



Universidad de Buenos Aires - Exactas  
**departamento de física**

# Laboratorio 1

**1er Cuatrimestre 2024**

**Cinemática - Caída Libre**  
**Modelo NO lineal del Método**  
**de Cuadrados Mínimos**

**Lucía Famá, Federico Trupp,**  
**Camila Borrazás, Lucía Novacovsky**

# Objetivo de la clase de hoy

Determinar la **aceleración de la gravedad** a partir de experimentos de **caída libre**

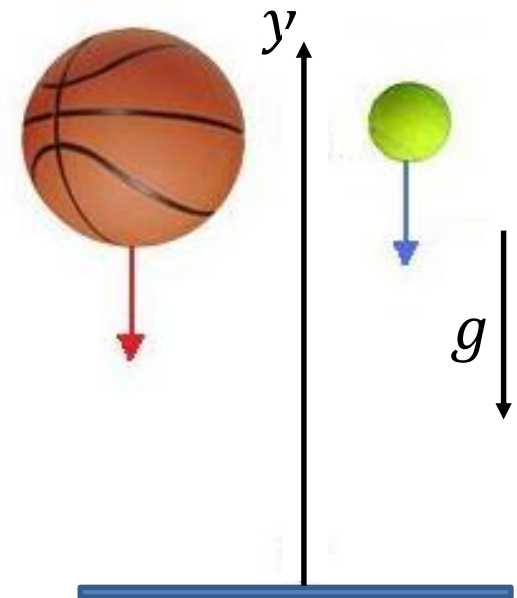
Evaluar el **efecto de la fuerza de rozamiento generada por el aire** en la caída libre de diferentes objetos

Poner a punto el uso **nuevo instrumental para la adquisición de datos**

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

## ¿Cómo puedo idear una estrategia?

- 1- Física básica: **BUSCO Leyes Físicas** que contengan  $g$  y se adapten al experimento
- 2- Equipamiento/Instrumental: **BUSCO** qué **Ley Física** podría reproducir en el **Laboratorio**
- 3- Método: **BUSCO** el **método** para llevar a cabo el **experimento**



## ¿Cómo puedo idear una estrategia?

1- Física básica: **BUSCO Leyes Físicas** que contengan  $g$  y se adapten al experimento

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

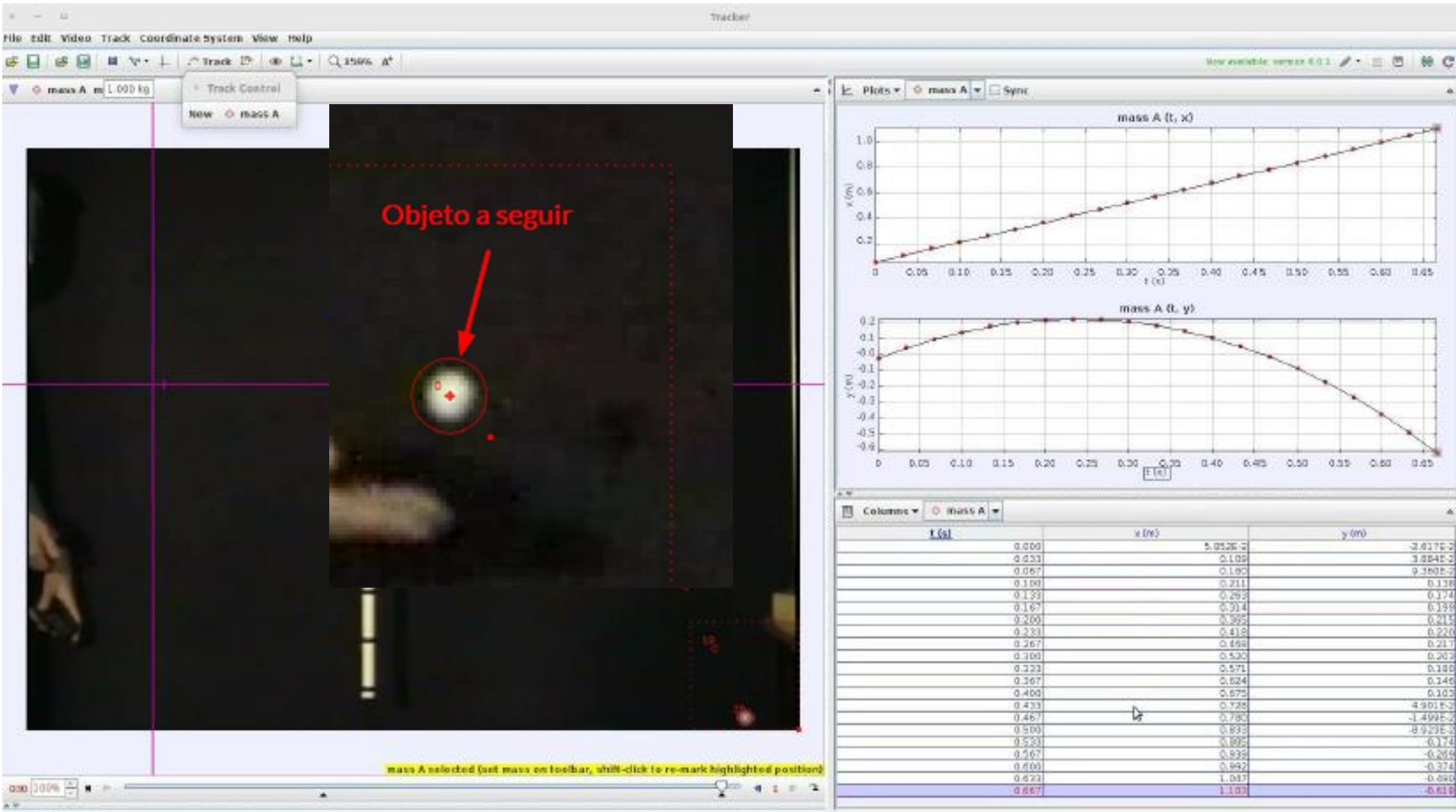
2- Equipamiento/Instrumental: **BUSCO** qué Ley Física podría reproducir en el Laboratorio

NUEVO Programa de adquisición  
de Datos: Tracker

3- Método: **BUSCO** el método para llevar a cabo el experimento

# 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 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 cart, and its position is tracked. The coordinates are shown as  $x=0.17$  and  $y=0.05$ . The mass of the object is set to 1.000. The plot window shows a graph of position  $x$  versus time  $t$  for mass A, with the title "mass A (t, x)". The table window shows a table with columns for time  $t$ , position  $x$ , and position  $y$ .

Tracker

File Edit Video Tracks Coordinate System Views Help

Now available: version 4.84 memory in use: 15MB of 123MB

Track Co...  
mass A

mass A m 1.000

Plot mass A  
mass A (t, x)

t	x	y
---	---	---

Table mass A

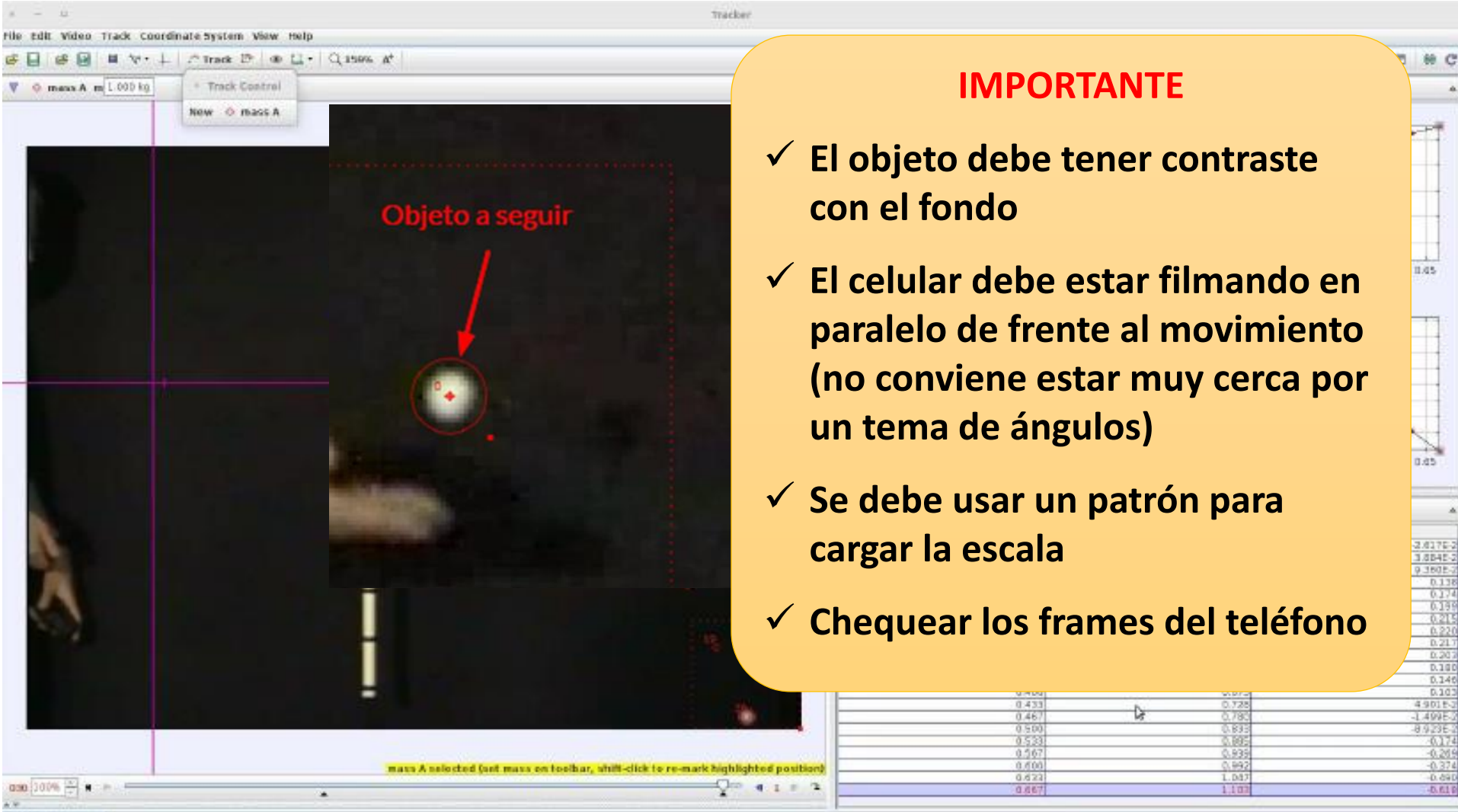
x=0.17 y=0.05

025 100

bouncing\_cart.mov

# 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 the tracked object's position and velocity.

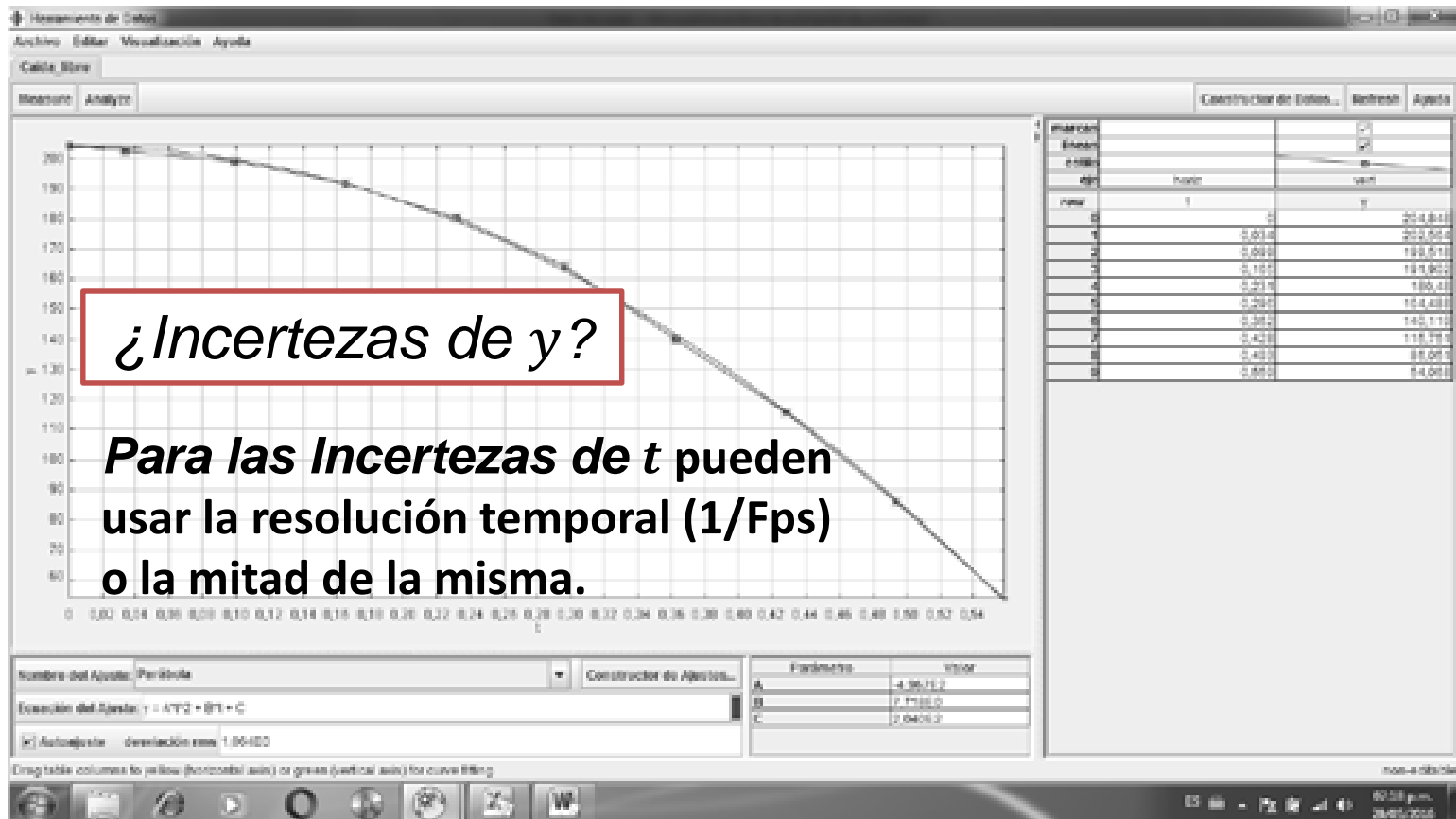
Time	x	y	vx	vy
0.433	0.728	-4.901E-3	0.467	-1.499E-3
0.500	0.833	-8.923E-3	0.523	-0.174
0.567	0.899	-0.209	0.600	-0.374
0.634	0.982	-0.686	0.624	-1.037
0.667	1.037	-0.618		

**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

## *Modelado del movimiento*

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

*t<sub>0</sub> = 0 ¿Pero es v<sub>0</sub> = 0?*

**No podemos Asumir:  
v<sub>0</sub> = 0**

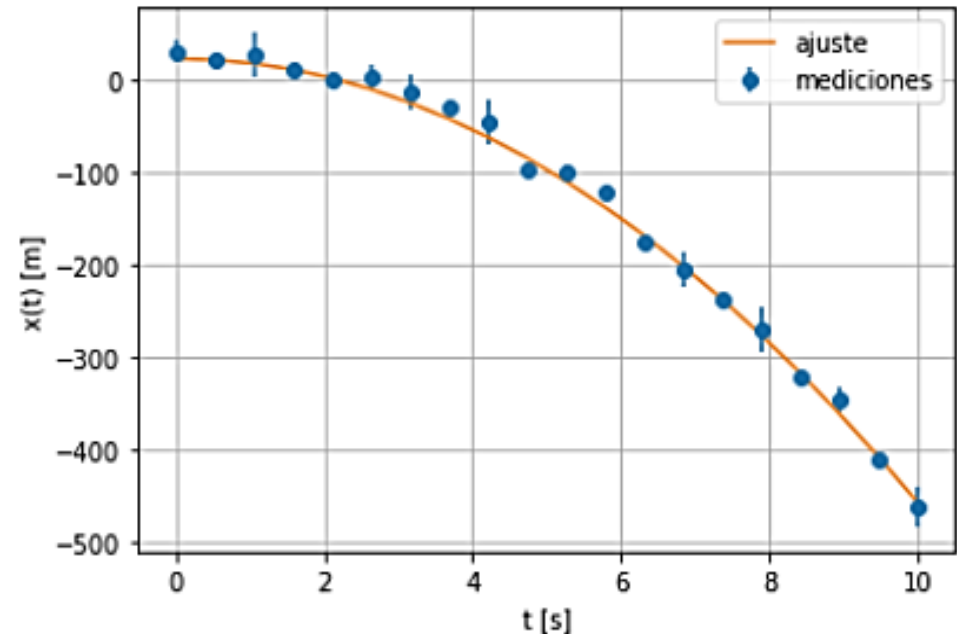
## Modelo No lineal

### **Polinomio de grado 2**

¿Cuántos parámetros tiene?


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

¿Qué son los parámetros  
C, B y A?



**IMPORTANTE: Condiciones iniciales**

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

- ✓ 1 esfera metálica de dos tamaños diferentes 
- ✓ 1 esfera hecha con papel tratando de conservar el diámetro similar a la esfera de mayor diámetro.
- ✓ Tomen **2 mediciones de la caída libre de cada objeto (duplicado)**.
- ✓ Realicen **una Figura por cada objeto** que contenga las 2 curvas de  $y(t)$  de cada esfera y de la regla de la clase pasada *¿Qué incertezas le colocaría a los datos de posición y de tiempo? ¿Podría decir que los experimentos son repetitivos? ¿Con qué objeto observó las mayores diferencias en el duplicado? ¿Por qué cree que ocurrió eso?*

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

- ✓ Realicen **1 Figura con 1 curva  $y(t)$  de cada objeto (las 2 esferas y la regla)** superpuestas, con los **modelos no lineales del método de cuadrados mínimos** en cada caso y el gráfico de los **residuos** (use punto con línea en los residuos para visualizar mejor la estructura posible). Discutan la calidad de los modelos.
- ✓ **Obtengan el valor de  $g$**  a partir de los modelos. Realicen un **grafico con los resultados de  $g$**  y discutan: *¿Presentan diferencias significativas los resultados de  $g$ ? ¿Con qué objeto se obtuvo el resultado más preciso? ¿Con cuál el más exacto? ¿Por qué creen que ocurrió eso?*

## ENTREGA DE LA ACTIVIDAD 4: CAMPUS HASTA MIÉRCOLES 14/05, 12 HORAS

- Título, Autores, Resumen del trabajo como si fuera un informe
- Las figuras **por cada objeto (también la de la regla de la Clase anterior)** que contenga las **2 curvas de  $y(t)$**  con las incertezas de  $Y$  y de  $t$  (serán 4 figuras con 2 curvas cada una). *Discusión ¿Es el experimento repetitivo? ¿Con qué objeto observó las mayores diferencias? ¿Por qué?*
- Una Figura con **1 curva  $y(t)$  de cada objeto** superpuestas **con el modelo no lineal** (serán 4 curvas en una única figura) y el gráfico de los **residuos** (use punto con línea en los residuos para visualizar mejor la estructura posible y no olviden ponerle incerteza a los residuos). *Discusión de la calidad de los modelos.*
- **Figura con los resultados de  $g$**  junto con el tabulado (tendrán 4 resultados + el tabulado). *Discusión comparativa.*