



# 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 Novakovsky~~ – Delfina Rodríguez Juiz - Mora Danussi



Manuel Nosedá ([mnosedada@df.uba.ar](mailto:mnosedada@df.uba.ar))



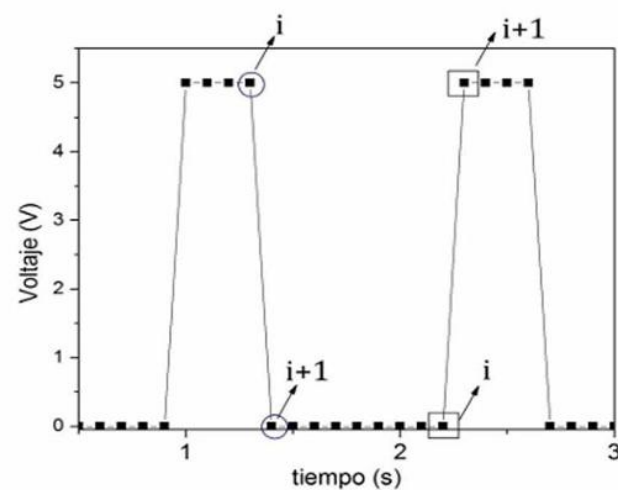
## QUE APRENDIMOS HASTA AHORA?

- 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.

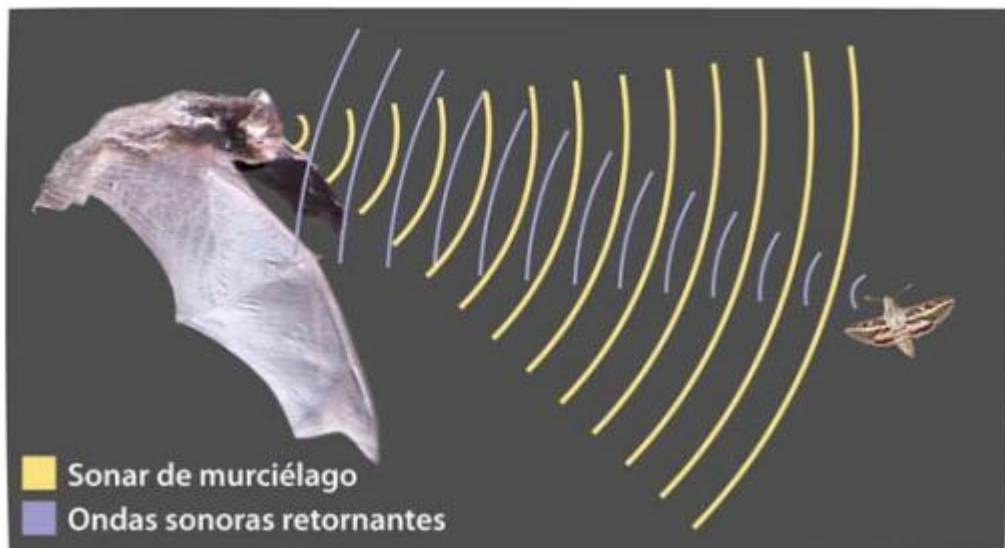


¿QUÉ OTROS  
SENSORES  
TENEMOS?





- 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

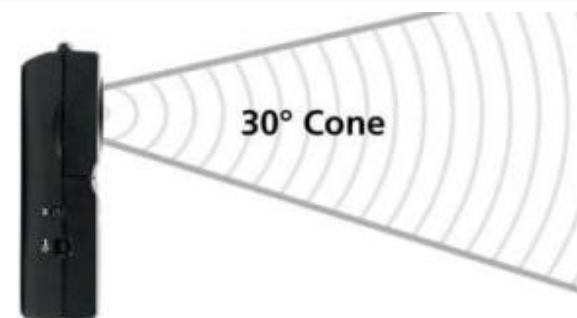
- $f_m = 60 \text{ Hz}$  (máxima)
- Resolución: 1mm
- Respuesta lineal
- Canal DIG del sensorDAQ
- Rango: 0.15 m - 6 m (medición de la posición de un objeto)





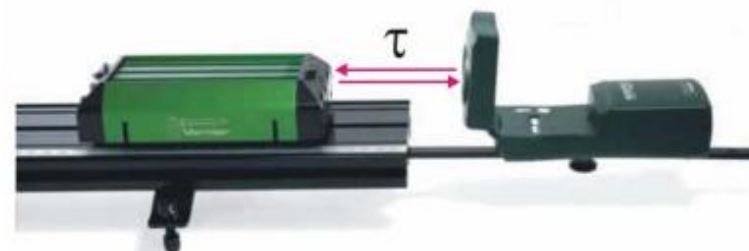


1- Transductor (delgada lámina de oro) → emite ondas de ultrasonido (49.4 kHz) en un cono de  $\approx 30^\circ$ . Estas ondas viajan a una velocidad  $v_{sonido} = 343 \text{ m/s}$ .



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  $D$ .

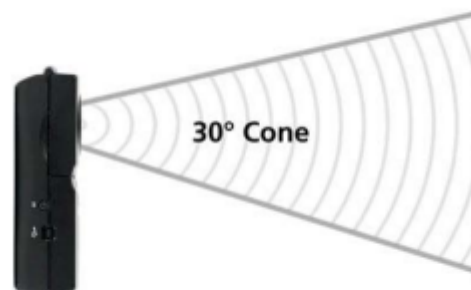


$$D = v_{sonido} \frac{\tau}{2}$$

“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:

$$Distancia = K0 + K1.tiempo \quad K0, K1 = ctes$$

D1 y D2: distancias conocidas  
t1 y t2: lecturas de tiempo.

Distancia	Tiempo
D1	t1
D2	t2

➡ Determino  $K0$  y  $K1$

- Chequear calibración.

**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.



Selección y configuración de canales

Canal 1 Canal 2 Canal 3 A/D All **Canal DIG**

Motion detector  
**OFF**

ON

Ecuación DIG  
 $d = K0 + K1 \cdot t$

Unidades  
metros

K0  
0

K1  
0

Guardar calibración

Cargar calibración

Calibración automática

Ayuda Cancelar Aplicar

Calibración automática



Calibracion\_Motion\_Detector.vi

Calibración automática

Nº Muestras  
5

Medir tiempo 1 Medir tiempo 2

Tiempo 1 medido (ms)  
0

Tiempo 2 medido (ms)  
0

Desviación Std Tiempo 1  
0

Desviación Std Tiempo 2  
0

Distancia asignada 1 (m)  
**0,00**

Distancia asignada 2 (m)  
**0,00**

Calcular coeficientes

Formula:  
 $D = K0 + t \cdot K1$

Se recomienda realizar una medición posterior a la calibración para verificar la linealidad y rango de la misma.

K0  
0

K1  
0

Ayuda Cancelar Aplicar

### 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?

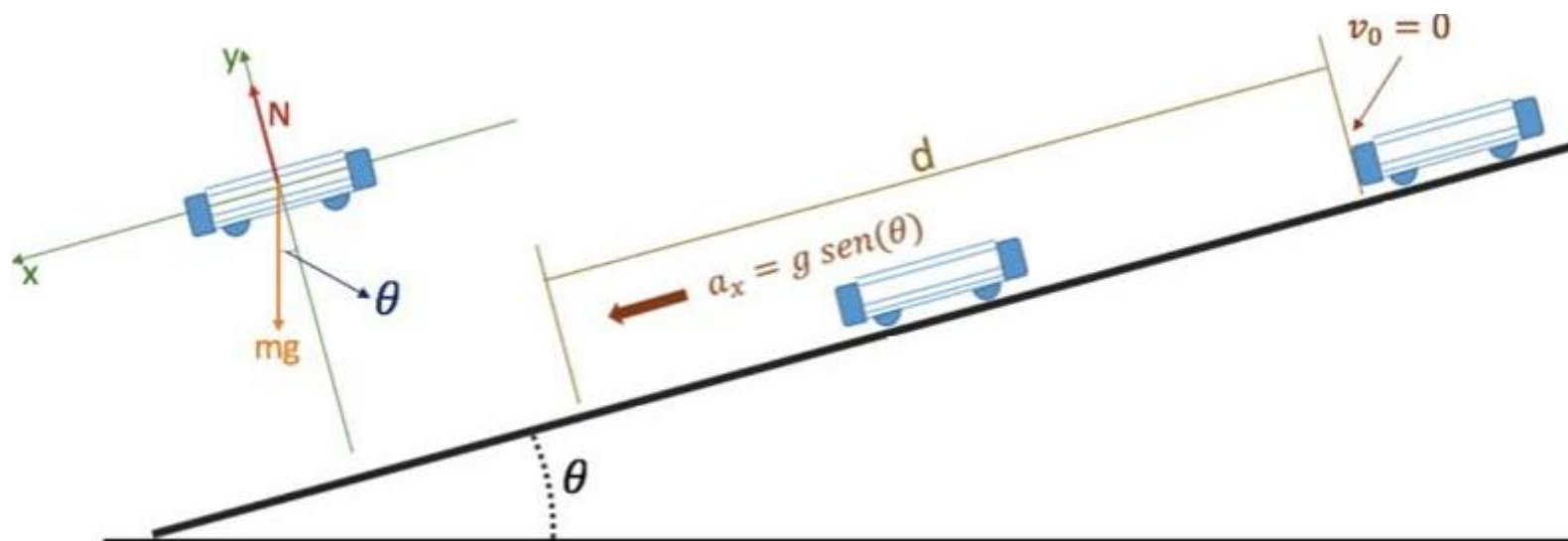


Diagrama de fuerzas  
+ 2da ley de Newton:

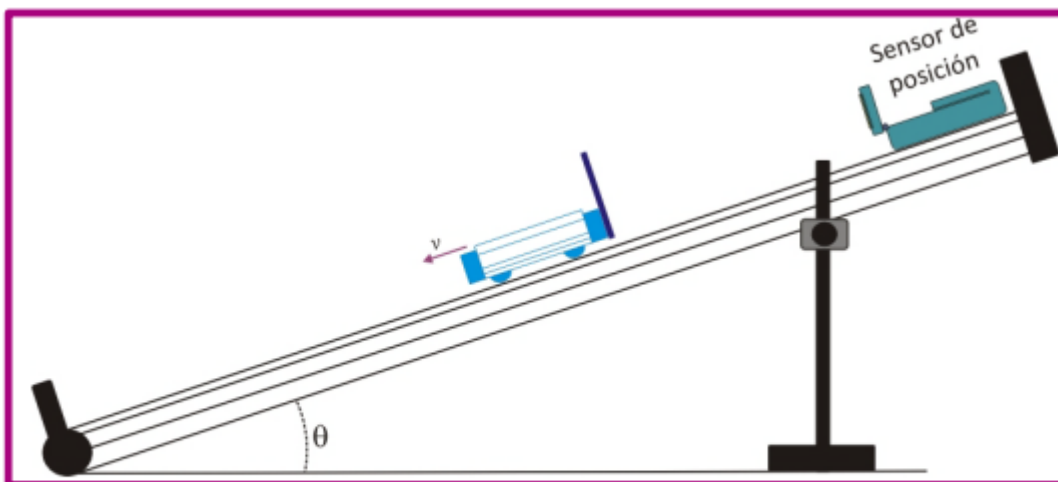
$$\begin{aligned} \sum F_y) \quad N - m g \cos(\theta) &= m a_y = 0 \Rightarrow N = m g \cos(\theta) \\ \sum F_x) \quad m g \sen(\theta) &= m a_x \Rightarrow a_x = g \sen(\theta) \end{aligned}$$

Integrando llegamos:

$$v = v_0 + a_x(t - t_0)$$

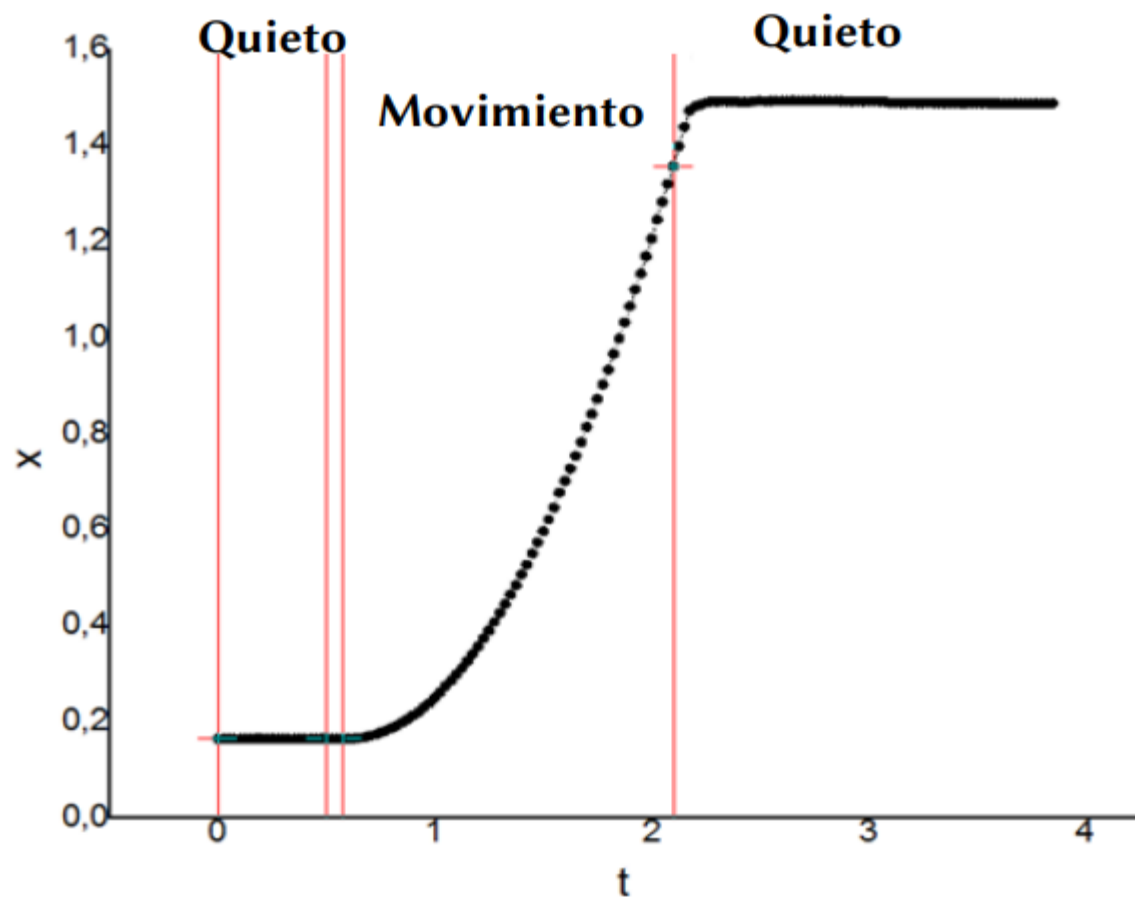
$$x = x_0 + v_0(t - t_0) + \frac{1}{2}a_x(t - t_0)^2$$

(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 cuidadosmente el ángulo  $\theta$  y determinar su incerteza.



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

(sin rozamiento)

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

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

Determinar  $x_0$  y  $t_0$



$$x' = x - x_0$$

$$t' = t - t_0$$

(discutir incertezas de  $x'$  y  $t'$ )



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

¿y el final?

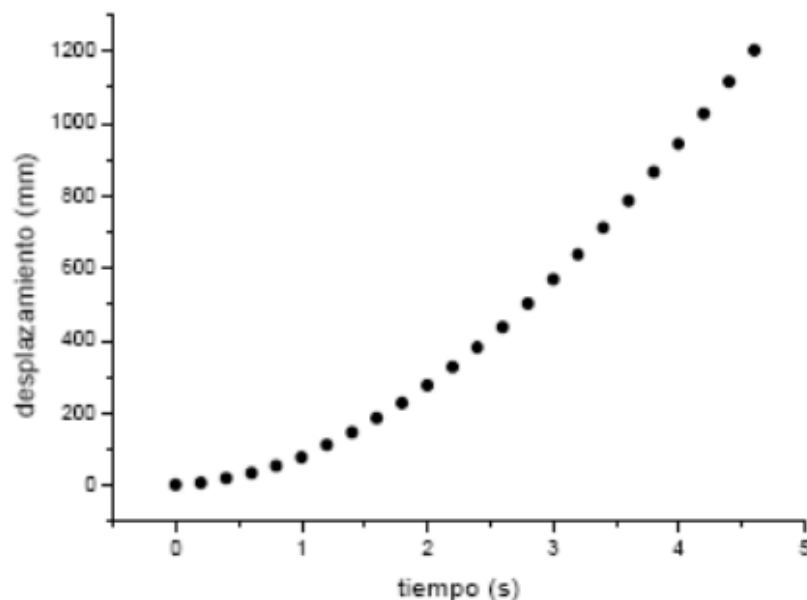






## Poniendo a prueba el modelo: ¿El desplazamiento $x$ es proporcional a $t^2$ ?

- 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).