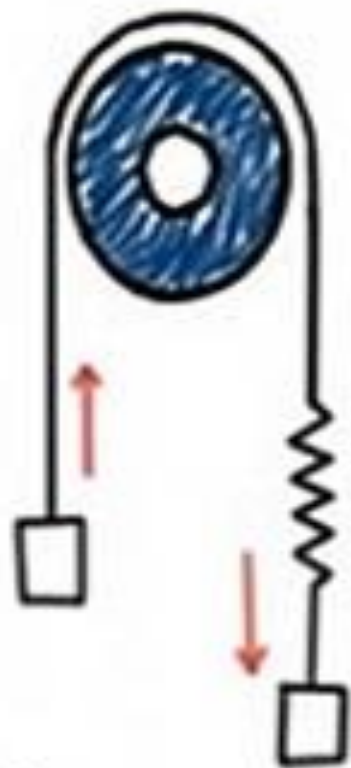
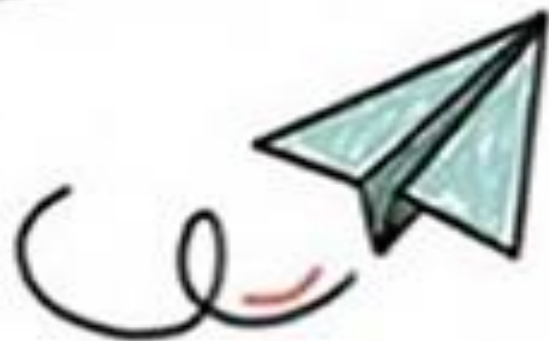
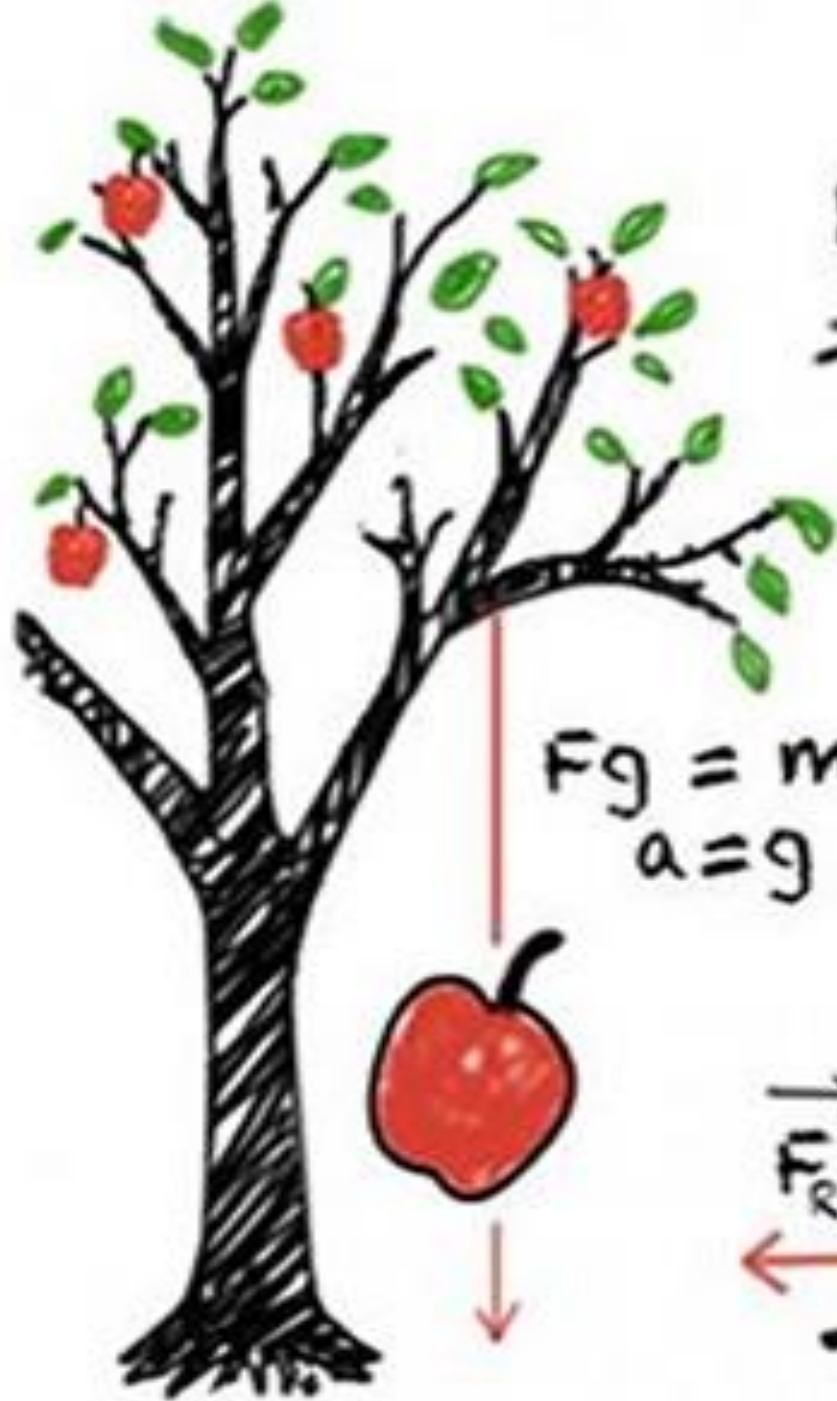


FÍSICA





Universidad de Buenos Aires - Exactas
departamento de física

Laboratorio 1

2do Cuatrimestre 2022

Laboratorio 1 C: jueves de 8-14 hs

**Lucía Famá, Patricio Grinberg,
Marcos Wappner, Carolina Iacovone,
Justo González Litardo**

Temas de Laboratorio 1

1. La Física Experimental
2. Mediciones Directas - Incertidumbres - Longitudes, tiempos. Péndulo simple
3. Mediciones Indirectas - Incertidumbres - Volumen. Propagación de errores
4. Cuadrados Mínimos - Relación entre dos variables - Ajustes lineales, no-lineales.
5. Cinemática y dinámica. Velocidades. Aceleraciones, Fuerzas
6. Fuerzas dependientes de la velocidad. Fuerza elástica
7. Leyes de Conservación

Metodología de Trabajo

CLASES



Jueves de 8-14 hs
Asistencia Obligatoria

**PÁGINA DE
LA MATERIA**



<http://materias.df.uba.ar/l1c2022c2/>

Consultas



CAMPUS

Metodología de Evaluación

Informes Grupales



3 integrantes
por grupo



Plantilla Informe de Laboratorio

- Se estima poder realizar 8 Experimentos
- 4 Informes: Entrega a las 2 semanas de realizada la práctica (*Impreso al comienzo de la clase*)
- Actividades sin informe: Entrega a la semana de haber realizado el experimento (*Impreso al comienzo de la clase*)
- Toda la información estará en la página de la materia

Metodología de Evaluación

INFORMES
GRUPALES

TRABAJO
EN CLASE
INDIVIDUAL

PARCIALES
CORTOS
INDIVIDUAL

PARCIAL
INDIVIDUAL

Parcial: **10 de noviembre**
Recuperatorio: **1 de diciembre**

EXPOSICIÓN
ORAL GRUPAL

Exposición: **24 de noviembre**



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

Datos Útiles

**Dónde Imprimir
Informes**



**Hemeroteca: 1°P
frente a la secretaría
del DF – de 9 a 16 hs**

**Dónde cuento
con PC**



Pab. 0+Infinito

**Capacitarme con
Python**



**Curso de Python del
DF/ Prontamente**

INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA EXPERIMENTAL

El **objetivo general** de Laboratorio 1 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

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

Objetivo de la Materia

Experimento
(Observación)



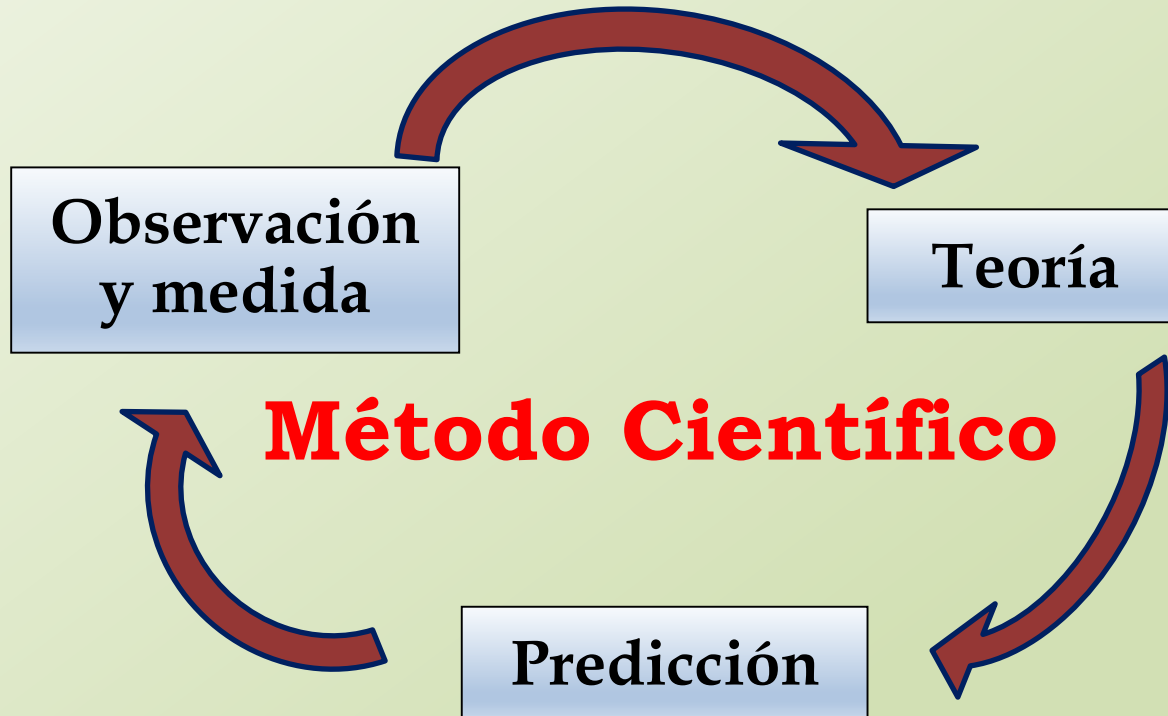
Modelo
(Teoría)

Observación
y medida

Teoría

Método Científico

Predicción



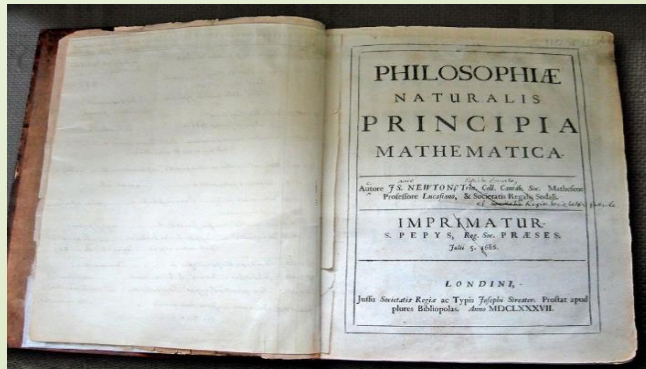
Un poco de Historia ...

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.*



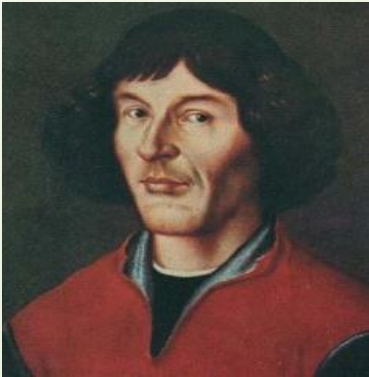
*Philosophiæ Naturalis Principia
Mathematica Isaac Newton (1687)*

Ley de la
Gravitación
Universal

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

Un poco de Historia ...

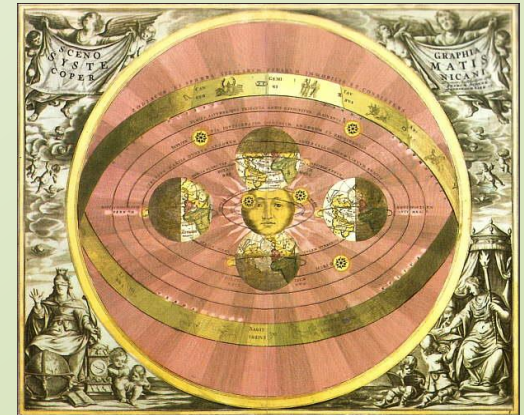
Los planetas y ... la fuerza gravitatoria



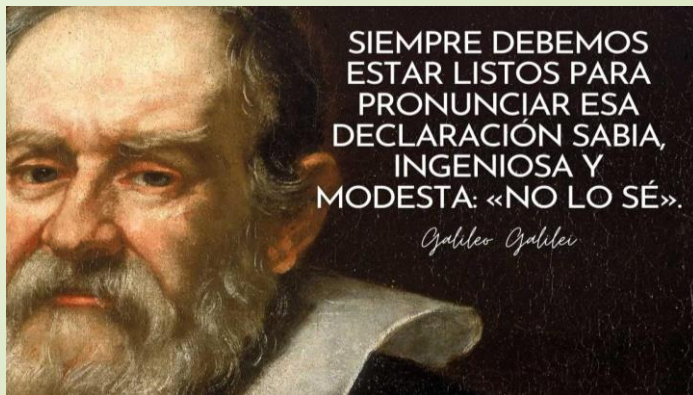
Nicolás Copérnico
(1473-1543)

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

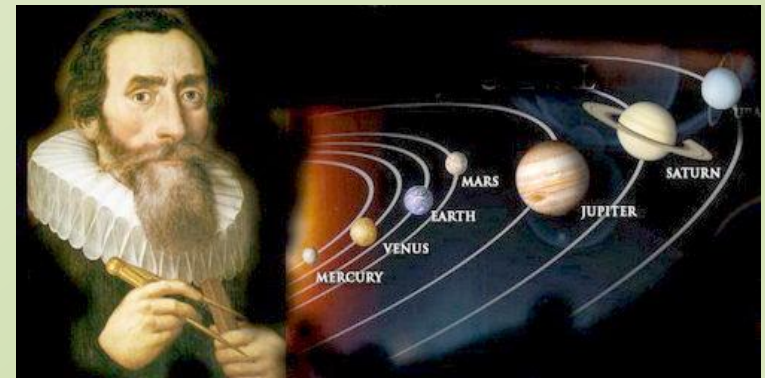
Sistema Heliocéntrico de
Copérnico



Johannes Kepler (1571-1630)



Galileo Galilei (1564-1642)



Un poco de Historia ...

Las Leyes de Isaac Newton

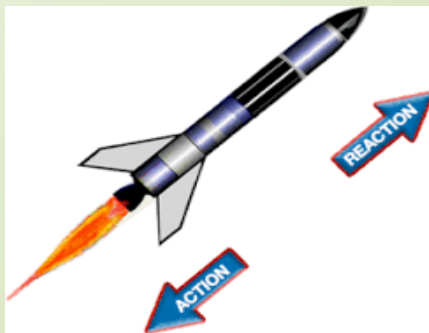
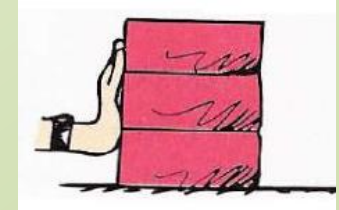
➤ Primera Ley

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?

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

¿Cuánto mide el largo (L) del objeto?

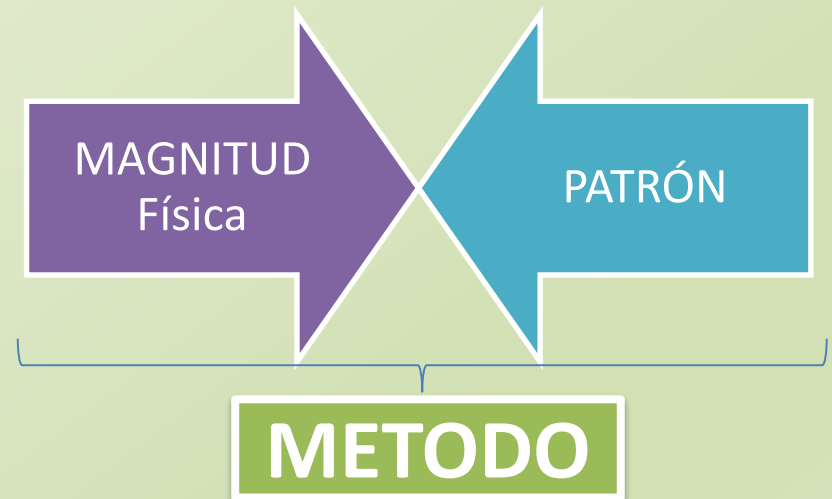
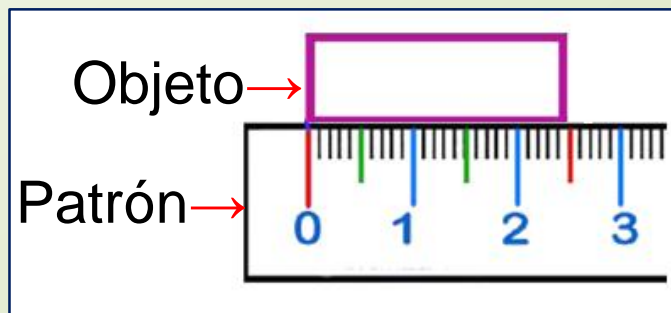


¿Cuál es el período del metrónomo?

¿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**)



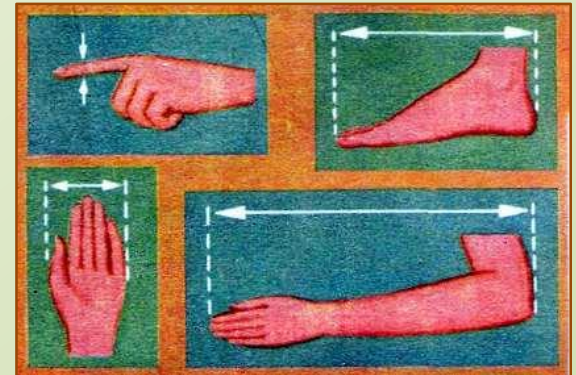
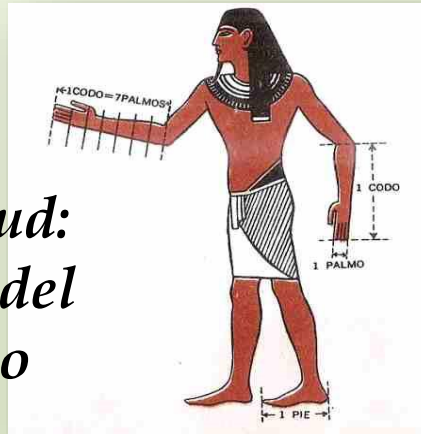
- **Método de Medición:**
Procedimiento que se lleva a durante el experimento para obtener MF

Un poco de Historia ...

¿Cómo se medía antiguamente?



*Longitud:
Partes del
cuerpo*



*Volumen:
Tazas, jarras ...*



Tiempo: SOL



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

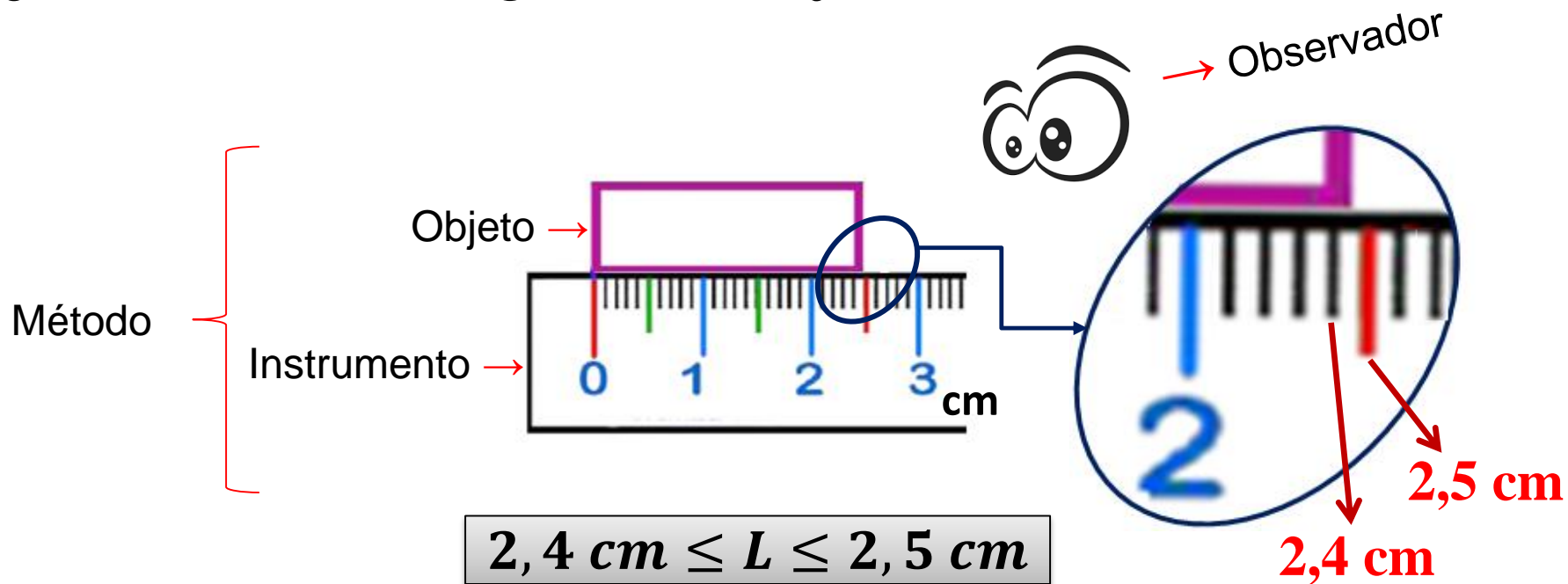


<https://www.nist.gov/pml/weights-and-measures/metric-si/si-units>

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

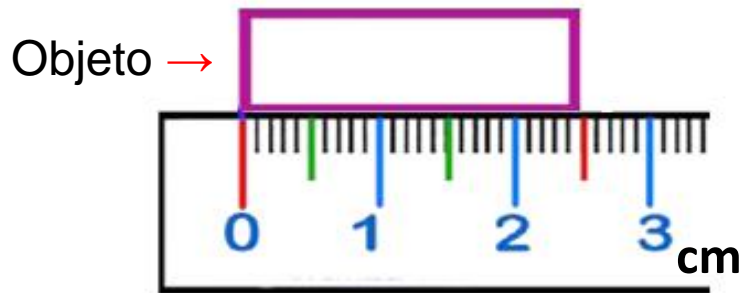
¿Cuánto mide el largo (L) del objeto?



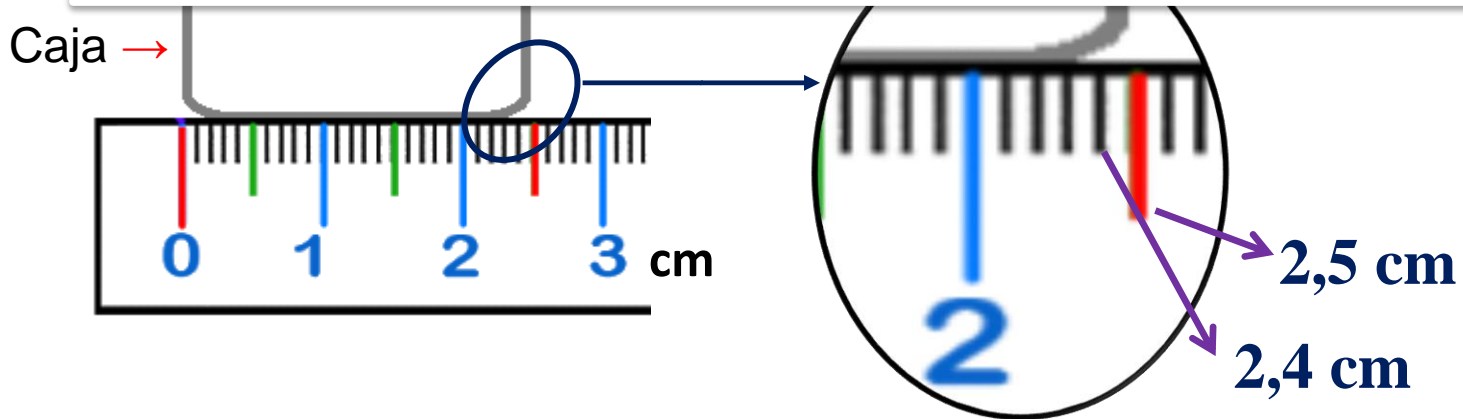
El resultado de una medición está acotado

¿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



0,01 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?



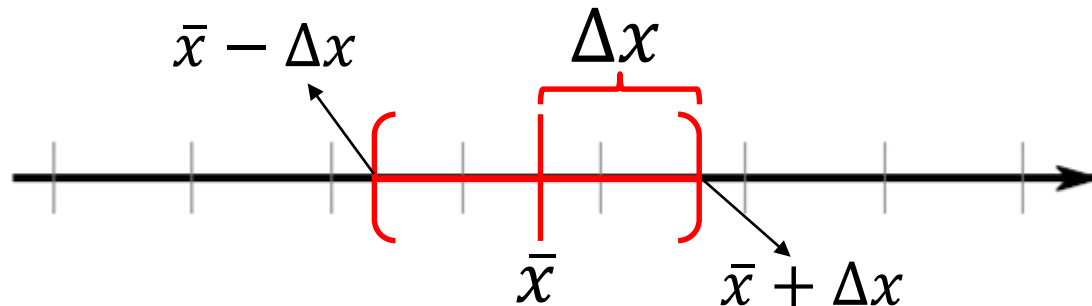
9 hs 05'

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

Resultado de una MF y forma de expresarlo

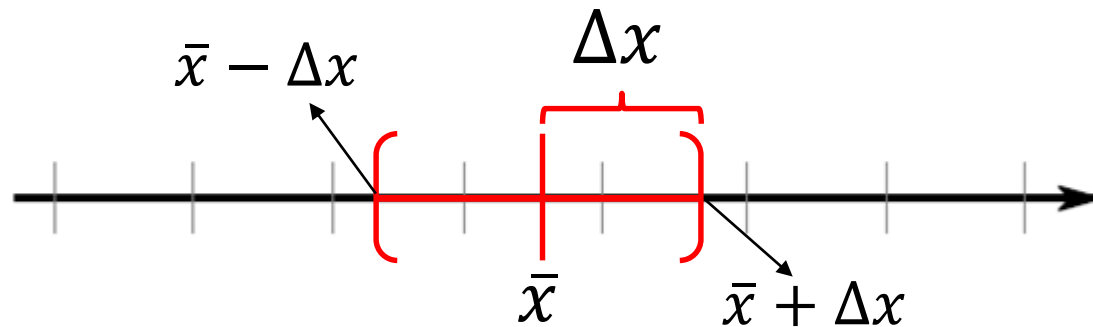
Dado que no conocemos el valor “verdadero” de la MF que deseamos medir, se busca una estimación del valor “verdadero” y el de una cota de error

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



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 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)

Δx : Incerteza o error Absoluto

**Clase de
Medición**

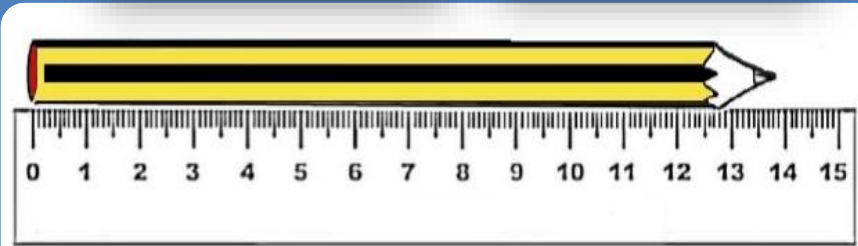
**Clase de
incertezas**

Clases de Mediciones

Directas (MD)

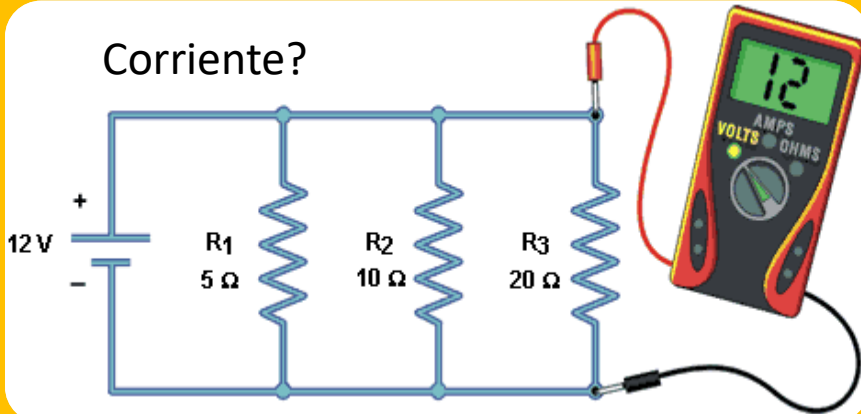
La medida deseada se obtiene de la lectura del instrumento

Ej.: medición del tiempo utilizando un cronómetro.



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.

Mediciones Directas (MD)



Obtener una expresión VÁLIDA del
resultado de una MF

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

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

Δx : Incerteza o error Absoluto

**Clase de
Medición**

**Clase de
incertezas**

Mediciones Directas (MD)

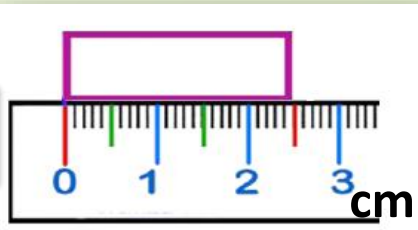
Valor más representativo (\bar{x} o x_0)

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

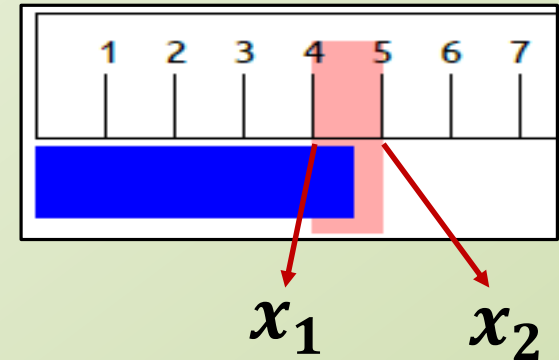
Mediciones Directas (MD)

1- Incertidumbre INSTRUMENTAL

Error de Apreciación (σ_{ap}):

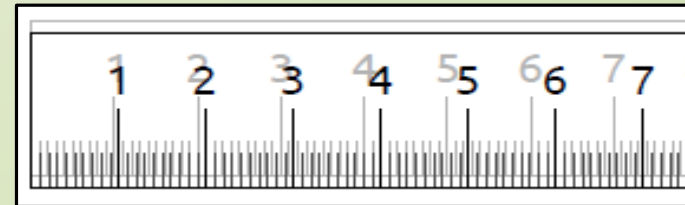
Lo que puede resolver el observador.

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

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

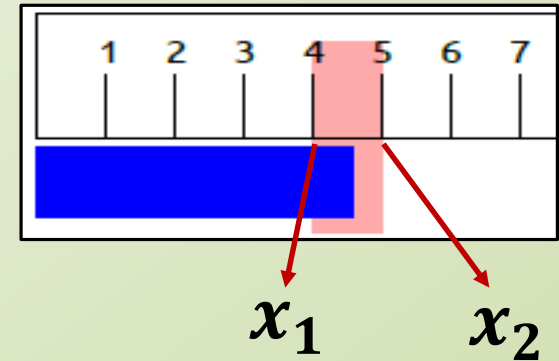
Mediciones Directas (MD)

1- Incertidumbre INSTRUMENTAL

Error de Apreciación (σ_{ap}):

Lo que puede resolver el observador.

Muchas veces: resolución del instrumento

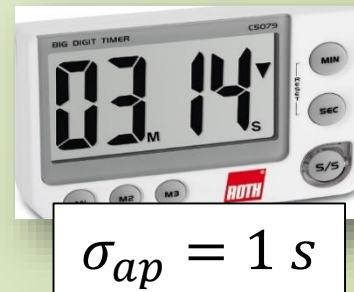


Resolución Instrumental

↳ Cuánto puede resolver el instrumento (mínima división)

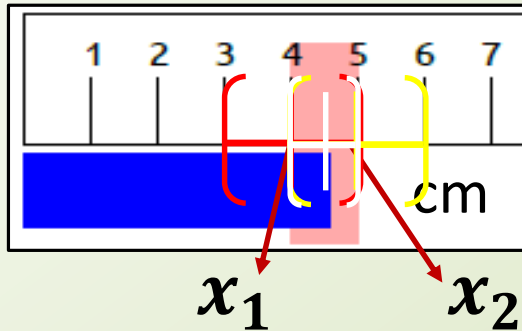
Precisión Instrumental

↳ Es más preciso el instrumento con mayor resolución



Más Preciso, menor σ_{ap}

Mido una MF



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

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

Si siempre mido dentro de la
incertidumbre instrumental

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

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

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

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

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

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

Pero también

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

A veces elijo usar:

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

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

Mediciones Directas (MD)

Incerteza o error Absoluto (Δx)

1A - Si 1 vez \Rightarrow

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



$$x = (\bar{x} \pm \sigma_{ap}) \text{ Ud.} \Rightarrow x = (13,16 \pm 0,01) \text{ s}$$

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

1B - Si mido más de 1 vez y los datos se encuentran **dentro** del intervalo de confianza $[\bar{x} - \sigma_{ap}, \bar{x} + \sigma_{ap}]$

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

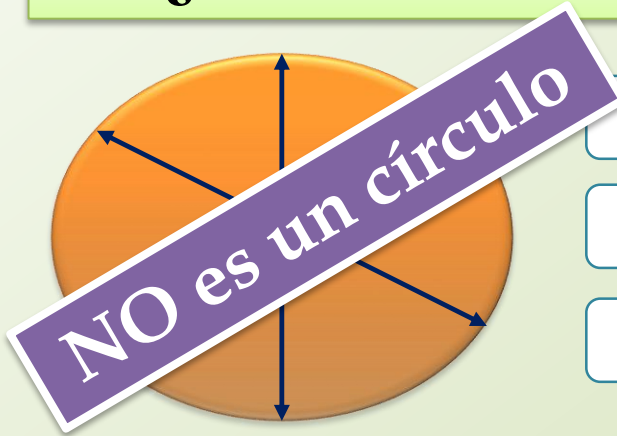
$$\Delta x = \sigma_{ap}$$

Expresión
del Resultado

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

2 - ¿Y 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 ?

2A- ¿Cuál es el diámetro del objeto?



12 mm

11 mm

15 mm

16 mm

11 mm

15 mm



Precisión = 1 mm

2B- ¿Cuál es el período del metrónomo?



1,25 s

1,23 s

1,22 s

1,22 s

1,25 s

1,23 s

1,24 s

1,26 s

1,21 s



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

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 **precisión del instrumento empleado**.
- Un integrante del grupo realicen **3 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 ΔD corresponde al caso 1A, 2A o 2B.

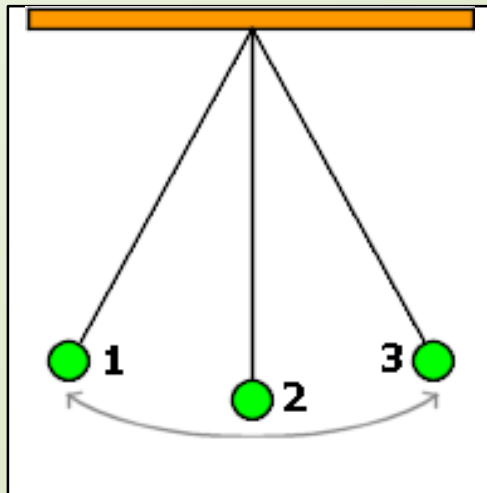
$$x = (\bar{x} \pm \Delta x) Ud. \quad (1)$$

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

MEDICIÓN DEL PERÍODO DE UN PÉNDULO

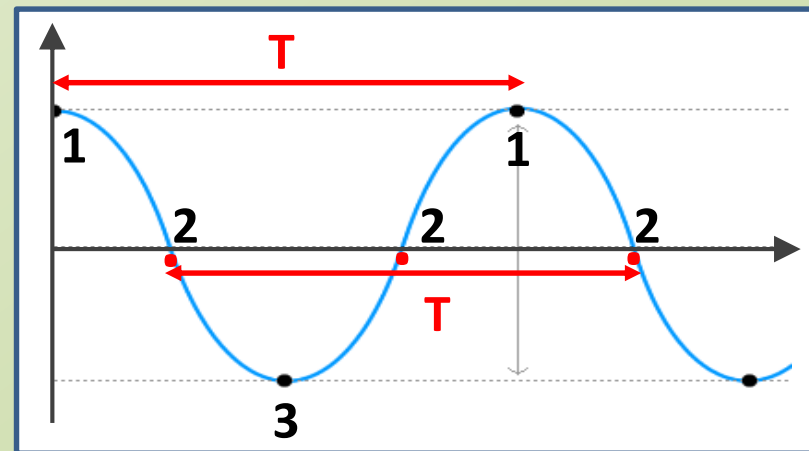
- Armen un péndulo simple de **1 m** de largo. **Dos integrantes del grupo: tomen 3 medidas** del período cada uno, usando un **cronómetro**.

Período del péndulo



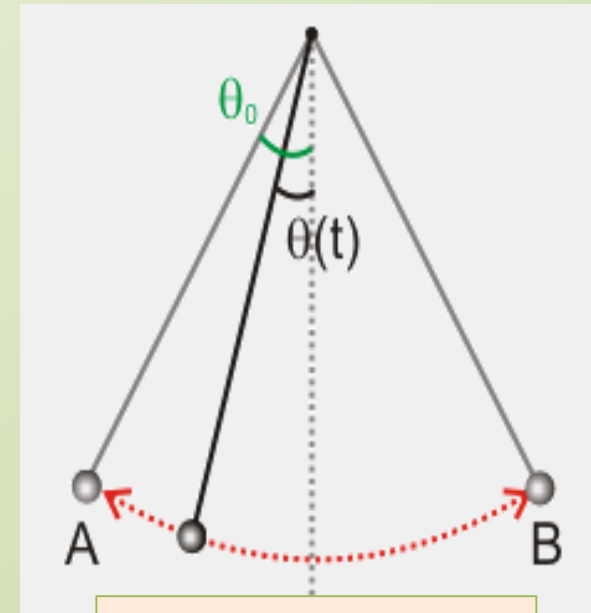
Tiempo de una oscilación completa

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)



MEDICIÓN DEL PERÍODO DE UN PÉNDULO

- ¿Será $\Delta t = \sigma_{ap}$? ¿A qué caso creen que se asemeja el experimento: 1A, 2A o 2B?
- Los mismos dos integrantes del grupo: tomen **40 mediciones** del período (**N = 40**) cada uno, usando un **cronómetro**.
- Realicen los Histogramas de cada grupo de medición de $N = 40$ y discuta qué observa (similitudes/diferencias/tendencias)



Usar $\theta < 10^\circ$

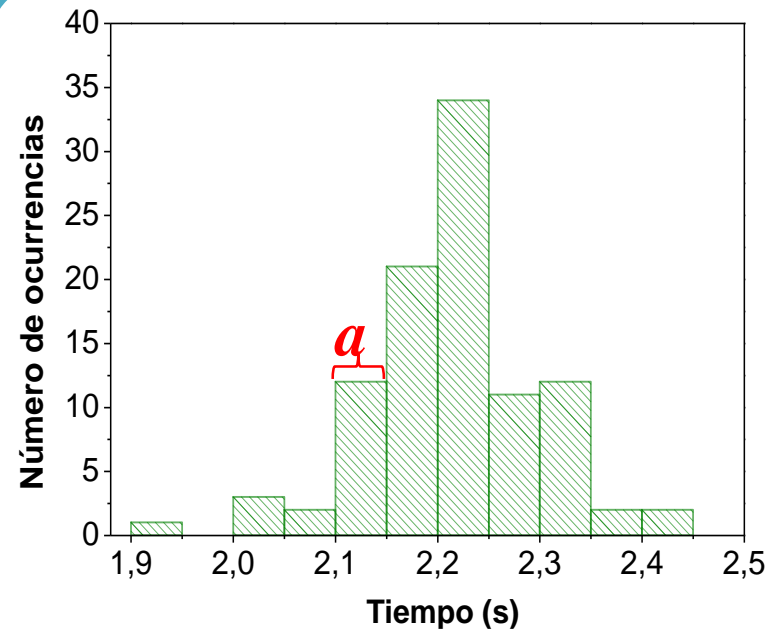
Resultados del Experimento - Histogramas

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: $[x_{\max-a}, x_{\max}]$



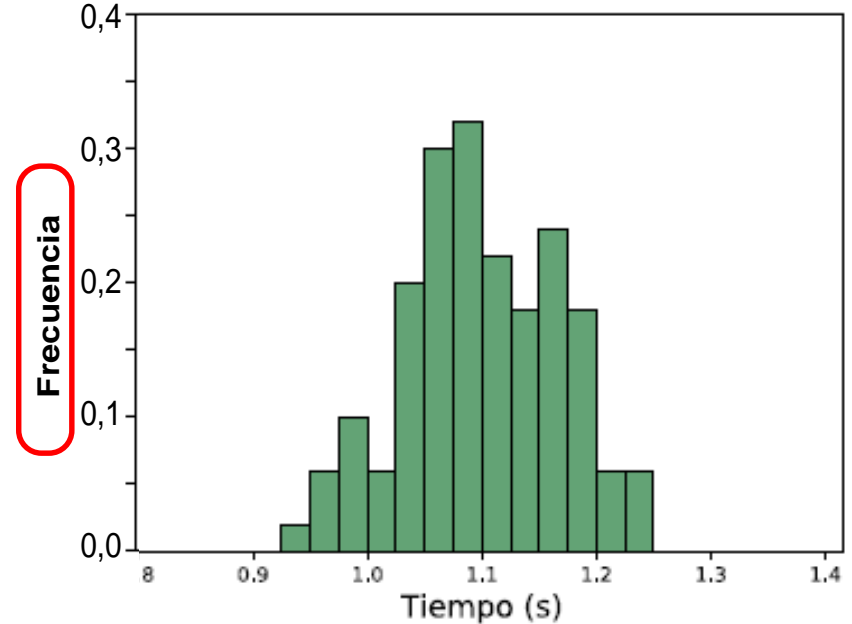
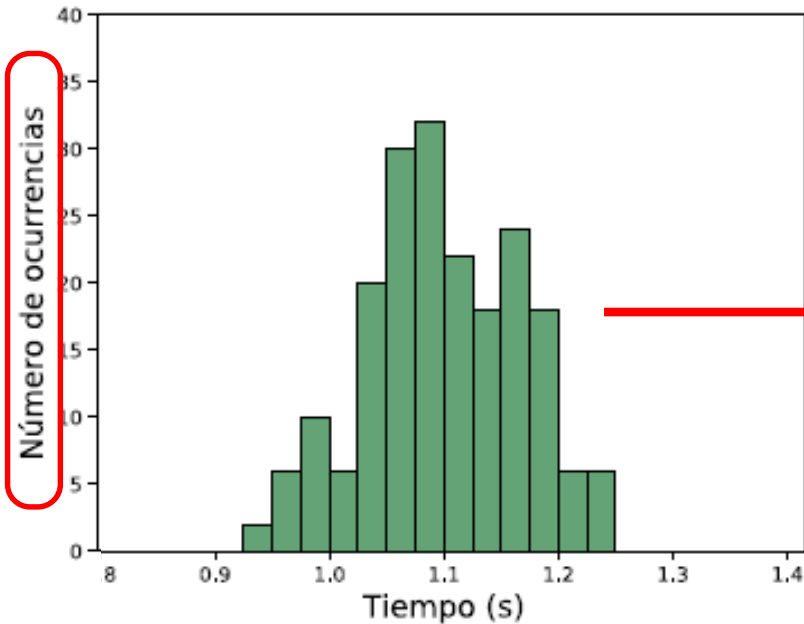
Regla de Sturges

Estima la cantidad (C) de intervalos de clase:

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

Resultados del Experimento - Histogramas

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



Condición de Normalización

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

$$\sum_j F_j = 1$$