



LABORATORIO 1A

2do. CUAT 2025

- ESTUDIO DEL MOVIMIENTO DE UN OBJETO EN UN PLANO INCLINADO
- DETERMINACIÓN DE G
- SENSOR DE POSICIÓN

Miércoles 8 – 14 hs

Ana Amador - Laura Ribba - ~~Lucía Novacovsky~~ - Delfina Rodríguez Juiz - Mora Danussi



Manuel Noseda (mnoseda@df.uba.ar)



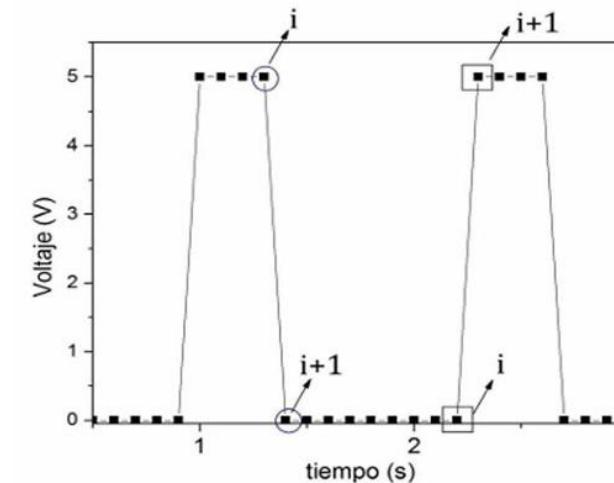
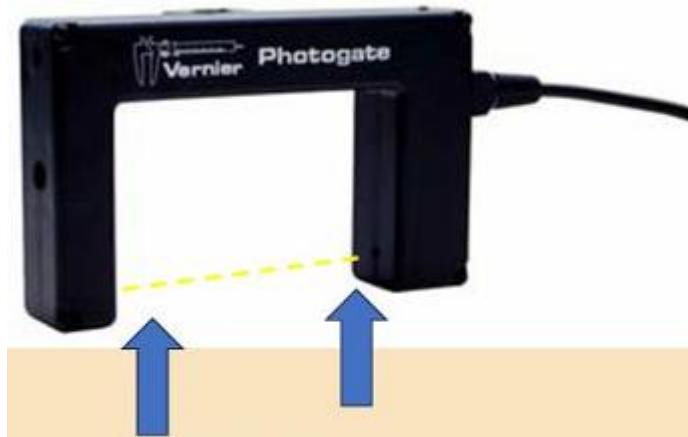
QUE APRENDIMOS HASTA AHORA?

- Medir magnitudes directamente y reportar el **valor más probable con su incertidumbre**.
- Repetir mediciones y analizar su dispersión (**precisión**) frente a la cercanía al valor verdadero (**exactitud**).
- Usar **herramientas estadísticas**: media, desviación estándar, histogramas y ajustes gaussianos.
- Obtener magnitudes en forma indirecta y aplicar **propagación de errores**.
- Comparar diferentes métodos de medición y evaluar **hipótesis y confiabilidad**.
- Analizar dependencias funcionales y determinar parámetros mediante **ajustes por cuadrados mínimos**.



QUE APRENDIMOS HASTA AHORA?

- Importancia de **graficar las variables medidas** para explorar sus relaciones funcionales.
- Aplicación del método de **cuadrados mínimos** para ajustar una recta (o modelo linealizado).
- Obtención de **parámetros físicos y sus incertidumbres** de manera objetiva y reproducible.
- Evaluación de la **calidad del ajuste** mediante residuos y comparación con el modelo teórico.
- Introducción al **uso de sensores y conversores A/D** para digitalizar señales experimentales.
- Posibilidad de obtener **muchas mediciones en poco tiempo**, mejorando la estadística.



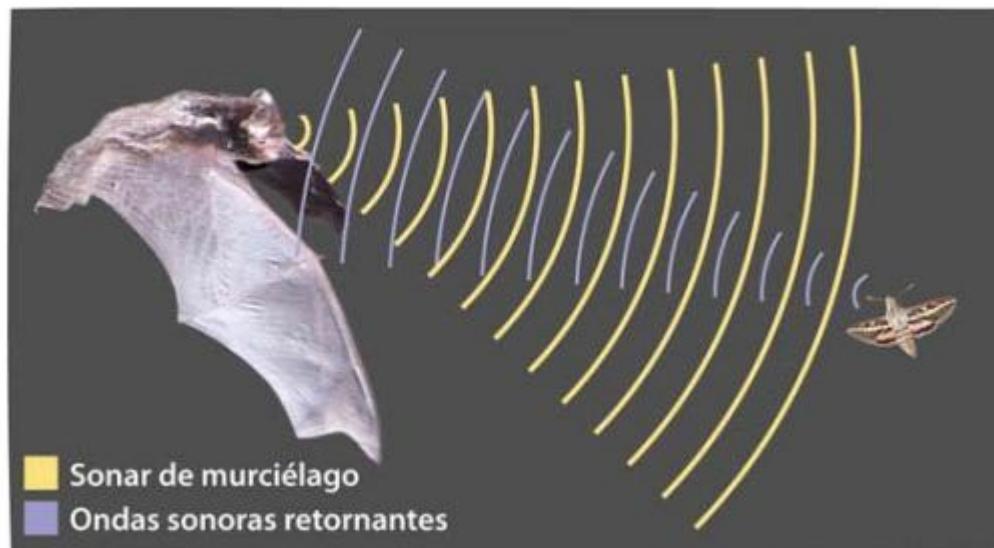


¿QUÉ OTROS
SENSORES
TENEMOS?





- Sensores de ultrasonido → utilizados para medidas de posición.



Eco localización (SONAR)

- Sensores de ultrasonidos de bajo costo → mismo transductor se utiliza como emisor y receptor.

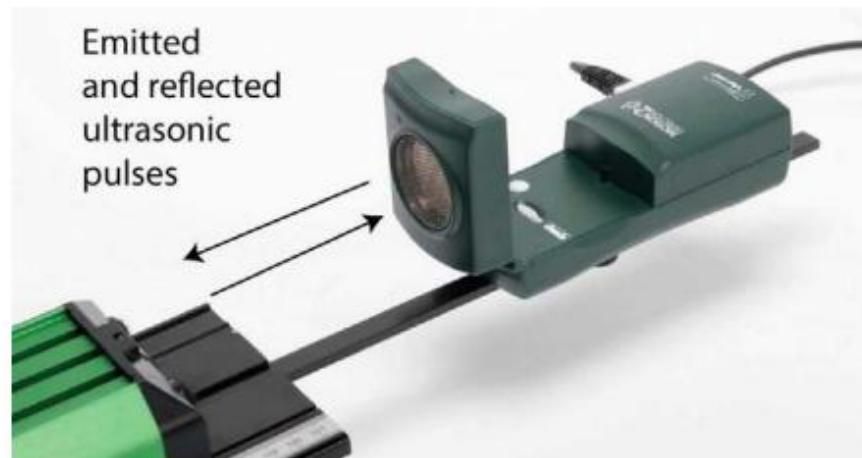
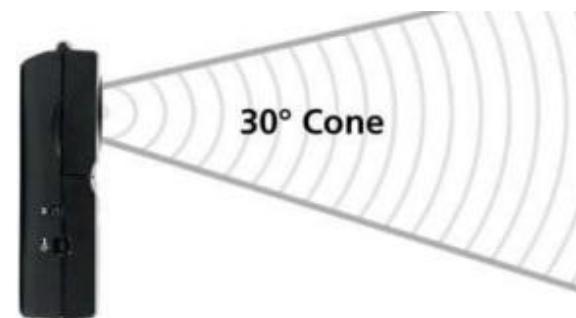
Características Motion Detector (Vernier): ver manual

- $f_m = 60$ Hz (máxima)
- Resolución: 1mm
- Respuesta lineal
- Canal DIG del sensorDAQ
- Rango: 0.15 m - 6 m (medición de la posición de un objeto)

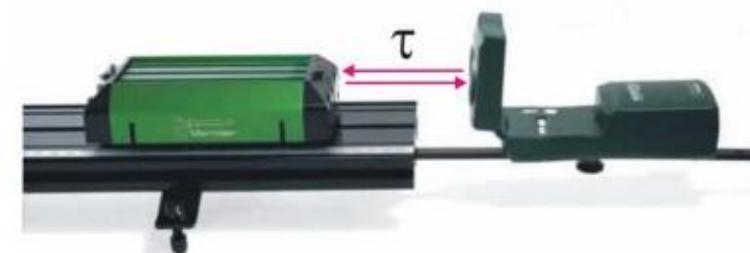




1- Transductor (delgada lámina de oro) → emite ondas de ultrasonido (49.4 kHz) en un cono de $\approx 30^\circ$. Estas ondas viajan a una velocidad $v_{sonido} = 343 \text{ m/s}$.



2- Las ondas de ultrasonido chocan con algún objeto y rebotan. Transductor → recibe el eco producido por el obstáculo ("escucha" el eco de ultrasonido).



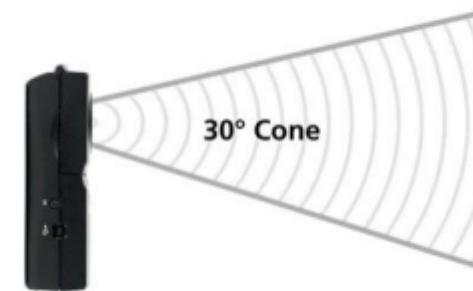
3- ¿Cómo mide distancia? → Mide el tiempo entre la emisión del sonido y la recepción del eco, y, utilizando la velocidad v_{sonido} en el aire, calcula la distancia D .

$$D = v_{sonido} \frac{\tau}{2}$$

"Physics and Technical Characteristics of Ultrasonic Sonar Systems", Dan MacIsaac and Ari Hamalainen, The Physics Teacher 40, 39–46 (January 2002).



- ¿Cómo me doy cuenta si el sensor está funcionando? → Sensor emite un pulso de la zona audible.
- Verificar que la señal no se refleje en el riel.
- Evitar objetos dentro del cono de ultrasonido.
Esto puede afectar la medición
- Asegurarse de medir dentro del rango de trabajo del sensor (0,15 m a 6 m).





Calibración el sensor:

Para que el sensor arroje una posición en metros lo tenemos que calibrar.

Respuesta del sensor: lineal \Rightarrow necesito 2 distancias para la calibración:

$$\text{Distancia} = K_0 + K_1 \cdot \text{tiempo} \quad K_0, K_1 = \text{ctes}$$

D₁ y D₂: distancias conocidas

t₁ y t₂: lecturas de tiempo.

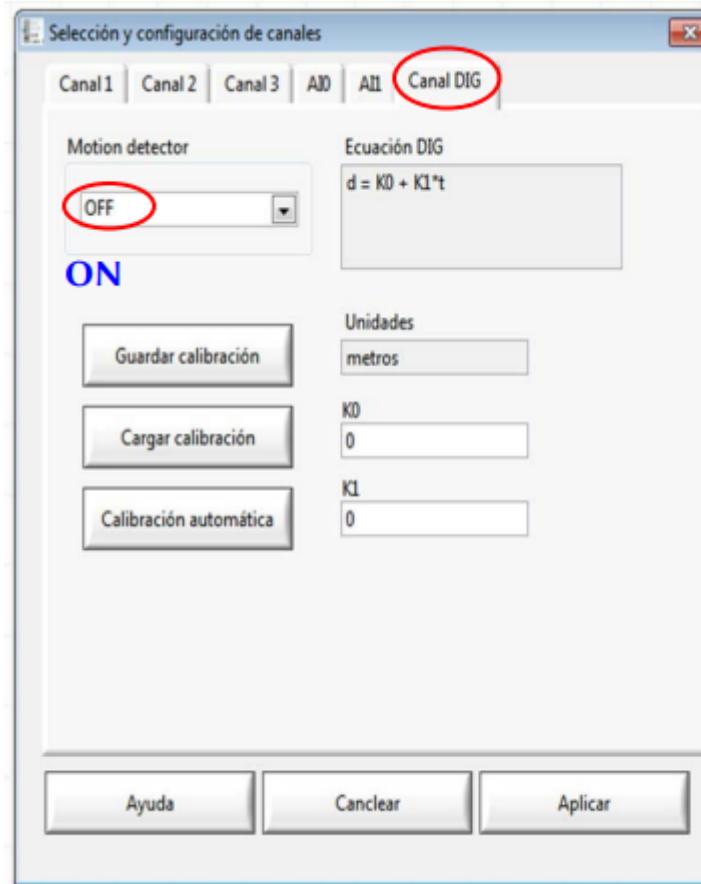
- Chequear calibración.

Distancia	Tiempo
D ₁	t ₁
D ₂	t ₂

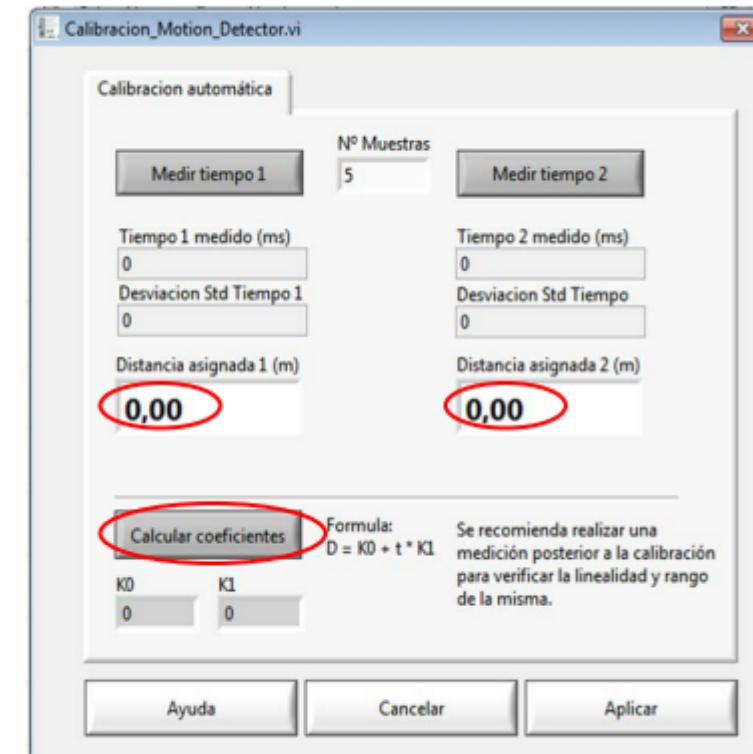
→ Determino K₀ y K₁

Obs 1: No conozco la ubicación de la lámina de oro. Cuando mido D₁ y D₂, considerar mismo "origen".

Obs 2: Interfaz gráfica de calibración: ver última diapositiva.



Calibración
automática



Error en la medición de distancias

Error de apreciación (error de la placa de adquisición + error del sensor):

Determinar experimentalmente el error en la posición → ¿Cómo lo hacemos?

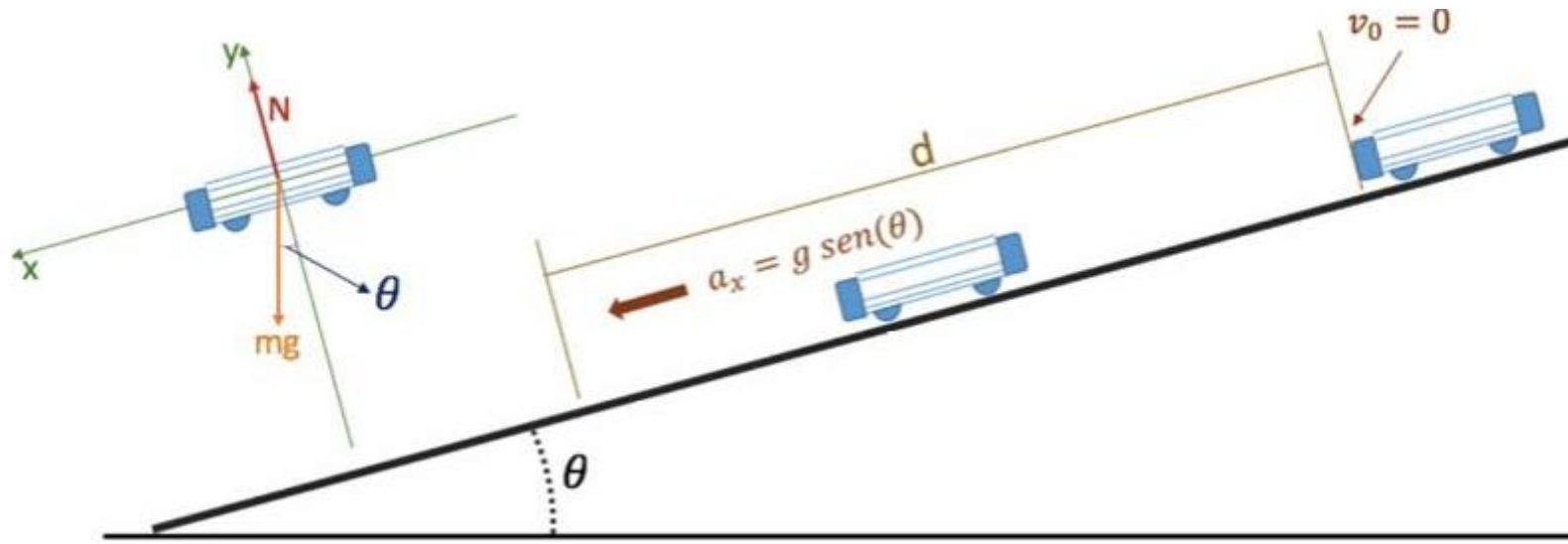


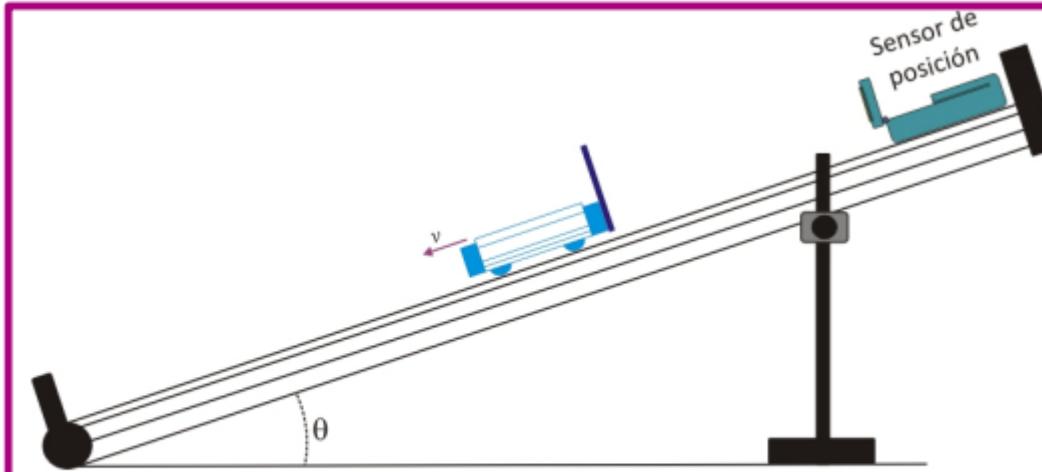
Diagrama de fuerzas
+ 2da ley de Newton:

$$\begin{aligned}\sum F_y) \quad N - m g \cos(\theta) &= m a_y = 0 \Rightarrow N = m g \cos(\theta) \\ \sum F_x) \quad m g \sin(\theta) &= m a_x \Rightarrow a_x = g \sin(\theta)\end{aligned}$$

Integrando llegamos: $v = v_0 + a_x(t - t_0)$

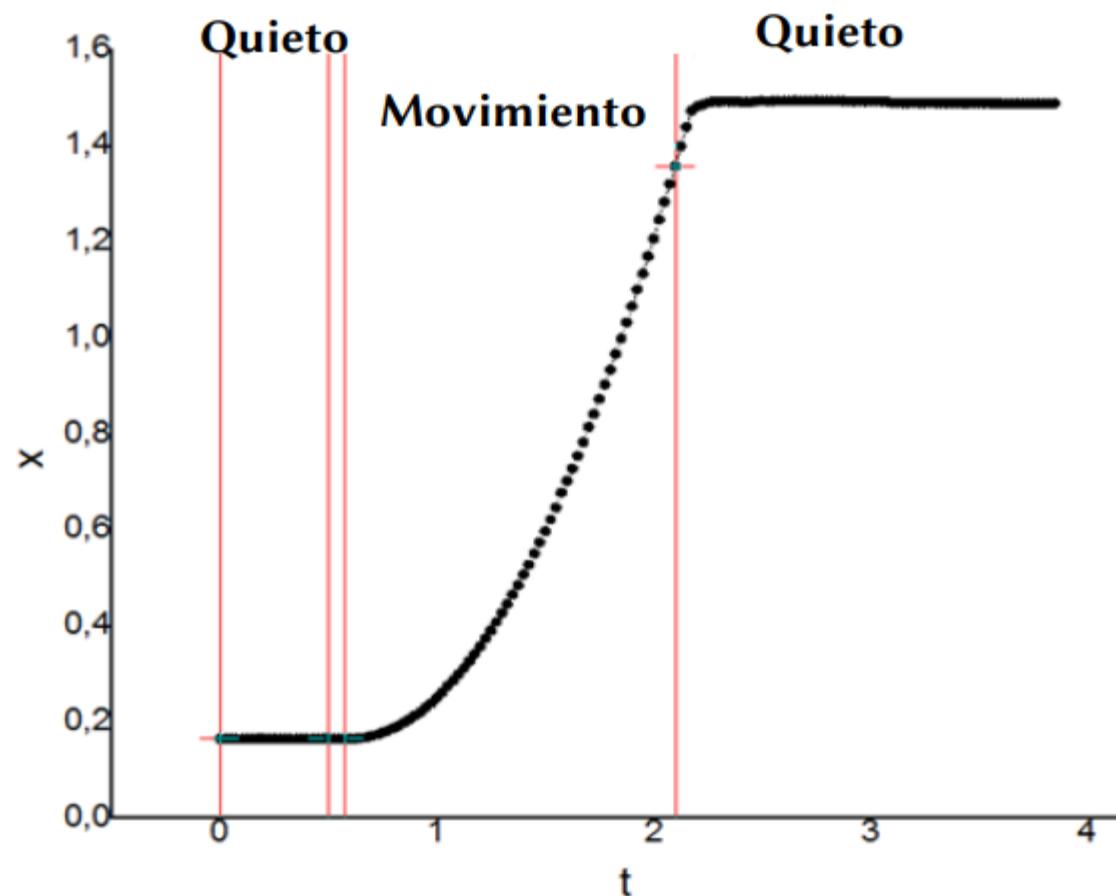
$$x = x_0 + v_0(t - t_0) + \frac{1}{2}a_x(t - t_0)^2$$

(sin rozamiento)



Estudiar la dinámica de un móvil moviéndose por un plano inclinado usando un sensor de posición. Hallar el valor de g .

- ✓ Calibrar el sensor de posición. [Chequear la calibración.](#)
- ✓ Determinar error en la posición y en el tiempo.
- ✓ Limpiar el riel. Evaluar la mejor manera de medir la posición del carrito.
- ✓ Usar un nivel para asegurarse que el riel no quede inclinado hacia uno de los costados.
- ✓ Revisar que todas las ruedas del carrito giren bien.
- ✓ Pruebas preliminares para definir tiempo de medición y frecuencia de muestreo.
- ✓ Medir [cuidadosamente](#) el ángulo θ y determinar su incerteza.



Determinar x_0 y t_0



$$x' = x - x_0$$
$$t' = t - t_0$$

(discutir incertezas de x' y t')

$$x = x_0 + v_0 (t - t_0) + \frac{1}{2} a_x (t - t_0)^2$$

(sin rozamiento)

Si $v_0 = 0$ y $x_0 = 0$

$$x(t) = \frac{1}{2} g \sin(\theta) t^2$$



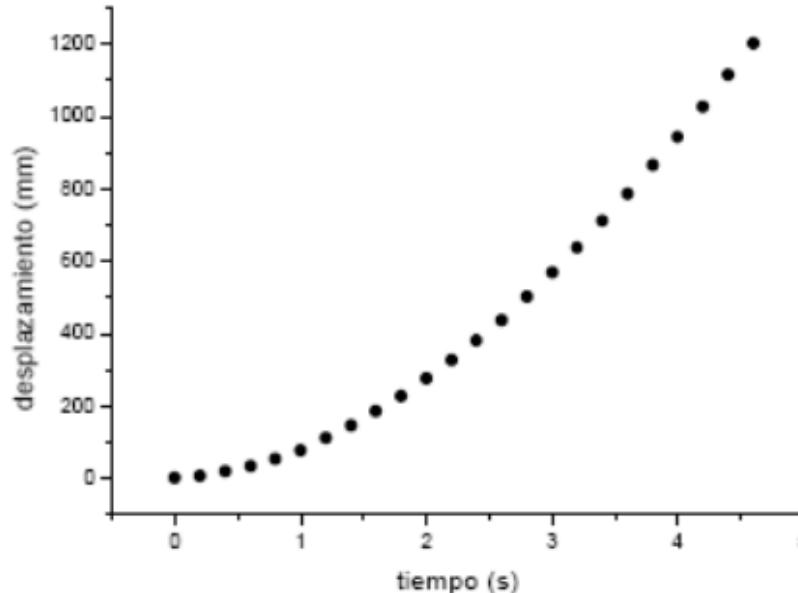
¿Cómo puedo determinar para que tiempo (o índice) comienza el movimiento?
¿y el final?





Poniendo a prueba el modelo: ¿El desplazamiento x es proporcional a t^2 ?

- Graficar x vs. t (con sus respectivos errores en las dos variables).



- ¿A qué tipo de función matemática se parece?
- ¿Está de acuerdo este resultado con lo esperado?

En principio, los datos podrían seguir una ley de potencias o una ley exponencial.

¿Cómo puedo determinar la dependencia entre las variables?

Ver cómo se comportan los datos si grafican **distancia y $u = t^2$** (linealización como vimos en las clases anteriores).