Laboratorio 1

1er Cuatrimestre 2021

Lucía Famá

Mauro Silberberg

Valeria Pais, Ayelén Santos

Miércoles de 14-20 hs
Consultas a definir (Opcional)

Universidad de Buenos Aires - Exactas
departamento de física

Objetivo de la Materia

El **objetivo general** de la materia es aprender a construir leyes físicas a partir de la observación del comportamiento regular y repetible de un fenómeno.

Comprender
Un fenómeno de estudio

Pensar-Planificar
Un Experimento

Observar-Cuantificar
La Magnitud Física

Relacionar-Discutir
Los resultados a partir de lo aprendido

Experimento (Observación) ⟺ **Modelo (Teoría)**

Metodología de Trabajo

Zoom

CLASES VIRTUALES

Suscribirse

PÁGINA DE LA MATERIA

https://materias.df.uba.ar/l1ba2021c1/

Suscribirse

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

FORO DEL CAMPUS

Formato de la Clase

CLASES VIRTUALES

Miércoles de 14-20 hs – Asistencia

- Miércoles de 14-16 hs: Explicación – Armado del experimento
- Miércoles de 16-19 hs: Visitas de los docentes a los grupos para consultas
- Miércoles de 19-20 hs: Discusión de resultados

A acordar en le semana a pedido de les estudiantes:

- Consultas (Opcional). A determinar

Temas que abarcaremos

PRÁCTICAS

1. La Física Experimental
2. Mediciones Directas – Incertidumbres - Longitudes, masas, tiempos. Péndulo simple
3. Mediciones Indirectas – Incertidumbres - Volumen. Propagación de errores
4. Cuadrados Mínimos – Péndulo simple
5. Fuerza de rozamiento – Plano inclinado
6. Fuerza elástica – Ley de Hooke
7. Leyes de Conservación - Choque
8. Práctica Especial

Formato de la Clase

INFORMES GRUPAL

Plantilla Informe de Laboratorio

Como se escribe un informe de Laboratorio, *Ernesto Martinez*

Grupos de 3 integrantes

- **Se estima poder realizar 8-9 Experimentos**
- **4 Informes: Entrega a las 2 semanas de realizada la práctica (*por mail en formato pdf y en Word en un drive*)**
- **Los resultados de las prácticas sin informe se reportarán en el campus a 1 semana de haber realizado el experimento**

Metodología de Evaluación

TRABAJO EN CLASES

INFORMES GRUPAL

PARCIAL INDIVIDUAL

EXPOSICIÓN ORAL GRUPAL

Metodología de Evaluación

PARCIAL INDIVIDUAL

Parcial: 9 de junio

Recuperatorio: 30 de junio

- Individual
- Utilizando programas y conceptos de la cursada

EXPOSICIÓN ORAL GRUPAL

Exposición: 7 de julio

- Exposición oral de una práctica especial. Participan los 3 integrantes del grupo
- La nota es grupal e individual

Datos útiles

La información de cada clase en la página de la materia - Guías

Suscribirse

Normas de Seguridad e Higiene https://materias.df.uba.ar/l1ba2021c1/

Cronograma (puede modificarse de acuerdo con a dinámica del curso)
http://materias.df.uba.ar/l1ba2021c1/cronograma/

El Foro, cuestionario, entrega de resultados en el Campus de Exactas

Suscribirse

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

PARA ARMAR LOS GRUPOS

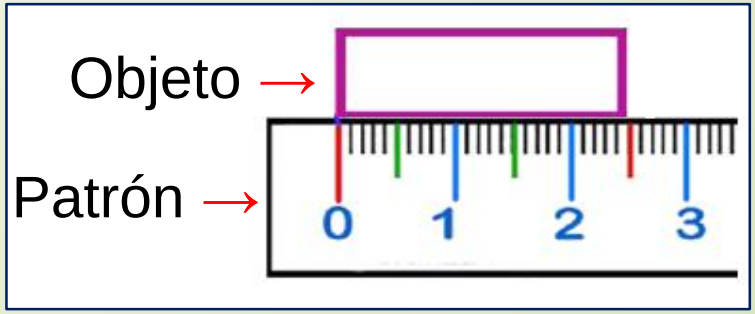
https://docs.google.com/spreadsheets/d/19L2T5CVnAHJAiRWmXqTqJAI9Bi_heVKSRixmzi3VJeA/edit?usp=sharing

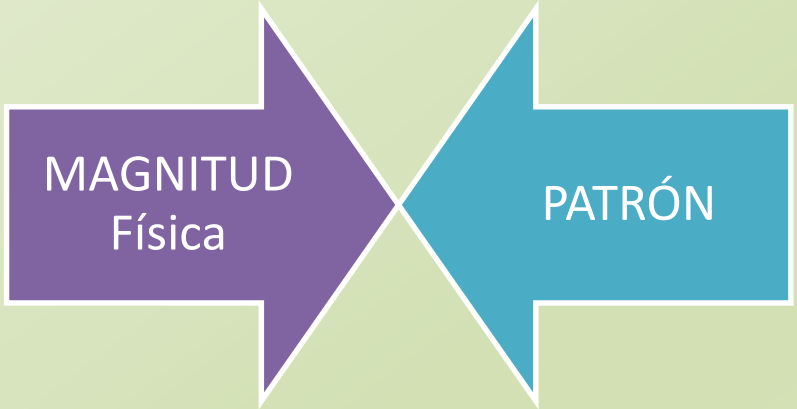
EXPERIMENTO

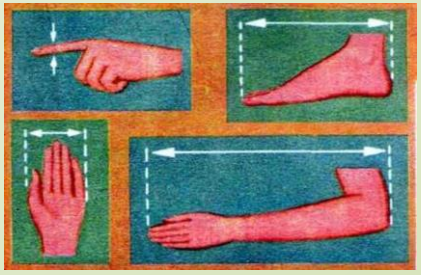
Consideraciones a tener en cuenta

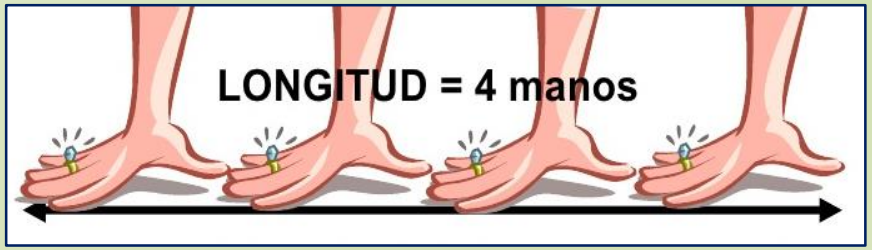
- **Magnitud Física (MF):** atributo de un cuerpo, fenómeno o sustancia que puede ser cuantificada (ej. masa, longitud, velocidad …)

- **Medir:** es **comparar** la cantidad de la **MF** que se desea obtener con una unidad de la misma magnitud (**patrón**)









EXPERIMENTO

Consideraciones a tener en cuenta

- **Valor de MF:** cantidad de una MF particular expresada como un **número** y una **unidad**

- **Unidad:** es una magnitud física definida y adoptada por convención

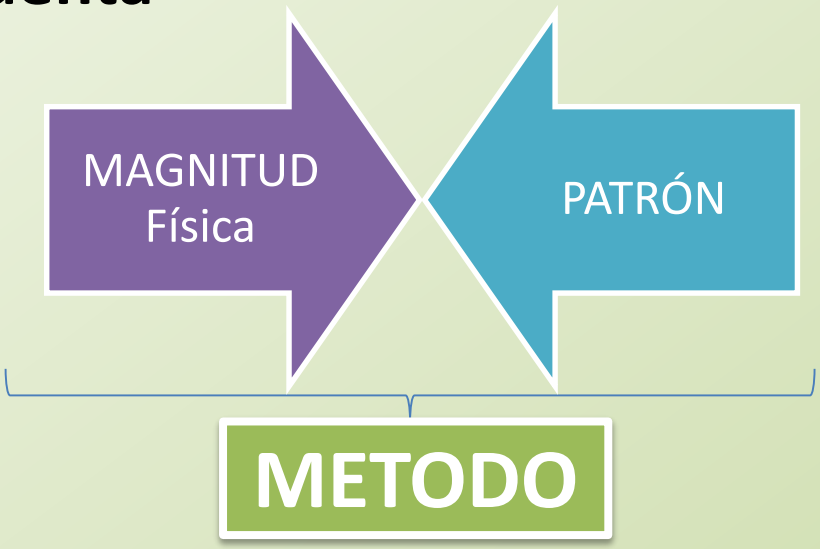
https://www.nist.gov/pml/weights-and-measures/metric-si/si-units

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.

Gentileza Dra. Laura Ribba. Laboratorio 1 (Q)

Consideraciones a tener en cuenta

- **Método de Medición:**
  El proceso que llevaremos a cabo durante el experimento para lograr obtener MF



- **Variable Aleatoria (VA):**
  Manifestación de **MF + proceso de medición**.
  Cada vez que medimos 1 MF estamos tomando 1 medida de esa VA

⇒ **A partir de todas las medidas, encontramos el valor de la MF, x, como:**

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

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

Etapas de un experimento

¿Que pasos sigo?

Etapas de un experimento

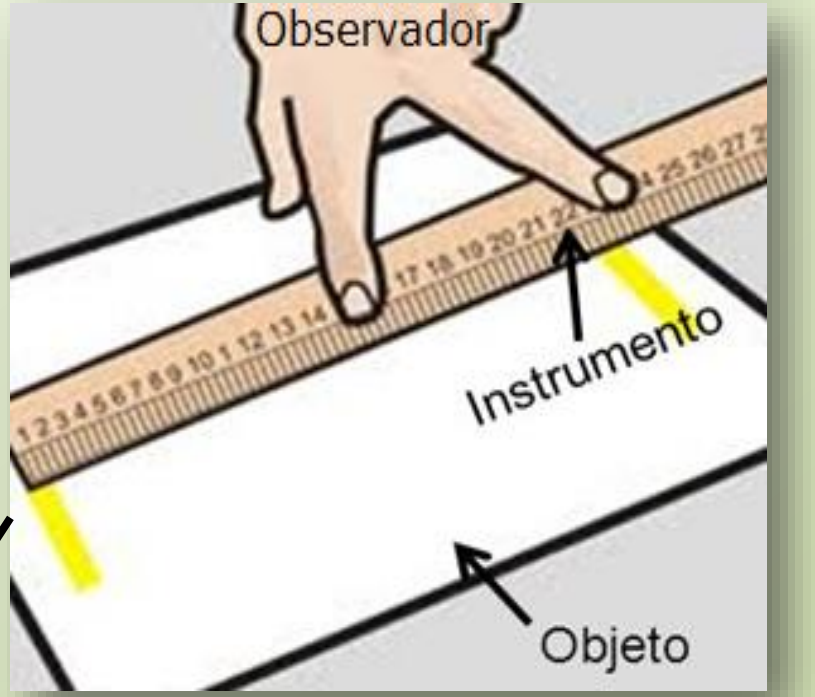
→ Objeto/Fenómeno

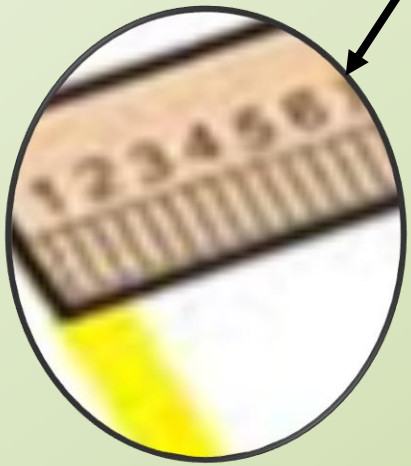
→ Observador

→ Instrumento

→ Método

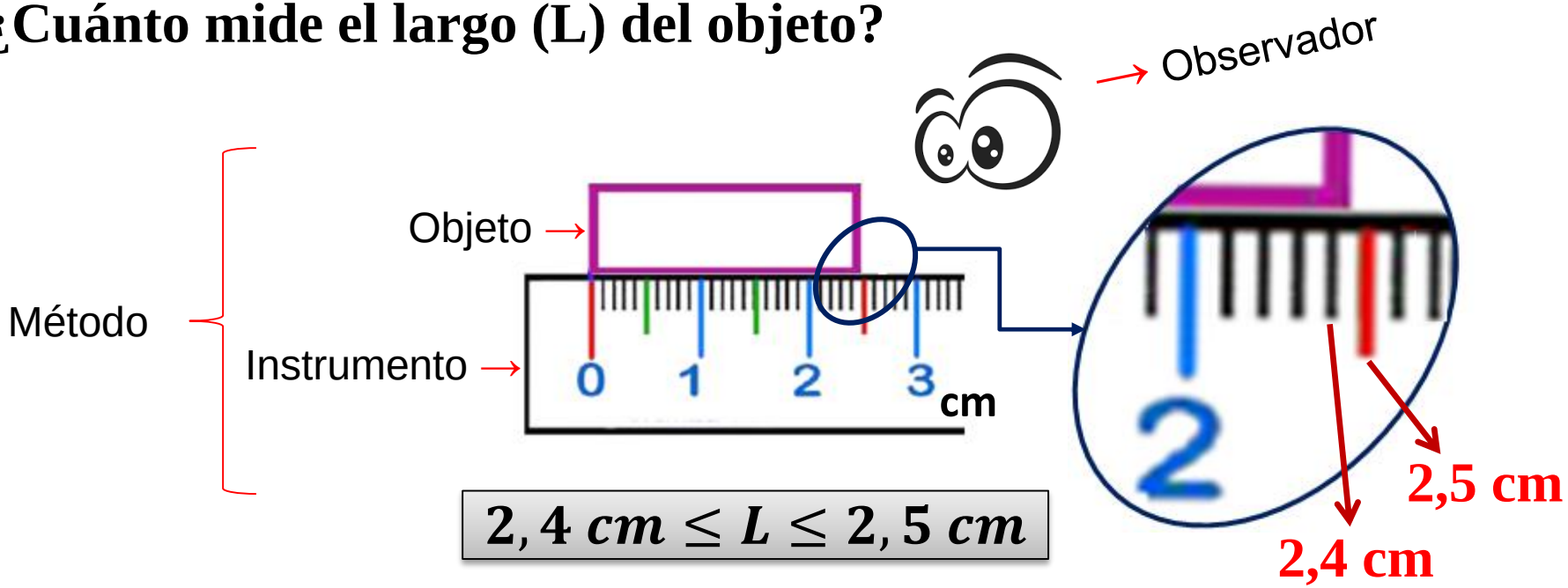
→ Sistema de Unidades





¿Cuanto mide?

¿Cuánto mide el largo (L) del objeto?

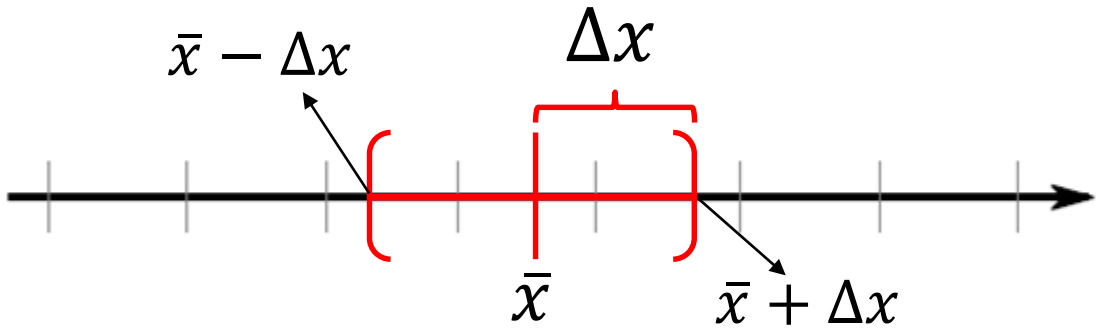


$$2,4\ cm \leq L \leq 2,5\ cm$$

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

Resultado y una MF y forma de expresarlo

El **resultado de MF** será un **intervalo de confianza**



Resultado de MF

Intervalo de Confianza

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

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

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

Δx: Incerteza Absoluta/ Error Absoluto

Expresión

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

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.

Mediciones Directas (MD)

Valor más representativo

Si mido 1 vez

Es el valor leído

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

Si mido N veces

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

Es el valor promedio

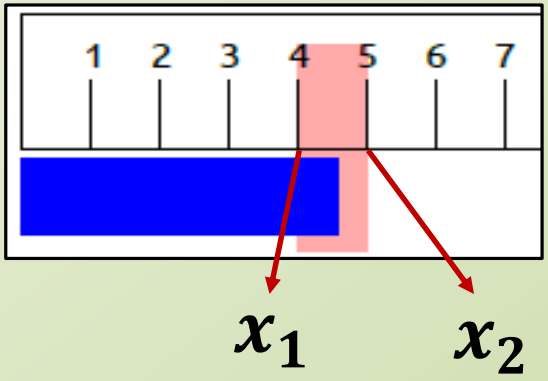
$$\bar{x} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i$$

Incerteza Absoluta

1- Incertidumbre INSTRUMENTAL

Error de Apreciación (σ_{ap}):

Mínima división que puede resolver el observador



Incertidumbre instrumental

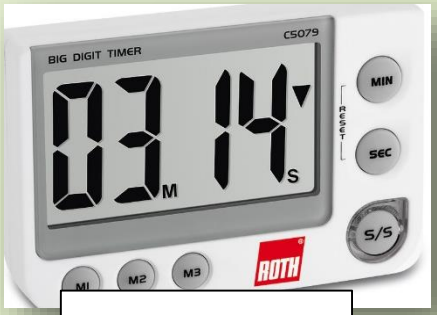
$$\sigma_{ap} = (x_2 - x_1)$$

Precisión de un Instrumento

Precisión

Asociada con la resolución (mínima división) del instrumento

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



$\sigma_{ap} = 1\ s$

Instrumentos para determinar longitudes

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

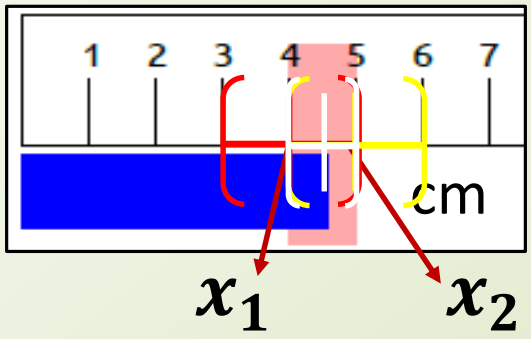
- ➢ Precisión
- ➢ Rango
- ➢ Calibración

¿Cuál de estos instrumentos es más preciso?

Mido una MF

Si siempre mido dentro de la incertidumbre instrumental

1)



$\Delta x = \sigma_{ap}$

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

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

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

$3\ cm \leq x \leq 5$ cm $\quad$ $\boldsymbol{x = (4 \pm 1)\ cm}$

$4\ cm \leq x \leq 6$ cm $\quad$ $\boldsymbol{x = (5 \pm 1)\ cm}$

Pero también

$4\ cm \leq x \leq 5$ cm

A veces elijo usar: $\sigma_{ap} = (x_2 - x_1)/2$

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

Precisión instrumental vs Precisión de una medida

PRECISIÓN DE UN INSTRUMENTO

Asociado con la mínima división que se puede resolver

PRECISIÓN DE UNA MEDIDA

Error Relativo

$$\varepsilon_r = \left| \frac{\Delta x}{\bar{x}} \right|$$

- ✓ **Sin Unidades**
- ✓ **Permite comparar**

Menor ε_r ↔ mayor precisión

$D = (10 \pm 1)\ mm \qquad \varepsilon_{rD} = \frac{1}{10} = 0{,}1$

$M = (100 \pm 1)\ g \qquad \varepsilon_{rM} = \frac{1}{100} = 0{,}01$

M más preciso que D

Incerteza Absoluta

2- Incertidumbre ESTADÍSTICA

Error Estadístico:

Errores aleatorios producidos al azar.

Desconocidos, Intrínsecos (naturaleza)

Que provocan que las medidas disten entre sí en más del σ_{ap}

Error Estadístico → S → **HOY**

Error Estadístico → σ_e → **Va a depender de la clase de medición que tengamos**

Análisis de estadístico

Supongamos que tomamos *N* mediciones de MF

Tenemos $\{x_1, x_2, ..., x_i, ..., x_N\}$

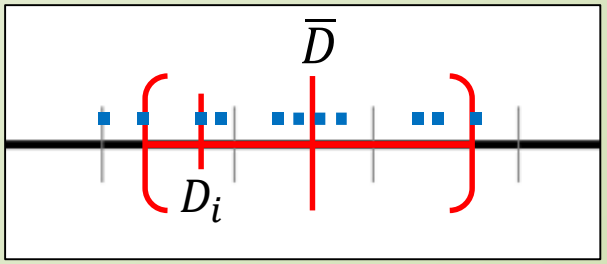
Book1

	A(X)	B(Y)	C(Y)
Long Name	Diametro	X-Xmedia	(X-Xmedia)^2
Units	microm	microm	microm^2
Comments			
77	7,55	0,26	0,07
78	7,27	-0,02	0,00
79	7,59	0,30	0,09
80	7,16	-0,13	0,02
81	7,59	0,30	0,09
82	7,12	-0,17	0,03
83	7,37	0,08	0,01
84	7,50	0,21	0,05
85	7,41	0,12	0,01
86	7,27	-0,02	0,00
87	7,50	0,21	0,04

Sheet1 DescStatsOnCols1

$\overline{D} - D_i$

$(\overline{D} - D_i)^2$



Dispersión de los datos x_i respecto de la media

$$\overline{D} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} D_i = 7{,}29\ \mu m$$

VARIANZA

$$VAR\,(x) = \frac{\sum_{i=1}^{N}(\bar{x} - x_i)^2}{N}$$

Análisis de estadístico

Supongamos que tomamos N mediciones de MF

MEDIA ($\bar{x}$)

$\bar{x}$: Promedio o media aritmética

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

VARIANZA

$$VAR\,(x) = \frac{\sum_{i=1}^{n}(\bar{x} - x_i)^2}{N}$$

DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)

$$S = \sqrt{Var\,(x)}$$

Dispersión de los datos x_i respecto de la media

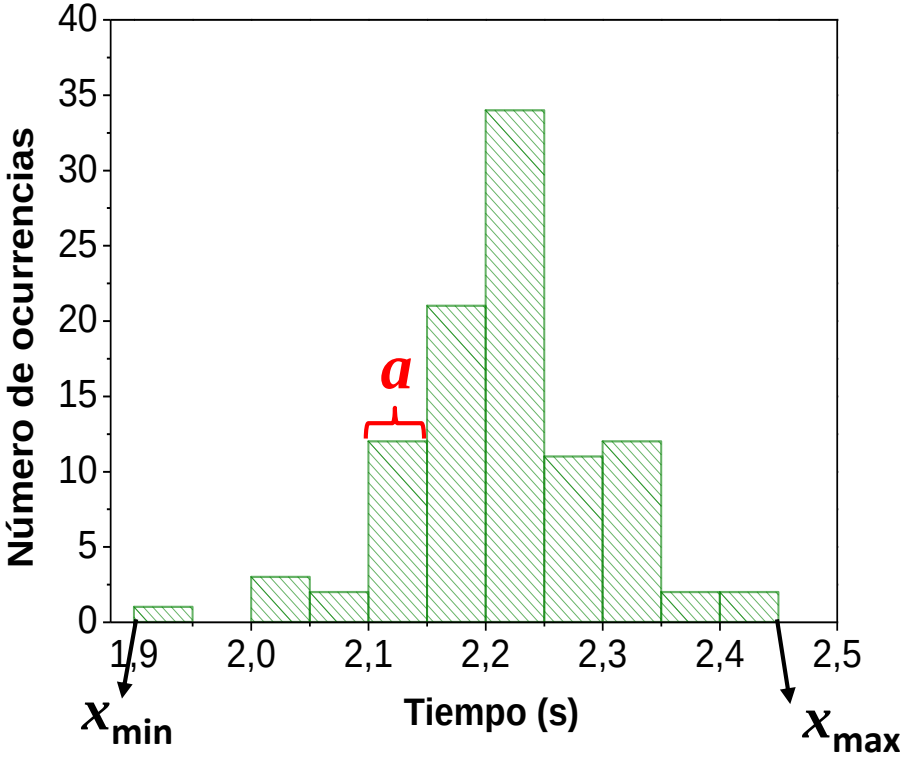
$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(\bar{x} - x_i)^2}{N}}$$

Distribución de datos

Supongamos que tomamos *N* mediciones de MF → Tenemos $\{x_1, x_2, ..., x_i, ..., x_N\}$

Histograma

Representación gráfica en coordenadas cartesianas de la distribución de datos



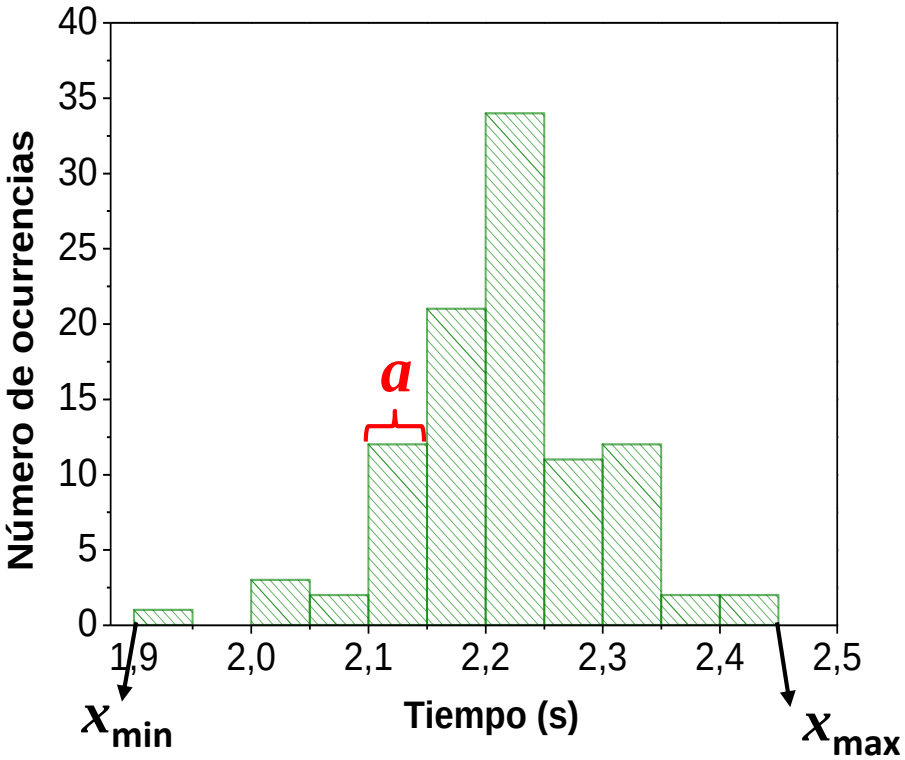
- Número total de datos: ***N***
- Rango: $[x_{min}, x_{max}]$
- Intervalo de clase (bin size-ancho de columna): ***a***
- Cantidad de intervalos de clases: ***C***
- 1er intervalo: $[x_{min}, x_{min+a})$
- Último intervalo: $[x_{max-a}, x_{max}]$

Distribución de datos

Supongamos que tomamos *N* mediciones de MF → Tenemos $\{x_1, x_2, ..., x_i, ..., x_N\}$

Histograma

Representación gráfica en coordenadas cartesianas de la distribución de datos



- Intervalo de clase: ***a***

$$a = \frac{x_{max} - x_{min}}{C}$$

- Cantidad de intervalos de clases: ***C***

Regla de Sturges: Para estimar ***C***

$$C = 1 + 3{,}322\ logN$$

Valores característicos

MEDIA ($\bar{x}$)

$\bar{x}$: Promedio o media aritmética

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

MODA

Mo: Valor de x que corresponde al máximo de frecuencia *(valor que más veces se repite)*

MEDIANA

Me: Valor de x que divide el 50% de los datos

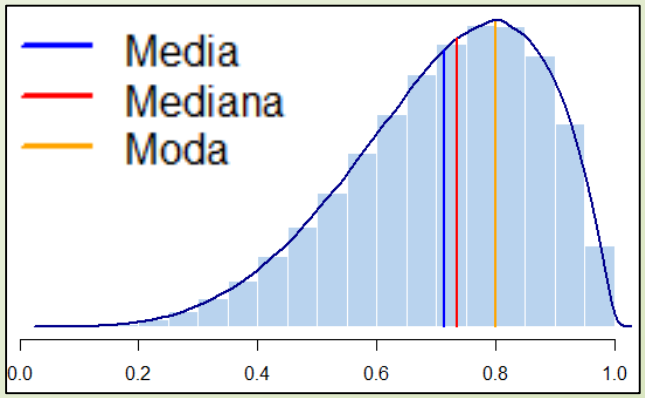
N Impar

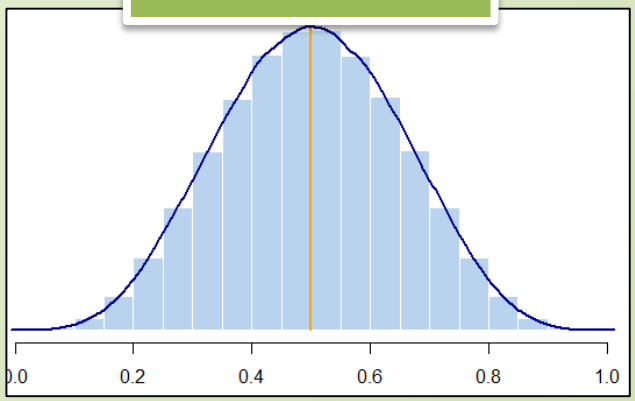
$$x_{Me} = x_{\frac{N+1}{2}}$$

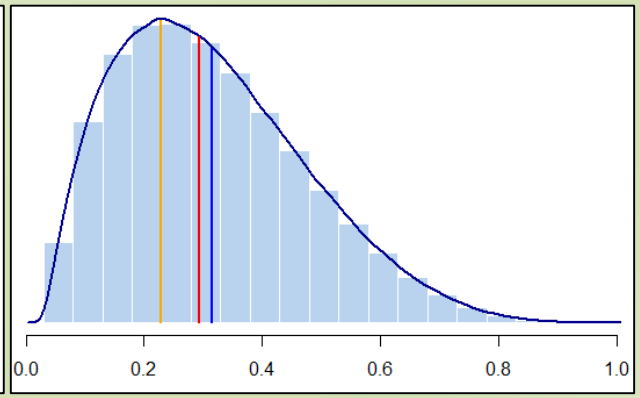
N Par

$$x_{Me} = \frac{x_{N/2} + x_{1+N/2}}{2}$$

Simétrica







Media < Mediana < Moda

Moda = Mediana = Media

Moda < Mediana < Media

Resultado y una MF y forma de expresarlo

Si mido dentro del error instrumental $\longrightarrow \sigma_{ap}$

Intervalo de Confianza

$$\bar{x} - \sigma_{ap} \leq x \leq \bar{x} + \sigma_{ap}$$

Expresión

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

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

Si mido fuera del error instrumental $\longrightarrow$ **Error estadístico**

Intervalo de Confianza

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

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

Expresión

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

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

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

Resumen para la clase de hoy

Si mido dentro del error instrumental $\longrightarrow \sigma_{ap}$

Intervalo de Confianza

$$\bar{x} - \sigma_{ap} \leq x \leq \bar{x} + \sigma_{ap}$$

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

Expresión

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

Si mido fuera del error instrumental $\longrightarrow$ **HOY**

Intervalo de Confianza

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

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

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

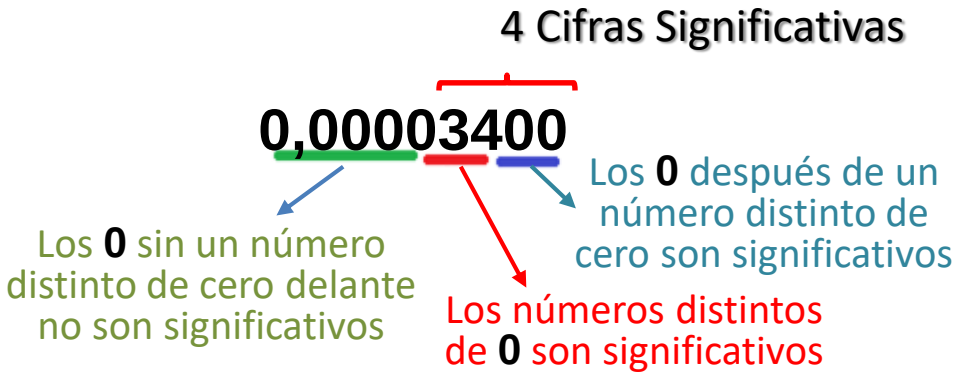
$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(\bar{x} - x_i)^2}{N}}$$

Expresión

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

Cifras Significativas

Para expresar un resultado se deben incluir sólo las cifras que tienen algún significado experimental → **Cifras Significativas en Δx**



2 Cifras significativas: **0,000034**

1 Cifra significativa: **0,00003**

Δx	Cifras Significativas
906	3
906,00	5
0,9060	4
0,90600	5
$4{,}5 \times 10^3$	2
$4{,}50 \times 10^3$	3

$x_0 = 32{,}24089$

$\Delta x = 0{,}2319$

2 Cifras significativas:

$x_0 = 32{,}24$

$\Delta x = 0{,}\mathbf{23}$

$x = 32{,}24 \pm 0{,}23$

1 Cifra significativa:

$x_0 = 32{,}2$

$\Delta x = 0{,}\mathbf{2}$

$x = 32{,}2 \pm 0{,}2$

Redondeo

Si el número que se suprime es **< 5** el número anterior **no cambia**

$x_0 = 32{,}2408$

$\Delta x = 0{,}2319$

2 Cifras significativas

$x_0 = 32{,}24$

$\Delta x = 0{,}23$

$x = 32{,}24 \pm 0{,}23$

Si el número que se suprime es **≥ 5** al número anterior **se le suma 1**

$x_0 = 18{,}8561$

$\Delta x = 1{,}3802$

2 Cifras significativas

$x_0 = 18{,}9$

$\Delta x = 1{,}4$

$x = 18{,}9 \pm 1{,}4$

ACTIVIDAD 1

EXPERIMENTO **Exp. 1**

MEDICIÓN DE LONGITUD Y PESO (MD)

- **CADA INTEGRANTE del grupo va a elegir 2 EXPERIMENTOS**
- **Para cada experiencia: tome 3 medidas de MF y observe si se encuentran dentro de la incertidumbre instrumental**
- **Si las 3 medidas de MF no se encuentran dentro de la incertidumbre instrumental, elija un criterio para definir la incerteza.**
- **Reporte los valores de cada MF y del Error relativo, como:**

$$x = (\bar{x} \pm \Delta x)\, Ud. \qquad \varepsilon_r = \left|\frac{\Delta x}{\bar{x}}\right|$$

- **Compare la precisión de los resultados**

EXPERIMENTO

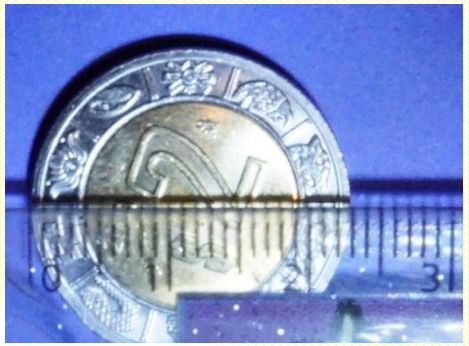
Exp. 1

MEDICIÓN DE LONGITUD Y MASA (MD)

1

✓ Diámetro de la moneda

(con calibre si tiene, si no, regla)



Elijan la misma moneda los 3 integrantes del grupo

Diámetro de monedas (Banco Central de la República Argentina)
http://www.bcra.gob.ar/MediosPago/Nueva_familia_monedas.asp

EXPERIMENTO

Exp. 1

2

✓ Largo del celular (L)

(con regla)

3

✓ Largo de un objeto que mida cerca del máximo posible de su cinta métrica

(con cinta métrica)

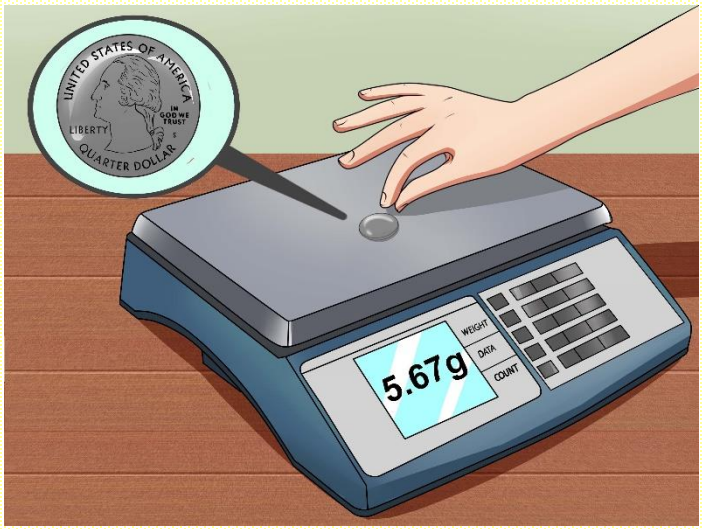
EXPERIMENTO

Exp. 1

4

✓ Peso de un objeto (M)

(con balanza)



ACTIVIDAD 1

EXPERIMENTO **Exp. 1**

MEDICIÓN DE LONGITUD Y PESO (MD)

HACER 2 DE ESTOS EXPERIMENTOS CADA INTEGRANTE

- Si cuenta con **regla y/o calibre** únicamente: hacer **1 y 2**
- Si cuenta con **regla y cinta métrica**: hacer **1 y 3**
- Si cuenta con **regla y balanza**: hacer **1 y 4**

Reportar: $x = (\bar{x} \pm \Delta x)\ Ud.$ $\varepsilon_r = \left|\frac{\Delta x}{\bar{x}}\right|$

ACTIVIDAD 2

EXPERIMENTO **Exp. 1**

MEDICIÓN DEL TIEMPO (MD)

Determinar el tiempo (T) entre dos pulsos consecutivos

- Realice **20 mediciones** del tiempo entre pulsos (**N = 20**)
- Realice un histograma. Parece tener cierta simetría?
- Modifique el histograma utilizando la regla de Sturges
- Calcule la media, moda y mediana.
- Calcule $\boldsymbol{S}$ y reporte el valor de $\boldsymbol{T}$ como:

$$\boldsymbol{T} = (\overline{\boldsymbol{T}} \pm \Delta \boldsymbol{T})\ \boldsymbol{Ud}.$$

EXPERIMENTO

Exp. 1

¿Qué debemos tener en cuenta?

- El método que se utilizará, la importancia del operador, el instrumental, las características del objeto, etc.
- Elección del Instrumento: Precisión, rango
- **Cómo reportar el resultado: SIEMPRE** $x = (\bar{x} \pm \Delta x)\ Ud.$
- Con qué clase de incertezas se cuenta para determinar Δx
- Utilizar el criterio de cifras significativas

!A MEDIR!