



Universidad de Buenos Aires - Exactas
departamento de física

Laboratorio 1

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

Lucía Famá, Mónica Agüero,
Marcos Wappner, Franco Eskinazi,
Román Schiaffino

Objetivo de la clase de hoy

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

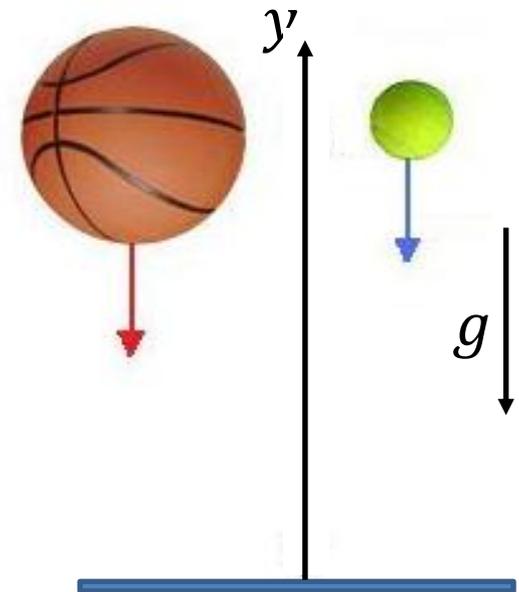
Evaluar el **efecto de la fuerza de rozamiento generada por el aire** en la caída libre de diferentes objetos

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

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

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

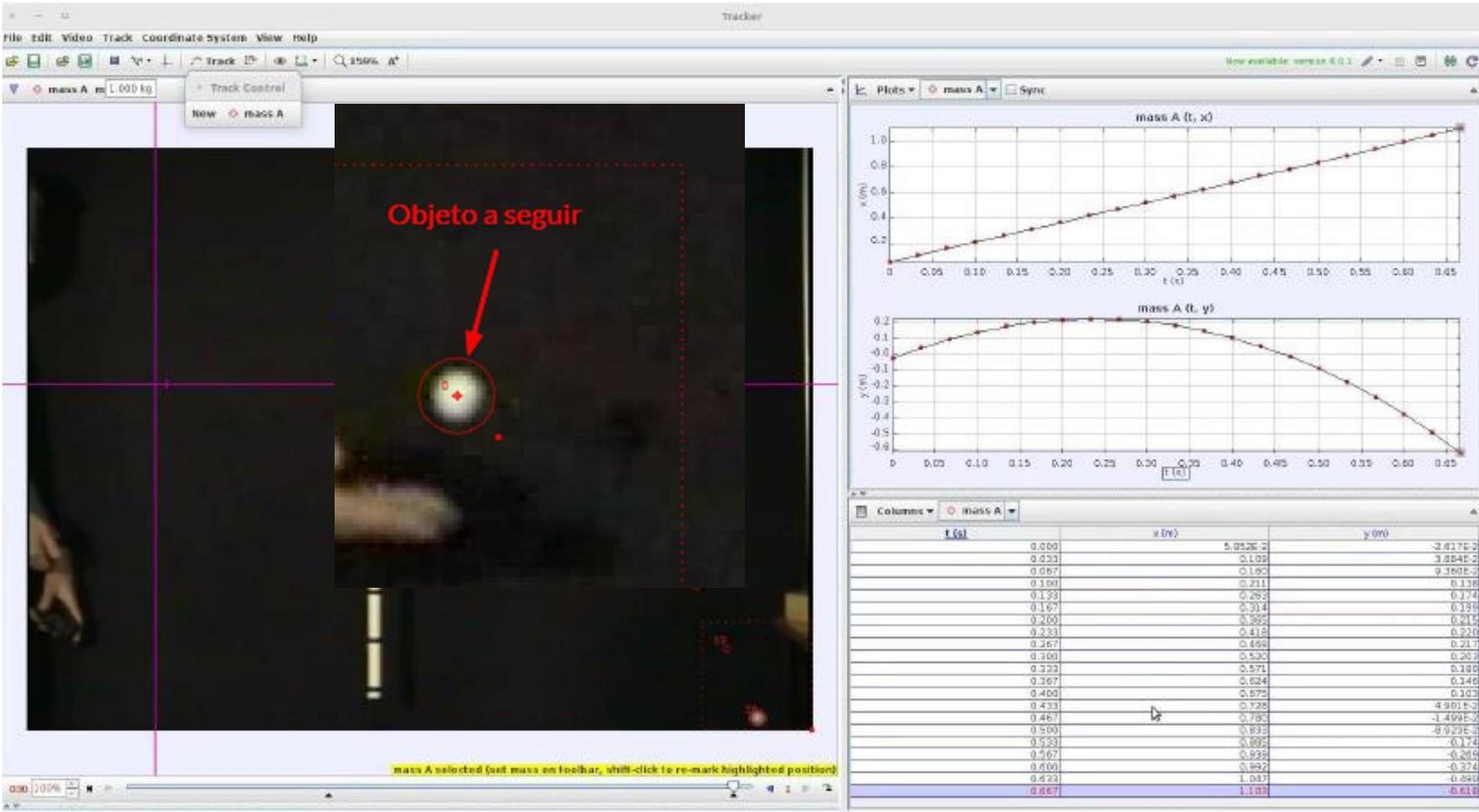
2- Equipamiento/Instrumental: **BUSCO** qué Ley Física podría reproducir en el **Labo en base al instrumental con el que cuento**

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 a yellow box at the bottom left indicates its position: $x=0.17$ $y=0.05$. 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".

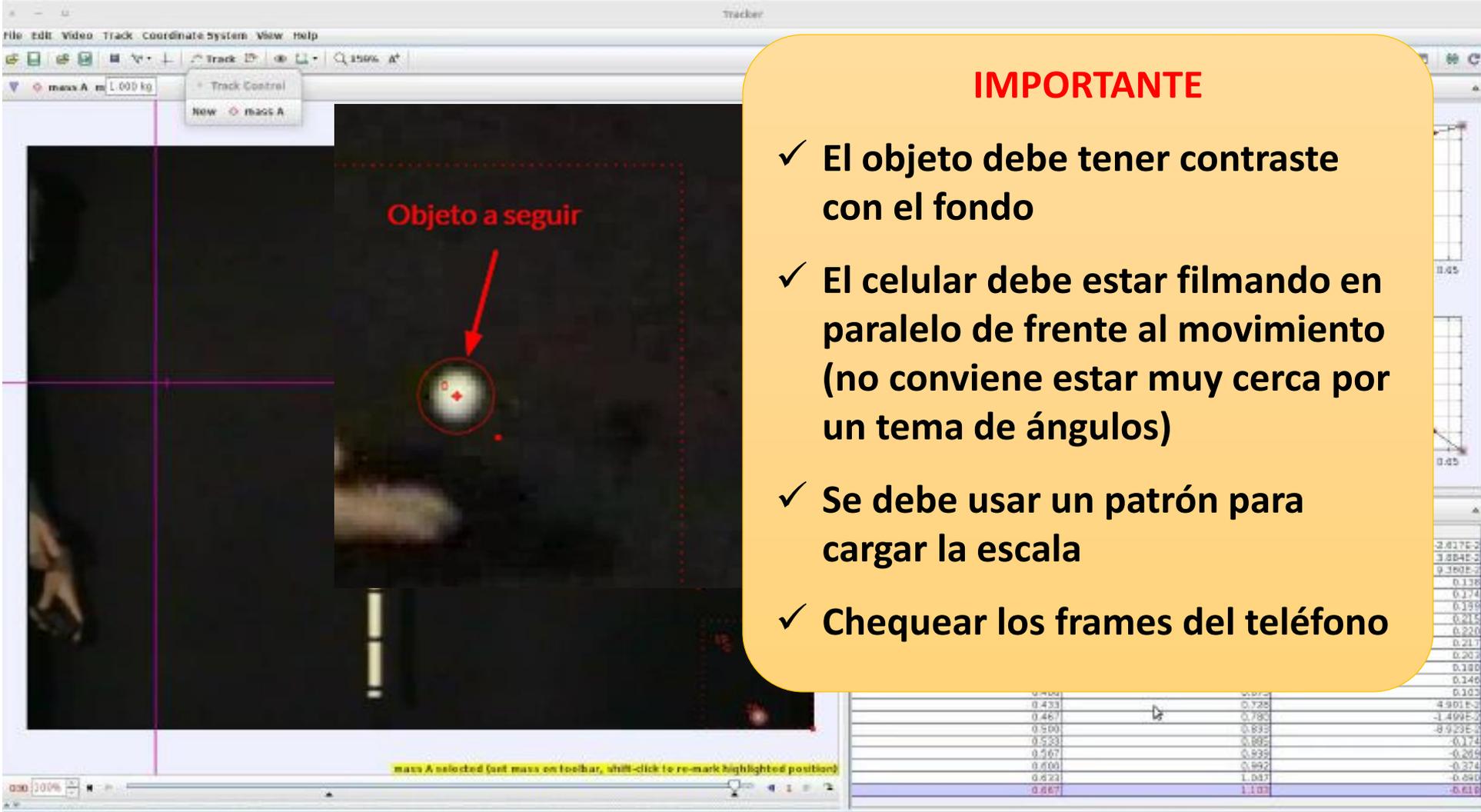
On the right side, there are two panels:

- Plot:** A graph titled "mass A (t, x)" with a grid. The x-axis is labeled "t" and ranges from -10 to 10. The y-axis is labeled "x" and ranges from -10 to 10.
- Table:** A table with columns labeled "t", "x", and "y".

At the top right of the interface, it says "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



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	v _x	v _y	a _x	a _y
0.000	0.433	0.728	0.000	0.000	0.000	0.000
0.040	0.467	0.782	0.833	-1.499E-3	0.000	0.000
0.080	0.500	0.833	0.833	-8.923E-3	0.000	0.000
0.120	0.528	0.882	0.833	-0.174	0.000	0.000
0.160	0.567	0.933	0.833	-0.209	0.000	0.000
0.200	0.600	0.982	0.833	-0.274	0.000	0.000
0.240	0.624	1.037	0.833	-0.346	0.000	0.000
0.280	0.667	1.103	0.833	-0.618	0.000	0.000

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

Pensemos sobre el análisis de los datos

Modelado del movimiento

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

t₀ = 0 ¿Pero es v₀ = 0?

**No podemos Asumir:
v₀ = 0**

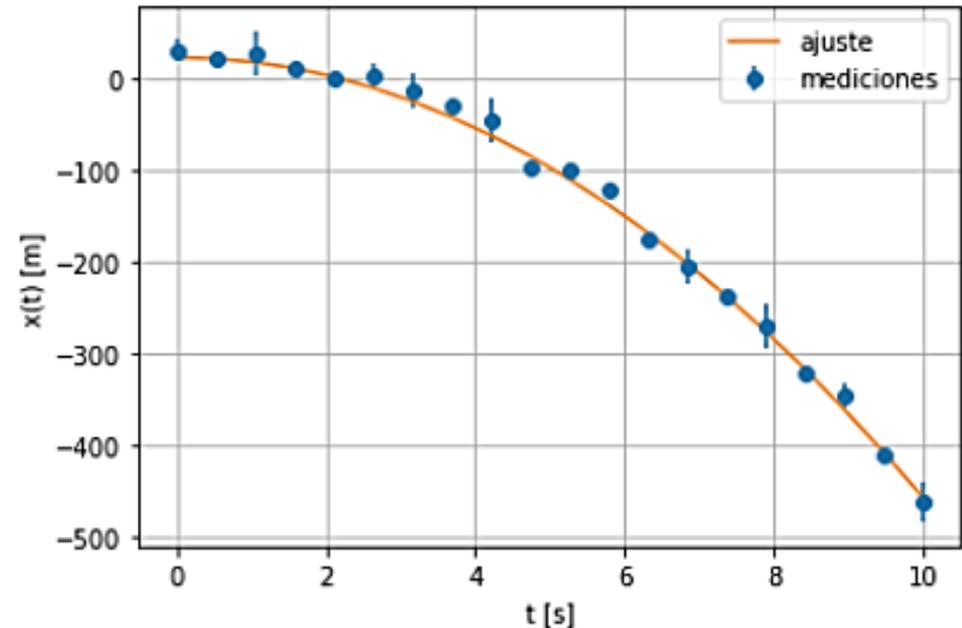
Modelo No lineal

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
- ✓ 1 esfera hecha con papel tratando de conservar el diámetro similar a la esfera.
- ✓ Tomen **2 mediciones de la caída libre de cada objeto (duplicado)**. Para que sea más fácil comparar, usen la misma condición inicial y_0 .
- ✓ Realicen **1 Figura por cada objeto** que contenga las 2 curvas de $y(t)$ de cada esfera *¿Qué incertezas le colocaría a cada dato 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** superpuestas y aplique un **modelo no lineal del método de cuadrados mínimos** en cada caso. Obtengan el gráfico de los **residuos** (usen puntos unidos con línea en los residuos para visualizar mejor la posible estructura. No olviden colocar las incertezas en los residuos). Discutan la calidad de los modelos en cada caso.
- ✓ **Obtengan el valor de g** a partir de los modelos y realicen un **grafico con los resultados de g** . Traten de incorporar el dato de g de la literatura e el gráfico *¿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?*

ALGUNAS IDEAS A DISCUTIR ...

- ✓ **Incertezas de posición y de tiempo del Tracker**
- ✓ **¿Podría decir que los experimentos son repetitivos?**
- ✓ **¿Cómo evalúo el efecto de la Fuerza de rozamiento?**
- ✓ **¿Puedo determinar qué caso es más confiable y por qué?**

ENTREGA DE LA ACTIVIDAD 3: CAMPUS HASTA MARTES 8/10, 12 HORAS

- Título, Autores, Resumen del trabajo como si fuera un informe
- Las figuras de **cada objeto** que tenga las **2 curvas de $y(t)$** con las incertezas en ambos ejes (*serán 2 figuras con 2 curvas cada una*). SIN MODELOS. Discusión *¿Es el experimento repetitivo? ¿Con qué objeto observaron las mayores diferencias? ¿A qué cree que se debe?*
- 1 Figura con: **1 curva $y(t)$ de cada objeto** superpuestas **con el modelo no lineal aplicado a cada curva** (serán 2 curvas en una única figura con los modelos) 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). Los residuos de los 2 modelos en 1 sólo gráfico. *Discusión: calidad de los modelos y posible efecto de la fuerza de rozamiento.*
- *Expresión de los resultados del modelo: y_0 y v_0 (NO olvidar Incertezas y Unidades!!!). **Resultó $v_0 = 0$** ? Partieron ambos objetos de la misma altura y_0 ?*
- 1 Figura **con los resultados de g** junto con el tabulado (tendrán 2 resultados + el tabulado). *Discusión comparativa.*