

**Laboratorio 2 - turno C - Lunes de 14 a 20.**

Profesor: Dr. Luis Bilbao

Jefe de trabajos prácticos: Lic. Sebastián Bordakevich

Ayudante de 1ra: Lic. Guadalupe Aparicio

Ayudante de 1ra: Lic. Franco Lucio Tambosco

Ayudante de 2da: Carolina Vlatko

**Requisitos:**

Laboratorio 1

TPs de Física 1 + final para fin de cuatri.

Ideal: TPs de Física 2

**Modalidad de la materia:**

¡Asistencia obligatoria y puntual! ► clases de recuperación

Grupos de 2 o 3 personas ¡preferentemente de 2!

**Modalidad de aprobación:**

Cuaderno de laboratorio ► Drive de la materia

Tres informes: uno de cada bloque temático.

Práctica especial: presentación oral

# Cronograma (provisorio)

Fecha	Tema	Entrega
14 de agosto	Introducción e instrumentación	
21 de agosto	Feriado	
28 de agosto	Ondas viajeras: ultrasonido	
4 de septiembre		
11 de septiembre		
18 de septiembre		Ondas estacionarias: cuerdas y tubos de Kundt
25 de septiembre		
2 de octubre	Óptica	Informe 2
9 de octubre		
16 de octubre	Feriado	
23 de octubre	Óptica	
30 de octubre	Práctica especial	Informe 3
6 de noviembre		
13 de noviembre	Práctica especial / recuperación	
20 de noviembre	Feriado	
27 de noviembre	Presentación oral de la práctica especial'	

## Cuaderno de laboratorio

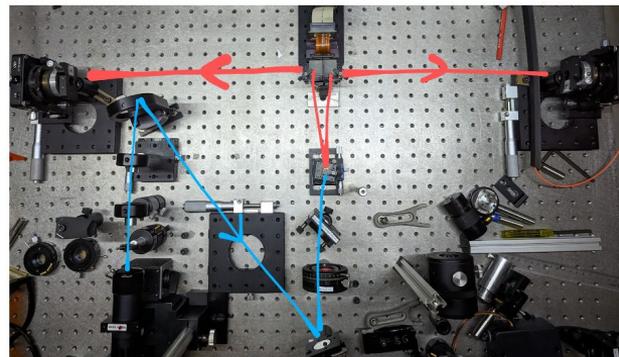
- Es obligatorio y se evalúa. Es grupal, en el Docs en su carpeta de Drive.
  - Es en tiempo real y mayoritariamente cronológico.
- Cada entrada describe el plan del día, qué se pretende estudiar, medir, de qué manera.
- Describe detalladamente el desarrollo del experimento, con esquemas y dibujos.
- Incluye los resultados y conclusiones, con gráficos o lo que sea necesario.
  - No se borra sino que se aclara.

Incluye todo lo que luego irá al informe.  
Un buen cuaderno es tener casi listo el informe.

## Ejemplos de cómo se puede ver un cuaderno de Laboratorio

Todos son distintos, el suyo se va a ver distinto, pero noten el tipo de redacción, organización, contenido.

220921

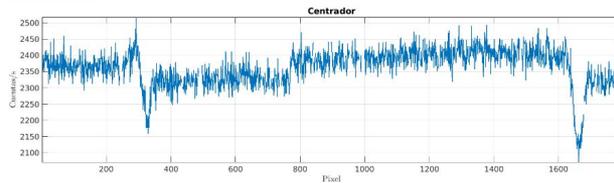


Armé el setup y logré tener coincidencias. Tenía muchas más cuentas (40k vs 10k) en la rama de la izquierda, así que se me ocurrió que tal vez el cono de la rama de la derecha estaba pegando tuerca de la parte activa a la pantalla. Así que **rote** un poquito el cristal para angostar la apertura de conos y, efectivamente, mejoró. Ahora tengo del orden de 40k cuentas en cada rama y 40 coincidencias.

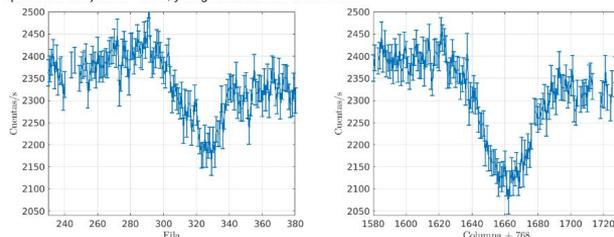
Un detalle es que el colector de la izquierda no entraba por el espejo de la Z de 405, así que lo tuve que poner 2.5 cm más **arriba**. Eso no afecta en nada salvo en el hecho de que tengo que tener en cuenta esto para poner las lentes de imagen y fourier. **Ahora las ramas tienen: 14 cm hasta los BS, 2 centímetros en vidrio (n=1.5), unos 0.7 cm ida y vuelta hasta la pantalla, 2 cm más en vidrio, y luego -36 cm y -33.5 cm en las ramas izquierda y derecha. Entonces queda: izquierda (detector 2): 56.7 cm derecha (detector 1): 54.2 cm**

El tema es que, haciendo la cuenta, para hacer imagen con magnificación >1, necesito en la rama 2 una lente de f<10.5 y en la rama 1 de f<10. Si me conformo con magnificación <1, necesito f<14 y 13.5.

Bueno, medí 3 tandas de 1 segundo del barrido de 768 filas + 1024 columnas, tomó 2:30 cada segundo. Acá están sumadas:



Se ve que de la fila 0 hasta la ~260 hay intensidad constante (correspondiente a NG 70), un pico que no comprendo hasta ~290, un pozo, y en ~340 vuelve a la intensidad correspondiente a NG 250. Lo mismo en las columnas: intensidad del NG 70 hasta que el umbral de NGs supera el pixel ~1620, pozo (más profundo que en las filas) hasta ~1690, y luego la intensidad del NG 250.



Varias cosas:

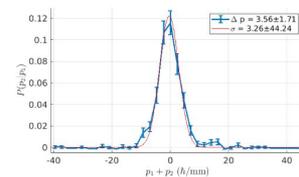
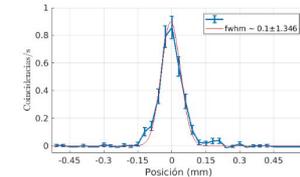
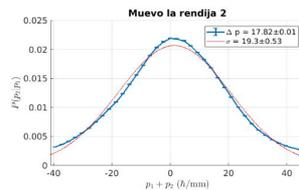
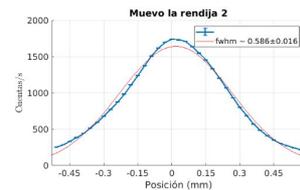
- 1) En la horizontal el pozo es más ancho, correspondiente a que vemos la sección vertical del cono de fotones + hacerle fourier.
- 2) El pozo de las filas es menos profundo, entiendo que porque está promediando las fases 0 y pi entre menos píxeles, entonces hay menos chances de llegar al cero real. Además (hablé con Silvia) la rendija es gruesa como para capturar exactamente el centro de la transformada, se mete un poco de luz entonces el centro no es solamente el centro.

230515

Acomodé D2 y ahora con los colectores en 31.87 y 20.09. En 275  $\mu\text{m}$  (25 y 35) tengo D1 8.2k D2 8.3k, C-A 6.9, con 1237 coincidencias en 180 segundos. En 75  $\mu\text{m}$  D1 2.15k D2 1.95k, C-A 0.7, con 131 coincidencias en 180 segundos. Así que estoy mejor que en [230213](#), excelente 😊

Haciendo un barrido de 500  $\mu\text{m}$  a cada lado **capturo** toda la campana de cuentas. Así que me voy a poner la 10 y medir en 32.41 : -0.03 : 31.33 en la rama 2, integrando 120 segundos. Con eso miro si el máximo no resulta estar en 31.87 (dudo), y mido también el ancho de ~1000  $\mu\text{m}$  en la rama 1. Van a ser como 3 horas, pero ahí vamos.

Para la rama 2 obtuve:



Las cuentas tienen un máximo en -10  $\mu\text{m}$ , las coincidencias en -35  $\mu\text{m}$ . Así que los muevo tres pasitos hasta 31.90. En la situación en la que medí, las cuentas de fondo son D1 = 105, D2 = 220, C-A = 0, así que esas 220 están restadas para el gráfico (no así para los cálculos de errores y etc)

En estos ejemplos no aparece algo clave: el planeamiento previo de lo que van a hacer en el día.

# Secretaría de Promoción de Equidad y Géneros

.UBA EXACTAS 

INICIO



FCEN SIN BARRERAS

ABORDAJES SOCIOEDUCATIVOS

GENEX

INFORMES

NOVEDADES



**Sin Barreras**  
Programa por la Inclusión  
de las Personas con Discapacidad  
de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

FCEN Sin Barreras

[sinbarreras@de.fcen.uba.ar](mailto:sinbarreras@de.fcen.uba.ar)



**ASE**  
Programa de Abordajes Socioeducativos  
de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Abordajes  
socioeducativos

[abordajes.se@de.fcen.uba.ar](mailto:abordajes.se@de.fcen.uba.ar)



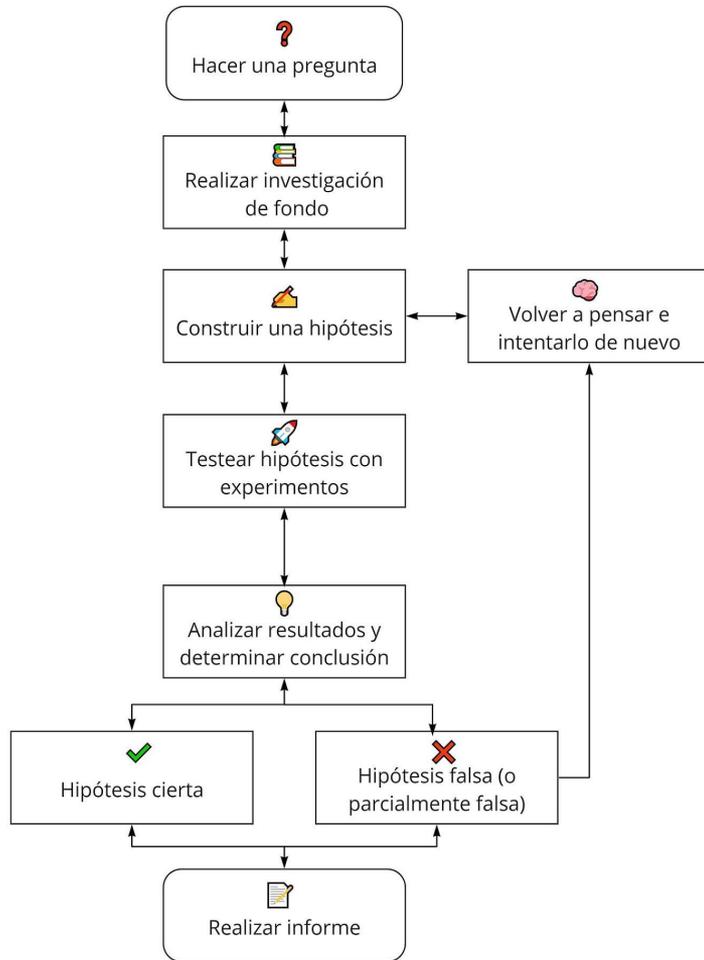
**GenEx**  
Programa por la Igualdad de Género  
de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

GenEx

[genex@de.fcen.uba.ar](mailto:genex@de.fcen.uba.ar)

[exactas.uba.ar/equidadygeneros](http://exactas.uba.ar/equidadygeneros)

## Modelo simplificado de las etapas del método científico

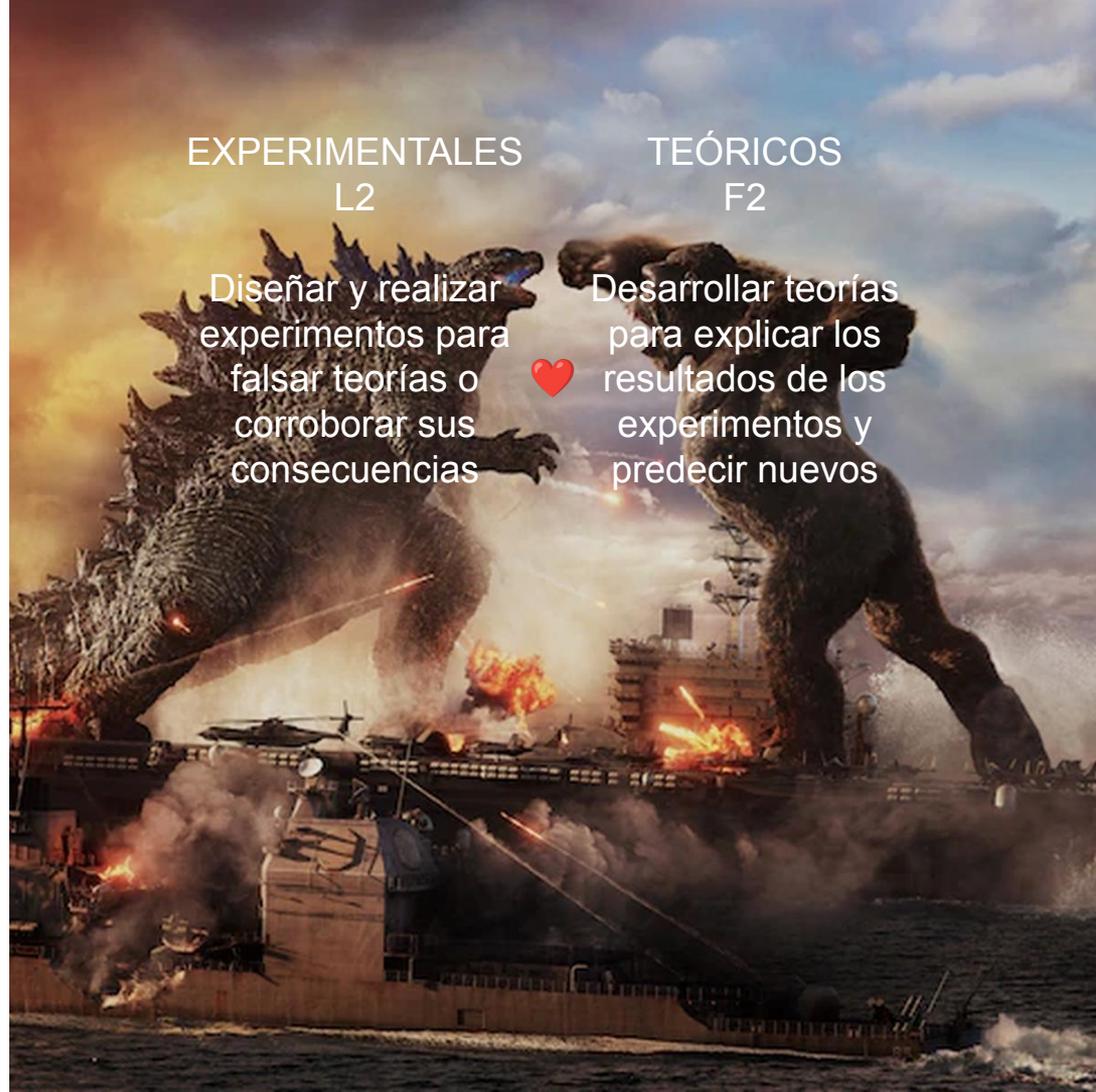


EXPERIMENTALES  
L2

Diseñar y realizar experimentos para falsar teorías o corroborar sus consecuencias

TEÓRICOS  
F2

Desarrollar teorías para explicar los resultados de los experimentos y predecir nuevos



## Seguridad e higiene

No correr.

Usar calzado cerrado.

No comer ni beber en los cuartos.

Ubicar elementos personales bajo la mesada.

Evitar colgantes, anillos grandes, pelo suelto.

Enchufar y encender aparatos recién cuando se está seguro.

Ante cualquier duda preguntarnos.

En caso de evacuación: salir inmediatamente, en calma, sin correr, sin regresar.

En caso de emergencia: [link](#)

Reglas básicas: [link](#)

Departamento de seguridad y control:

Interno 58311

5825-8311

# ¿Cuándo debo considerar las incertezas experimentales? **SÍ**

En general,  $(\text{Error experimental})^2 = (\text{Error instrumental})^2 + (\text{Error estadístico})^2$

“Lo que diga el fabricante”

“Cuánto fluctúa la medición”

Por ej, del manual del Tek serie TBS1000B:

Delta Volts Measurement Accuracy, Average Acquisition Mode	<i>Delta volts between any two averages of 16 waveforms acquired under the same setup and ambient conditions.</i>
	(3% of  reading  + 0.05 div)

Delta Time Measurement Accuracy	<i>This is the accuracy of delta time measurements made on any single waveform. The specification is related to the long-term sampling rate.</i>						
	<i>The following limits are given for signals having an amplitude <math>\geq 5</math> divisions, a slew rate at the measurement points of <math>\geq 2.0</math> divisions/ns, and acquired <math>\geq 10</math> mV/div.</i>						
	<table border="1"><thead><tr><th>Condition</th><th>Time Measurement Accuracy</th></tr></thead><tbody><tr><td>Single shot, sample mode, full bandwidth selected</td><td><math>\pm(1 \text{ Sample Interval} + 100 \text{ ppm} *  \text{reading}  + 0.6 \text{ ns})</math></td></tr><tr><td>&gt; 16 averages, full bandwidth selected</td><td><math>\pm(1 \text{ Sample Interval} + 100 \text{ ppm} *  \text{reading}  + 0.4 \text{ ns})</math></td></tr></tbody></table>	Condition	Time Measurement Accuracy	Single shot, sample mode, full bandwidth selected	$\pm(1 \text{ Sample Interval} + 100 \text{ ppm} *  \text{reading}  + 0.6 \text{ ns})$	> 16 averages, full bandwidth selected	$\pm(1 \text{ Sample Interval} + 100 \text{ ppm} *  \text{reading}  + 0.4 \text{ ns})$
Condition	Time Measurement Accuracy						
Single shot, sample mode, full bandwidth selected	$\pm(1 \text{ Sample Interval} + 100 \text{ ppm} *  \text{reading}  + 0.6 \text{ ns})$						
> 16 averages, full bandwidth selected	$\pm(1 \text{ Sample Interval} + 100 \text{ ppm} *  \text{reading}  + 0.4 \text{ ns})$						
	The Sample Interval is the time between the samples in the waveform record.						

(Sample interval:  $10 * \text{div} / 2500 = 0.004 * \text{div}$ )

⚠ Esto es a primer orden

¡si hay otras fuentes de error también hay que incluirlas!

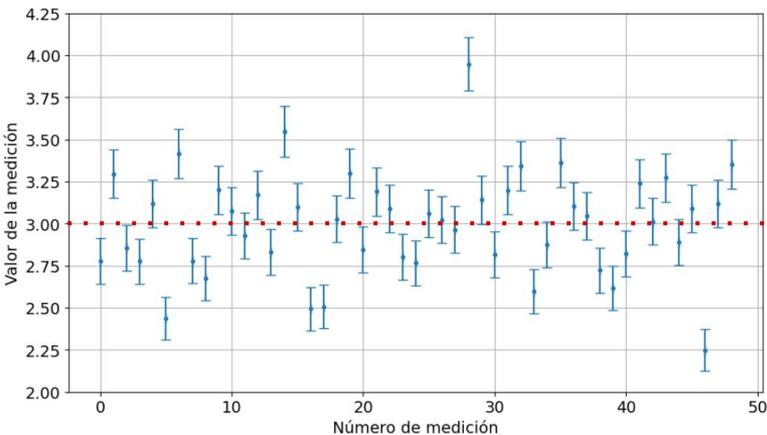
Y, por supuesto, si estoy obteniendo  $f(x,y)$  indirectamente, su error se obtiene propagando los errores de  $x$  e  $y$ :

$$\Delta f(x,y) = \sqrt{\left(\frac{\partial f(x,y)}{\partial x} \Delta x\right)^2 + \left(\frac{\partial f(x,y)}{\partial y} \Delta y\right)^2}$$

# Cómo reportar resultados: desviación estándar y error estándar

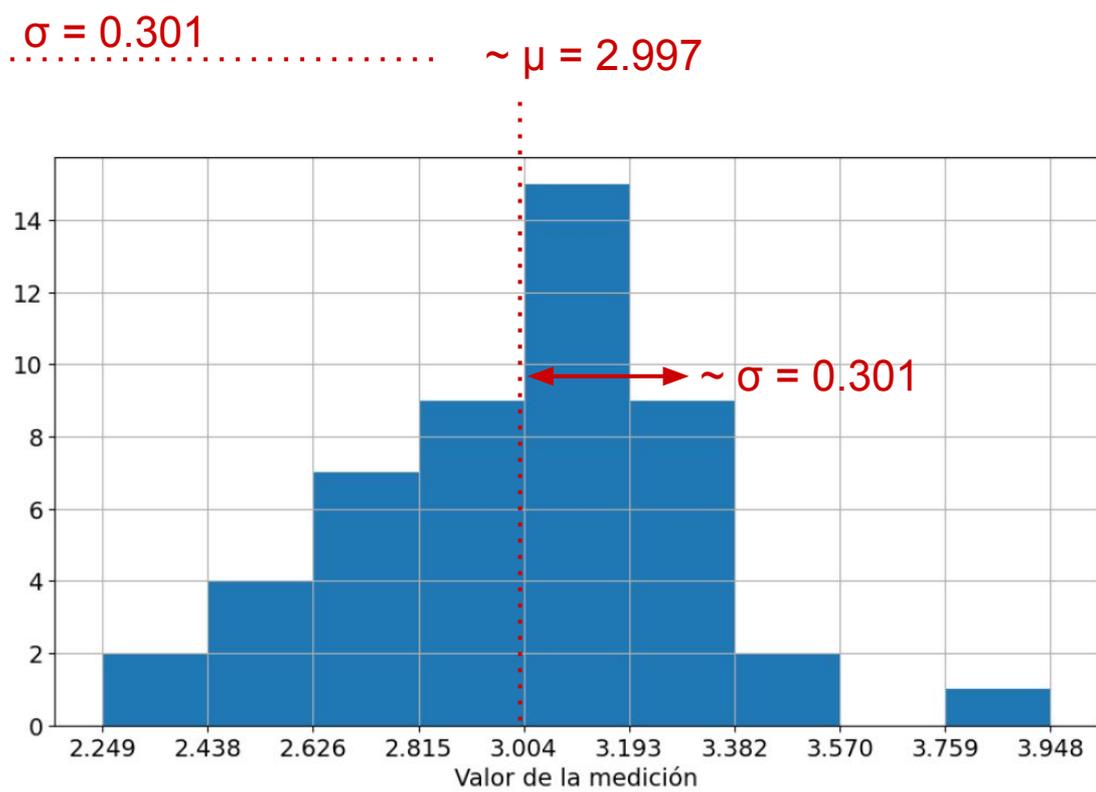
Para cada dato

Para la media



$\sigma$  es el error de cada dato:  
el próximo dato probablemente valga  
 $2.997 \pm 0.301$

$\sigma/\sqrt{N}$  es el error de  $\mu$ :  
el próximo  $\mu$  probablemente valga  
 $2.997 \pm 0.043$



## Cómo reportar resultados: cifras significativas

Aquellas para las cuales hay certeza.

1) ¿Cuántas cifras significativas tiene?

0.0037 → 2

0.00370 → 3

3700 → 4

$3.7 \cdot 10^2$  → 2

$3.70 \cdot 10^2$  → 3

2) ¿Cómo reporto 0.37059 con N cifras significativas?

N = 4 → 0.3706

N = 3 → 0.371

N = 2 → 0.37

N = 1 → 0.4

3) ¿Cómo reporto 37059 con N cifras significativas?

N = 4 →  $3.706 \cdot 10^4 = 37060$

N = 3 →  $3.71 \cdot 10^4 = 37100$

N = 2 →  $3.7 \cdot 10^4 = 37000$

N = 1 →  $4 \cdot 10^4 = 40000$

## Cómo reportar resultados: cifras significativas

Aquellas para las cuales hay certeza.

El error es lo que me habla de la certeza de la medición

¿Entonces cómo reporto  $0.37059 \pm 0.007236$ ?

$$0.37059 \pm 0.00724$$

$$0.3706 \pm 0.0072$$

$$0.371 \pm 0.007$$

¿y  $3705.9 \pm 72.36$ ?

$$3705.9 \pm 72.4$$

$$3706 \pm 72$$

$$3710 \pm 70$$

### REGLA:

- 1) Elijo la cantidad de cifras significativas.
- 2) Se las aplico al error.
- 3) Escribo el valor estimado hasta la misma posición que el error.
- 4) Los reporto de la misma forma.

Por ejemplo:

$$0.37059 \pm 0.0072$$

$$0.3706 \pm 0.00724$$

$$0.37059 \pm 7.2 \cdot 10^{-3}$$

$$37.06 \cdot 10^{-2} \pm 7.2 \cdot 10^{-3}$$

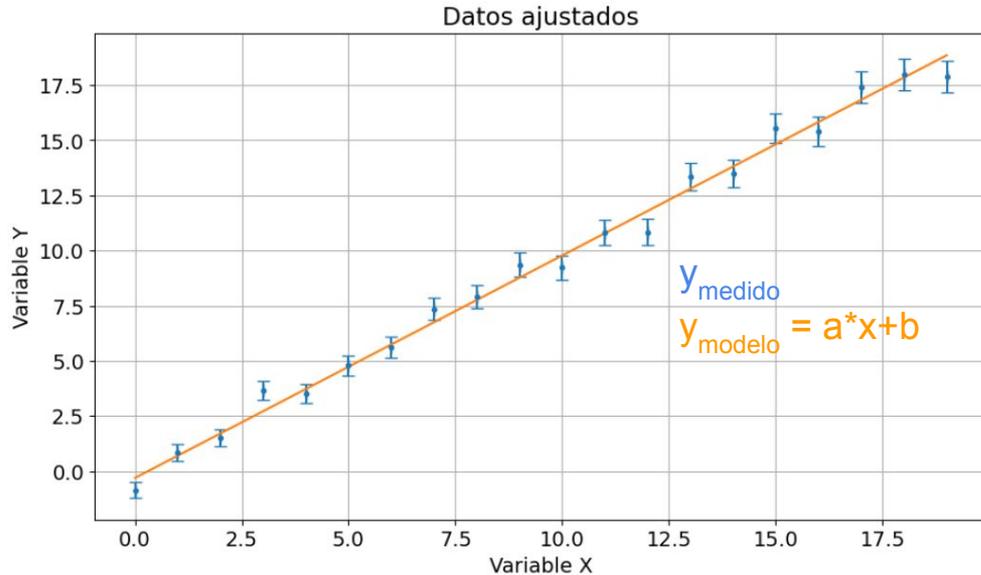
$$370.6 \cdot 10^{-3} \pm 7.2 \cdot 10^{-3}$$

$$(370.6 \pm 7.2) \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$(370.6 \pm 7.2) \text{ mm}$$

$$370.6 \text{ mm} \pm 7.2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

# Regresiones y estimación de parámetros ([link a Colab](#))



- 1) Ajusto por un modelo porque mi sistema físico es explicado por él y/o obtener los parámetros del modelo me provee información relevante.
- 2) Ajustar por cuadrados mínimos es encontrar  $a$  y  $b$  para los cuales se minimiza

$$\chi^2 = \sum \left( \frac{y_{\text{medido}} - y_{\text{modelo}}}{y_{\text{error}}} \right)^2$$

- 3) ¿Cómo sé si el ajuste es bueno?  
Es decir: ¿cómo sé si los parámetros obtenidos tienen algún valor?  
Busco funciones de los datos (“estadísticos”) que me den indicios cuantitativos de qué tan bien ajusta.

## Distintos tests me dicen distintas cosas:

Residuos: diferencia entre lo medido y lo explicado por el modelo.

$R^2$ : qué proporción de los residuos es explicada por el modelo.

Test  $\chi^2$ : suma de (proporción de los residuos que no es explicada por los errores)

Test F: si la variación explicada por el modelo es al azar o no.

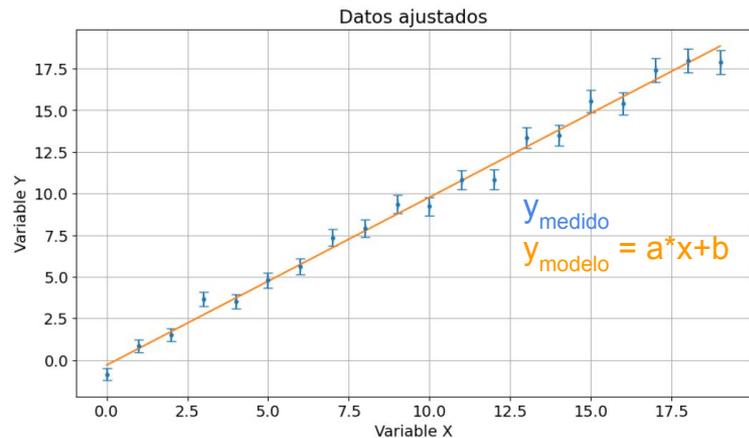
Test t: si ese parámetro del modelo es significativo o no.

E IGUAL NUNCA SE ESTÁ DEL TODO SEGURO



	A ojo se ve bien	A ojo se ve mal
Estadísticos dan bien	Bastante convincente	Tus estadísticos no explican lo suficiente
Estadísticos dan mal	Revisar el por qué detalladamente	Y no jajan't

## Test $\chi^2$ :



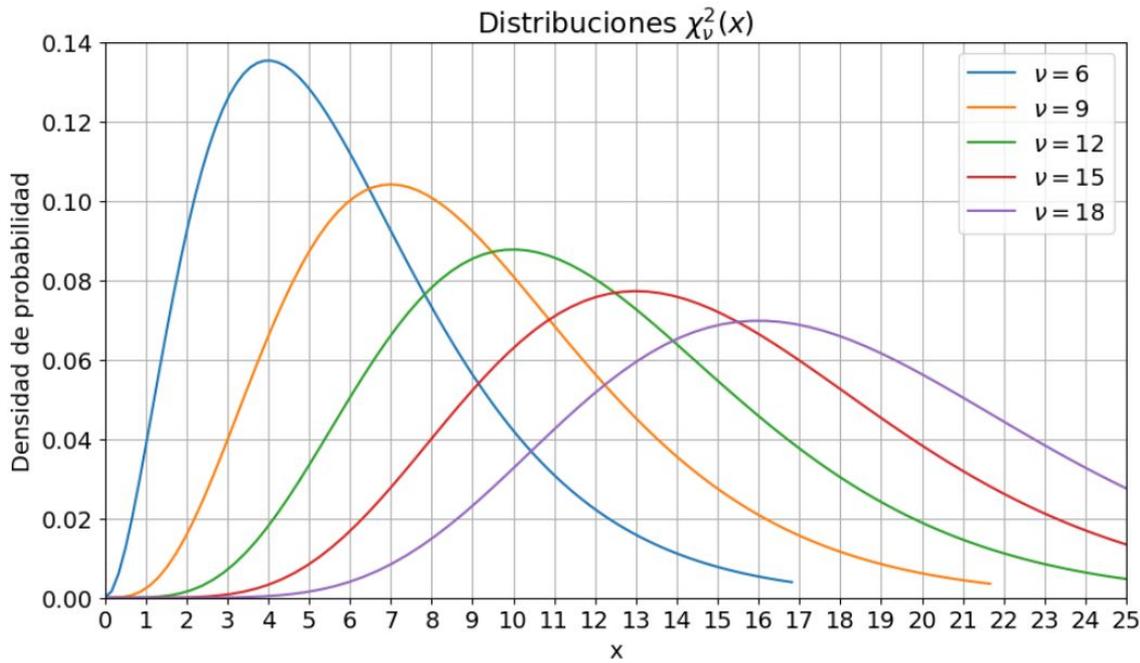
$\chi^2 > \nu$  : mal ajuste o errores subestimados

$\chi^2 < \nu$  : sobreajuste o errores sobreestimados

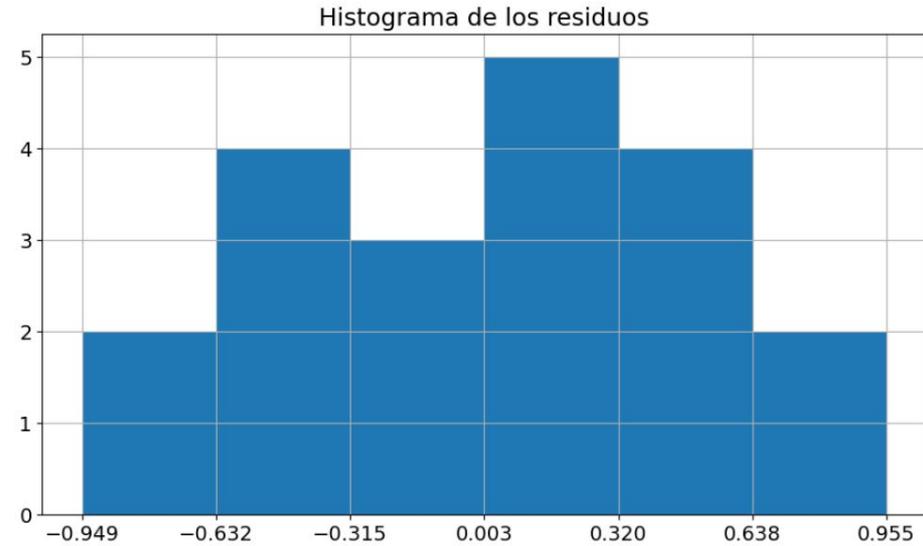
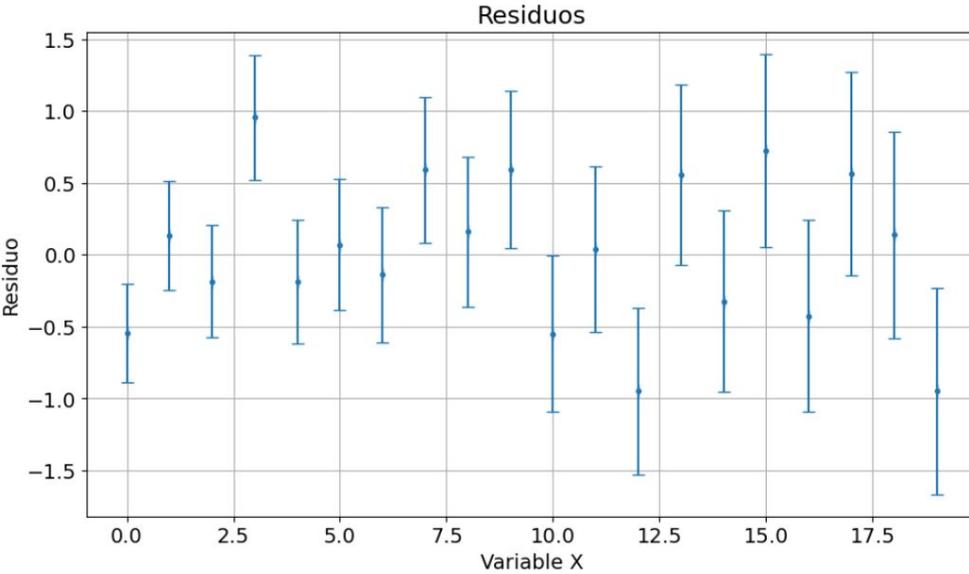
$\frac{\chi^2}{\nu}$  : “chi cuadrado reducido” en relación a 1

$$\chi^2 = \sum \left( \frac{y_{\text{medido}} - y_{\text{modelo}}}{y_{\text{error}}} \right)^2$$

$$\nu = \# \text{datos} - \# \text{parámetros\_ajuste} - 1$$



## Residuos:



Deben presentar una distribución aleatoria y no estar correlacionados con ninguna otra variable, ni correlacionados entre sí.