



Universidad de Buenos Aires - Exactas  
**departamento de física**

# Laboratorio 1

**1er Cuatrimestre 2023**

**Laboratorio 1 B: miércoles 14-20 hs**

**Lucía Famá, Germán Patterson,**

**Lucia Novacovsky,**

**Luciana Martínez, Anael Zurdo**

# Laboratorio 1

## Física Experimental

OBSERVACIÓN DE  
FENÓMENOS FÍSICOS

# OBJETIVO

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

## Cuantificar

- Calcular las magnitudes físicas
- Determinar las incertezas involucradas en el experimento

## Construir

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

# La Física Experimental

Experimento  
(Observación)



Modelo  
(Teoría)

Observación  
y medida

Teoría

**Método Científico**

Predicción

# Un poco de Historia ...

## Los planetas y ... la fuerza gravitatoria



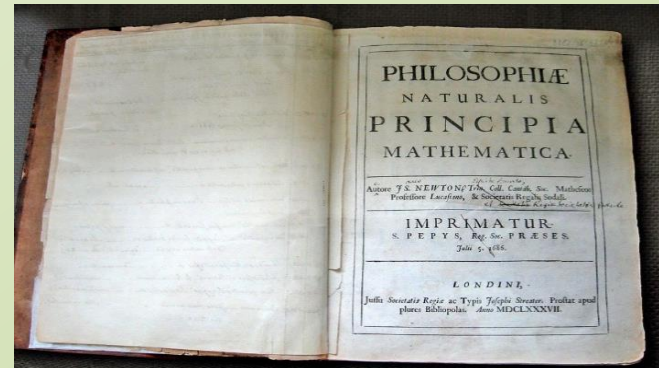
Isaac Newton  
(1643-1727)

*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.*

Ley de la  
Gravitación  
Universal

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



*Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica Isaac Newton (1687)*

# Un poco de Historia ...

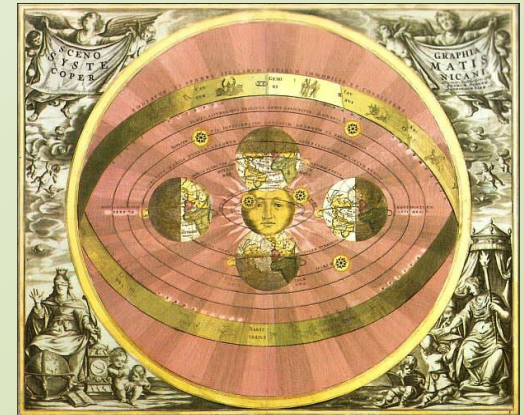
## Los planetas y ... la fuerza gravitatoria



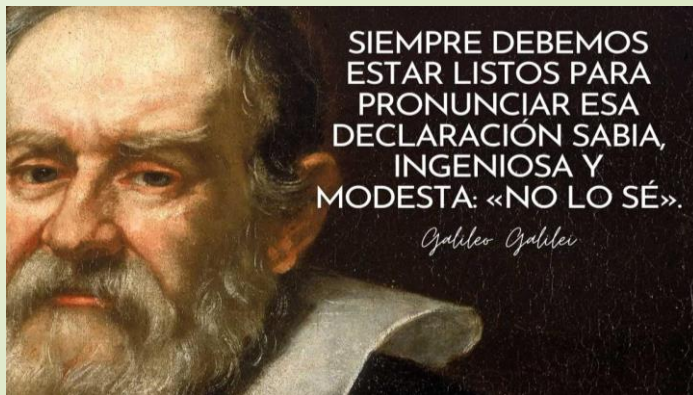
Nicolás Copérnico  
(1473-1543)

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

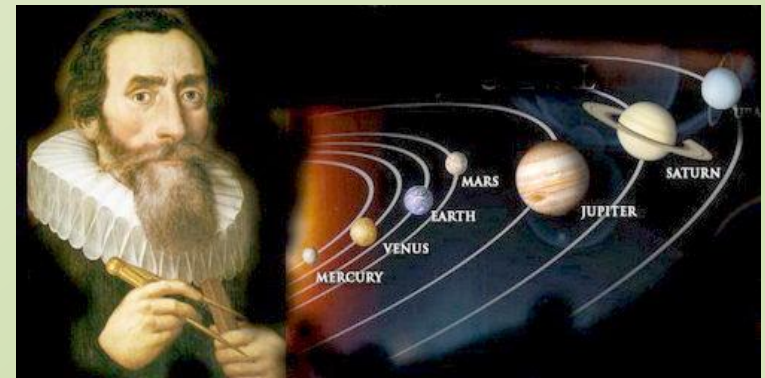
Sistema Heliocéntrico de  
Copérnico



Johannes Kepler (1571-1630)



Galileo Galilei (1564-1642)



# ¿Cómo se llega a un descubrimiento?



# Temas de Laboratorio 1

- Física Experimental
- Mediciones de Longitud, Volumen, Tiempos, Posiciones, Velocidades, Fuerzas, ...
- Experimentos de Péndulo, Resorte, Caída libre, Rozamiento, ...
- Uso de instrumentos de medición
- Uso de herramientas de análisis experimental



# Metodología de Trabajo

**CLASES**



**Asistencia Obligatoria**  
**Hasta 2 faltas que se recuperan**

**PÁGINA DE LA  
MATERIA**



<http://materias.df.uba.ar/l1c2023c1/>

**CAMPUS**



**Consultas y entregas**

<https://campus.exactas.uba.ar/>

# Metodología de Trabajo

Informes Grupales



3 integrantes  
por grupo



Plantilla Informe de Laboratorio

- Se estima realizar 8 Experimentos!
- 4 Informes: Entrega a las 2 semanas de realizada la práctica (*Campus o Impresa al comienzo de la clase*)
- Actividades sin informe: Entrega a la semana de haber realizado el experimento (*Campus o Impresa*)

# Metodología de Evaluación

INFORMES  
GRUPALES

TRABAJO EN  
CLASE  
INDIVIDUAL

PARCIALES  
CORTOS  
INDIVIDUAL

PARCIAL  
INDIVIDUAL

Parcial: **14 de junio**  
Recuperatorio: **5 de julio**

EXPOSICIÓN  
ORAL GRUPAL

Exposición oral de una práctica especial.  
Participan todxs lxs integrantes del grupo

Exposición: **28 de junio**

# Datos Útiles

**Dónde cuento  
con PC**



**Pab. 0+Infinito**

**Capacitarme  
con Python**



- **Curso de Python del DF**
- **Material Adicional  
Página de la Materia**

**Capacitarme  
con Origin**



- **Material Adicional  
Página de la Materia**



# **EXPERIMENTO**

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

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

*¿Cuánto mide el largo ( $L$ ) del objeto?*

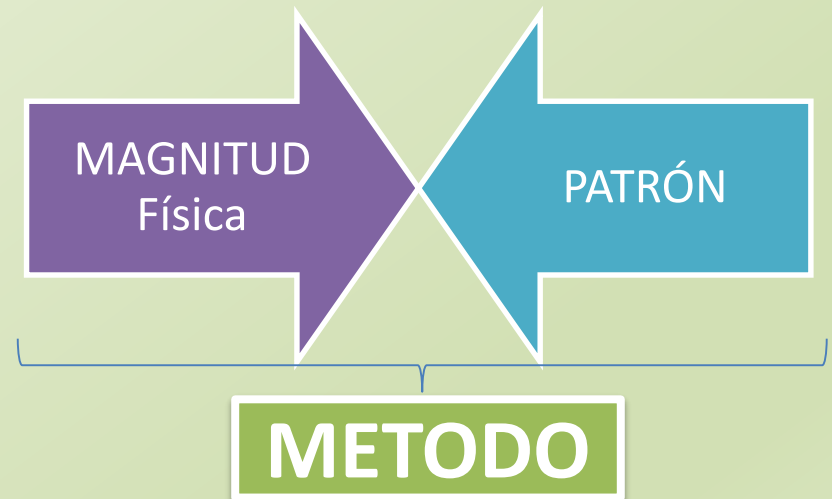
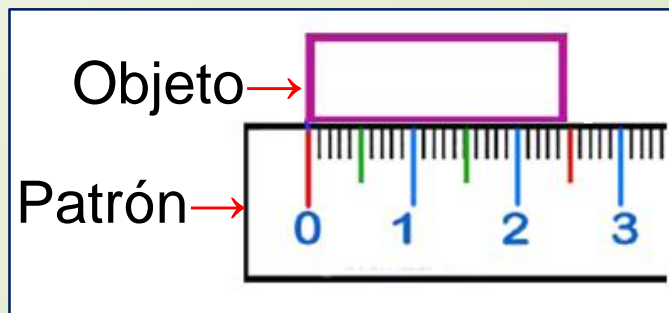


*¿Cuál es el período ( $T$ ) del metrónomo?*



# 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 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.

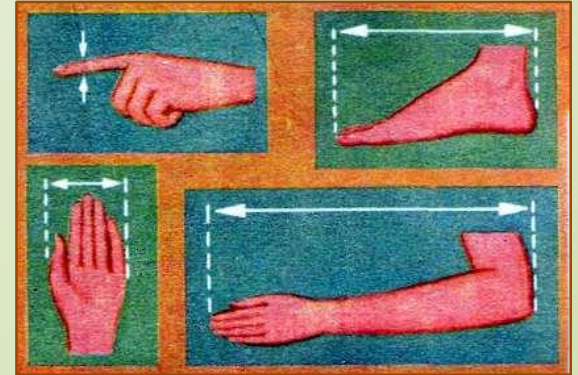
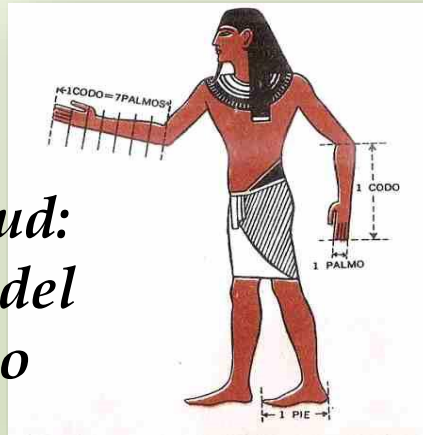


# Un poco de Historia ...

¿Cómo se medía antiguamente?



*Longitud:  
Partes del  
cuerpo*



*Volumen:  
Tazas, jarras ...*

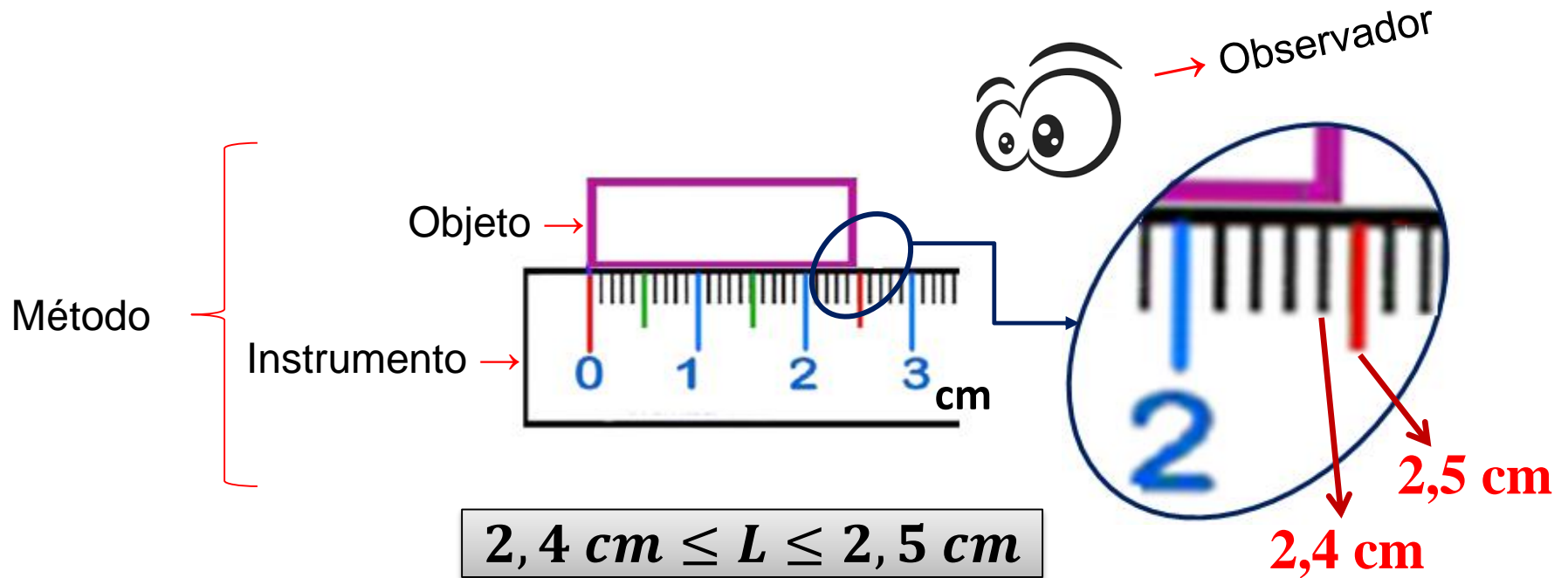


*Tiempo: SOL*



# Pensemos en algunos posibles experimentos

*¿Cuánto mide el largo ( $L$ ) del objeto?*



**El resultado de una medición está acotado**

# ¿Cuál es el período del metrónomo?



13,16 s



Mínima división  
de escala

0,01 s

13,159 s

13,158 s

...

13,151 s

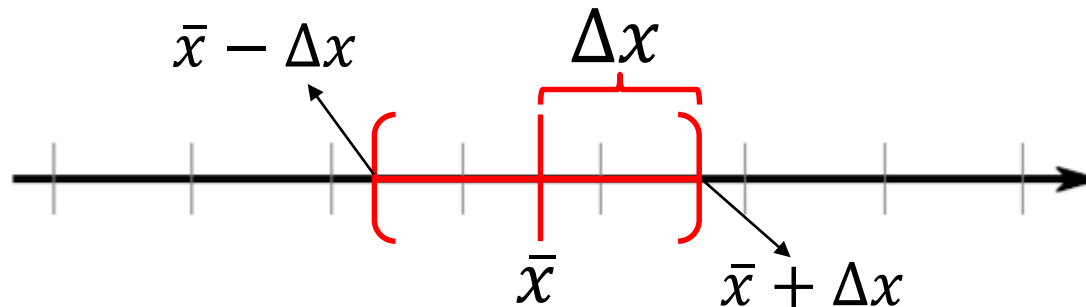
**El resultado de una  
medición está acotado**

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

# Resultado de una MF y forma de expresarlo

Dado que no conocemos el valor “verdadero” de la MF que deseamos medir, se busca una estimación del valor “verdadero” y del de una cota

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 ( $x_0$ )

$\Delta x$ : Incerteza o error Absoluto

# NUESTRO OBJETIVO!!!



Obtener una expresión VÁLIDA del  
**resultado de una MF**

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

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

**$\Delta x$** : Incerteza o error Absoluto

**Clase de  
Medición**

**Clase de  
incertezas**

# Clases de Mediciones

## Directas (MD)

La medida deseada se obtiene de la lectura del instrumento

Ej.: medición del tiempo utilizando un cronómetro.

## Indirectas (MI)

La medida deseada se obtiene a partir de un proceso matemático sobre otras medidas

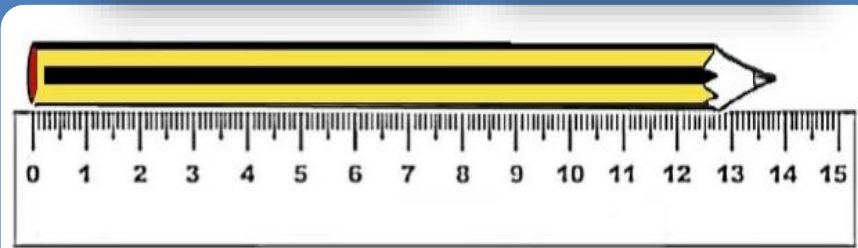
Ej.: superficie de un cuerpo a partir de la medida de sus lados.

# Clases de Mediciones

## Directas (MD)

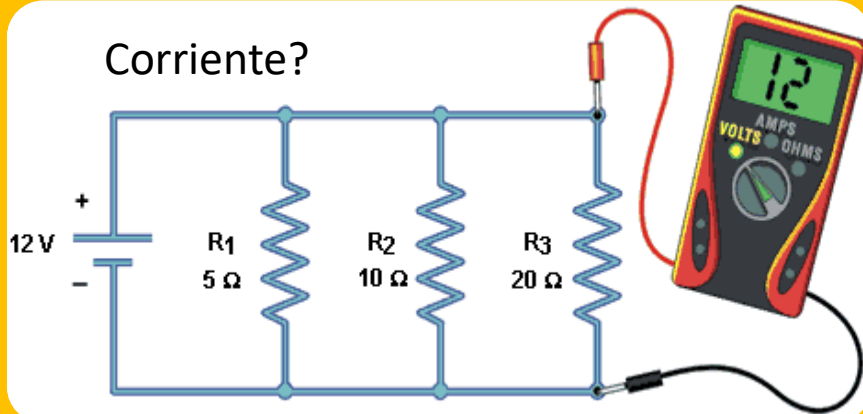
La medida deseada se obtiene de la lectura del instrumento

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.



# 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. Tomar hipótesis no válidas.

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

# NUESTRO OBJETIVO!!!



Obtener una expresión VÁLIDA del  
**resultado de una MF**

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

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

**$\Delta x$** : Incerteza o error Absoluto

**Clase de  
Medición**

**Clase de  
incertezas**

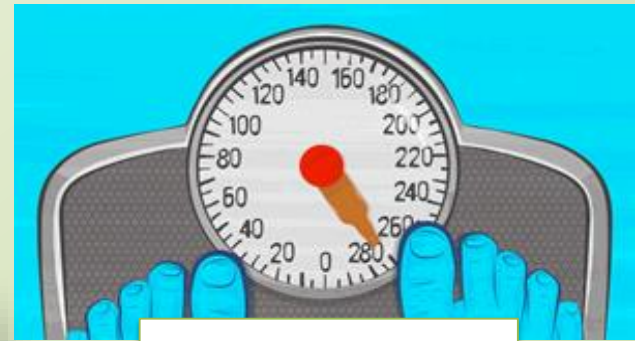
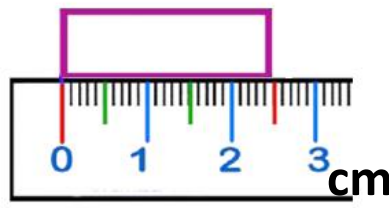
# 1- Si tengo 1 dato de MF

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



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

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



$$\bar{x} = ???$$

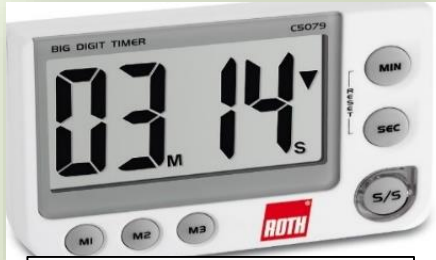
$\bar{x}$  = Valor leído

# Error Absoluto ( $\Delta x$ )

## Incertidumbre INSTRUMENTAL

### Resolución Instrumental

Mínima variación de la magnitud detectada por el instrumento  
(a veces dada por la mínima división, a veces no)



Resolución 1 s



Resolución 0,01 s



Resolución??

*Menor valor* → *Más precisión*

*Comparar mismas  
Unidades*

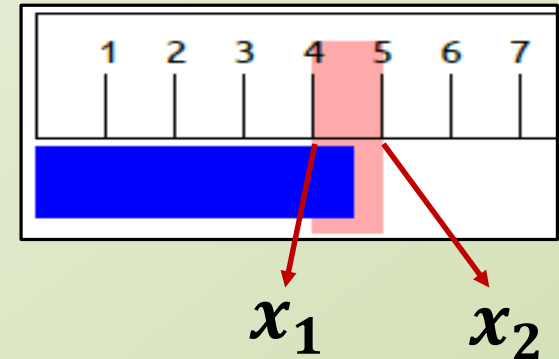
# Mediciones Directas (MD)

## 1- Incertidumbre INSTRUMENTAL

### Error de Apreciación ( $\sigma_{ap}$ ):

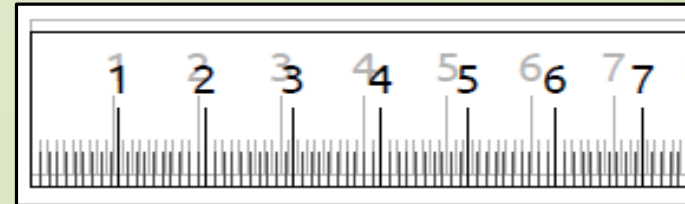
Lo que puede resolver el observador.

Muchas veces: resolución del instrumento



### Error de Exactitud ( $\sigma_{ex}$ ):

Asociado con el error de calibración del instrumento



## Incertidumbre instrumental

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

o

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

# En general ...

1 - Si tengo 1 medida

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



$\bar{x}$  = número leído en el instrumento

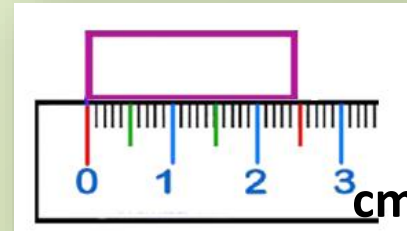


$$\Delta x = \sigma_{ap}$$



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

$$x = (13,16 \pm 0,01) \text{ s}$$



$$x = (2,4 \pm 0,1) \text{ mm}$$

# ¿Si tengo más de 1 medida?

$$T = t_1, t_2, t_3, \dots, t_N$$



13,16 s

13,15 s

13,16 s

13,14 s

13,15 s

13,14 s

13,16 s

13,15 s

13,16 s



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

$\bar{x}$  = Valor promedio



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



# ¿Si tengo más de 1 medida?

2 - Si tengo más de 1 medida y los datos se encuentran dentro del intervalo de confianza  $[\bar{x} - \sigma_{ap}, \bar{x} + \sigma_{ap}]$



13,16 s

13,15 s

13,16 s

13,14 s

13,15 s

13,14 s

13,16 s

13,15 s

13,14 s

$\bar{x} = 13,15 \text{ s}$



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

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



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

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

3 - ¿Si mido más de 1 vez y obtengo datos fuera del intervalo de confianza  $[\bar{X} - \sigma_{ap}, \bar{X} + \sigma_{ap}]$ ?

3A- ¿Cuál es el diámetro del objeto?



12 mm

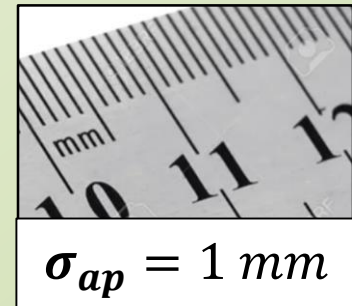
11 mm

15 mm

16 mm

11 mm

15 mm



3B- ¿Cuál es el período del metrónomo?



13,10 s

13,19 s

13,16 s

13,14 s

13,15 s

13,11 s

13,20 s

13,21 s

13,16 s



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

## 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 el método que elijan. Anoten la **precisión del instrumento empleado**.
- Un integrante del grupo realice **5 mediciones** de D empleando el mismo método.
- Escriban los resultados de cada medición como Eq. (1). Reporten el valor más representativo de D ( $\bar{D}$ ) y discutan si  $\Delta D$  corresponde al caso 1, 2 o 3.

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

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

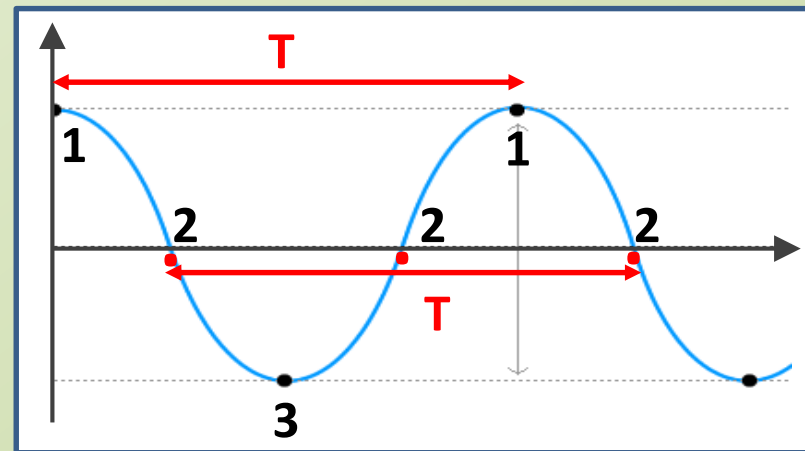
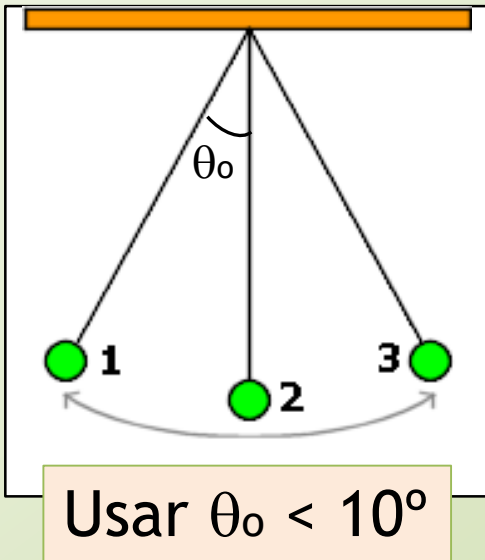
## MEDICIÓN DEL PERÍODO DE UN PÉNDULO

- Armen un péndulo simple de **1 m** de largo. **Dos integrantes del grupo: tomen 5 medidas** del período cada uno, usando un **cronómetro**.

### Tiempo de una oscilación completa

Tiempo que tarda el péndulo en partir desde uno de sus extremos de amplitud (1), pasar por el punto de equilibrio (2), llegar al otro extremo de amplitud (3) y regresar nuevamente al primer punto (1)

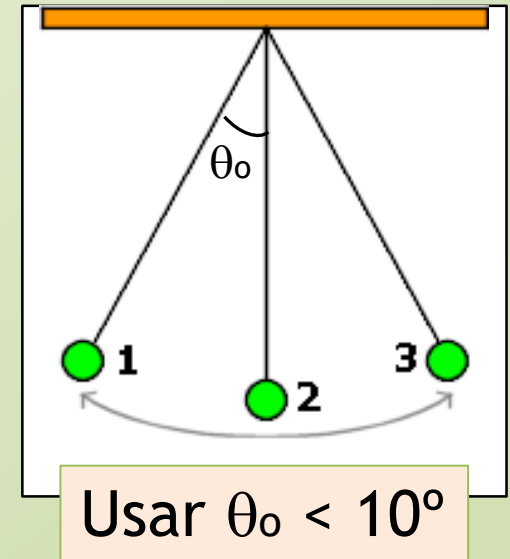
### Período del péndulo



## MEDICIÓN DEL PERÍODO DE UN PÉNDULO

- ¿Será  $\Delta t = \sigma_{ap}$ ? ¿A qué caso creen que se asemeja el experimento: 1, 2 o 3?
- Los mismos dos integrantes del grupo: tomen **40 mediciones** del período (**N = 40**) cada uno, usando un **cronómetro**.
- Cuál es la tendencia de los datos? (Disminuyen, aumentan o no se ve tendencia en el tiempo?)

## Período del péndulo



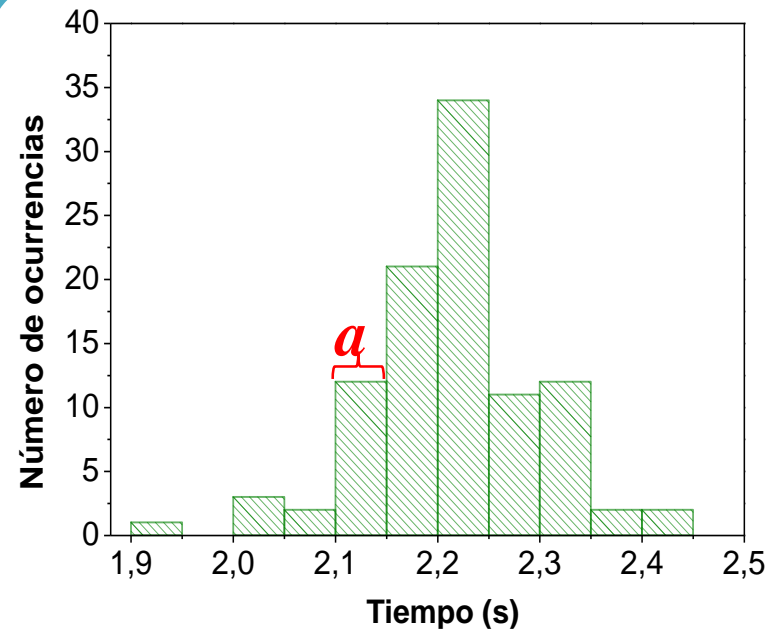
# Resultados del Experimento - Histogramas

## 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<sup>er</sup> intervalo:  $[x_{\min}, x_{\min+a})$
- Último intervalo:  $[x_{\max-a}, x_{\max}]$



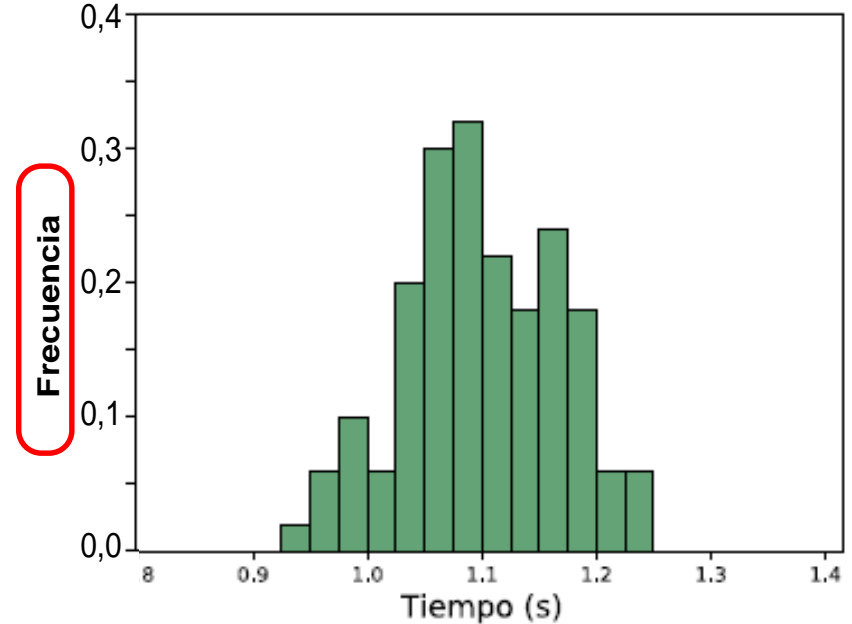
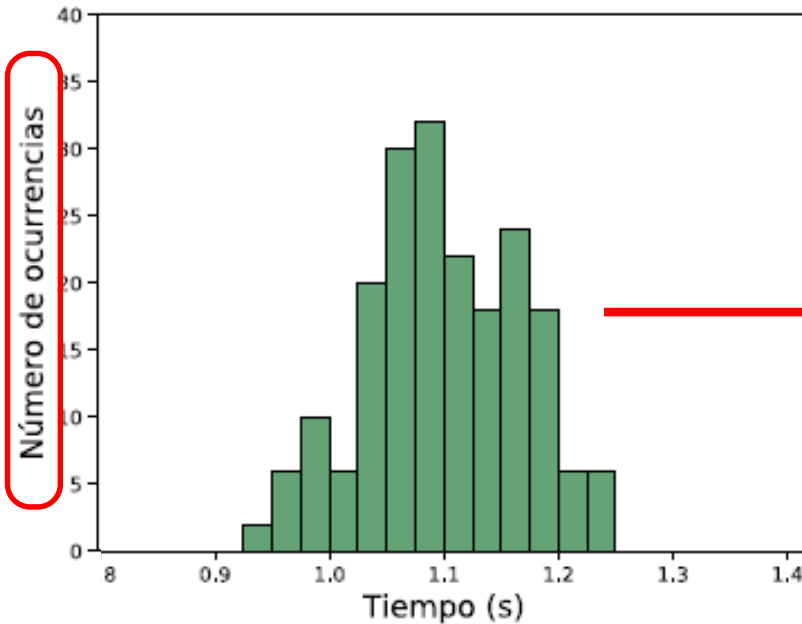
## Regla de Sturges

Estima la cantidad ( $C$ ) de intervalos de clase:

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

# Resultados del Experimento - Histogramas

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



Condición de Normalización

$$\sum_j \text{Número de ocurrencias}_j = N$$

$$\sum_j F_j = 1$$

## MEDICIÓN DEL PERÍODO DE UN PÉNDULO

- Realicen los **Histogramas** de cada grupo de medición de **N = 40** y discutan qué observan en cuanto a la forma, el centro, el ancho (similitudes, diferencias)

## Período del péndulo

