



Universidad de Buenos Aires - Exactas
departamento de física

Laboratorio 1

1er Cuatrimestre 2025

Laboratorio 1C: martes 14-20 hs

**Lucía Famá, Federico Trupp, Camila Borrazás,
Juan Sangiorgio, Lara Barreiro**

Objetivo de la clase de hoy

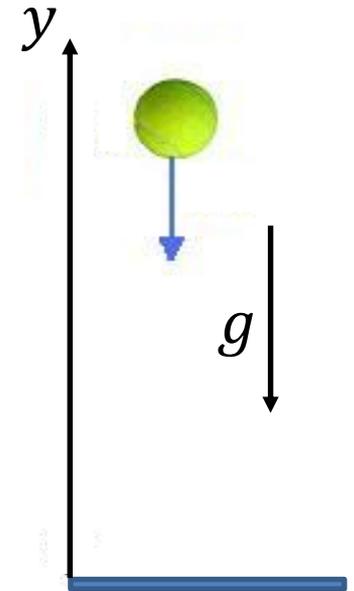
Determinar la **aceleración de la gravedad** a partir de experimentos de **caída libre “a la Galileo”**

Evaluar el **efecto de la fuerza de rozamiento generada por el aire** en la caída libre de diferentes objetos

Determinar el valor de la aceleración de la gravedad g

Busquemos una estrategia

- 1- Física básica: **BUSCO Leyes Físicas** que tengan g y se adapten al experimento
- 2- Instrumental: **BUSCO** qué Ley Física podría reproducir en el Laboratorio



Determinar el valor de la aceleración de la gravedad g

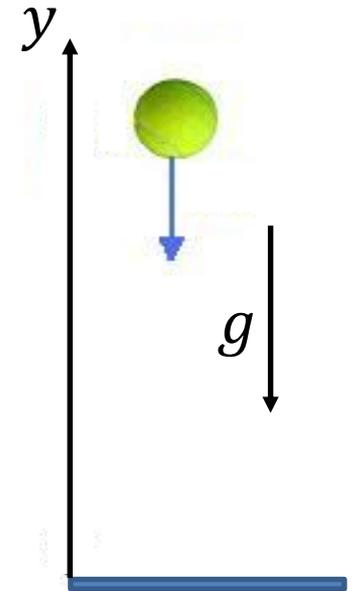
Busquemos una estrategia

1- Física básica: **BUSCO Leyes Físicas**

que tengan g y se adapten al experimento

$$y(t) = y_0 + v_0(t - t_0) - \frac{1}{2}g(t - t_0)^2 \quad (1)$$

$$v(t) = v_0 + g(t - t_0) \quad (2)$$

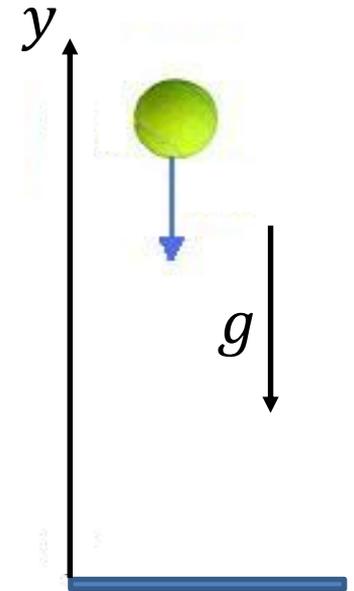


Determinar el valor de la aceleración de la gravedad g

Busquemos una estrategia

2- Instrumental: **BUSCO** qué Ley Física podría reproducir en el Laboratorio

NUEVO Programa de adquisición de Datos:
Tracker



Objetivo de la clase de hoy

Determinar la **aceleración de la gravedad** a partir de experimentos de **caída libre “a la Galileo”**

Evaluar el **efecto de la fuerza de rozamiento generada por el aire** en la caída libre de diferentes objetos

Conocer **nuevo instrumental para la adquisición de datos automatizada**

NUEVO Programa de adquisición de Datos: Tracker

Permite seguir la posición de un objeto en una filmación

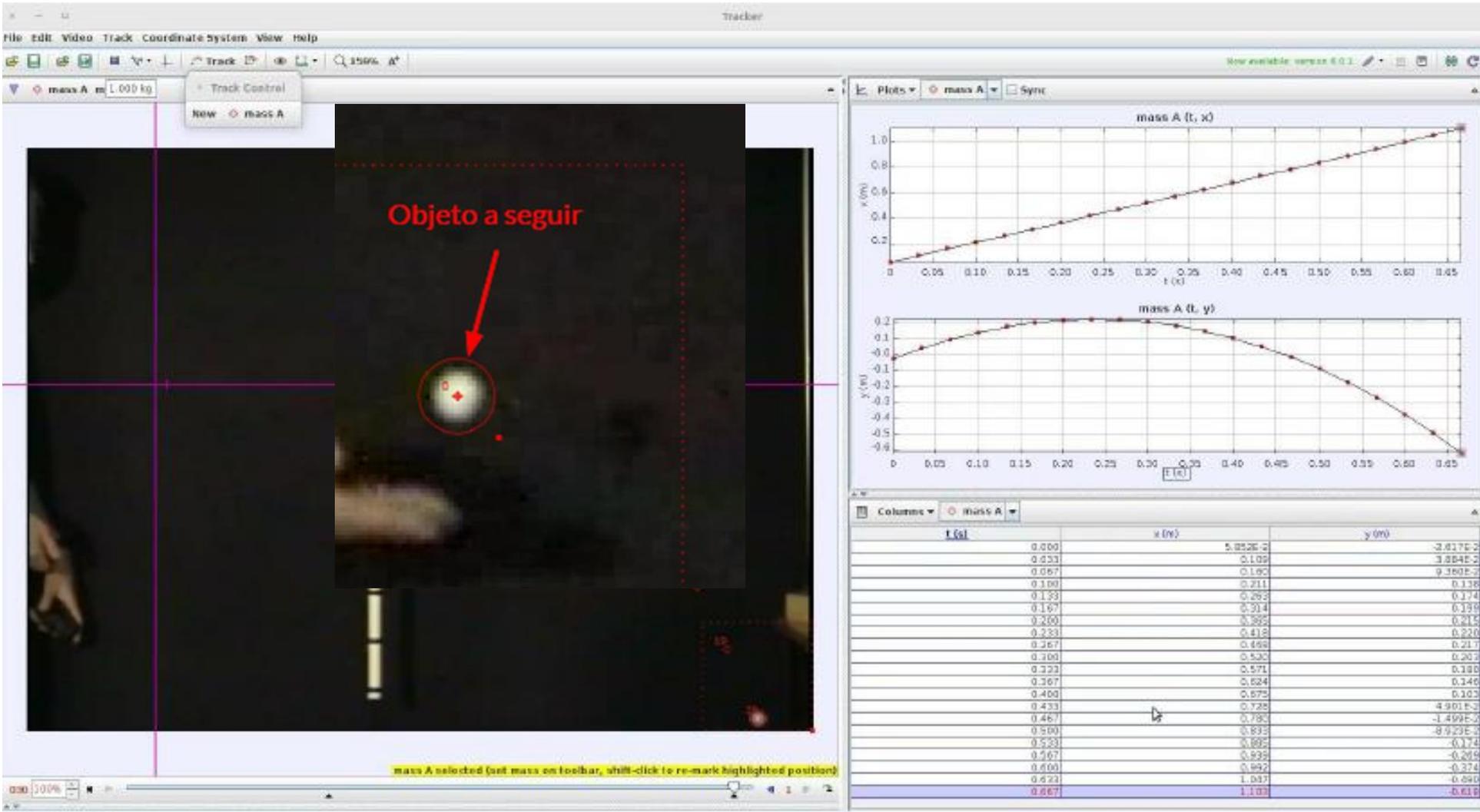
The screenshot displays the Tracker software interface. The main window shows a video of a cart on an inclined plane. A purple line is drawn through the video, and a yellow box at the bottom left indicates the current position: $x=0.17$ $y=0.05$. The video has a scale bar at the bottom with a value of $1.000E-1$. The interface includes a menu bar (File, Edit, Video, Tracks, Coordinate System, Views, Help), a toolbar with various tools, and a status bar at the bottom showing the video file name "bouncing_cart.mov".

On the right side, there is a "Plot" window titled "mass A (t, x)" with a graph showing position x versus time t . The axes range from -10 to 10. Below the plot is a "Table" window with columns for time t , position x , and position y .

At the top right, the software version and memory usage are displayed: "Now available: version 4.84 memory in use: 15MB of 123MB".

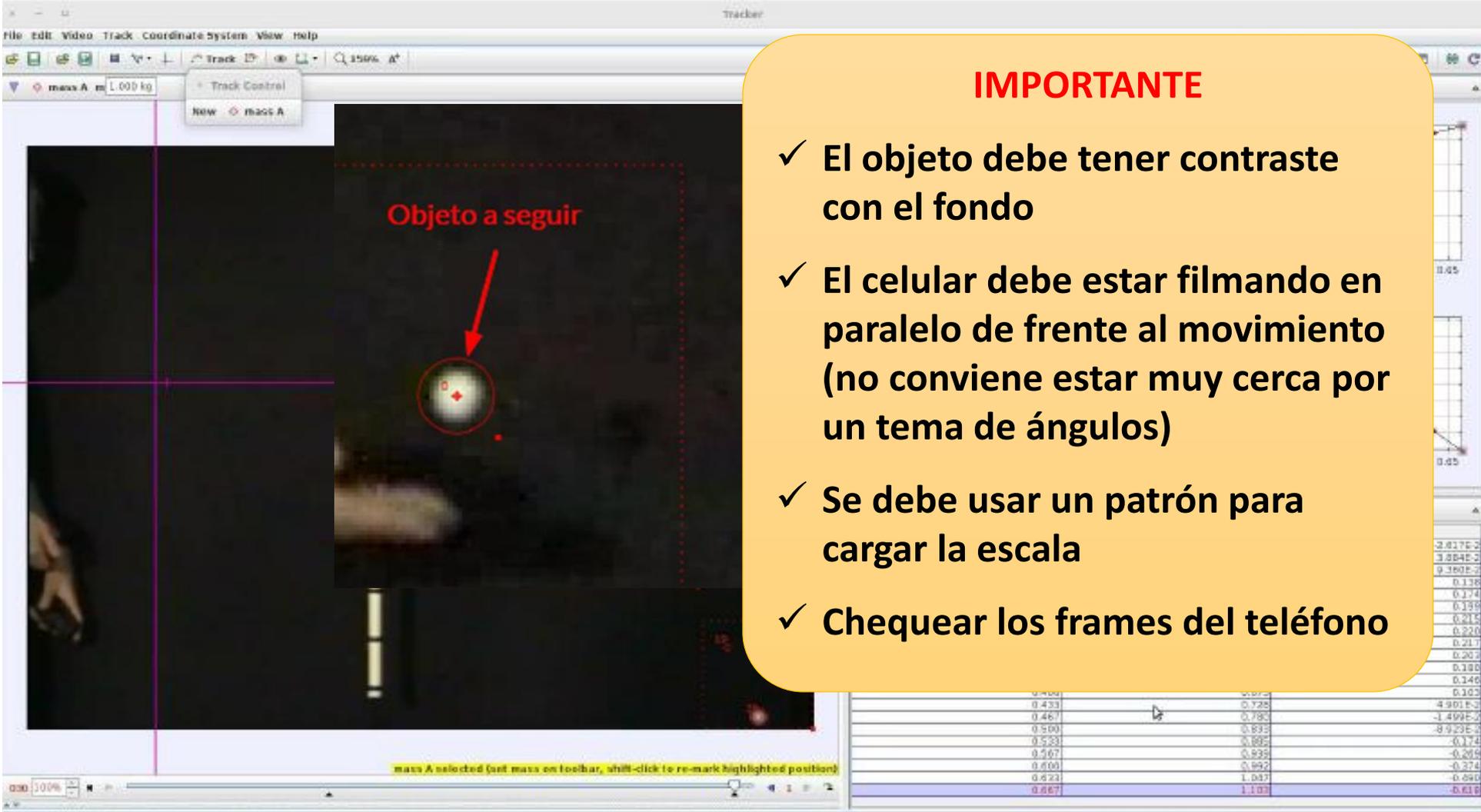
NUEVO Programa de adquisición de Datos: Tracker

Permite seguir la posición de un objeto en una filmación



NUEVO Programa de adquisición de Datos: Tracker

Permite seguir la posición de un objeto en una filmación



The screenshot shows the Tracker software interface. The main window displays a video frame with a tracked object (a small white circle with a red cross) and a red arrow pointing to it, labeled "Objeto a seguir". The interface includes a menu bar (File, Edit, Video, Track, Coordinate System, View, Help), a toolbar, and a "Track Control" panel. A data table is visible at the bottom right, showing numerical values for position and time.

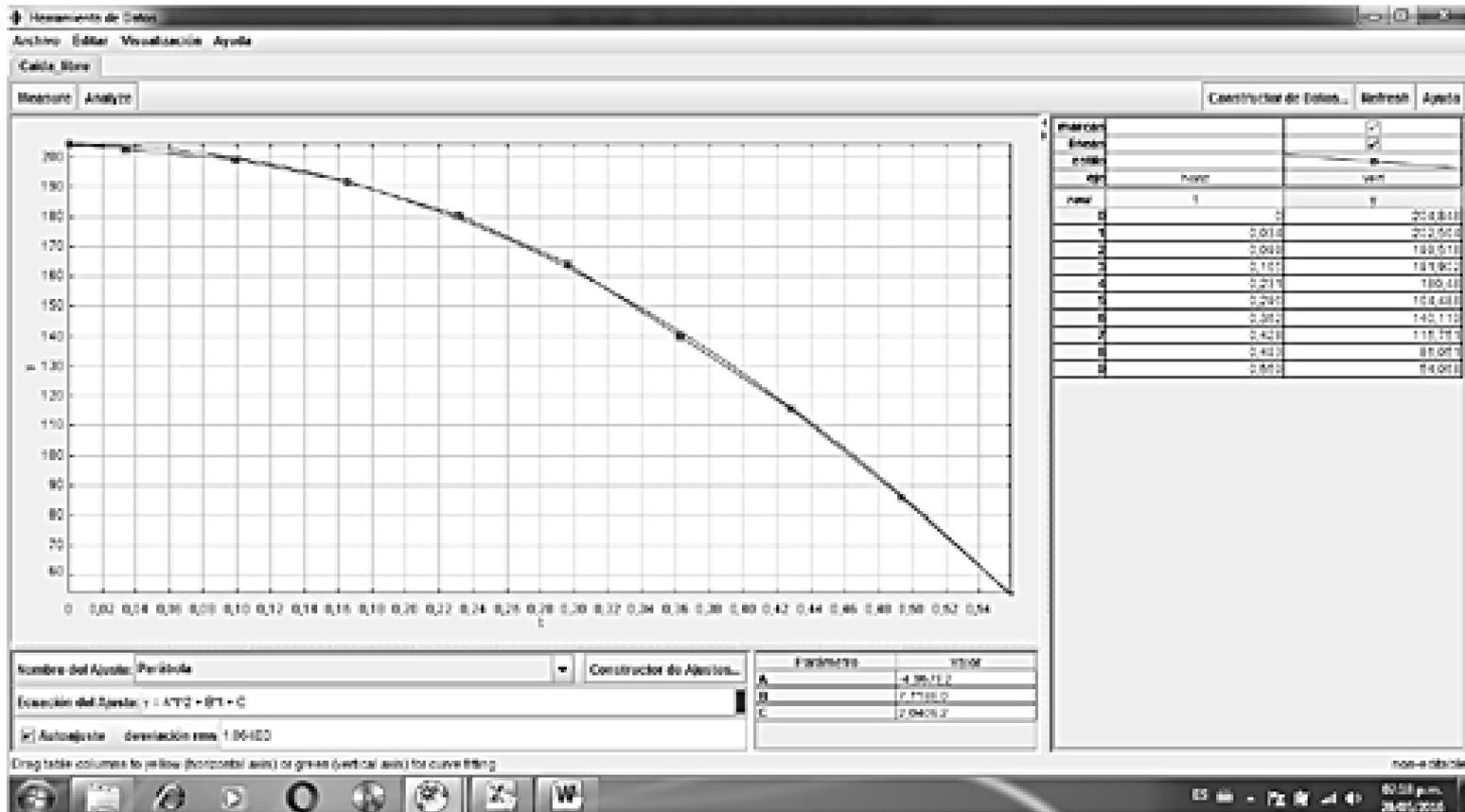
Time	x	y	x'	y'
0.433	0.728	-4.901E-3		
0.467	0.782	-1.499E-3		
0.500	0.833	-8.923E-3		
0.533	0.882	-0.174		
0.567	0.933	-0.205		
0.600	0.982	-0.274		
0.633	1.037	-0.386		
0.667	1.103	-0.618		

IMPORTANTE

- ✓ El objeto debe tener contraste con el fondo
- ✓ El celular debe estar filmando en paralelo de frente al movimiento (no conviene estar muy cerca por un tema de ángulos)
- ✓ Se debe usar un patrón para cargar la escala
- ✓ Chequear los frames del teléfono

NUEVO Programa de adquisición de Datos: Tracker

$$y(t) = y_0 + v_0(t - t_0) - \frac{1}{2}g(t - t_0)^2$$



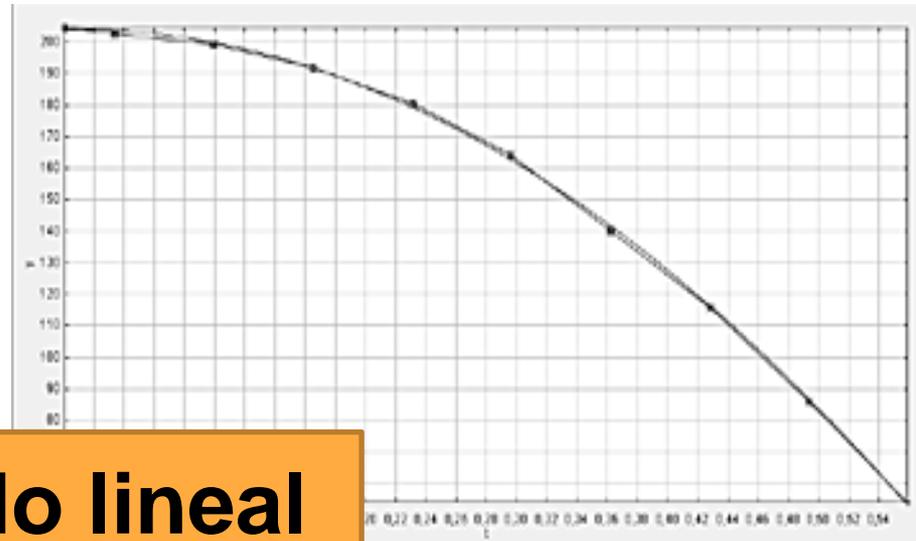
Pensemos sobre el análisis de los datos

$$y(t) = y_0 + v_0(t - t_0) - \frac{1}{2}g(t - t_0)^2$$

Podemos empezar en $t_0 = 0$ si le resto a todos los datos t_0

$$y(t) = y_0 + v_0t - \frac{1}{2}gt^2$$

¡No podemos Asumir $v_0 = 0$!



Modelo No lineal

No será necesario evaluar los ε_r ! Graficarán $y(t)$

Pensemos sobre el análisis de los datos

Modelo No lineal

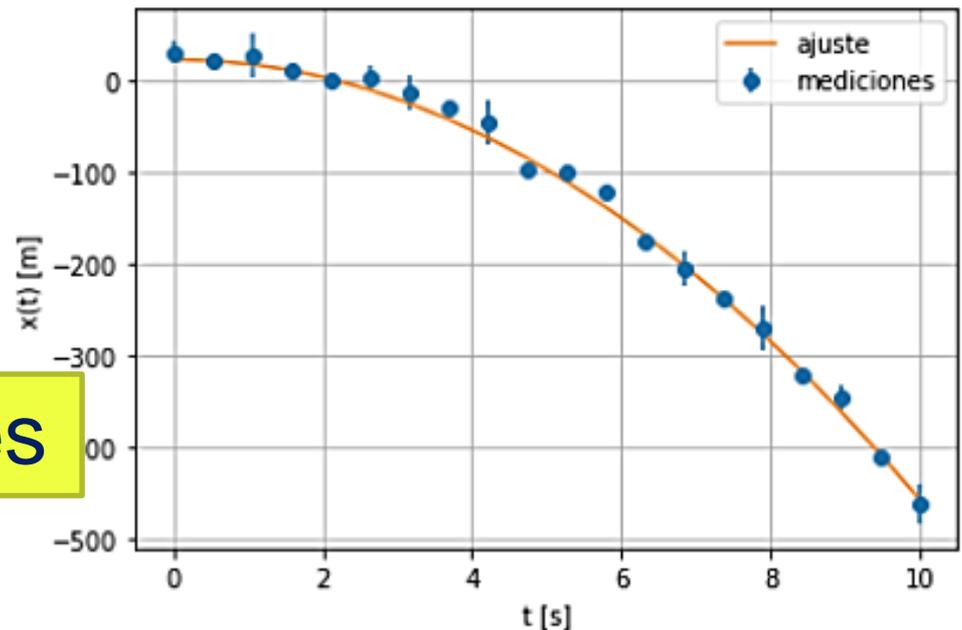
$$y(t) = y_0 + v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$$



$$y(t) = C + Bt - At^2$$

Condiciones iniciales

¿Incertezas de y y de t ?



No será necesario evaluar los ε_r ! Graficarán $y(t)$

Determinar el valor de la aceleración de la gravedad g , a partir de un experimento de caída libre “a la Galileo”

Actividad

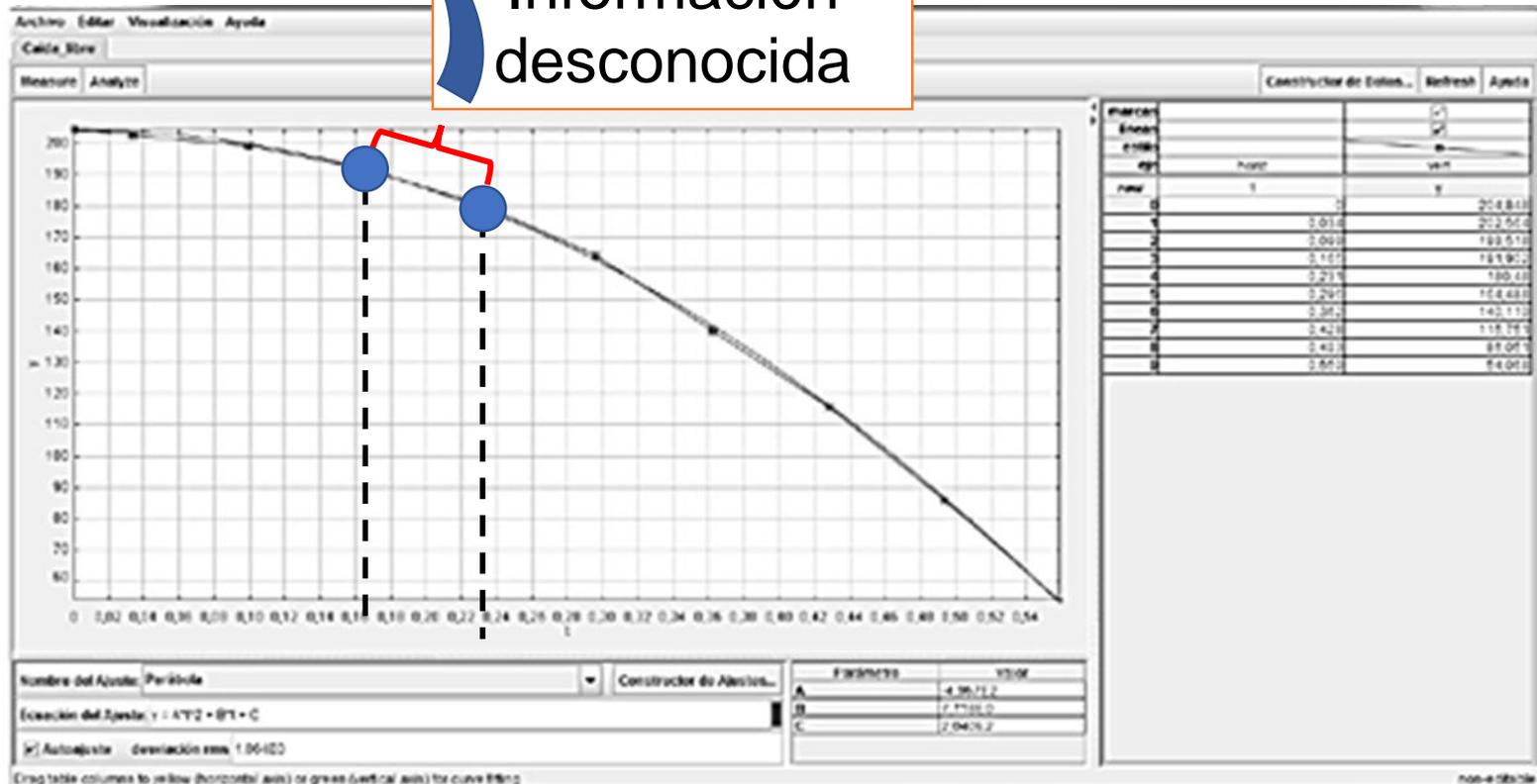
- ✓ 1 esfera metálica 
- ✓ 1 esfera hecha con papel de diámetro aproximado al de la esfera metálica
- ✓ Tomen **2 mediciones de la caída libre de cada esfera**. Usen la misma distancia inicial y_0 . *¿Depende g de y_0 ?*
- ✓ Grafiquen $y(t)$ de cada caso con las incertezas en y Δy y Δt ? Apliquen un **modelo NO LINEAL del método de cuadrados mínimos**. Grafiquen los **RESIDUOS** en cada caso (No olviden colocar las incertezas). Obtengan χ^2_ν .
- ✓ **Obtengan el valor de g** a partir de los modelos en cada caso. **Grafiquen los resultados de g** junto con el valor de g de literatura

Cómo pensar las incertezas absolutas Δy y Δt

Δt

Es el Menor paso en la escala que puede ser observado

Información desconocida



Cómo pensar las incertezas absolutas Δy y Δt

Δt

¿Cómo se calcula Δt ?

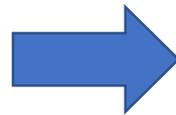
El programa toma datos de tiempo según la cámara!!

Toma datos de t según los FOTOGRAMAS POR SEGUNDO (Fps)

¿Qué significa en una medición Fps?

✓ Los datos que adquirirá de t en 1 s de medición:

$$Fps = \frac{\text{datos}}{1 s}$$



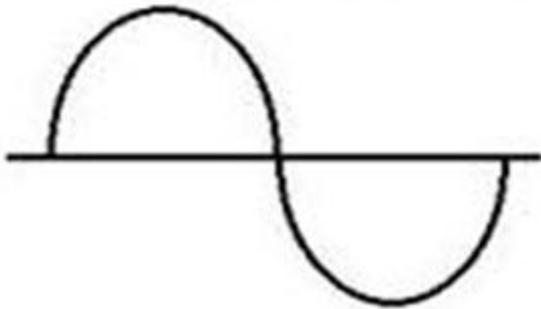
$$\Delta t = \frac{1}{Fps}$$

Unidades de Fps : $1/s$

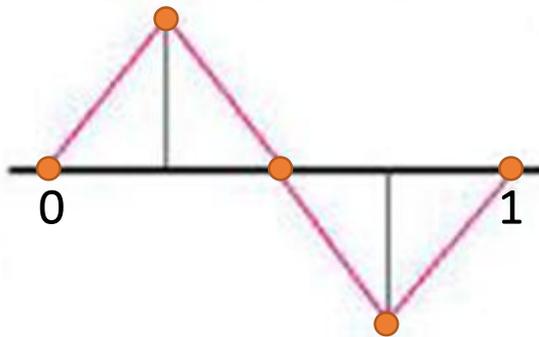
Frecuencia de Adquisición de Datos o Frecuencia de Muestreo

Es el número de muestras (datos) por unidad de tiempo

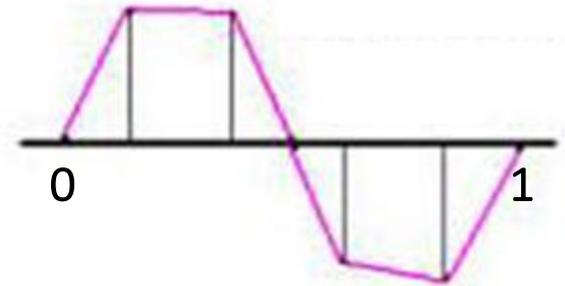
Función Teórica



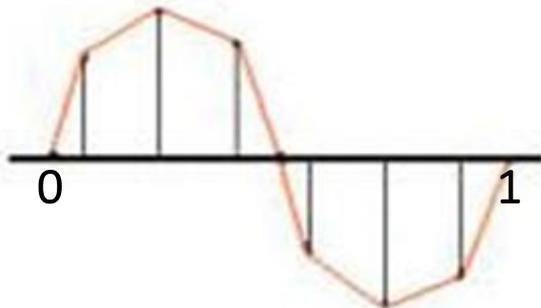
A $F = 4 \text{ Hz}$



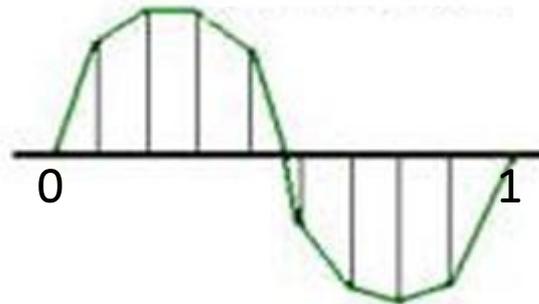
B $F = 6 \text{ Hz}$



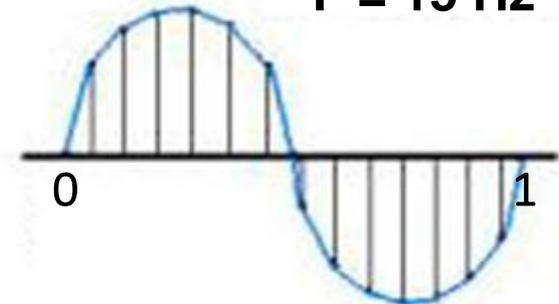
C



D



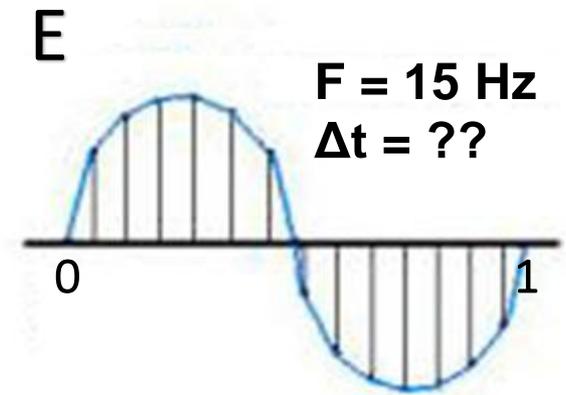
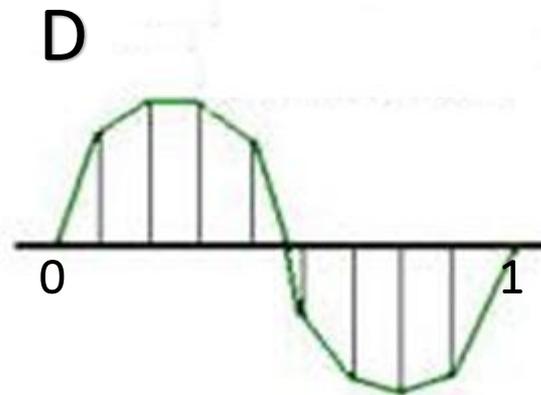
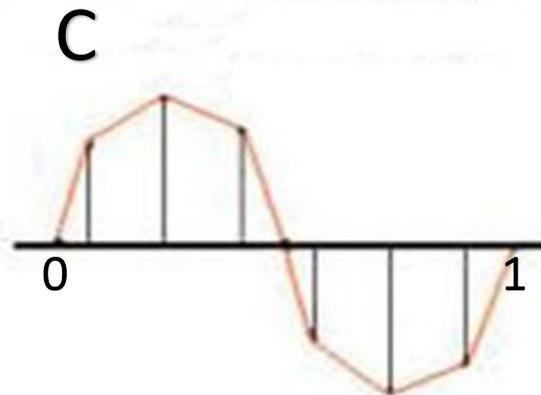
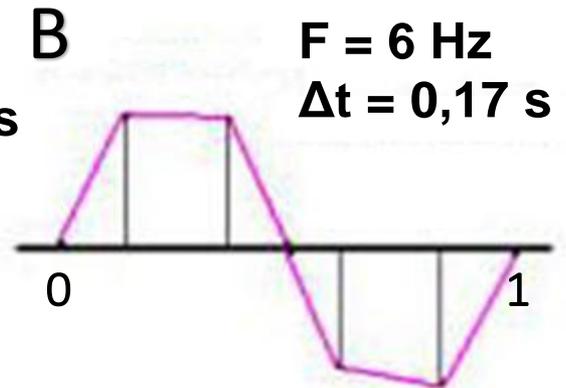
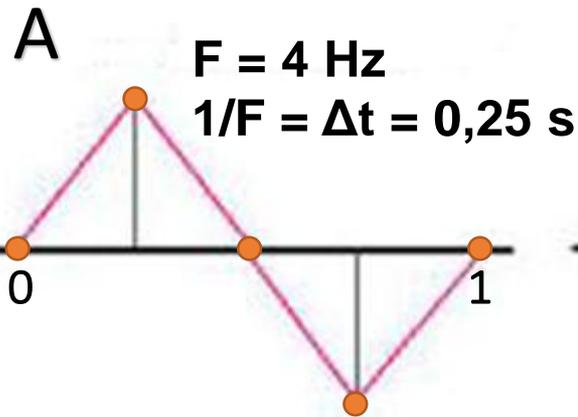
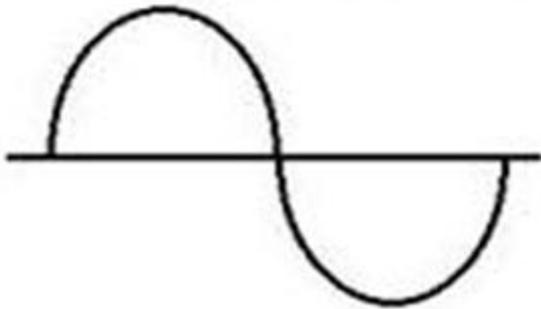
E



Resolución Temporal

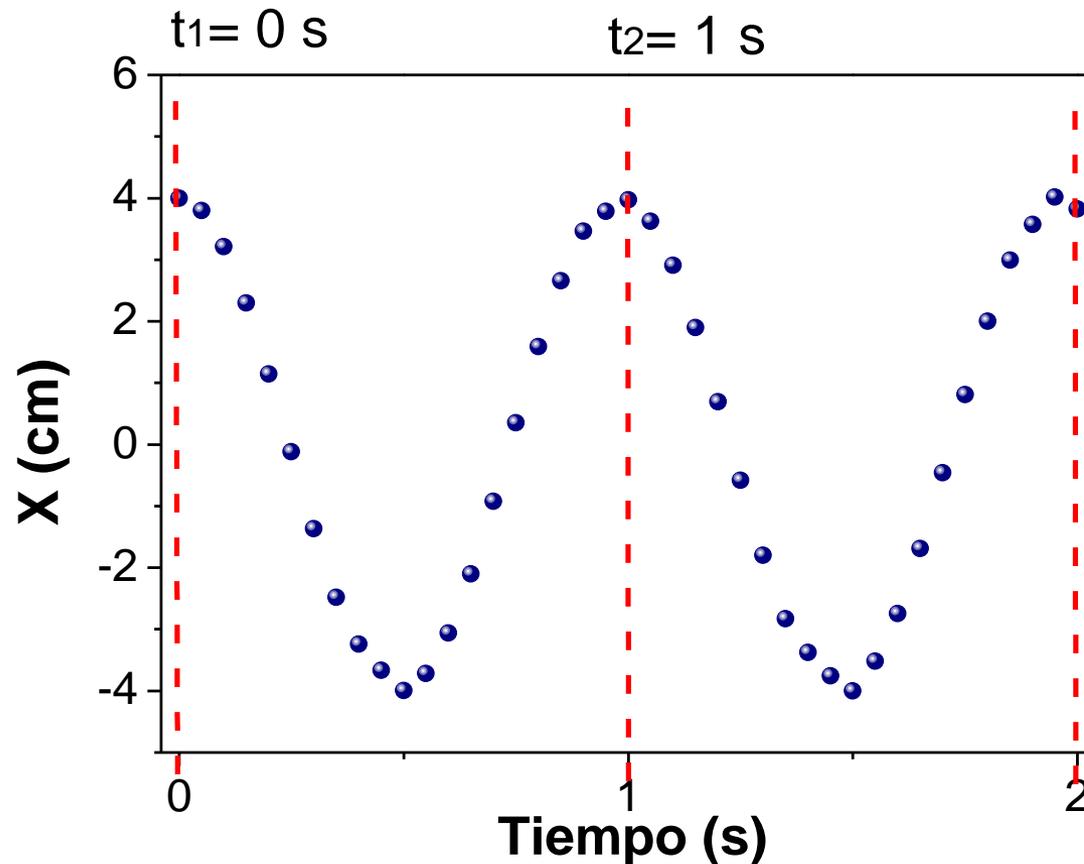
Es la resolución en los datos de tiempo, y representa el menor paso en la escala del instrumento que puede ser observado ($1/F$)

Función Teórica



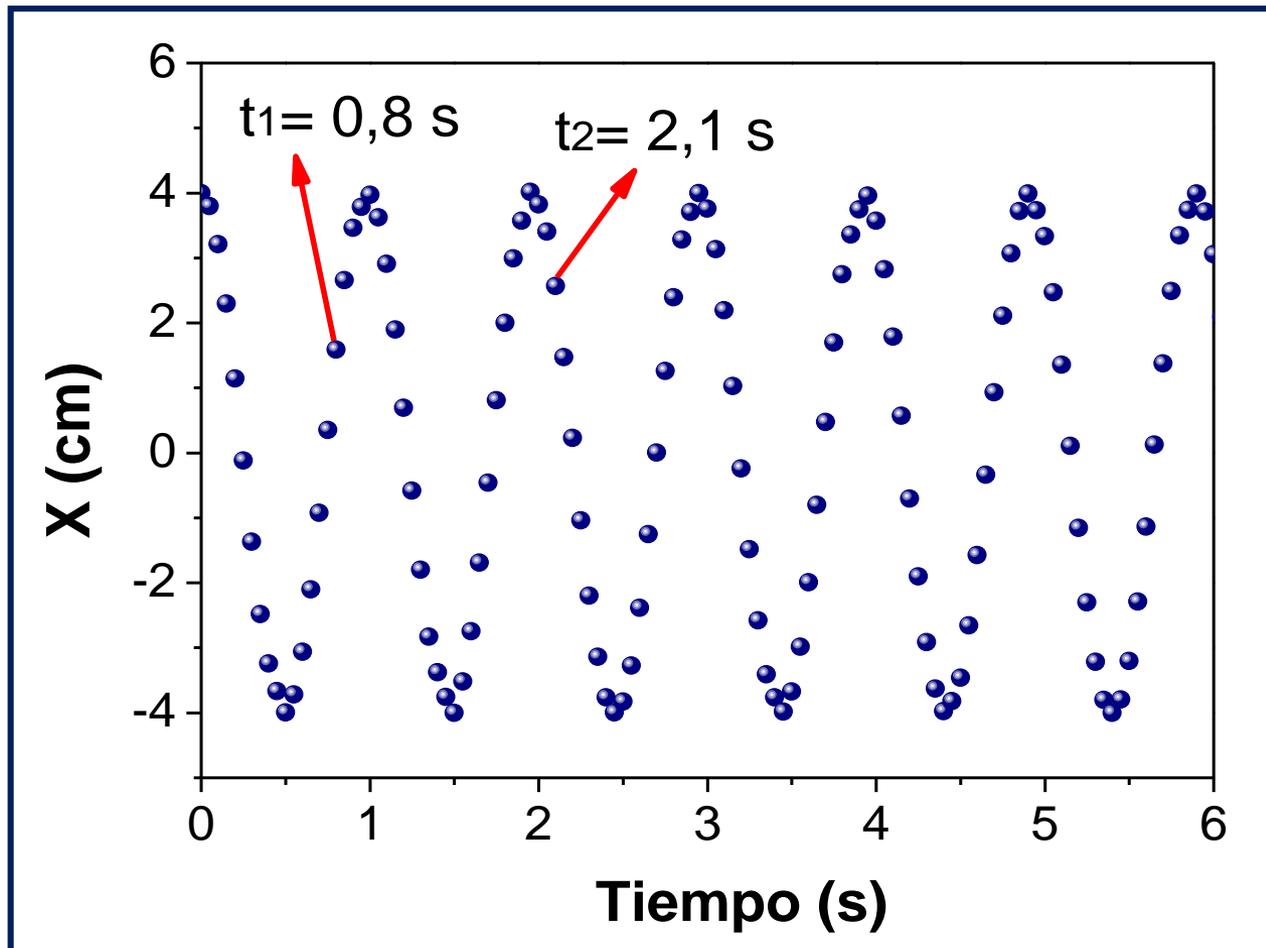
Frecuencia de Muestreo y Resolución temporal

¿Con qué frecuencia de muestreo se midió este experimento?
¿Cuál es la incerteza de cada dato?



Pregunta de Parcial!

¿Con qué frecuencia de muestreo se utilizó en este experimento?
¿Cuál es la incerteza de cada dato?



Cómo pensar las incertezas absolutas Δy y Δt

Δy

¿Cómo se calcula Δy ?

El programa toma datos de posición del objeto según pueda captarlo en el tiempo.

La imagen del objeto de deforma en el tiempo!!

Posibles fuentes de incerteza de la posición

Resolución del video: píxeles



Si el objeto es de menor tamaño que el pixel

Resolución del patrón de calibración



Si el objeto es de menor tamaño

Deformación del objeto



Criterio: tomar el radio del objeto

Δy será la mayor de ellas

ENTREGA DE LA ACTIVIDAD 4: MARTES 20/5 HASTA LAS 12 HORAS

- Título y Autores
- Resumen del trabajo como si fuera el de un informe
- 4 figuras de $y(t)$, 1 por cada objeto, **con el modelo no lineal del método de cuadrados mínimos aplicado** y el gráfico de **Residuos debajo** (*sólo para los residuos: usen puntos unidos con línea para visualizar mejor si tiene o no estructura. No olviden las incertezas de los residuos*).
- Resultado de χ^2_v y discusión sobre calidad de los modelos en cada caso
- Posible efecto de la fuerza de rozamiento si la hubiera.
- 1 Tabla con los resultados de y_0 y v_0 de cada modelo (NO olvidar Incertezas y Unidades!!!). Discusión: **¿Resultó $v_0 = 0$?** *¿Partieron las esferas de la misma altura y_0 ?*
- 1 Figura **con los 4 resultados de g** junto con el valor de g tabulado. *Discusión comparativa.*