



Universidad de Buenos Aires - Exactas
departamento de física

Laboratorio 1

1er Cuatrimestre 2022

Laboratorio 1 B: Miércoles de 14-20 hs

**Lucía Famá, Patricio Grinberg,
Liliana Álvarez, Mauro Silberberg,
Eugenia Gomes**

Metodología de Trabajo

**CLASES
PRESENCIALES**



**Miércoles de 14-20 hs
Asistencia Obligatoria**



**Grupos de 3 integrantes:
2 presenciales + 1 virtual**

**PÁGINA DE
LA MATERIA**



<http://materias.df.uba.ar/l1b2022c1/>

DISCORD

Formato de la Clase

Informes Grupales



[Plantilla Informe de Laboratorio](#)

**Cuaderno Online
de Laboratorio**

- Se estima poder realizar 8-9 Experimentos
- **5 Informes:** Entrega a la semana (o 2 semanas) de realizada la práctica (*En Discord en formato google.doc + en .pdf*)
- **Actividades sin informe:** se reportarán en Discord a la semana de haber realizado el experimento
- Toda la **información** estará en la **página de la materia**

Metodología de Evaluación

**TRABAJO EN
CLASE**

**INFORMES
GRUPALES**

**PARCIAL
INDIVIDUAL**

Parcial: 8 de junio
Recuperatorio: 6 de julio

**EXPOSICIÓN
ORAL GRUPAL**

Exposición: 29 de junio

Exposición oral Presencial de una práctica especial.

Participan los 3 integrantes del grupo

Temas que abarcaremos

Prácticas

1. **La Física Experimental**
2. **Mediciones Directas – Incertidumbres - Longitudes, tiempos. Péndulo simple**
3. **Mediciones Indirectas – Incertidumbres - Volumen. Propagación de errores**
4. **Cuadrados Mínimos - Ajustes lineales. Péndulo simple**
5. **Cinemática y dinámica. Velocidades. Aceleraciones, Fuerza de rozamiento. Plano inclinado**
6. **Fuerzas dependientes de la velocidad. Fuerza elástica**
7. **Leyes de Conservación**

INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA EXPERIMENTAL



Laboratorio 1

El **objetivo general** de la materia es aprender a construir leyes físicas a partir de la observación del comportamiento de fenómenos de la naturaleza aleatorios, regulares y repetibles.

Generar

- Planificar y realizar un experimento utilizando los conocimientos de Física básica teórica

Cuantificar

- Calcular la magnitud física buscada
- Determinar las incertezas involucradas en el experimento

Construir

- Identificar el comportamiento regular del fenómeno físico
- Generalizarlo y construir Leyes Físicas

Objetivo de la Materia

Experimento
(Observación)



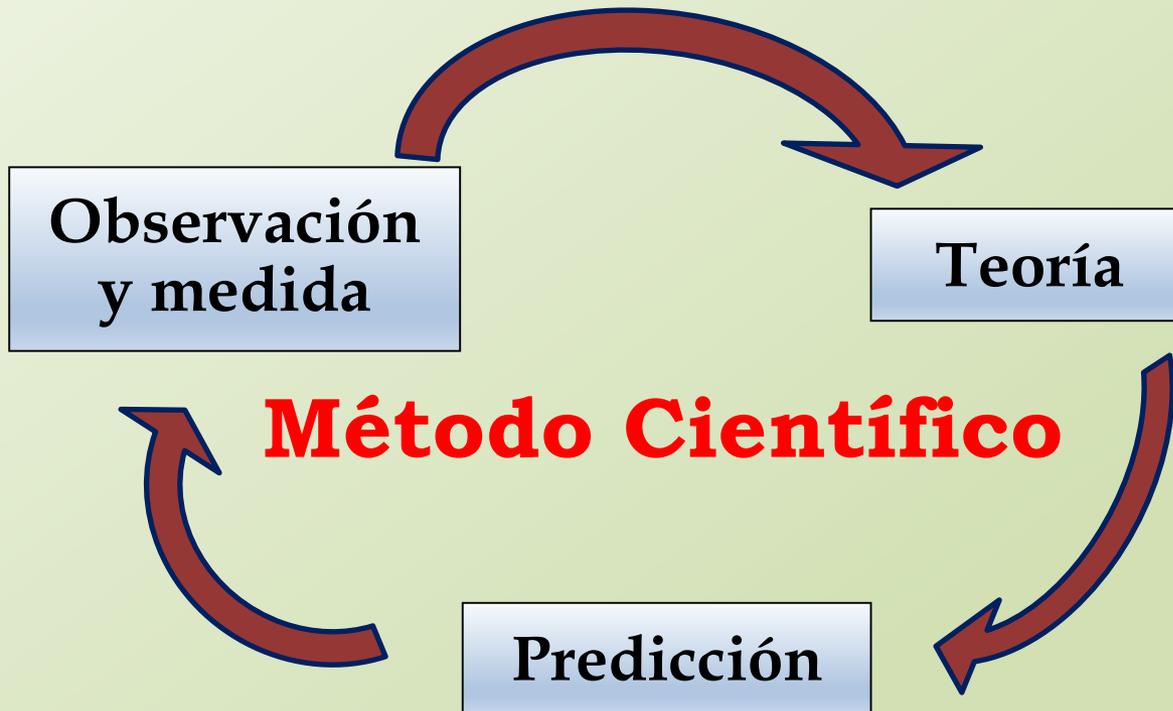
Modelo
(Teoría)

Observación
y medida

Teoría

Método Científico

Predicción

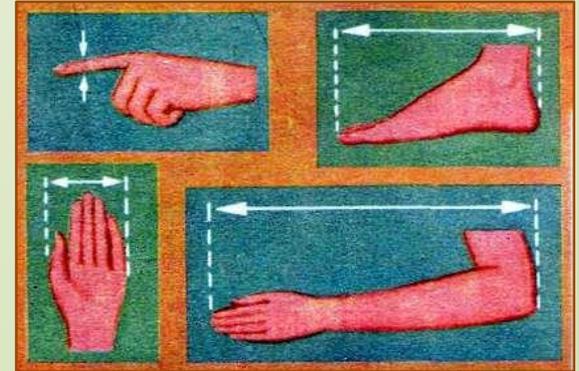
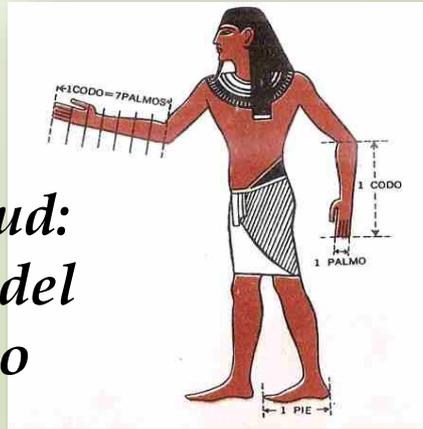


Un poco de Historia ...

¿Cómo se medía antiguamente?



*Longitud:
Partes del
cuerpo*



*Volumen:
Tazas, jarras ...*

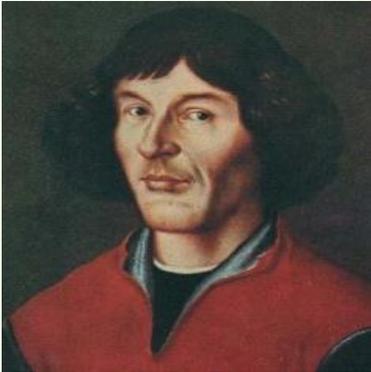


Tiempo: SOL



Un poco de Historia ...

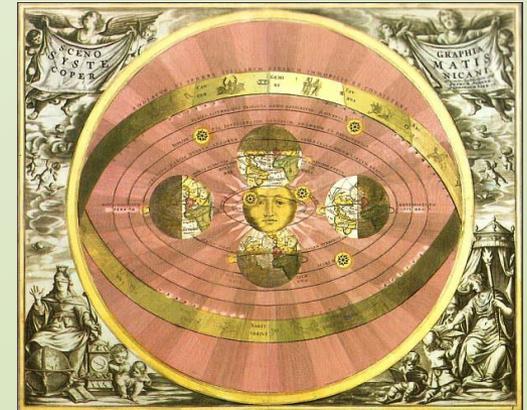
Los planetas y ... la fuerza gravitatoria



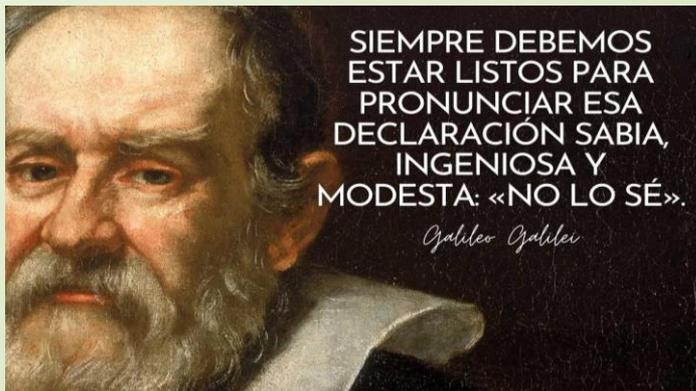
Nicolás Copérnico
(1473-1543)

Siglo XVI. Nicolás Copérnico
Modelo del Universo en el
que el Sol estaba en el centro.

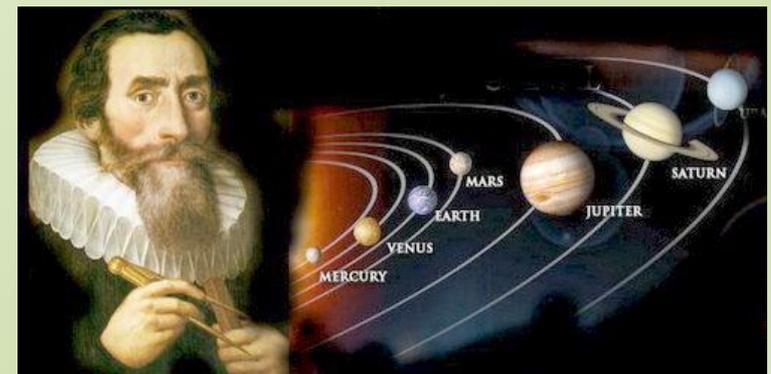
Sistema Heliocéntrico de
Copérnico



Johannes Kepler (1571-1630)



Galileo Galilei (1564-1642)



Un poco de Historia ...

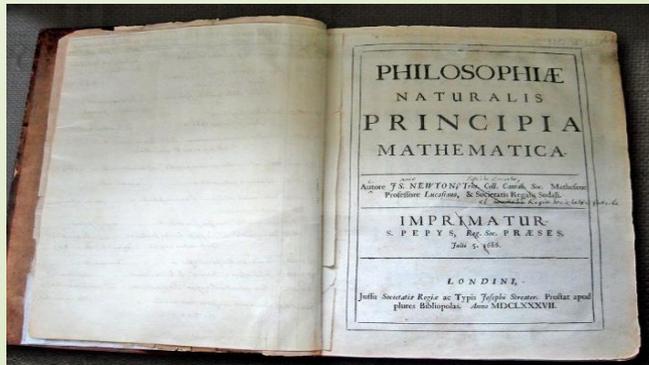
Los planetas y ... la fuerza gravitatoria



Isaac Newton
(1643-1727)

Siglo XII. Isaac Newton

La fuerza de atracción gravitatoria entre dos cuerpos es proporcional al producto de sus masas dividido la distancia entre ellos al cuadrado.



Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica Isaac Newton (1687)

Ley de la
Gravitación
Universal

$$F = \frac{G M m}{d^2}$$

Un poco de Historia ...

Las Leyes de Isaac Newton

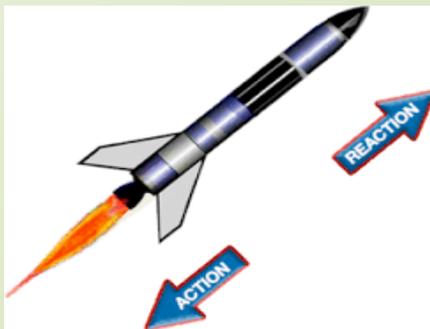
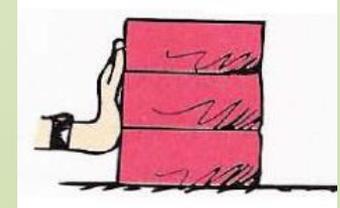
➤ Primera Ley

Todo cuerpo permanece en su estado actual de movimiento con velocidad uniforme o de reposo a menos que sobre él actúe una fuerza externa neta o no equilibrada.



➤ Segunda Ley

La aceleración que toma un cuerpo es proporcional a la fuerza neta externa que se le aplica.



➤ Tercera Ley

Si un cuerpo A ejerce, por la causa que sea, una fuerza F sobre otro B, este otro cuerpo B ejercer sobre A una fuerza igual en módulo y dirección, pero de sentido contrario.

¿Cómo se llega a un descubrimiento?





EXPERIMENTO

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

¿Cuánto mide el largo (L) del objeto?

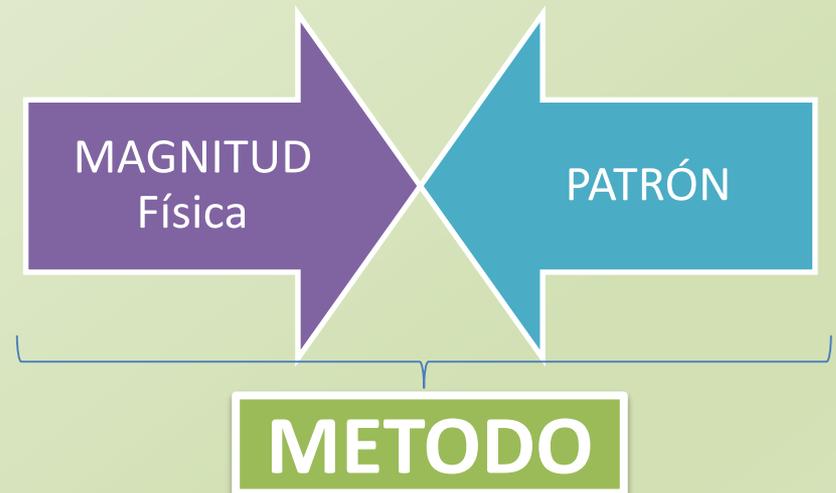
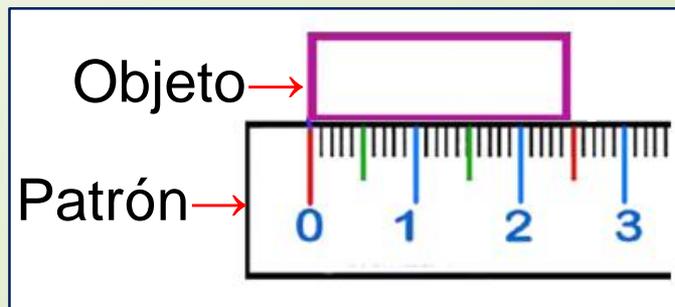


¿Cuál es el período del metrónomo?

¿Cuál es la velocidad de un auto?

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 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

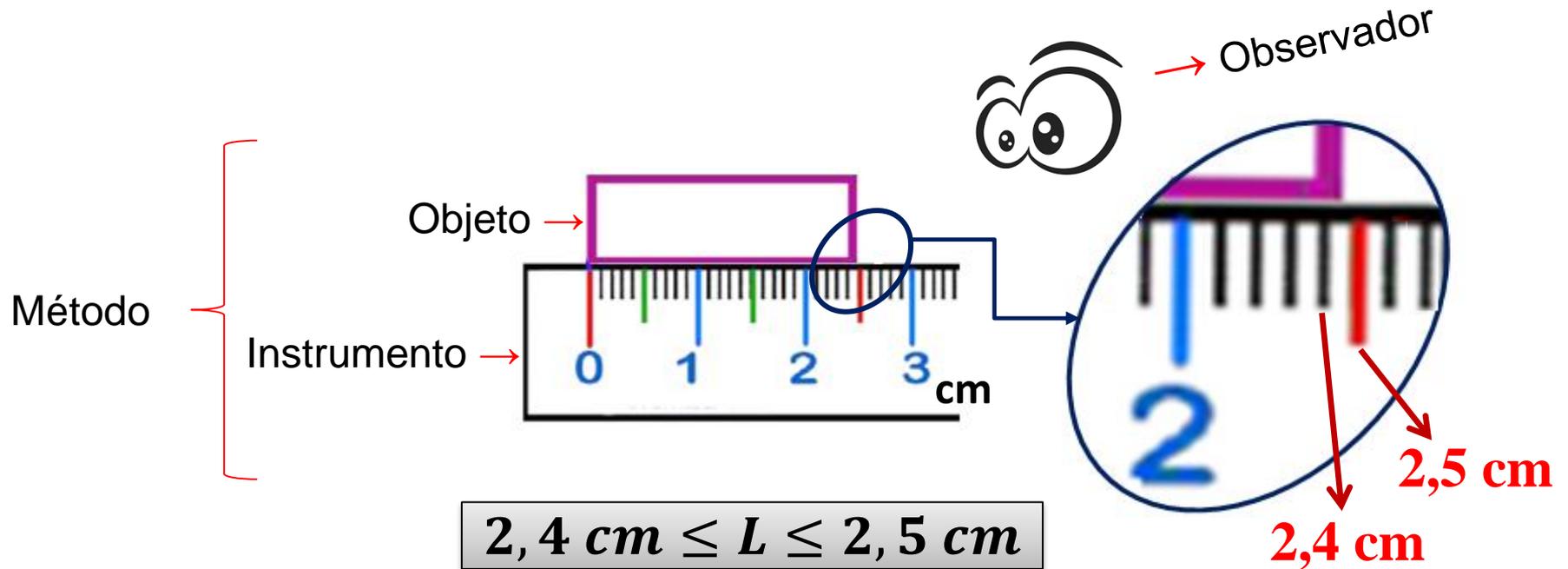


<https://www.nist.gov/pml/weights-and-measures/metric-si/si-units>

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

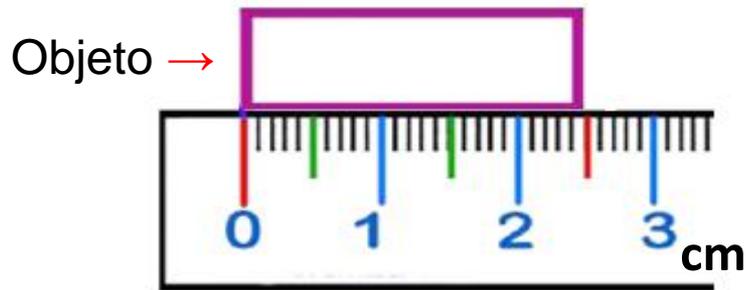
¿Cuánto mide el largo (L) del objeto?



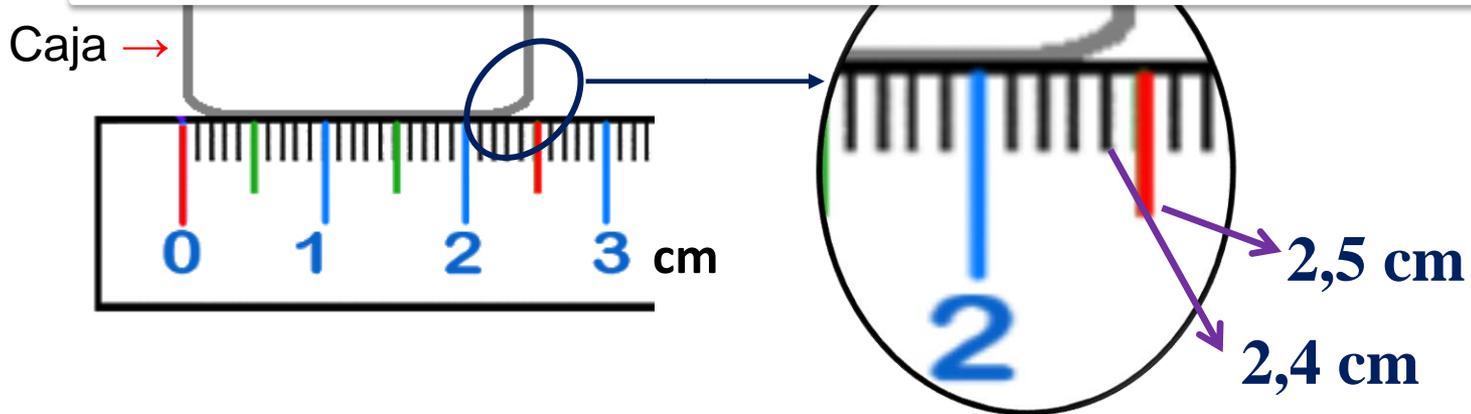
El resultado de una medición está acotado

¿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?

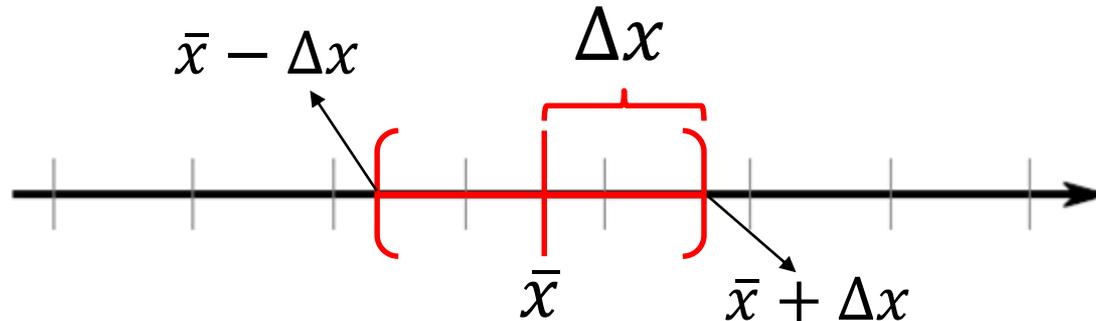


9 hs 05'

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

Expresión

Intervalo de Confianza

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

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

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

Δx : Incerteza o error Absoluto

Fuentes de Incertidumbres

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



Clasificación de Errores

**Errores
Sistemáticos**

**Errores
Accidentales**

**Errores
Ilegítimos o Espurios**

Clasificación de Errores

Sistemáticos

- ✓ Constante a lo largo de todo el proceso de medida
- ✓ Afecta a todas las medidas de un modo definido
- ✓ Aporta en un mismo sentido (mismo signo)

Ej.: calibrado del instrumentos; paralaje; mala elección del método

Accidentales

Errores aleatorios, producidos al azar: intrínsecos (naturaleza), desconocidos.

Pequeñas variaciones que aparecen entre observaciones sucesivas bajo las mismas condiciones.

Se suelen emplear métodos estadísticos, pudiéndose llegar a algunas conclusiones relativas al valor más probable.

Ilegítimos o Espurios

Asociado con equivocaciones.

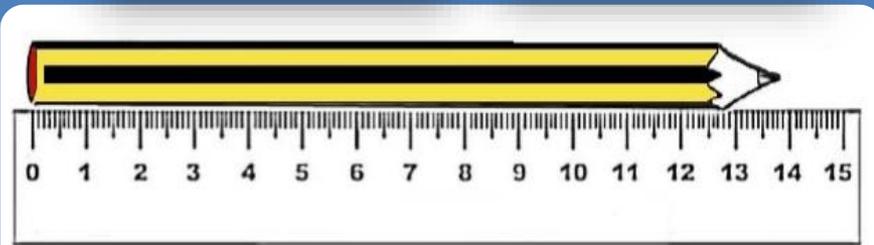
Ej. anotar mal una medida, hacer mal un cálculo o pasaje de unidades, etc. Se corrigen.

Clases de Mediciones

Directas (MD)

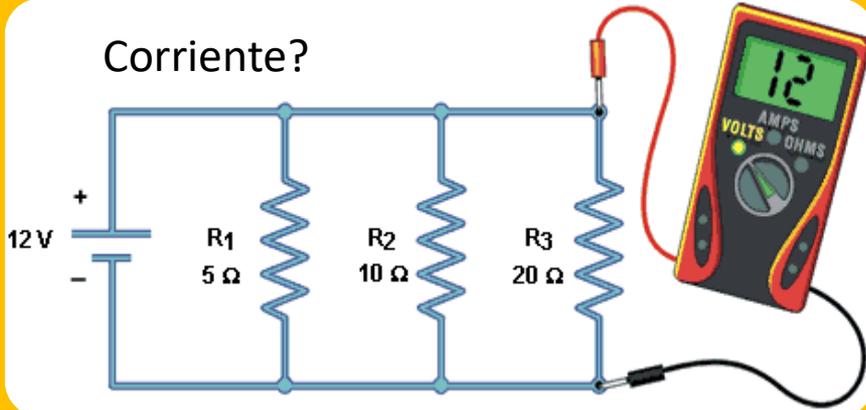
La medida deseada se obtiene de la lectura del instrumento

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)

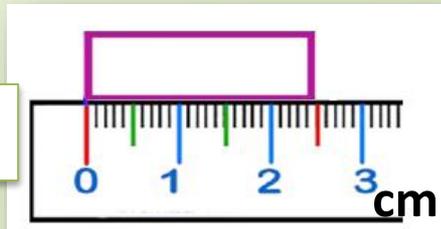
Valor más representativo (\bar{x} o x_0)

Si mido 1 vez



$$\bar{x} = 13,16 \text{ s}$$

$$\bar{x} = 2,4 \text{ cm}$$



\bar{x} = Valor leído

Si mido N veces

$$x_1, x_2, x_3, \dots, x_N$$

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

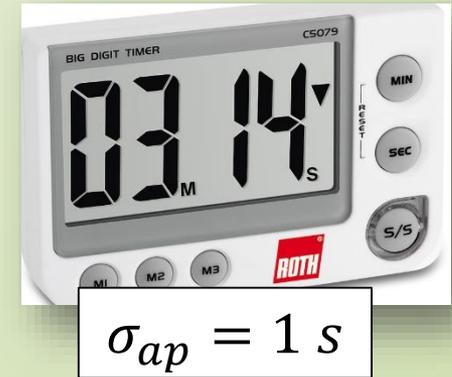
\bar{x} = Valor promedio

1- Incertidumbre INSTRUMENTAL

Precisión de un Instrumento

Precisión/Resolución

Es la resolución del instrumento (mínima división)



Instrumentos para determinar longitudes

- Regla, cinta métrica (en qué difieren?)
- Calibre
- Micrómetro

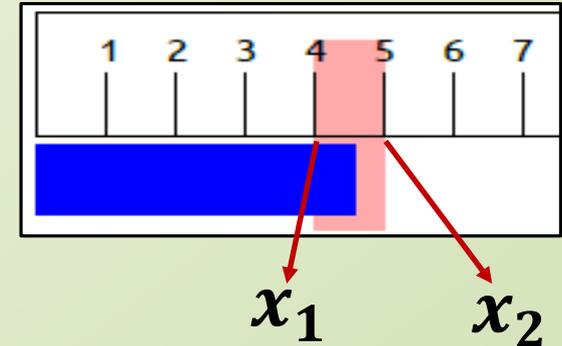
¿Cuál de estos instrumentos es más preciso?

1- Incertidumbre INSTRUMENTAL

Error de Apreciación (σ_{ap}):

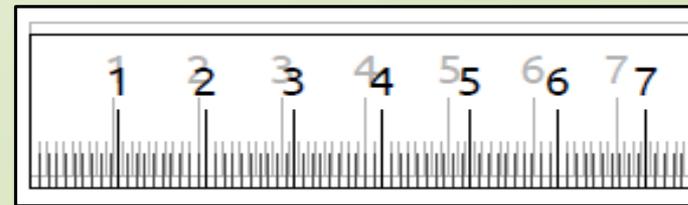
Lo que puede resolver el observador.

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

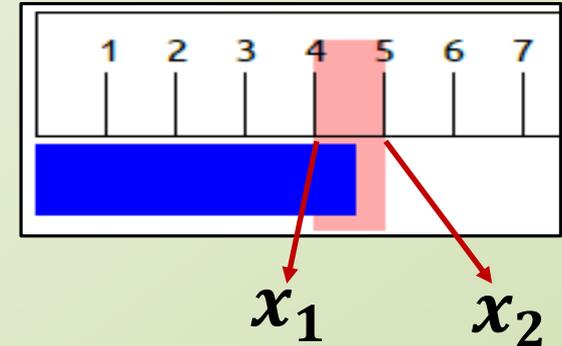
$$\sigma_{ap} = (x_2 - x_1)/2$$

1- Incertidumbre INSTRUMENTAL

Error de Apreciación (σ_{ap}):

Lo que puede resolver el observador.

Muchas veces: resolución del instrumento



Si siempre que mido, x se encuentra en el Intervalo de Confianza

$$\bar{x} - \sigma_{ap} \leq x \leq \bar{x} + \sigma_{ap} \quad \Rightarrow \quad \sigma_{ap} = \Delta x$$

Incertidumbre instrumental



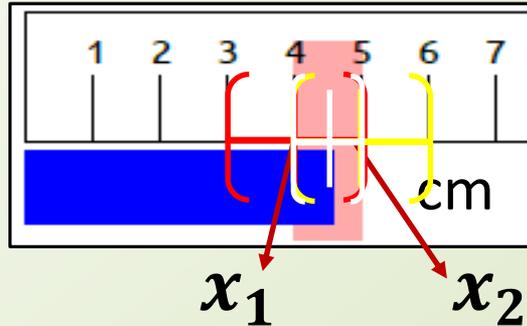
$$\sigma_{ap} = (x_2 - x_1)$$

o

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

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 $[\bar{x} - \sigma_{ap}, \bar{x} + \sigma_{ap}]$, cuánto valdrá Δx ?

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 dado por el instrumento** $\Rightarrow \Delta x = \sigma_{ap}$
- Mida más de 1 vez y hay datos **fuera del intervalo de confianza dado por el instrumento** $\Rightarrow \Delta x = ?$

Va a depender de la clase de medición que tengamos

Error Estadístico

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



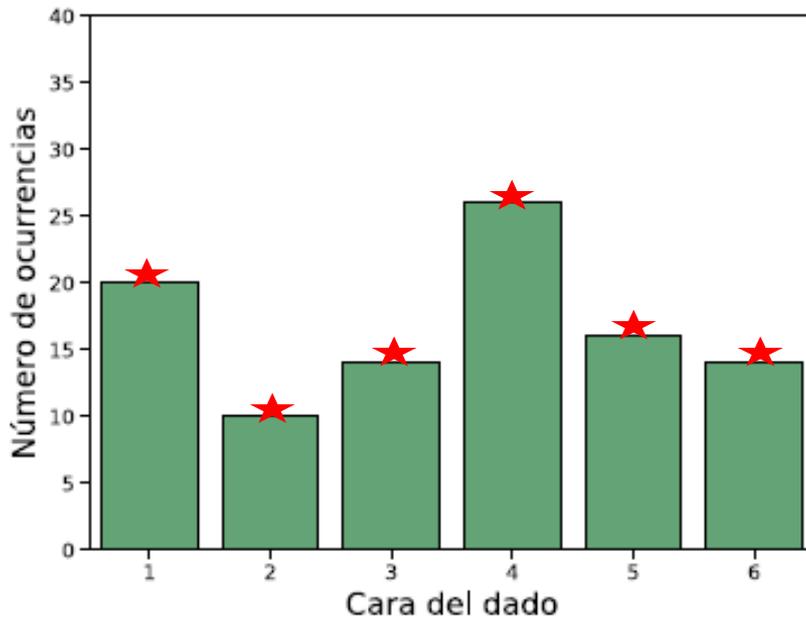
Distribución estadística - Histogramas

Histograma

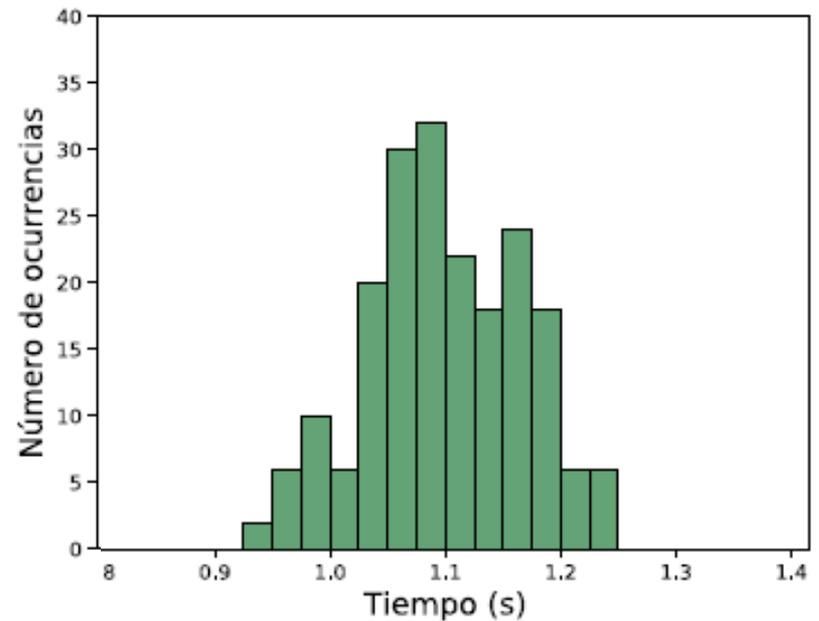


Representación gráfica en coordenadas cartesianas de la distribución de datos

Tirar un dado N = 100 veces



Medir el período de un faro N = 100 veces



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

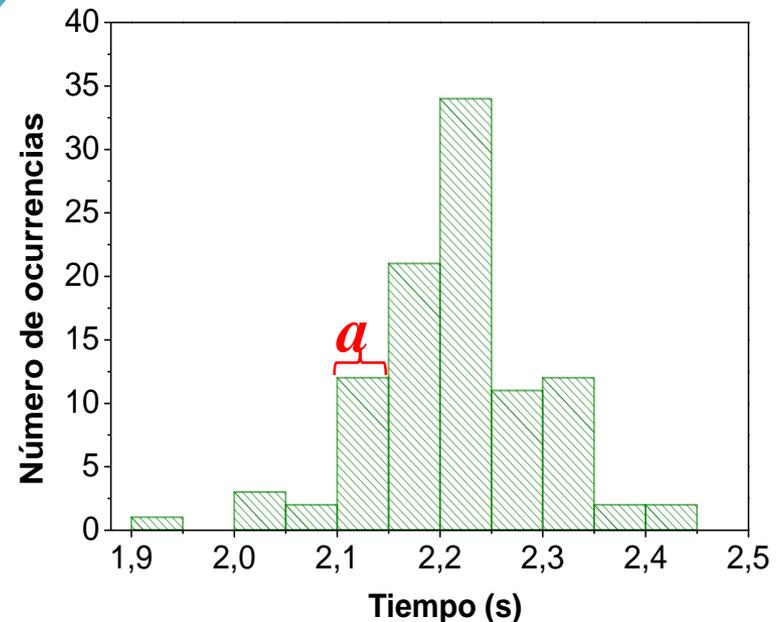
Resultados del Experimento - Histogramas

Histograma



Representación gráfica en coordenadas cartesianas de la distribución de datos

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



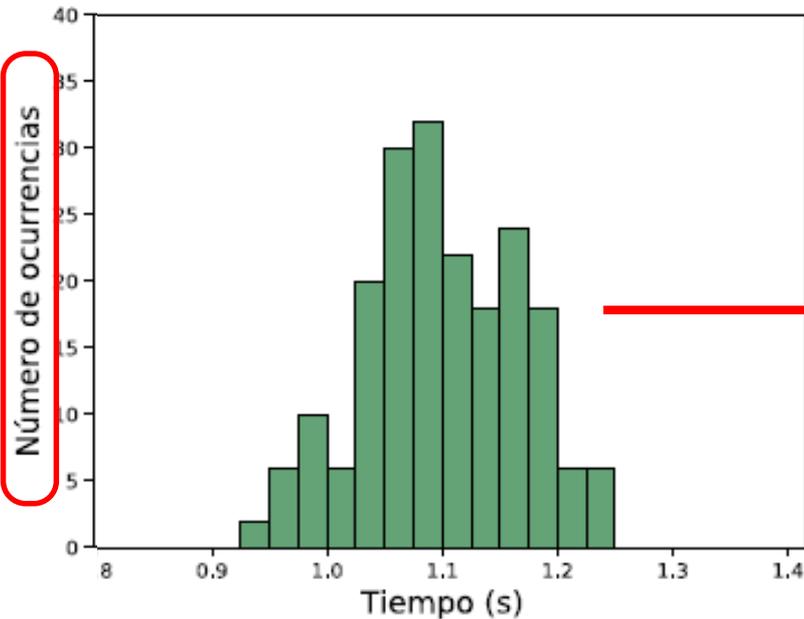
Regla de Sturges

Estima la cantidad (C) de intervalos de clase:

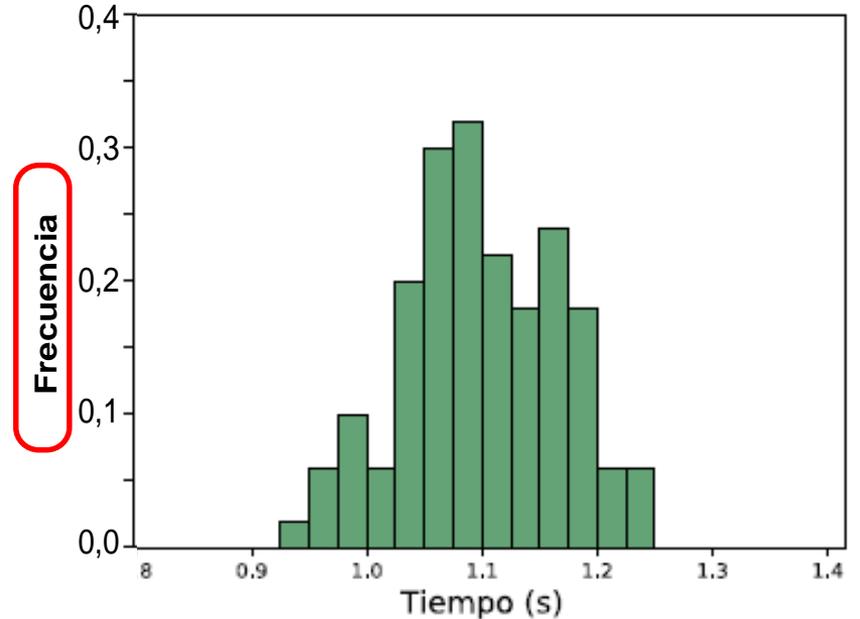
$$C = 1 + \log_2(N) = 1 + 3,322 \ln(N)$$

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

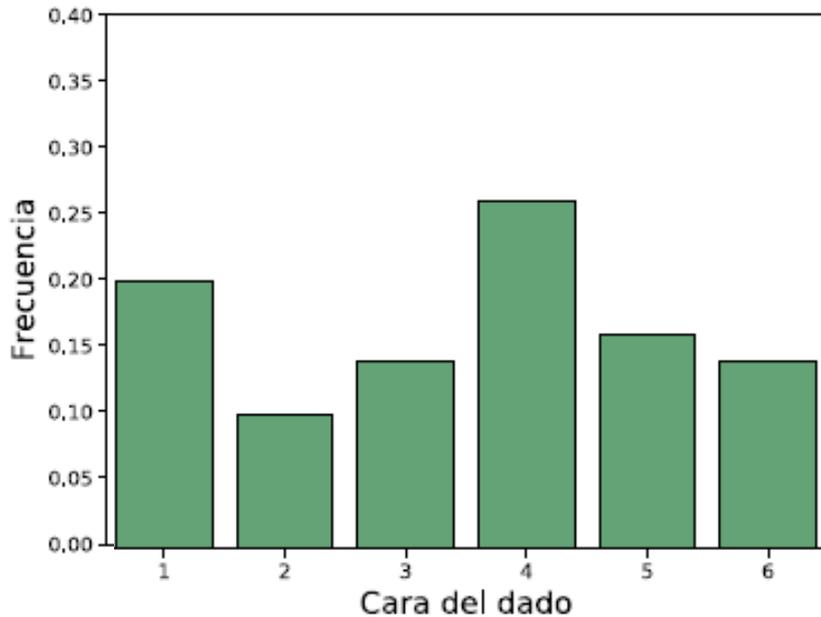
$$\sum_j F_j = 1$$

Resultados del Experimento - Histogramas

Distribución de Probabilidad

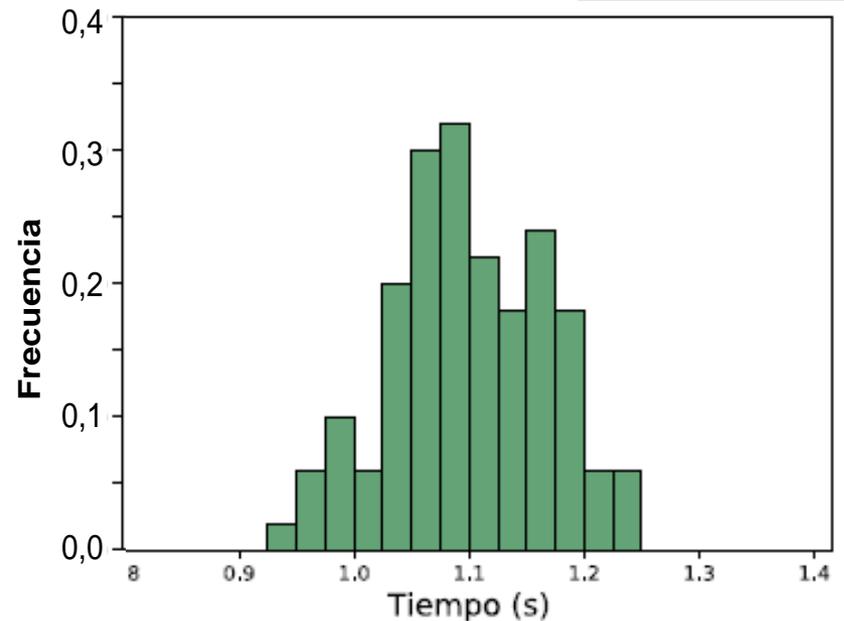
¿Cómo se distribuyen los datos?

Tirar un dado N veces



Medir el período de un faro N veces

N = 100

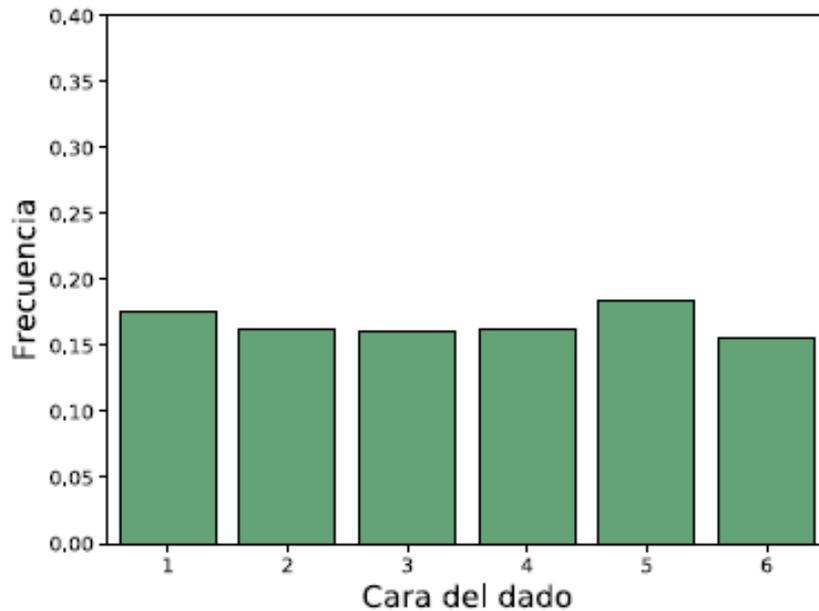


Resultados del Experimento - Histogramas

Distribución de Probabilidad

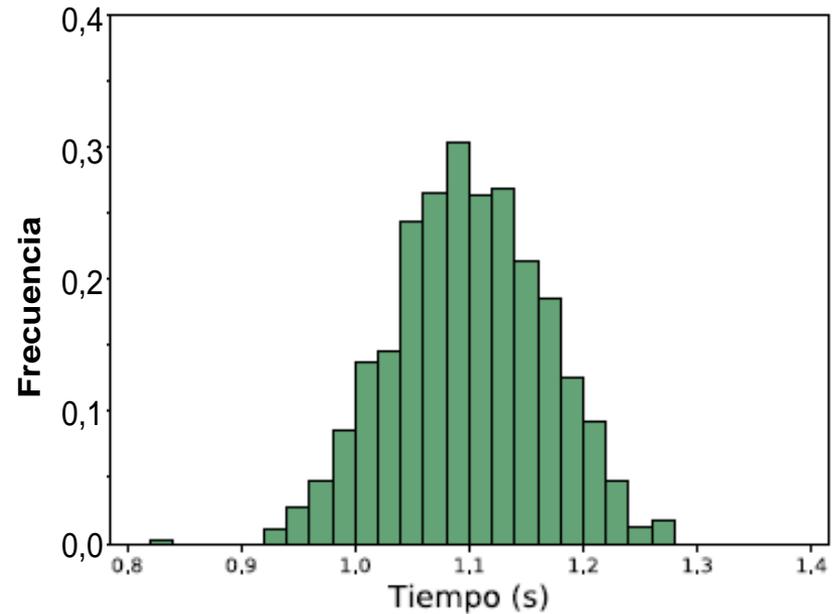
¿Cómo se distribuyen los datos?

Tirar un dado N veces



Medir el período de un faro N veces

N = 1000

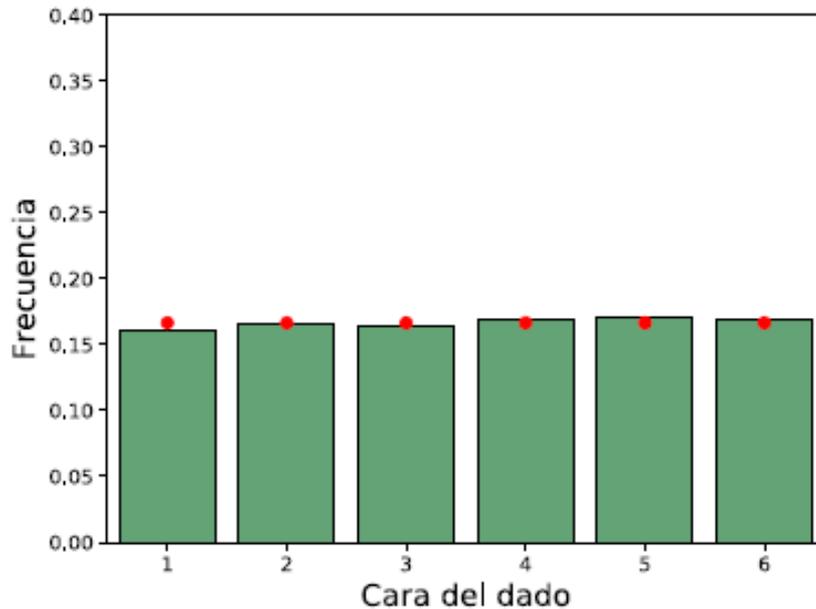


Resultados del Experimento - Histogramas

Distribución de Probabilidad

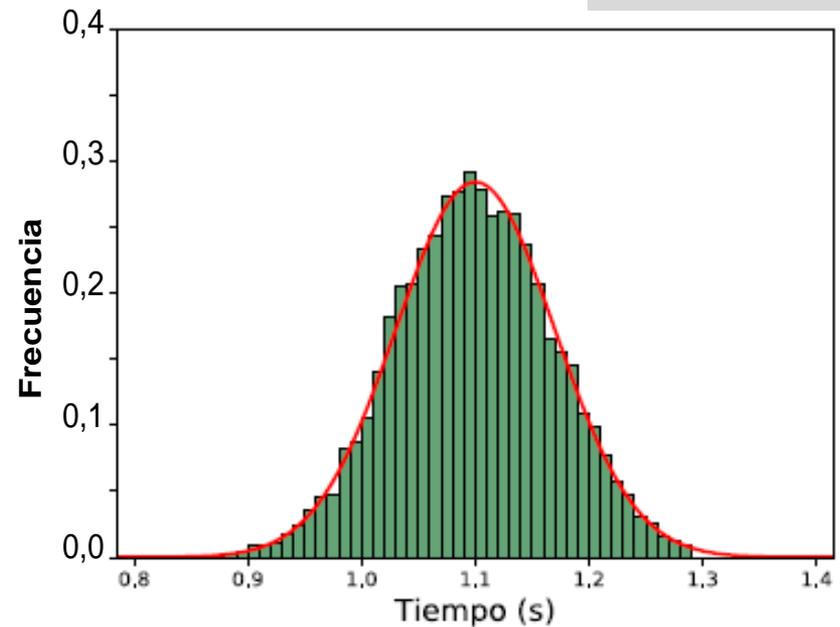
¿Cómo se distribuyen los datos?

Tirar un dado N veces



Medir el período de un faro N veces

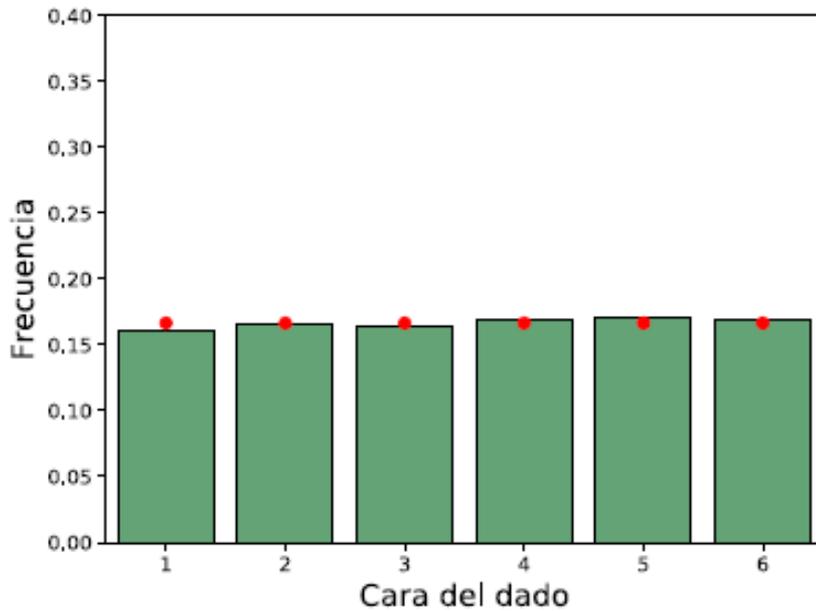
N = 10000



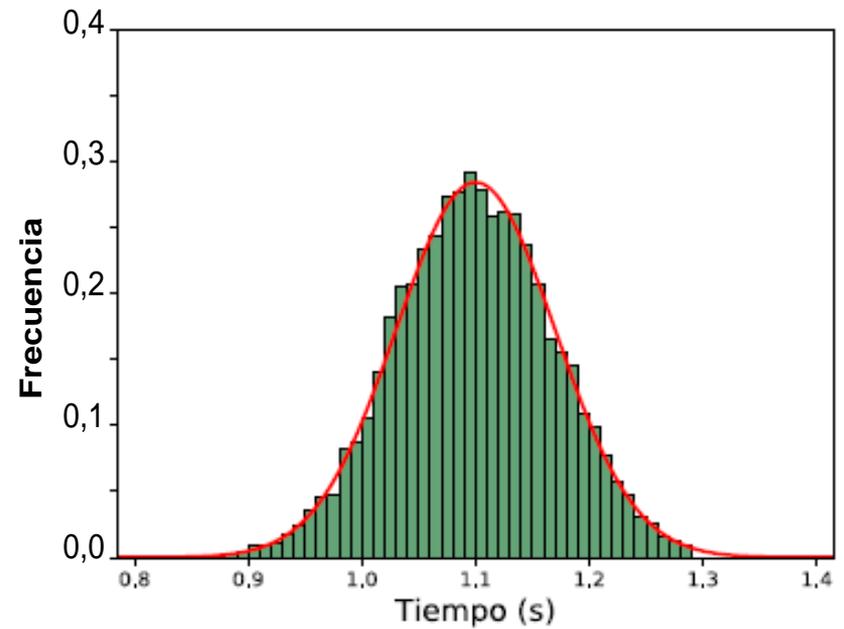
Distribución de probabilidad

N = 10000

Distribución de probabilidades



↓
Discreto



↓
Continuo

MEDICIÓN DE LONGITUDES – MEDICIONES DIRECTAS

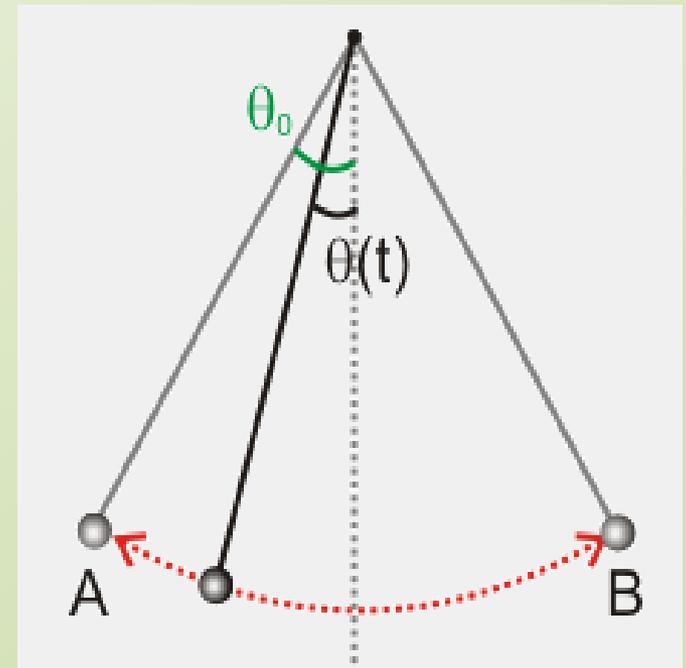
- Discutan diferentes **métodos** para determinar el diámetro (D) de un objeto con una superficie circular. Opten por el que le resulte más adecuado. Anoten la **precisión del instrumento** elegido.
- El mismo integrante del grupo realicen **3 mediciones** de D empleando el mismo método.
- Reporte el valor de cada medida y el resultado de D utilizando la expresión de la Eq. 1.

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

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

MEDICIÓN DEL PERÍODO DE UN PÉNDULO

- Armen un péndulo simple y realicen **100 mediciones** del período ($N = 100$) con un **cronómetro** y empleando mediciones directas.
- Midan la **longitud** del péndulo empleando mediciones directas.
- Realicen un **histograma** con los datos medidos y discutan su forma



Usar $\theta < 10^\circ$