



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

# Laboratorio 1

**2do Cuatrimestre 2024**

**Laboratorio 1C: martes 14-20 hs**

**Lucía Famá, Mónica Agüero,  
Marcos Wappner, Román Schiaffino**

# OBJETIVO DE LABORATORIO 1

**Aprender a construir leyes físicas a partir de la observación del comportamiento de fenómenos de la naturaleza aleatorios, regulares y repetibles.**

## Física Experimental

**OBSERVACIÓN DE  
FENÓMENOS FÍSICOS**

# La Física Experimental

Experimento  
(Observación)



Modelo  
(Teoría)

EXPERIMENTACIÓN

Observación  
y medida

NATURALEZA

**Método Científico**

HIPÓTESIS

Teoría

CORRECCIÓN

Predicción

# Un poco de Historia ...

## Los planetas y ... la fuerza gravitatoria



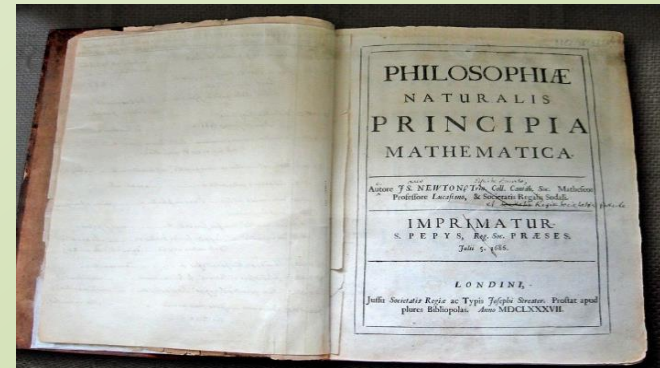
Isaac Newton  
(1643-1727)

*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 ...

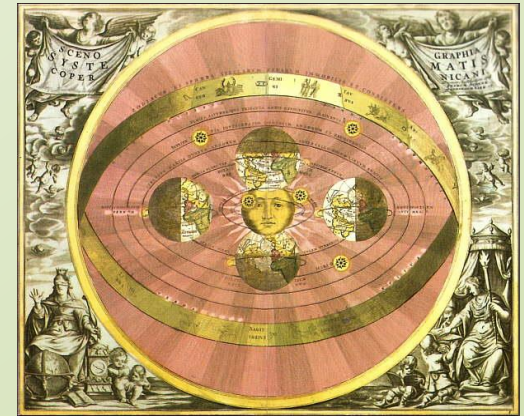
## Los planetas y ... la fuerza gravitatoria



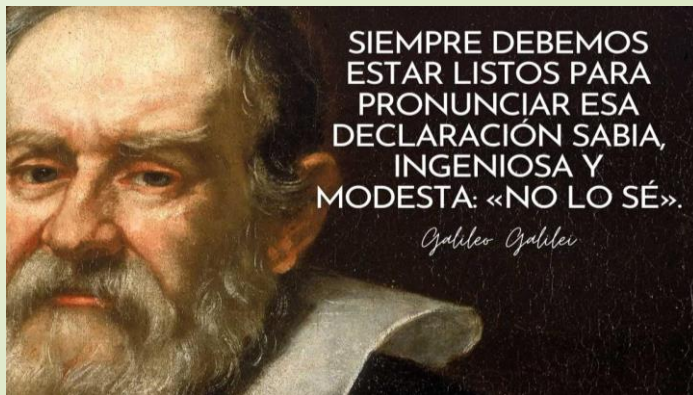
Nicolás Copérnico  
(1473-1543)

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

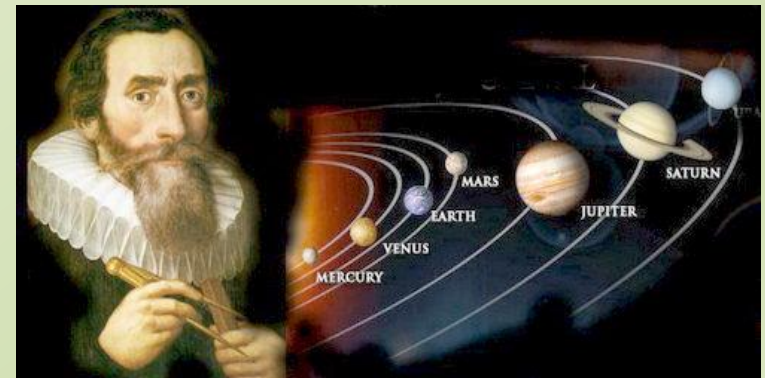
Sistema Heliocéntrico de  
Copérnico



Johannes Kepler (1571-1630)



Galileo Galilei (1564-1642)



# **El Método Científico aplicado a Laboratorio 1**

- ❑ Observación de Fenómenos Físicos**
- ❑ Diseño de Experimentos**
- ❑ Uso de Instrumental de Laboratorio**
- ❑ Uso de Herramientas de Análisis Experimental**
- ❑ Elaboración de Informes Científicos**



# Metodología de Trabajo

- Se estima realizar **10 Experimentos!**  
(*ver el Cronograma en la Página de la Materia*).
- Se trabajará en **GRUPOS de 3 estudiantes**.
- **4 Experimentos llevarán Informe Grupal**. Entrega luego de 1 o 2 semanas de realizada la práctica (En el *Campus*).
- **El resto de las prácticas serán entregadas como Actividades Grupales**, a la semana siguiente de realizada la práctica (En el *Campus*), o se evaluarán en clase.
- Se empleará algún **programa de análisis de datos (Python, Origin, ScieDavis, ..., a elección)**.

# Metodología de Evaluación

- **Informes**: cada Informe lleva una nota (Nota grupal).
- **Actividades**: las Actividad tienen nota conceptual (Nota grupal).
- **Parcial Corto**: **2 parciales cortos** de temáticas puntuales (Nota Individual).
- **Parcial**: **1 parcial global** de la materia (Nota Individual).  
**Parcial 12 de JUNIO 14 h y Recuperatorio 3 de JULIO 14 h**
- **Práctica Especial**: Elección de un experimento, puesta en marcha y exposición del mismo (Nota Grupal e Individual).  
**Exposición Oral de la Práctica Especial: 26 de JUNIO 14 h**



# Clases-Entregas-Consultas

CLASES



Se toma Asistencia. Con posibilidad de **hasta 2 faltas** que **se recuperan en forma individual**

PÁGINA DE LA MATERIA



<http://materias.df.uba.ar/l1a2024c2/>

[Plantilla Informe de Laboratorio](#)

CAMPUS



Consultas y entregas

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

# Datos Útiles

Dónde cuento  
con PC



**Pab. 0+Infinito**

Capacitarme  
con Python



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

Capacitarme  
con Origin



- **Material Adicional en la Página de la Materia**

# Normas de Seguridad e Higiene



- **Firmar formulario de aceptación de normas**



- **Material Adicional en la Página de la Materia**

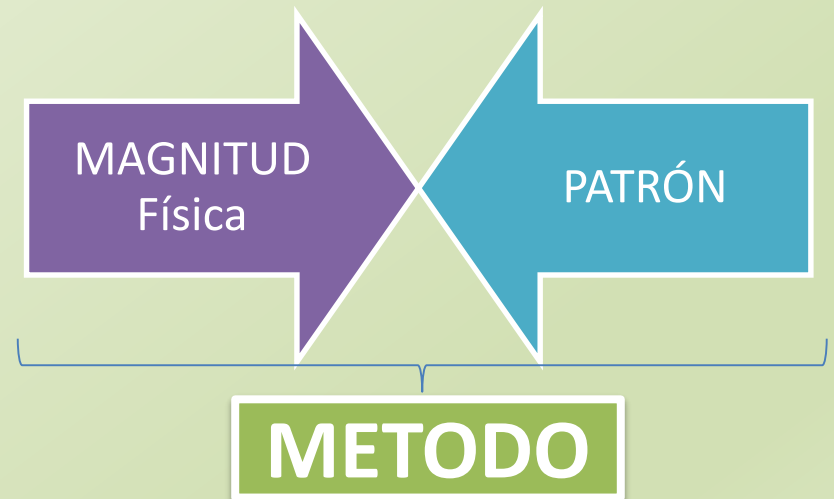
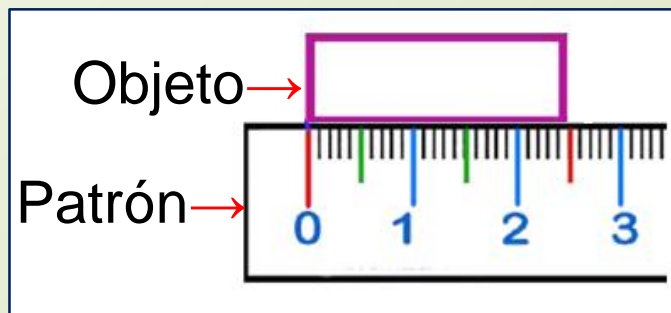


# **EXPERIMENTO**

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

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

- **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

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

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



INTI

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.

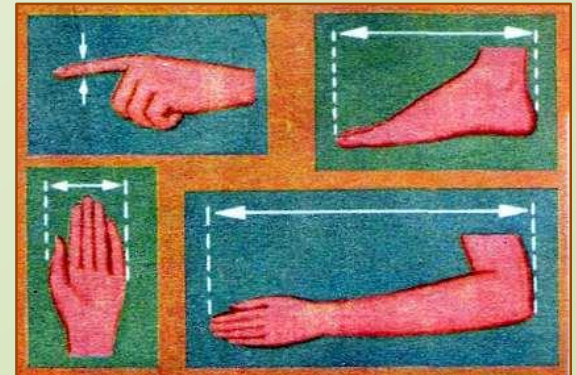
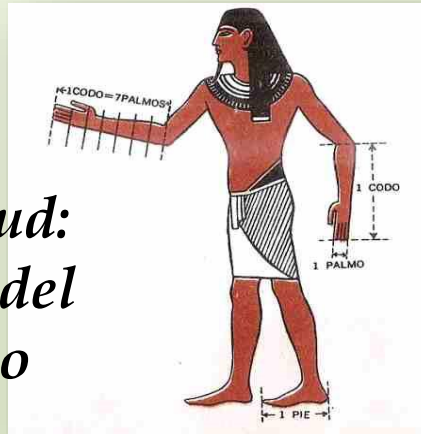


# Un poco de Historia ...

¿Cómo se medía antiguamente?



*Longitud:  
Partes del  
cuerpo*



*Volumen:  
Tazas, jarras ...*

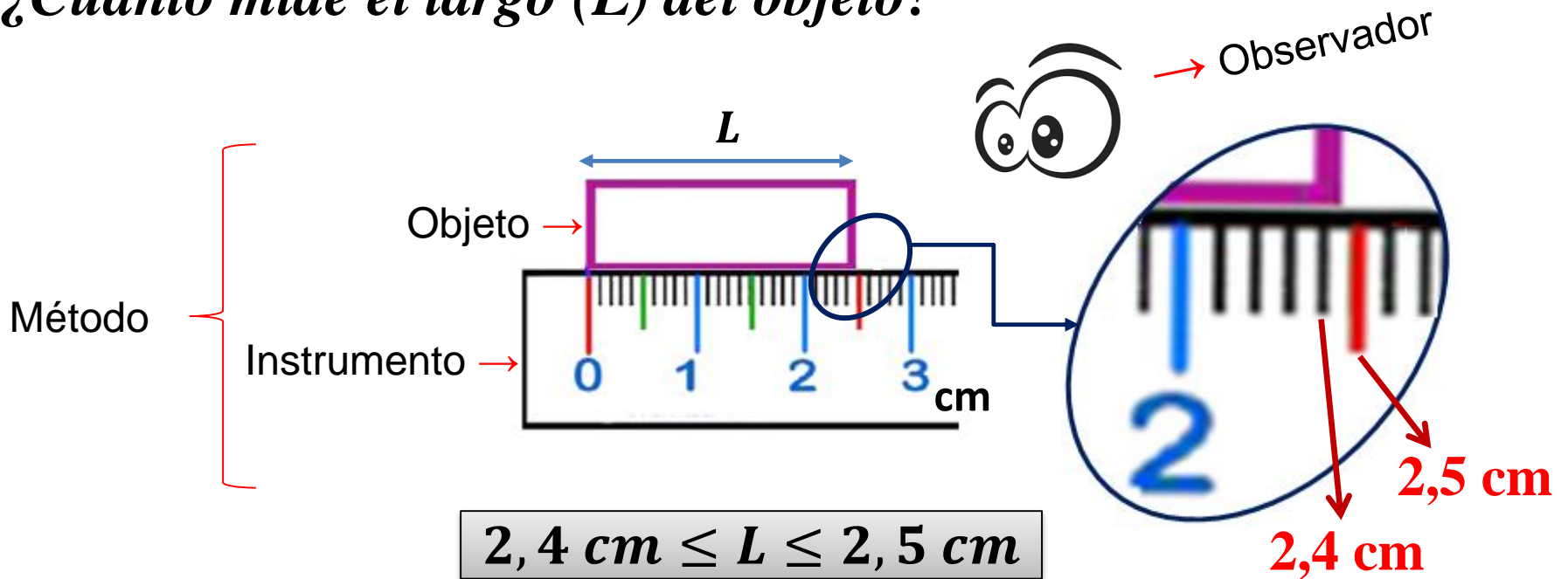


*Tiempo: SOL*



# Pensemos en algunos posibles experimentos

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



**El resultado de una medición está acotado**

REGLA 1 DE LABORATORIO 1

SIEMPRE HAY UNA INCERTEZA ASOCIADA A UNA MEDICIÓN

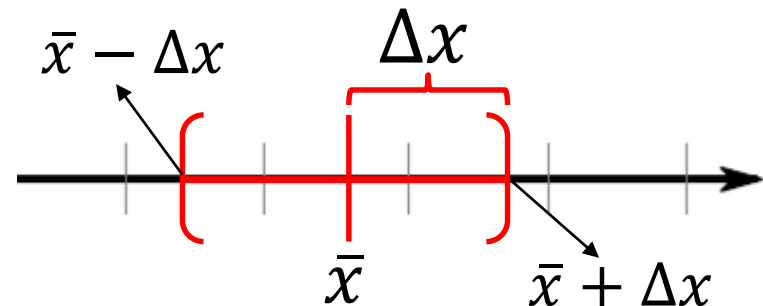
# Resultado de una MF y forma de expresarlo

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**

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

$\Delta x$ : Incerteza Absoluta



**Resultado:**

**Intervalo de Confianza**

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

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

**Expresión del resultado:**

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

# NUESTRO OBJETIVO!!!



*Obtener una expresión VÁLIDA del resultado de una MF*

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

**Clase de  
Medición**

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

$\Delta x$ : Incerteza Absoluta

**Fuentes de  
incertezas**

REGLA 1bis DE LABORATORIO 1

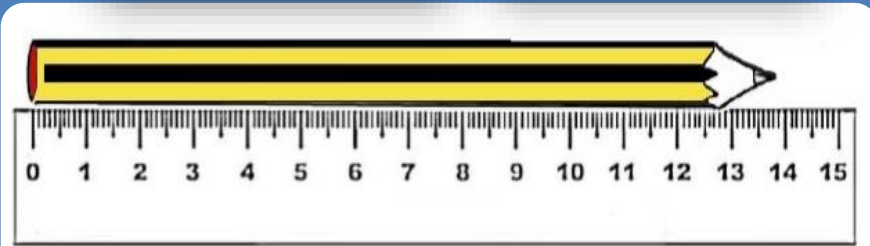
NUNCA REPORTO UN RESULTADO SIN SU INCERTEZA

# Clases de Mediciones

## Directas (MD)

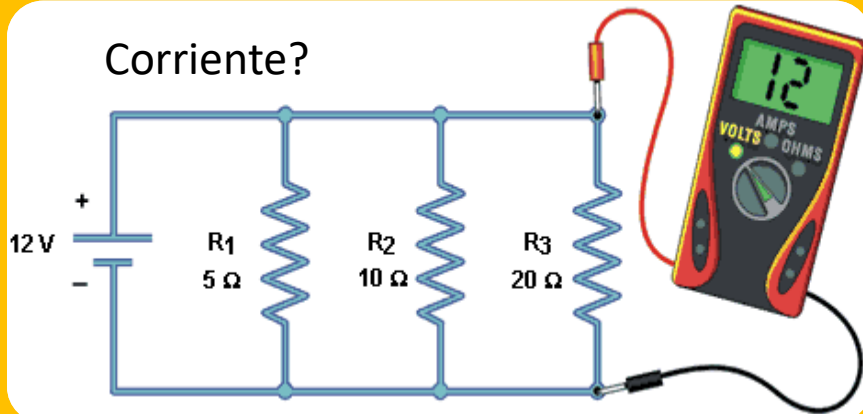
La medida deseada se obtiene de la lectura del instrumento

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 objeto a partir de la medida de sus lados.



# NUESTRO OBJETIVO!!!



*Obtener una expresión VÁLIDA del resultado de una MF*

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

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

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

# Mediciones Directas (MD)

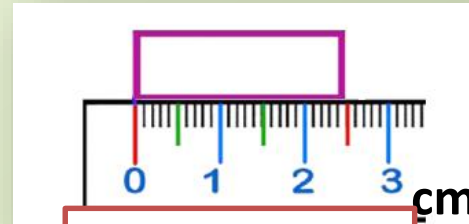
Valor más representativo ( $\bar{x}$ )

Si tengo 1 medida →

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



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



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

REGLA 2 DE LABORATORIO 1  
NUNCA MIDO SÓLO UNA VEZ

# Mediciones Directas (MD)

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

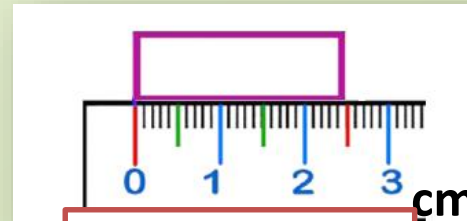
Si todas las medidas dan iguales



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



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



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

# Mediciones Directas (MD)

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

Si tengo MÁS de 1 medida  $x: x_1, x_2, x_3, \dots, x_N$



13,16 s

13,15 s

13,16 s

13,14 s

13,15 s

13,16 s

13,14 s

13,16 s

...

13,15 s

$\bar{x}$  = Valor promedio



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

# Incerteza Absoluta ( $\Delta x$ ) – Concepto general

## Fuentes de Incertidumbres

- \* Introducidos por el instrumento
- \* Por factores de la naturaleza/azar
- \* Suposiciones, hipótesis
- \* Por el objeto: definición
- \* Por el método



## Clasificación de Incertezas

**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.



# EL INSTRUMENTO como fuente de incerteza

## Incetidumbre 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



+ preciso

Resolución 0,01 s

*Comparar SOLO  
Instrumentos con  
las mismas  
Unidades*

*Menor resolución → Más preciso*

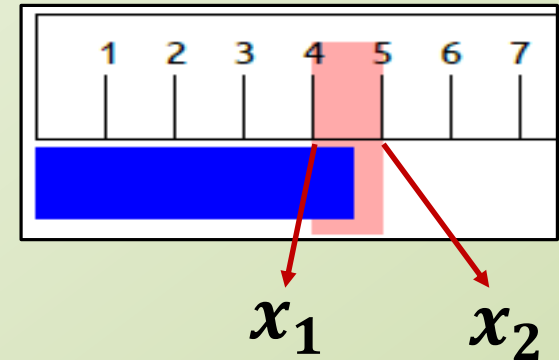
# EL INSTRUMENTO como fuente de incerteza

## Incetidumbre INSTRUMENTAL

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

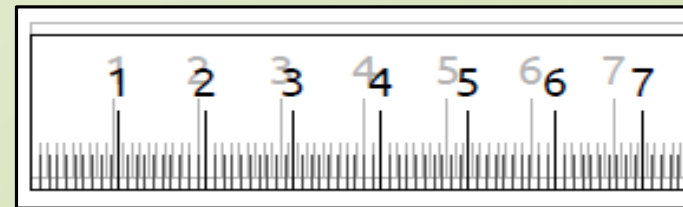
Lo que puede resolver el observador.

Muchas veces: resolución del instrumento



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

Asociado con el error de calibración del instrumento



## Incetidumbre instrumental

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

o

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

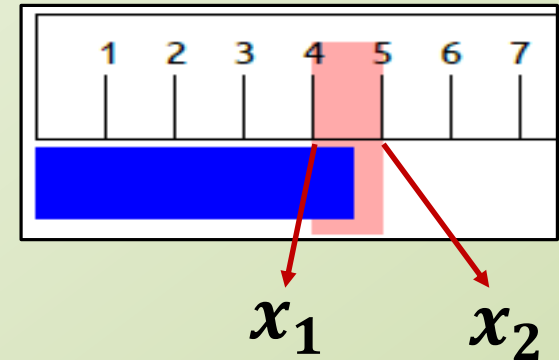
# EL INSTRUMENTO como fuente de incerteza

## Incertidumbre INSTRUMENTAL

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

Lo que puede resolver el observador.

Muchas veces: resolución del instrumento



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

o

$$\sigma_{ap} = 3(x_2 - x_1)$$

# Mediciones Directas (MD)

## Incerteza Absoluta ( $\Delta x$ )

1- Si tengo 1 medida o todas las medidas son iguales



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

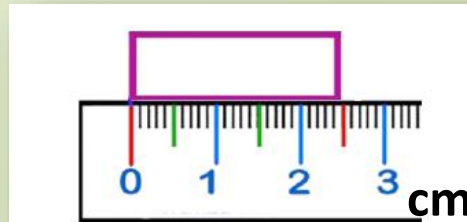


$\bar{x}$  = número leído en el instrumento



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

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



$$\sigma_{ap} = 0,1 \text{ mm}$$

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



$$\sigma_{ap} = ? \text{ kg}$$

$$x = ??$$

## 2 - Si tengo MÁS de 1 medida ... ¿Cómo procedemos?

- ✓ Los resultados de las medidas individuales pueden estar poco o muy dispersas
- ✓ En función de esta dispersión será conveniente aumentar o no el número de mediciones de la magnitud
- ✓ **¿Cuántas** veces repetimos la medición?
  - Mido 3 veces ( $x_1, x_2, x_3$ ) y calculo el **valor medio**  $\bar{x}$
  - Calculo el Rango  **$R$** : la diferencia entre el valor máximo y el mínimo.  
$$R = x_{Max} - x_{min}$$
  - Calculo “cuánto pesa porcentualmente  $R$  para  $\bar{x}$ ”:  $P = \frac{R}{\bar{x}} 100$

“cuánto pesa porcentualmente  $R$  para  $\bar{x}$ ”:

$$P = \frac{R}{\bar{x}} 100$$

Si $P$ ...	N° de medidas necesarias
A) Con 3 medidas: Si $P \leq 2\%$	Suficiente hacer 3 medidas
B) Con 3 medidas: Si $2\% < P \leq 8\%$	Hacer 3 medidas más, hasta tener 6
C) Con 6 medidas: Si $8\% < P \leq 15\%$	Seguir midiendo hasta tener 15 medidas
D) Con 15 medidas: Si $P > 15\%$	Tomar un mínimo de 50 medidas

Si $P$ ...	Incerteza Absoluta
Si 3 medidas son suficiente	$\Delta x = \sigma_{ap}$
Si debo tomar 6 medidas	$\Delta x = \text{máx}\left(\frac{R}{4}, \sigma_{ap}\right)$
Si debo tomar más de 15 medidas	Ya veremos ....

$$\Delta x = \text{máx}\left(\frac{R}{4}, \sigma_{ap}\right)$$



Se calcula  $R/4$  y se compara con  $\sigma_{ap}$

$\Delta x$  será el mayor valor que resulte de ambos



**MEDICIÓN DEL PERÍODO  $T$  DE UN DESTELLO DE LUZ DE UN FARO**

- Cada integrante del grupo tome 3 medidas del período  $T$  del el destello de luz del faro del Laboratorio y el **cronómetro del teléfono celular**.
- ¿Consideran que con 3 medidas el resultado de  $T$  debería tener como incerteza  $\Delta t = \sigma_{ap}$ ?
- Independientemente de lo que obtengan, **cada estudiante tome 100 medidas de  $T$  ( $N = 100$ ).** **Calculen el valor más representativo de  $T$ :  $\bar{T}$**

**Objetivo: OBSERVAR el efecto de la forma medir**

**MEDICIÓN DEL PERÍODO  $T$  DE UN DESTELLO DE LUZ DE UN FARO**

- Cada integrante del grupo tome **3 medidas del período  $T$**  del el destello de luz del faro del Laboratorio y el **cronómetro del teléfono celular**.
- ¿Consideran que con 3 medidas el resultado de  $T$  debería tener como incerteza  $\Delta t = \sigma_{ap}$ ?
- Independientemente de lo que obtengan, **cada estudiante tome 100 medidas de  $T$**  ( $N = 100$ ). **Calculen el valor más representativo de  $T$ :  $\bar{T}$**

REGLA 3 DE LABORATORIO 1

SÓLO PUEDO COMPARAR INTERVALOS DE CNFIANZA

# Representación gráfica de los resultados

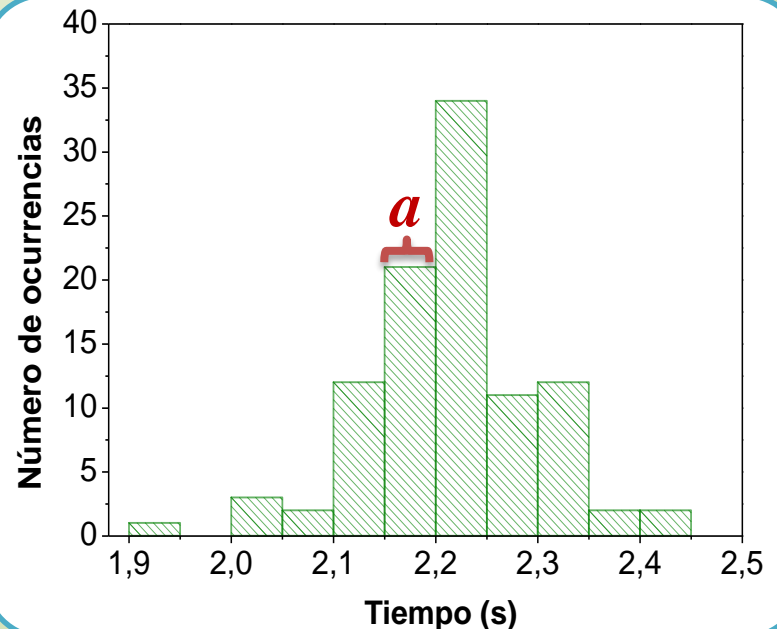
$x: x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_N$

**Histograma**



Representación gráfica en coordenadas cartesianas de la distribución de datos

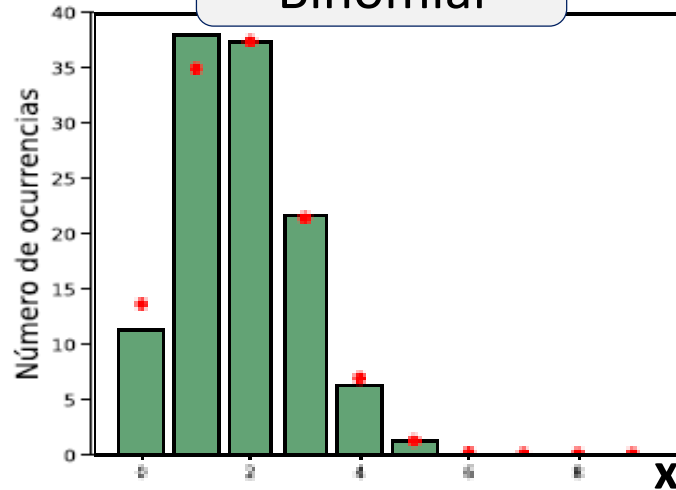
- Número total de medidas:  $N$
- Rango:  $[x_{\min}, x_{\max}]$
- Bin (N° de columnas):  $C$
- Clases (ancho de columna):  $a$
- 1<sup>er</sup> intervalo:  $[x_{\min}, x_{\min+a}]$
- Último intervalo:  $(x_{\max-a}, x_{\max}]$



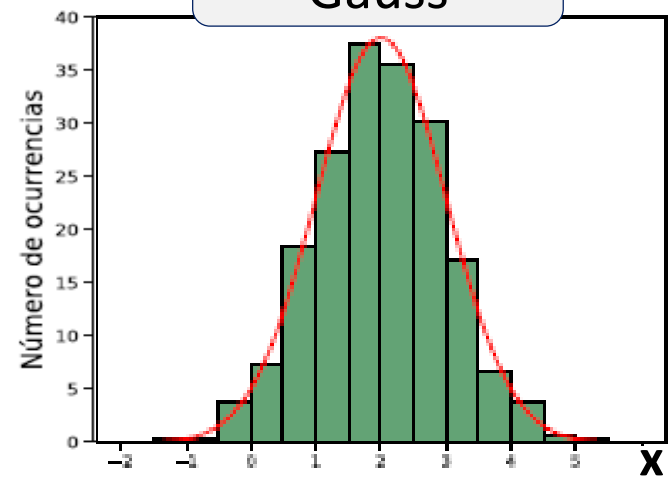
Regla de **Sturges**:  $C = 1 + 3,3322 \log(N)$

# Ejemplos de distribuciones

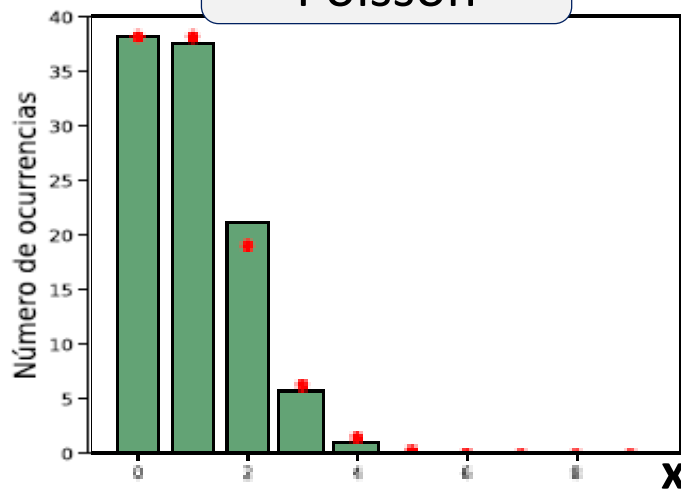
## Binomial



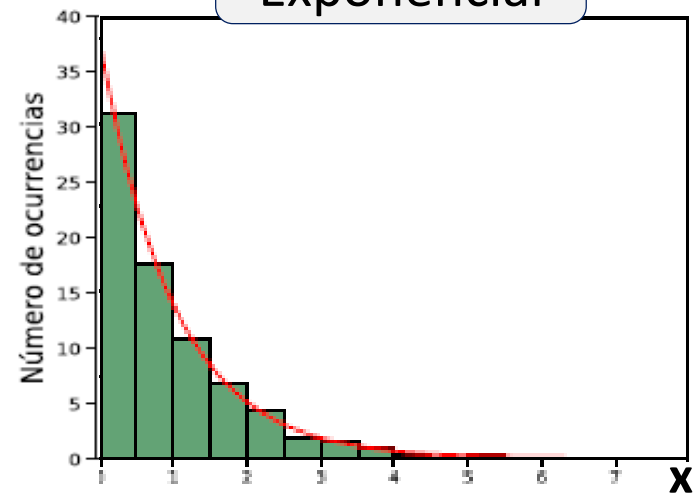
## Gauss



## Poisson



## Exponencial



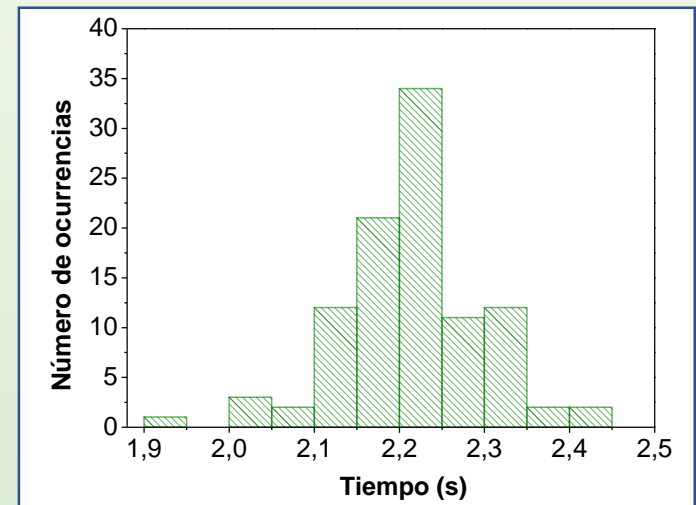
## MEDICIÓN DEL PERÍODO $T$ DE UN FARO

- Realicen los **HISTOGRAMAS** con los datos de  $T$  de cada estudiante por separado (**3 histogramas**).
- ¿Se asemejan más a una Distribución de Gauss que a otras clase de distribución?
- A partir de la forma, el ancho y el centro del histograma (la clase de distribución de los datos), discutan la forma medir de cada integrante, ¿quién creen que midió globalmente datos más dispersos?

# ENTREGA HASTA EL MARTES 20-8, 12 H (CAMPUS)

- De cada integrante: Escriban los 3 primeros datos del período del faro (Usen 2 decimales en cada caso, POR AHORA).
- De cada integrante. Escriban el resultado de  $P$  y justifiquen si podrían asignar a  $T$  la incerteza  $\Delta t = \sigma_{ap}$

- Armen los histogramas con los datos del período de cada estudiante (3 histogramas).
- Discutan justificando quién obtuvo datos con mayor dispersión y quién con menor dispersión, y qué histograma se asemeja más a una distribución Gaussiana, por qué?



**Figura 1.** Histograma del período del faro (N=200) medidos por Lucía Famá.

- ✓ Ejes con Nombre y Unidades
- ✓ Debajo de la Figura va siempre: Número de Figura y Epígrafe.
- ✓ Ver el Ej. de **cómo se presenta una Figura** en **la Plantilla de Informe**