



Universidad de Buenos Aires - Exactas
departamento de física

Laboratorio 1

1er Cuatrimestre 2024

Laboratorio 1 B: miércoles 14-20 hs

**Lucía Famá, Federico Trupp,
Camila Borrazás, Lucía Novacovsky**

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)

Observación
y medida

Teoría

Método Científico

Predicción

Un poco de Historia ...

Los planetas y ... la fuerza gravitatoria



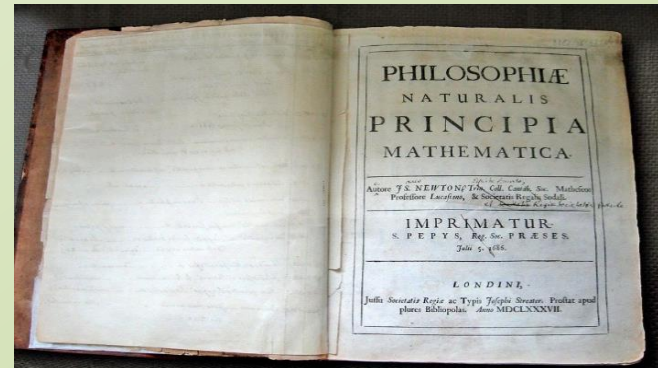
Isaac Newton
(1643-1727)

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

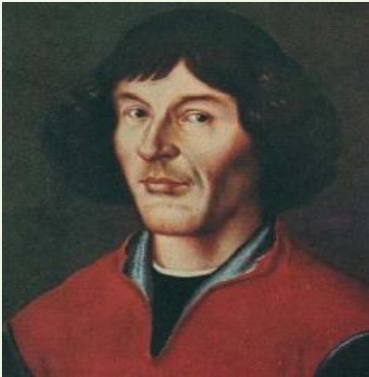
$$F = \frac{G M m}{d^2}$$



Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica Isaac Newton (1687)

Un poco de Historia ...

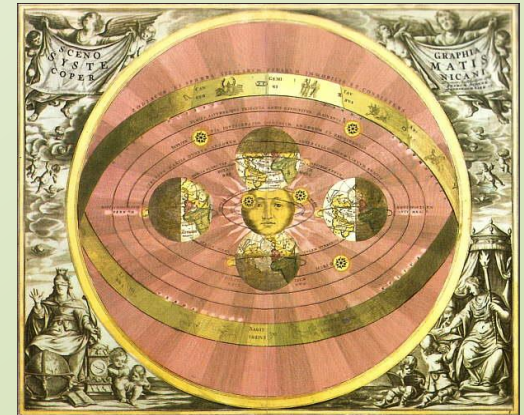
Los planetas y ... la fuerza gravitatoria



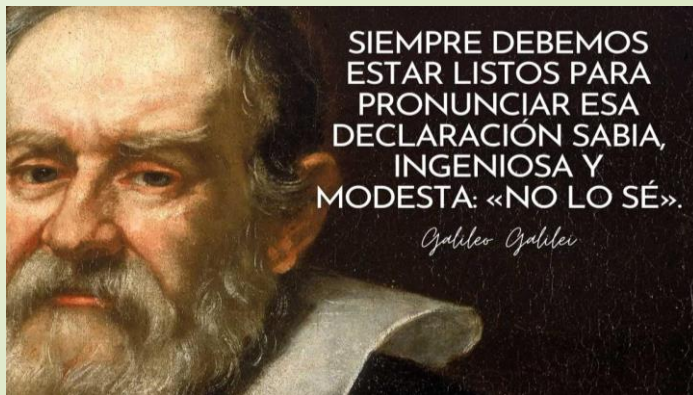
Nicolás Copérnico
(1473-1543)

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

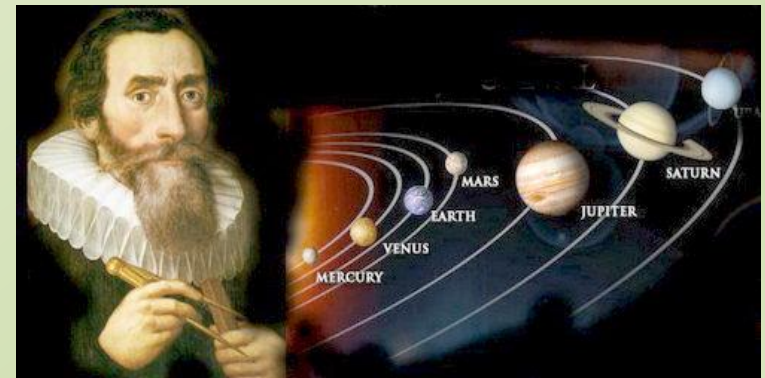
Sistema Heliocéntrico de
Copérnico



Johannes Kepler (1571-1630)



Galileo Galilei (1564-1642)



Temas de 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 Trabajo

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/l1b2024c1/>

[Plantilla Informe de Laboratorio](#)

CAMPUS



Consultas y entregas

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

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

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**

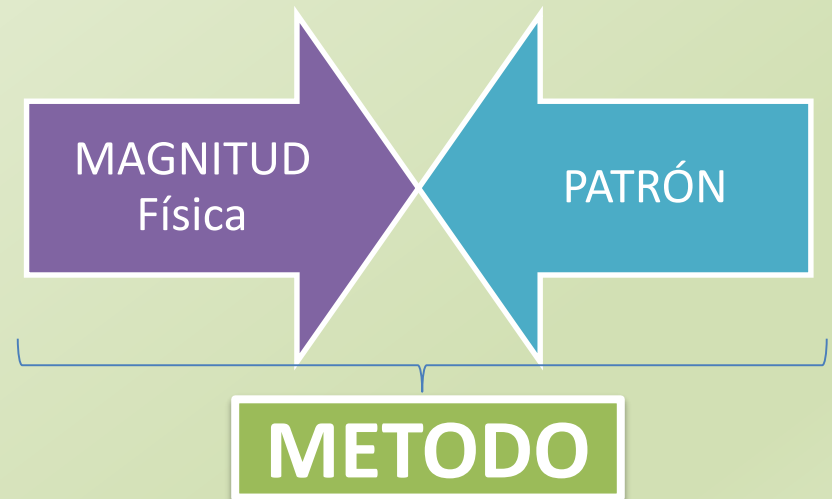
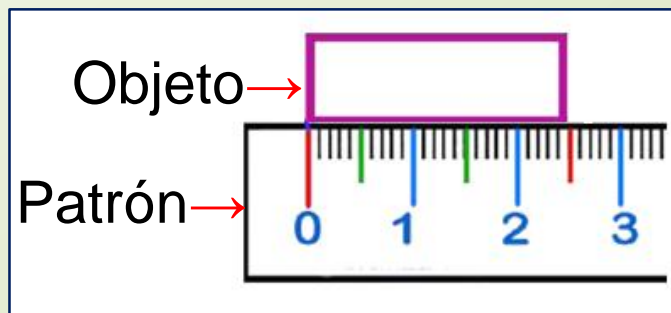


EXPERIMENTO

¿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>

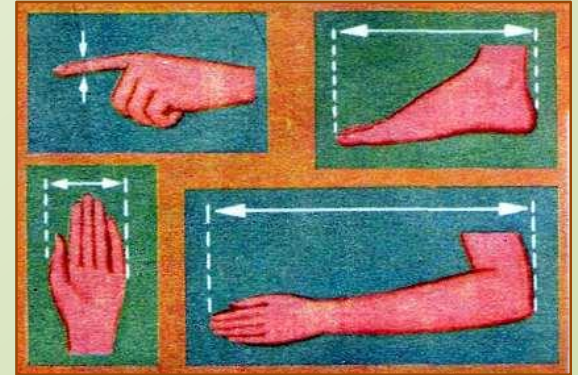
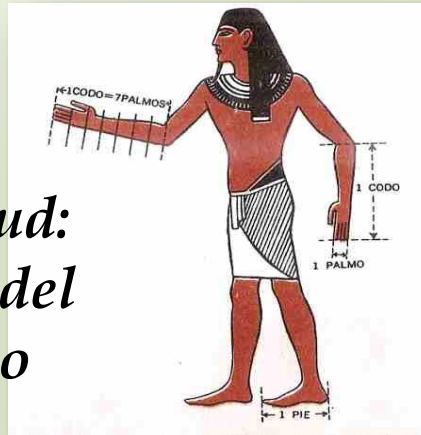
En noviembre de 2018 se aprobó la mayor revisión del **Sistema Internacional de Unidades (SI)** desde su creación (1960). El principal cambio es que a partir de ahora todas las unidades se definen en base a constantes de referencia, como la velocidad de la luz para el metro y la constante de Planck para 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 ...*

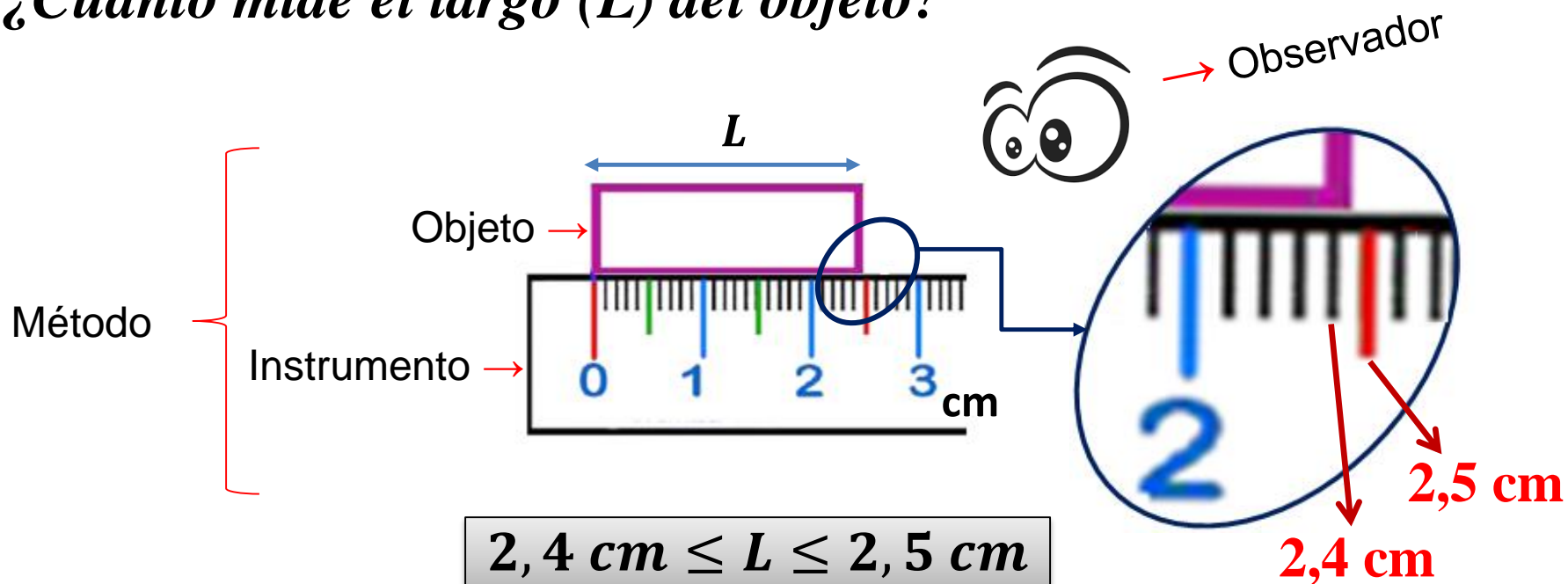


Tiempo: SOL



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)

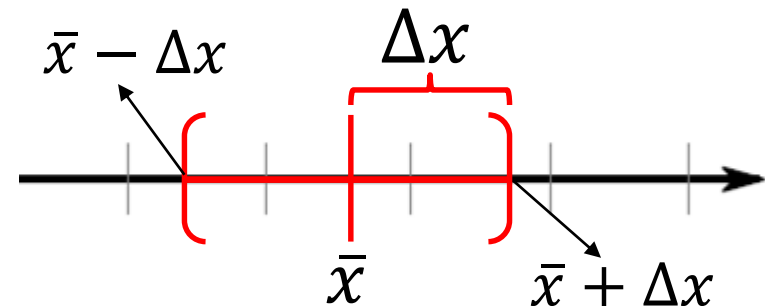
Δx : Incerteza Absoluta

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)

Δx : Incerteza Absoluta

**Fuentes de
incertezas**

REGLA 2 DE LABORATORIO 1

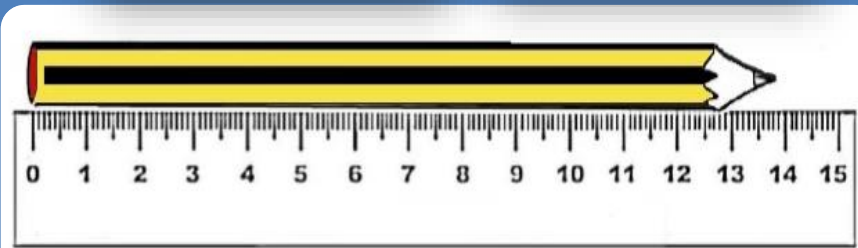
NUNCA REPORTO UN RESULTADO SIN SU INCERTEZA

Clases de Mediciones

Directas (MD)

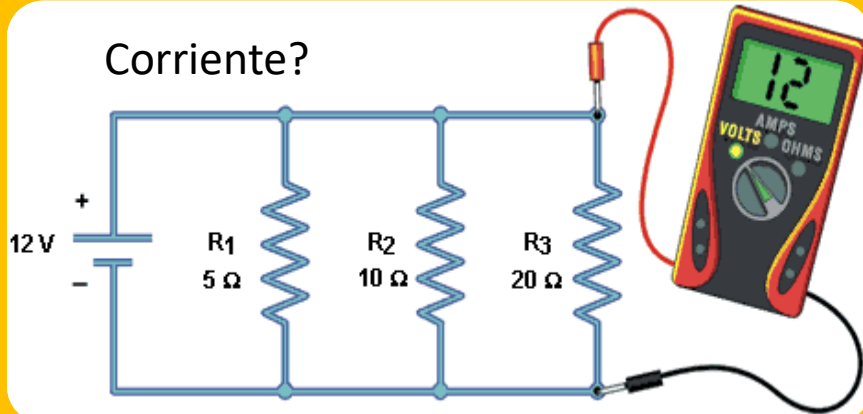
La medida deseada se obtiene de la lectura del instrumento

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)

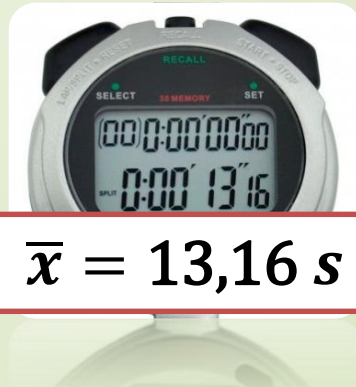
Δx : Incerteza o error Absoluto

Mediciones Directas (MD)

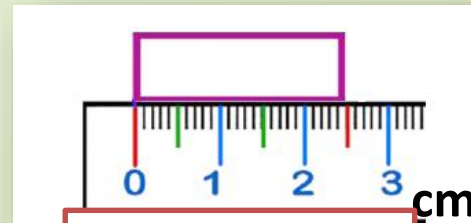
Valor más representativo (\bar{x})

Si tengo 1 medida →

\bar{x} = número leído en el instrumento



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



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

REGLA 3 DE LABORATORIO 1
NUNCA MIDO SÓLO UNA VEZ

Mediciones Directas (MD)

Valor más representativo (\bar{x})

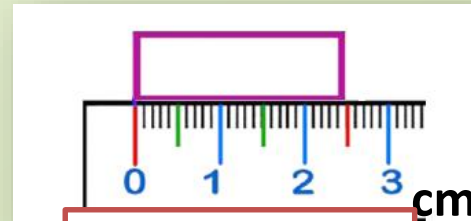
Si todas las medidas dan iguales



\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 (Δx) – 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

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

Menor valor → *Más precisión*

*Comparar mismas
Unidades*

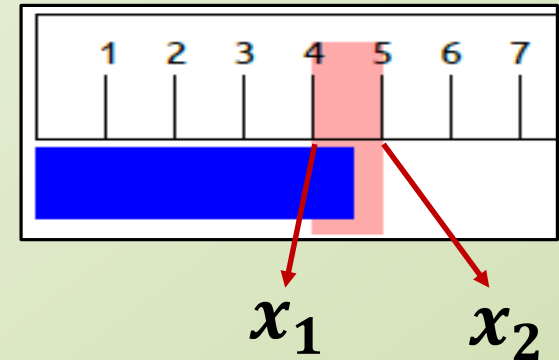
EL INSTRUMENTO como fuente de incerteza

Incetidumbre INSTRUMENTAL

Error de Apreciación (σ_{ap}):

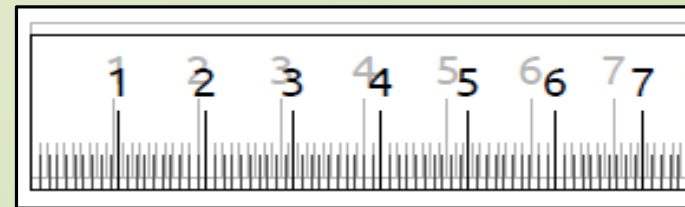
Lo que puede resolver el observador.

Muchas veces: resolución del instrumento



Error de Exactitud (σ_{ex}):

Asociado con el error de calibración del instrumento



Incetidumbre instrumental

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

o

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

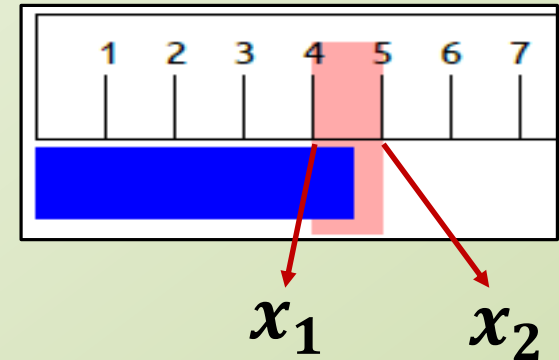
EL INSTRUMENTO como fuente de incerteza

Incertidumbre INSTRUMENTAL

Error de Apreciación (σ_{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 (Δx)

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



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

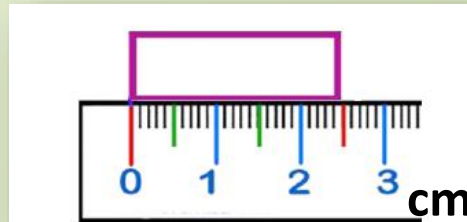


\bar{x} = número leído en el instrumento



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

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



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

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



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

$$x = ??$$

En general ...

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 σ_{ap}

Δx será el mayor valor que resulte de ambos

MEDICIÓN DEL PERÍODO T DE UN FARO

Período del faro T : Tiempo desde un destello de luz hasta el siguiente

- Cada integrante del grupo tome **3 medidas del período T** del faro usando el destello de luz y el **cronómetro del teléfono celular**.
- Analizando los 3 datos de cada estudiante, ¿le asignarían al resultado de T una incerteza $\Delta t = \sigma_{ap}$? O, ¿a qué caso creen que se asemeja el experimento, 2A o 2B?
- Independientemente de lo que obtengan, **cada integrante tome 100 medidas de T** ($N = 100$) con el cronómetro **empleando el destello de luz**. El integrante que termine primero, tome **100 medidas de T** empleando el **sonido del Faro, de espaldas al mismo**.
- Objetivo: **OBSERVAR** el efecto de la forma medir y del método usado.

Representación gráfica de los resultados

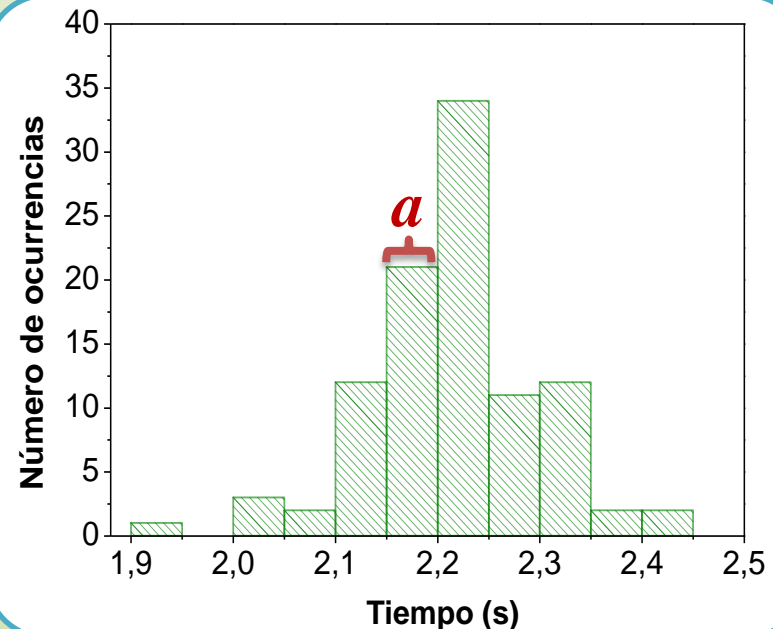
$x: x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_N$

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
- Clase (ancho de columna): a
- 1^{er} intervalo: $[x_{\min}, x_{\min+a}]$
- Último intervalo: $(x_{\max-a}, x_{\max}]$

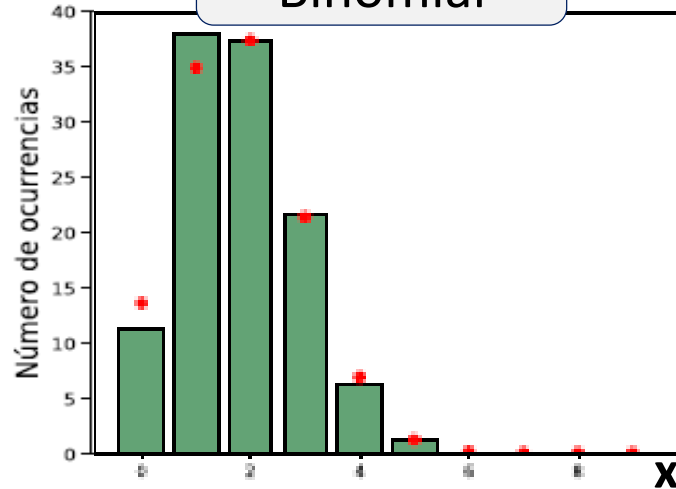


Regla de **Sturges**:

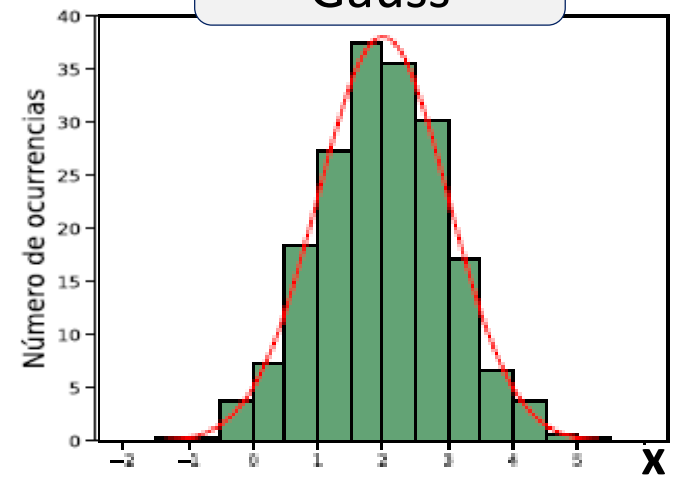
$$C = 1 + \log_2(N) = 1 + 3,322 \ln(N)$$

Ejemplos de distribuciones

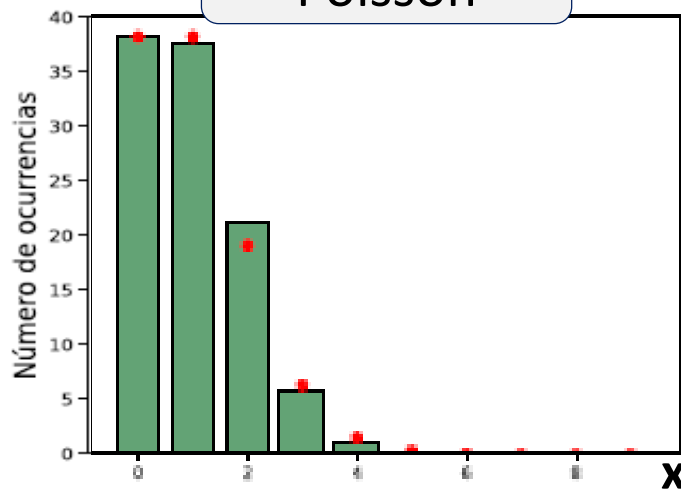
Binomial



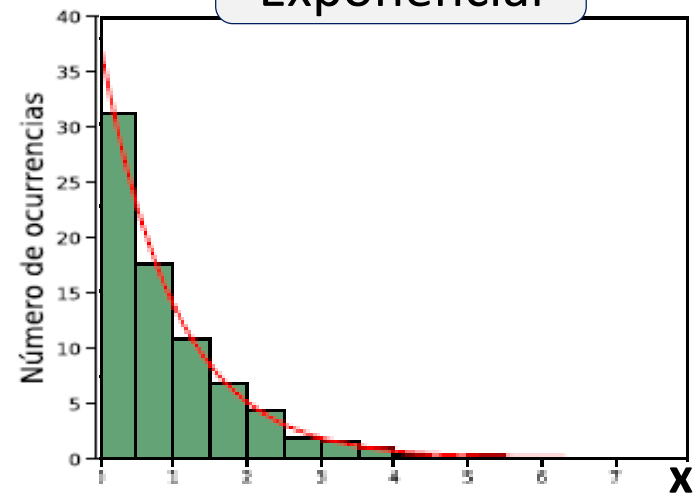
Gauss



Poisson



Exponencial



MEDICIÓN DEL PERÍODO T DE UN FARO

- Realicen los **HISTOGRAMAS** de los datos obtenidos del período del faro de cada integrante/método (**4 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, y en el caso de la persona que midió luz y sonido, discutan la influencia del método.

ENTREGA MIERCOLES 27-3 HASTA LAS 12 HORAS

- De cada integrante. Escriban los 3 primeros datos medidos del período del faro (Usen 2 decimales en cada caso, POR AHORA).
- Escriban el resultado de P (de cada integrante) y justifiquen a qué caso creen que se asemeja el experimento: ¿ $\Delta t = \sigma_{ap}$? ¿2A o 2B?

- Armen los histogramas con los datos de cada caso (4 histogramas) .
- Discutan el efecto de la forma medir y el método a partir de la forma, el ancho y el centro del histograma. ¿Quién obtuvo datos con mayor dispersión?

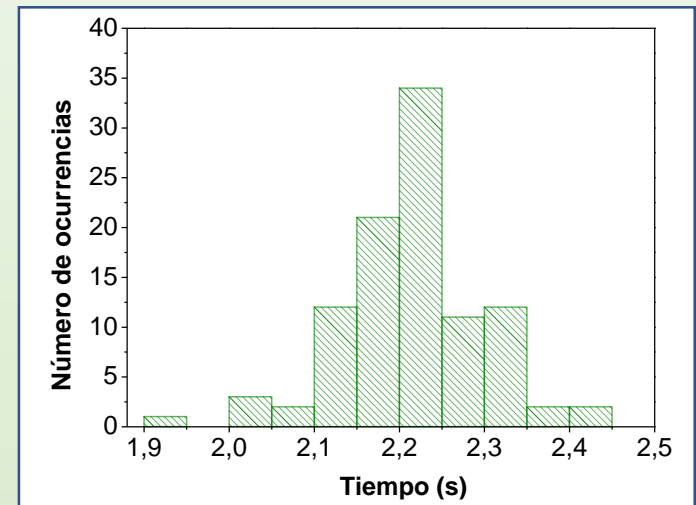


Figura 1. Histograma del período del faro (N=200) medidos por Lucía Famá.

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