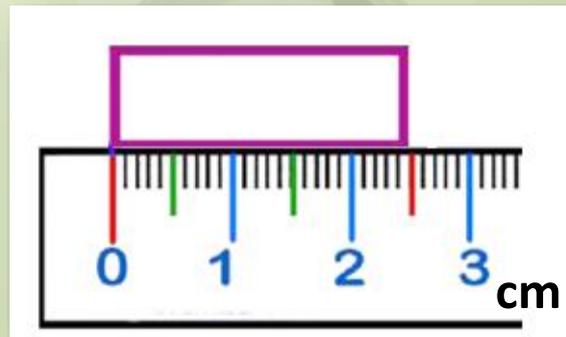
Si mido 1 vez



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



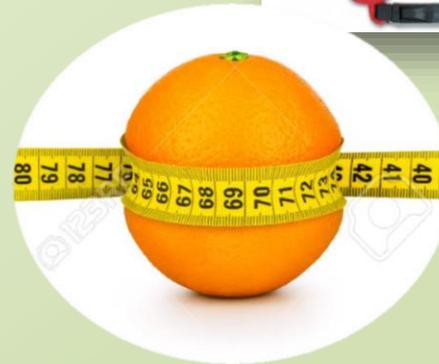
$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

Mediciones Directas (MD)

Incerteza Absoluta (Δx)

Fuentes de Incertidumbres

- * Introducidos por el instrumento
- * Por factores de la naturaleza/azar
- * Por suposiciones
- * Por el objeto: definición
- * Por el método

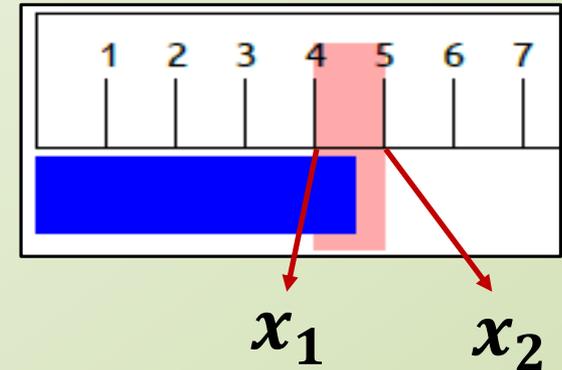


1- Incertidumbre INSTRUMENTAL

Error de Apreciación (σ_{ap}):

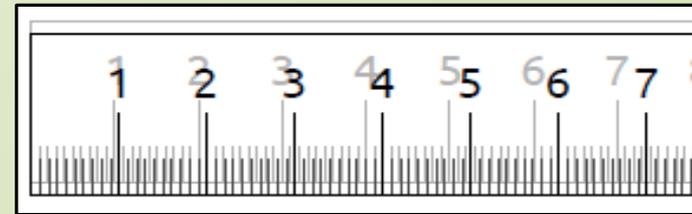
Lo que puede resolver el observador.

Muchas veces: resolución del instrumento



Error de Exactitud (σ_{ex}):

Asociado con el error de calibración del instrumento



Incertidumbre instrumental

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

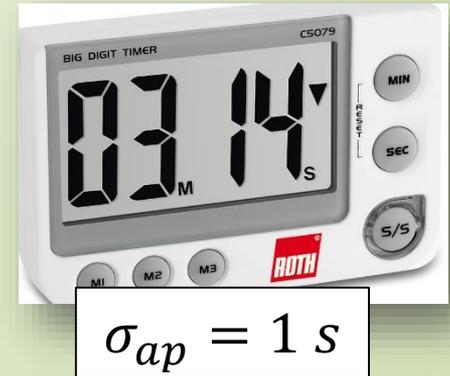
o

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

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

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
- Reporte el resultado utilizando la expresión (Eq. 1)
- Calcule ε_r (Eq. 2)

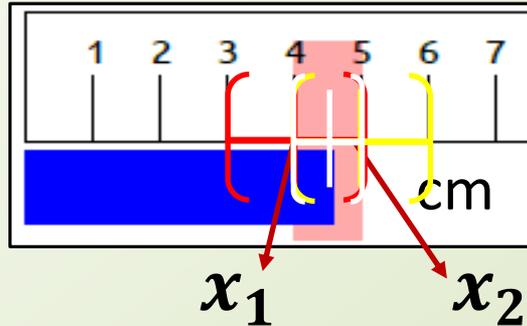
- **Objeto**
- **Instrumento**
- **Método**

$$x = (\bar{x} \pm \Delta x) \text{ Ud.} \quad (1)$$

$$\varepsilon_r = \left| \frac{\Delta x}{\bar{x}} \right| \quad (2)$$

Mido una MF

1)



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

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

Pero también

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

Si siempre mido dentro de la
incertidumbre instrumental

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

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

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

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

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

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

A veces elijo usar:

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

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

¿Cuál es el período del metrónomo?



1,25 s

1,23 s

1,22 s

1,25 s

1,24 s

1,26 s

1,23 s

1,23 s



$$\sigma_{ap} = 0,01 \text{ s}$$

Algunos de los datos **difieren entre sí en más de la precisión del instrumento**

Si mido más de 1 vez y obtengo datos **fuera del intervalo de confianza** $[\bar{x} - \sigma_{ap}, \bar{x} + \sigma_{ap}] \rightarrow \Delta x = ?$

2- Incertidumbre ESTADÍSTICA



Error Estadístico:

Errores aleatorios producidos al azar.
Desconocidos, Intrínsecos (naturaleza)

Puede pasar que:

- Mida más de 1 vez y los datos se encuentran **dentro** del intervalo de confianza $[\bar{x} - \sigma_{ap}, \bar{x} + \sigma_{ap}] \rightarrow \Delta x = \sigma_{ap}$
- Mida más de 1 vez y hay datos **fuera del intervalo de confianza** $[\bar{x} - \sigma_{ap}, \bar{x} + \sigma_{ap}] \rightarrow \Delta x = ?$

Error Estadístico

Va a depender de la clase de medición que tengamos

Distribución estadística - Histogramas

Supongamos que tomamos N mediciones de una MF $\rightarrow \{x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_N\}$

¿Cómo se distribuyen los datos?

Tirar un **dado** $N = 100$ veces

Medición #	Cara del dado
1	2
2	6
3	1
...	...
99	4
100	1



Medir el **período** de un **faro** $N = 100$ veces

Medición #	Tiempo (s)
1	1,02
2	0,98
3	1,07
...	...
99	1,22
100	1,10



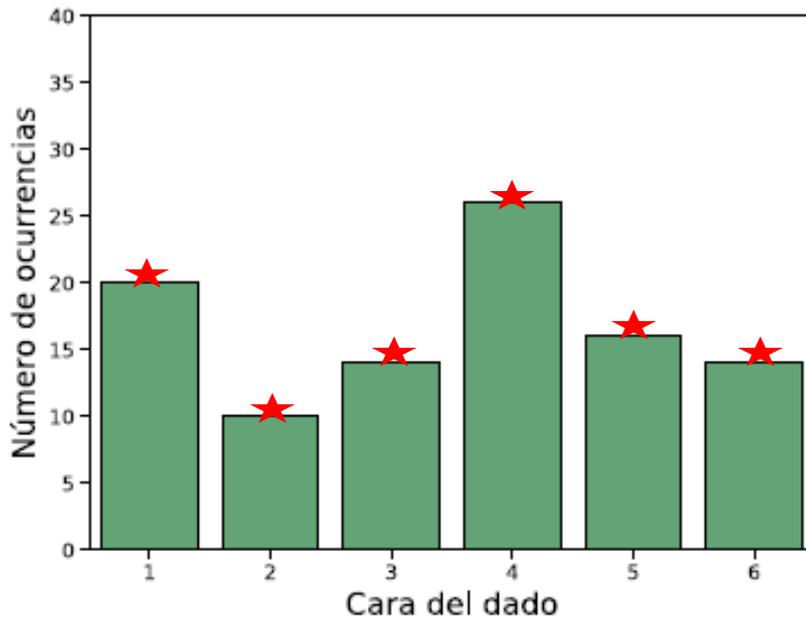
Distribución estadística - Histogramas

Histograma

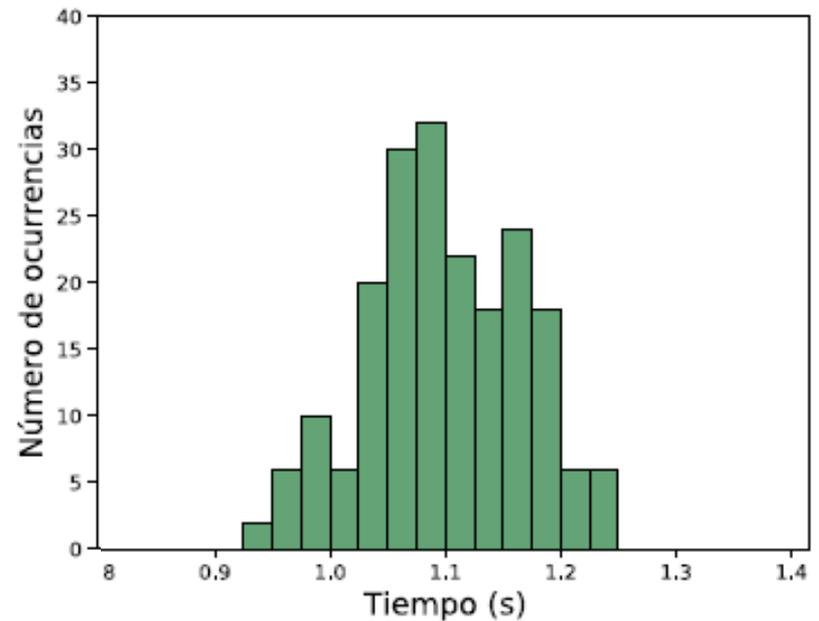


Representación gráfica en coordenadas cartesianas de la distribución de datos

Tirar un dado N = 100 veces



Medir el período de un faro N = 100 veces



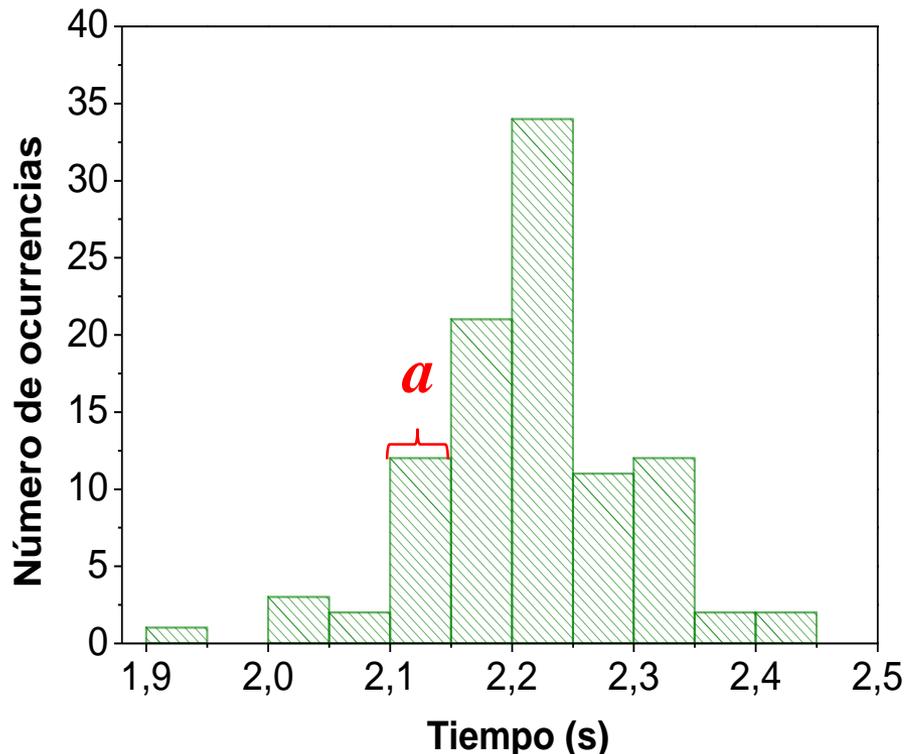
$$\sum_j N^{\circ} \text{Ocurrencias}_j = N$$

Resultados del Experimento - Histogramas

Histograma



Representación gráfica en coordenadas cartesianas de la distribución de datos



- Número total de datos: N
- Rango: $[x_{\min}, x_{\max}]$
- Intervalo de clase (bin size): a
- 1^{er} intervalo: $[x_{\min}, x_{\min+a})$
- Último intervalo: $[x_{\max-a}, x_{\max}]$

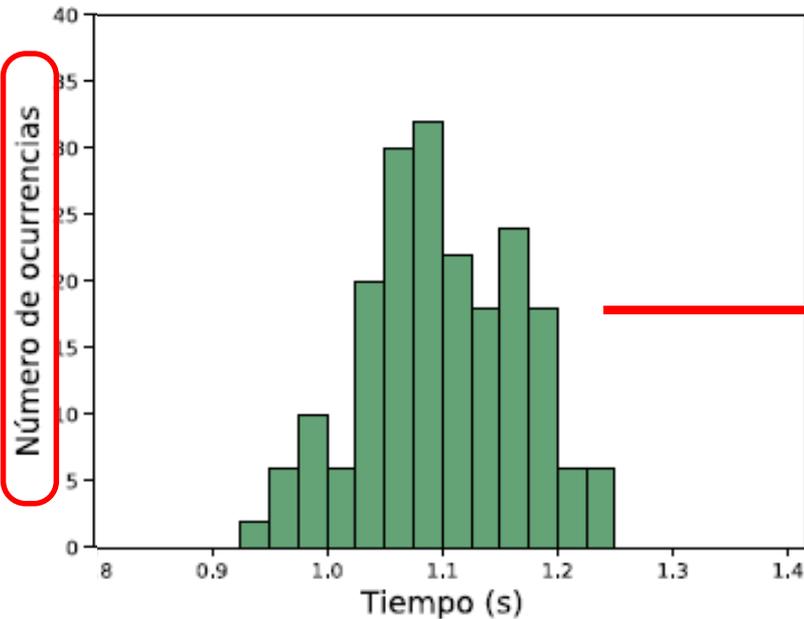
Regla de Sturges: Estima la cantidad (C) de intervalos de clases

$$\sum_j N^{\circ} \text{Ocurrencia}_j = N$$

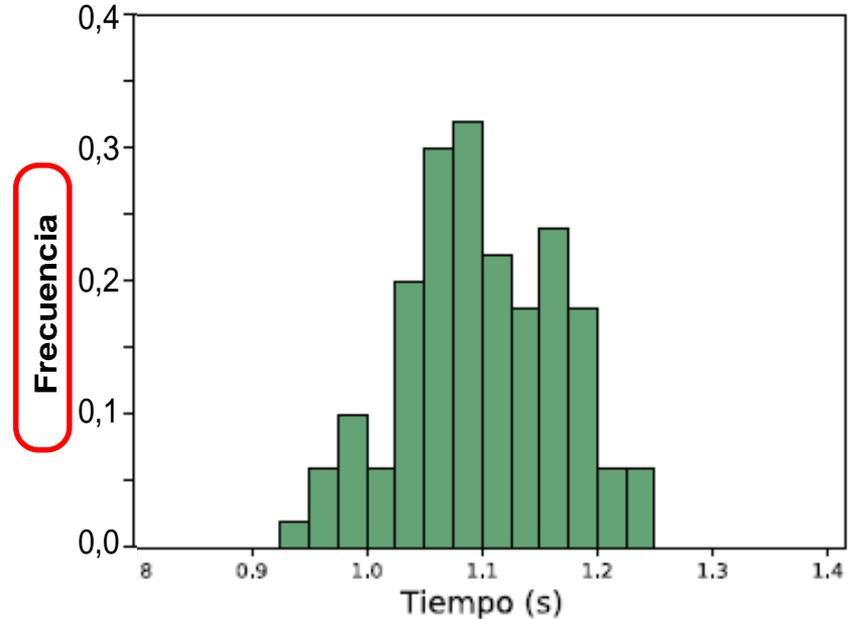
$$C = 1 + \log_2(N)$$

Resultados del Experimento - Histogramas

Medir el período de un faro N = 100 veces



Medir el período de un faro N = 100 veces



$$\frac{N^{\circ} \text{ Ocurrencias}}{N} = \text{Frecuencia}$$

Condición de Normalización

$$\sum_j F_j = 1$$

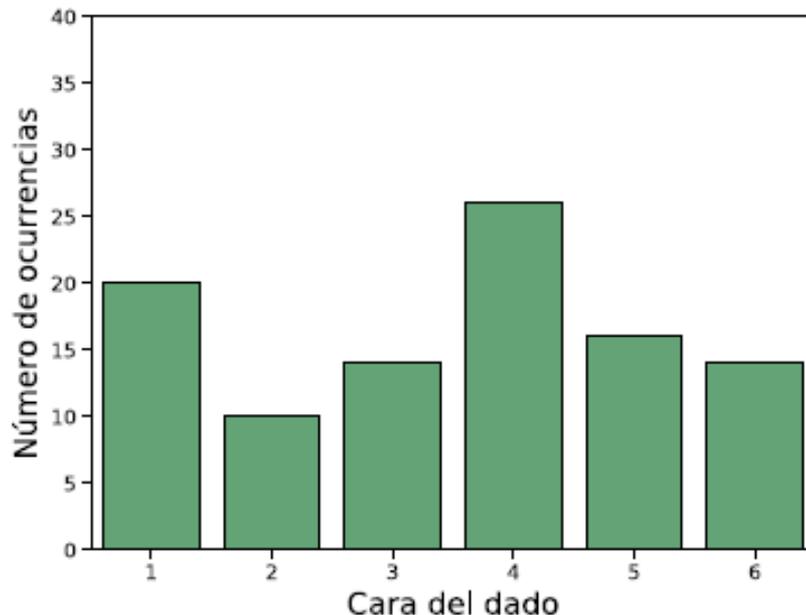
Resultados del Experimento - Histogramas

Histograma

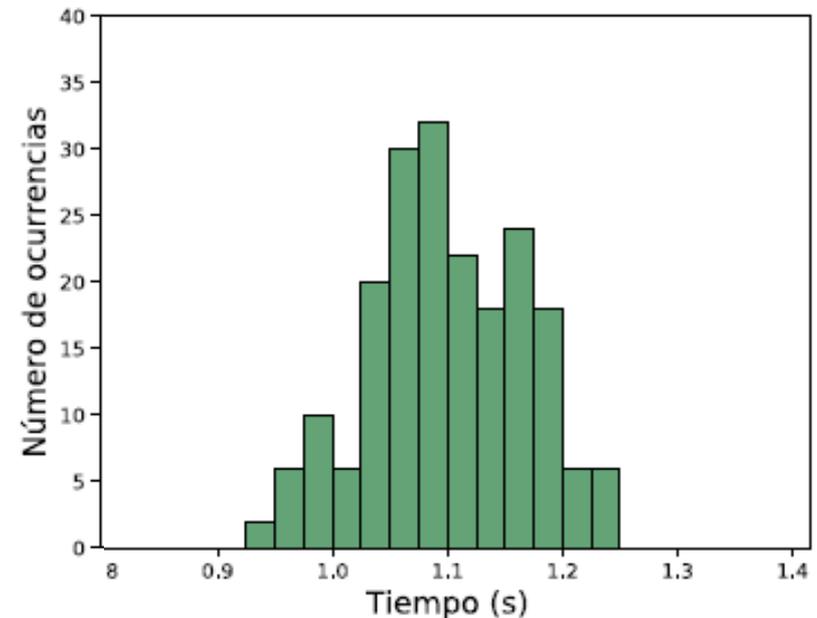


Representación gráfica en coordenadas cartesianas de la distribución de datos

Tirar un dado N = 100 veces

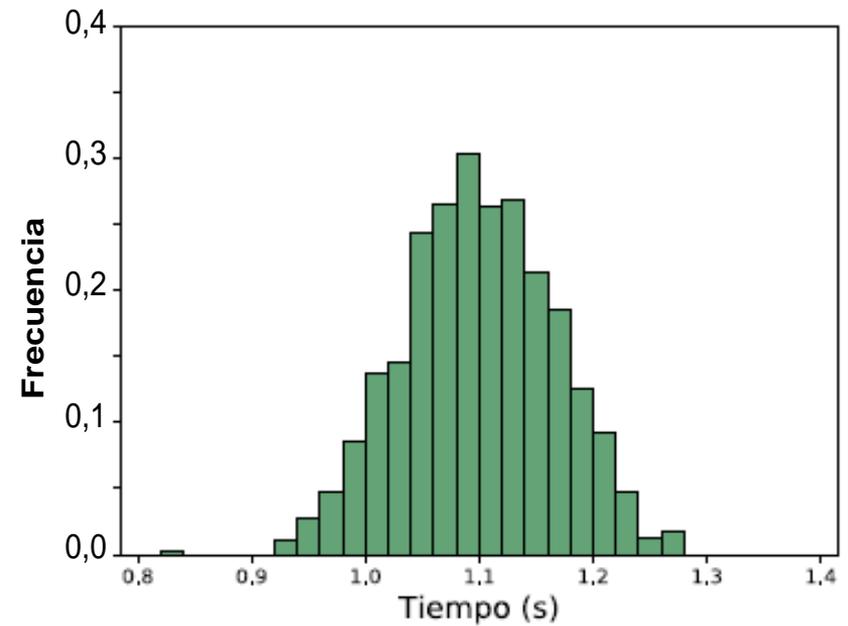
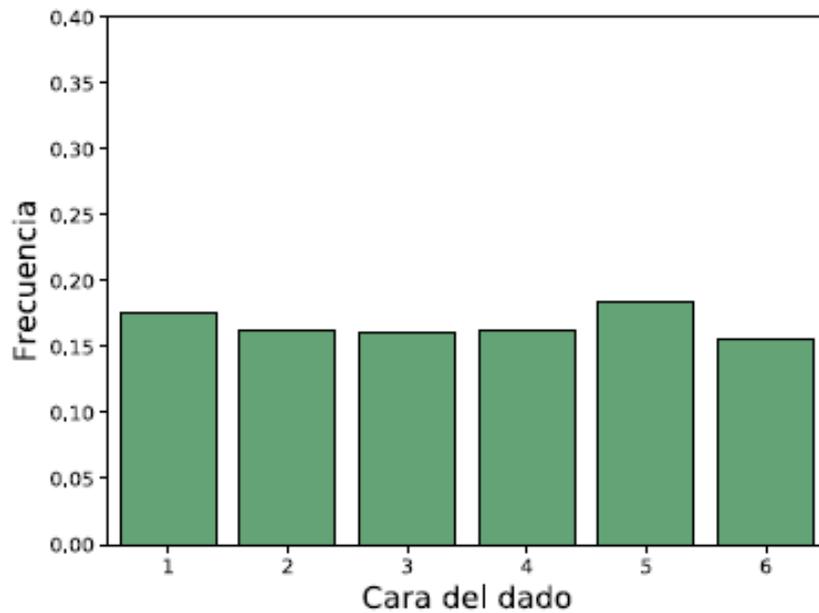


Medir el período de un faro N = 100 veces



Distribución de probabilidad

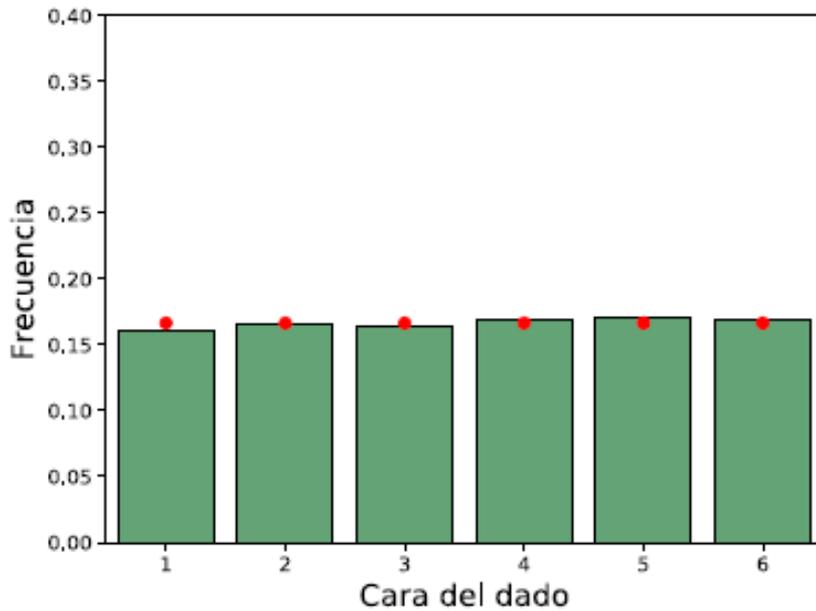
N = 1000



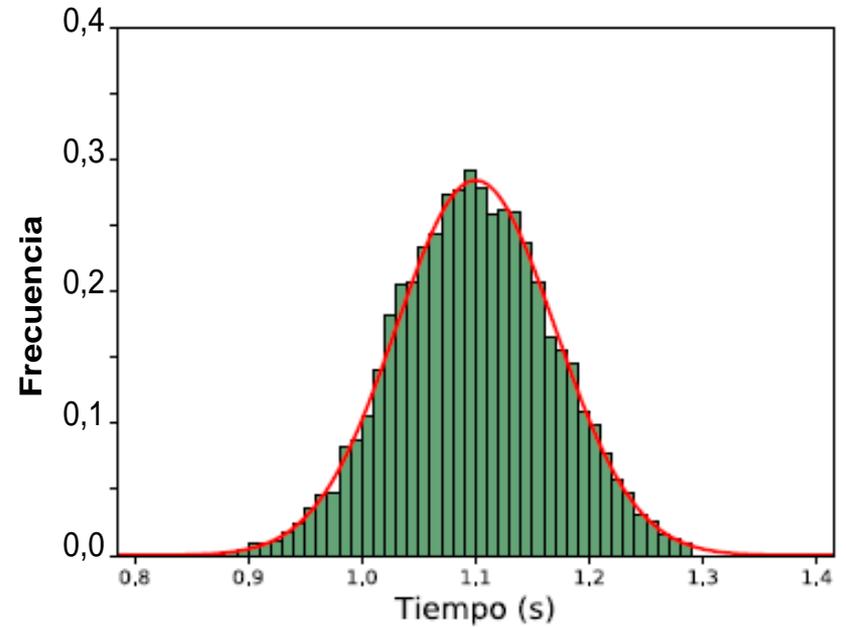
Distribución de probabilidad

N = 10000

Distribución de probabilidades



↓
Discreto



↓
Continuo

MEDICIÓN DE TIEMPOS

- Realice **40 mediciones** del tiempo entre pulsos (**$N = 40$**), con un cronómetro.
- Realice un histograma con los datos del período medidos ($N = 40$)



El 25-8 hasta las 14 hs en Discord dentro de su grupo

Actividad 1

- ❑ Colocar una tabla con los resultados de **L** y **D** obtenidos por cada uno integrante del grupo, y de los errores relativos en cada caso

Tabla 1. Resultados de la longitud (L) y el diámetro (D) de los diferentes objetos y del error relativo (ε_r), obtenidos por los integrantes del grupo.

Integrante	L (cm)	D (cm)	ε_{Lr}	ε_{Dr}
Ana				
Pablo				
Agustina				

- ❑ Comentar qué resultado fue el más preciso y cuál es el menos preciso

El 25-8 hasta las 14 hs en Discord dentro de su grupo

Actividad 2

- Colocar el histograma de las medidas del período del metrónomo de cada integrante (1 gráfico por cada integrante).

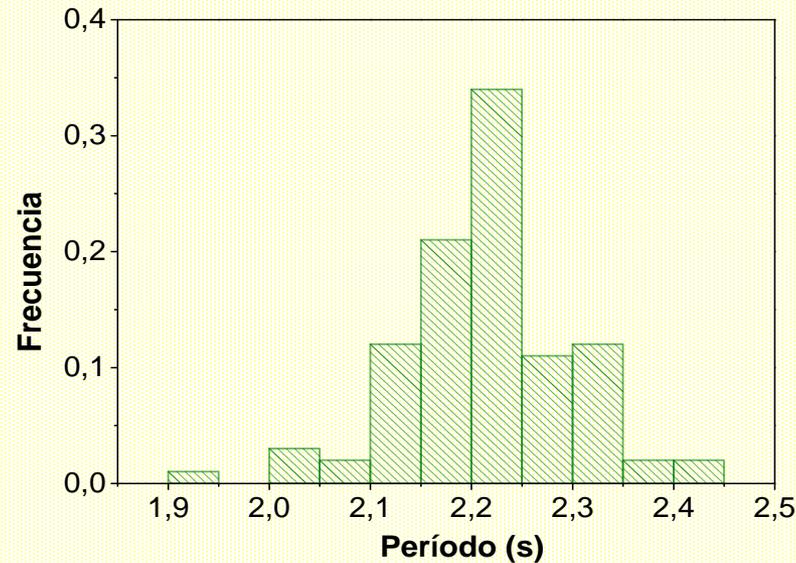


Figura 1. Histograma de las medidas del período del metrónomo realizadas por Lucía Famá, para $N = 40$.