CHICAGO FÍSICOS

MARÍA LUZ CABRAL

NAHUEL DIAZ

FRANCO TOMÁS CIPPITELLI

FRANCISCO LUIS FLAIBANI

BRENDA BELÉN MARTÍNEZ OCAMPO

YOHANA MOYANO

MATÍAS DAVID SCHWERDT

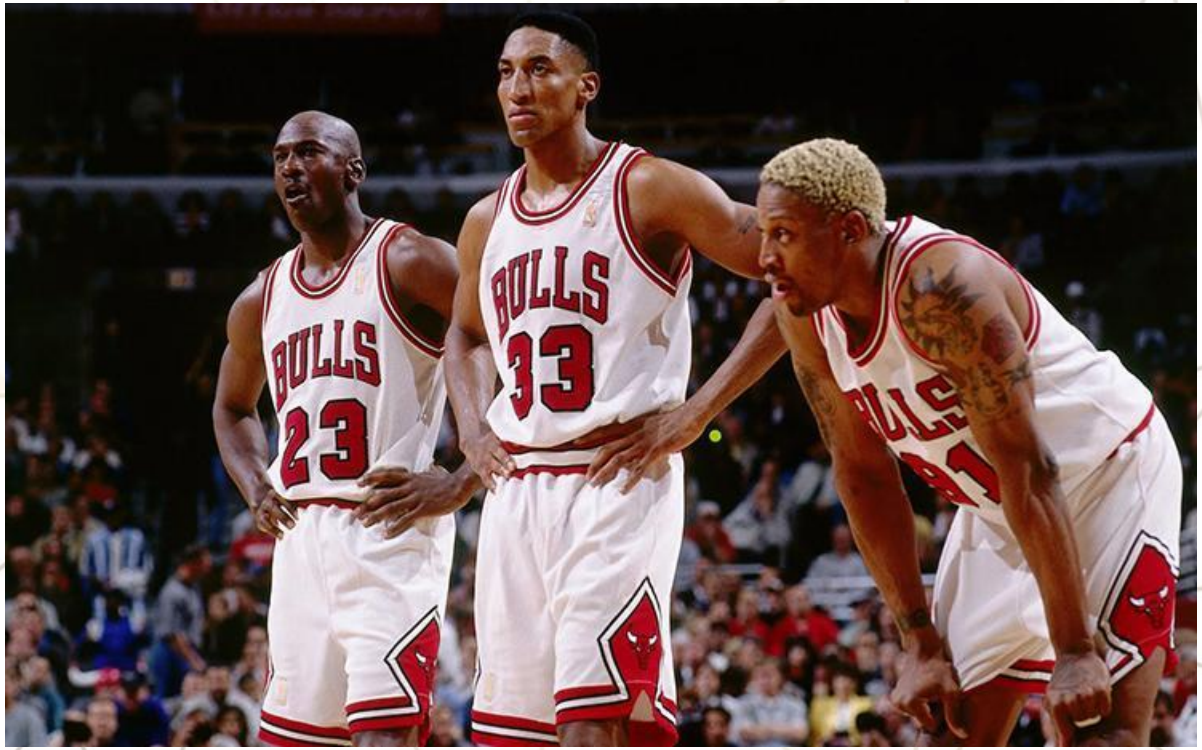
JEREMÍAS ELOY SEGURADO NEGRÍN

SANTIAGO VÁZQUEZ

DIEGO JOSÉ VILLARROEL

INTRODUCCIÓN

- Uno de los deportes más populares y practicados en el mundo.
- Profundamente arraigado en los **principios físicos.**



- **ANALIZAR Y DEMOSTRAR LA RELEVANCIA DE LA FÍSICA EN EL BÁSQUET.**
- **CONTENIDO MULTIMEDIA PARA DOCUMENTAR NUESTRAS INVESTIGACIONES.**
- **LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN “PYTHON” PARA REALIZAR CÁLCULOS.**
- **TEMAS ABARCADOS: CINEMÁTICA, DINÁMICA, ENERGÍA, CHOQUE, TEORÍA DE ERRORES.**

HERRAMIENTAS

PROGRAMACIÓN:

- Pandas.
- Numpy.
- OpenCV.
- StreamLit (Web).
- MatPlotLib.
- Scipy.

MEDICIONES Y EXPERIMENTOS:

- Pelota de básquet.
- Pelota de golf.
- Pelota de tenis.
- Cinta métrica.
- Balanza.
- Cartón 30x30 centímetros.
- Trípode.

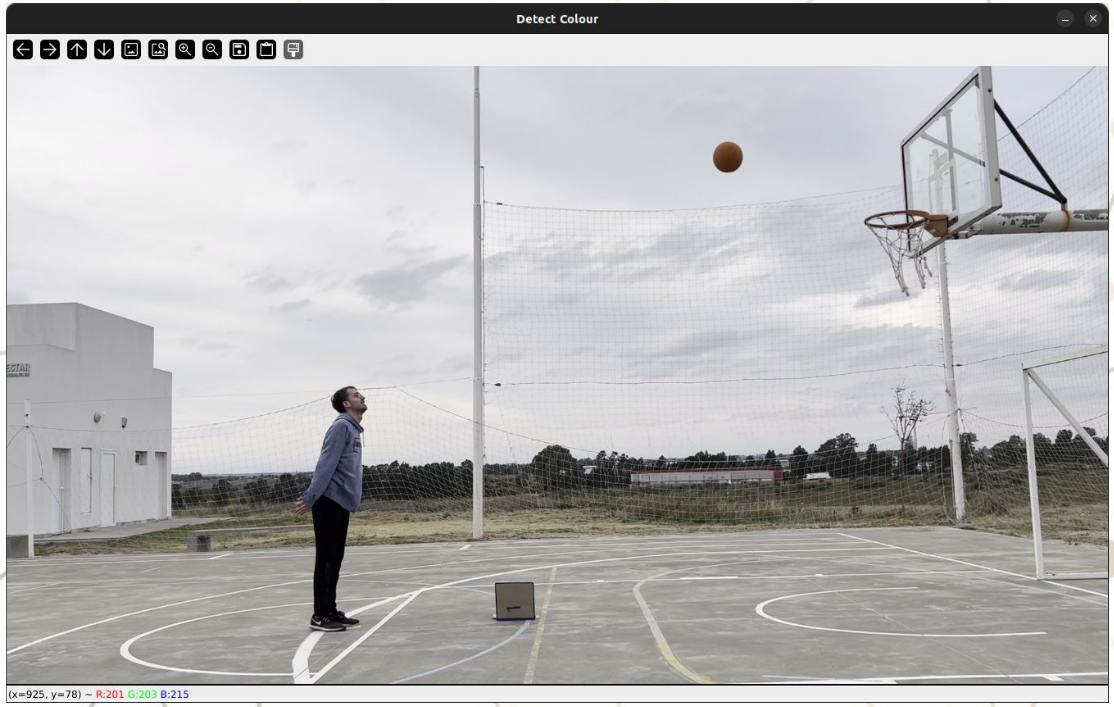
PÁGINA WEB

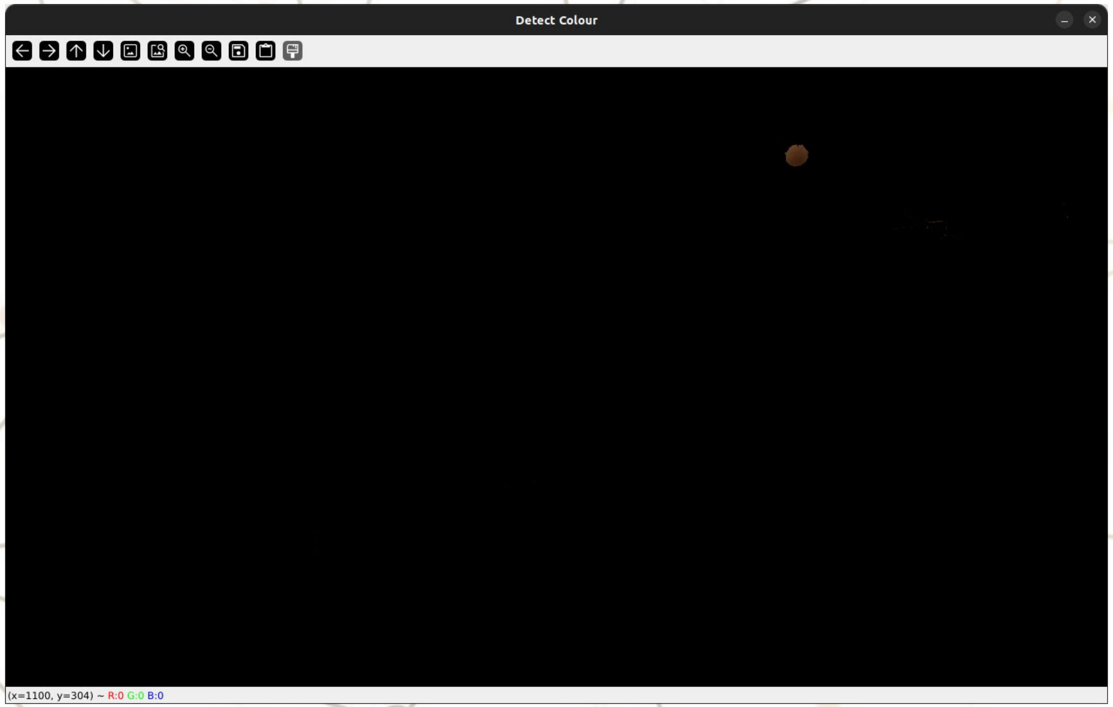
https://chicago-fisicos.xyz

FILTRADO HSV

- **FILTRAR CONTORNOS Y PODER TRACKEAR LA PELOTA.**
- **BUSCAR VALORES DE HMIN, HMAX, SMIN, SMAX, VMIN, VMAX.**

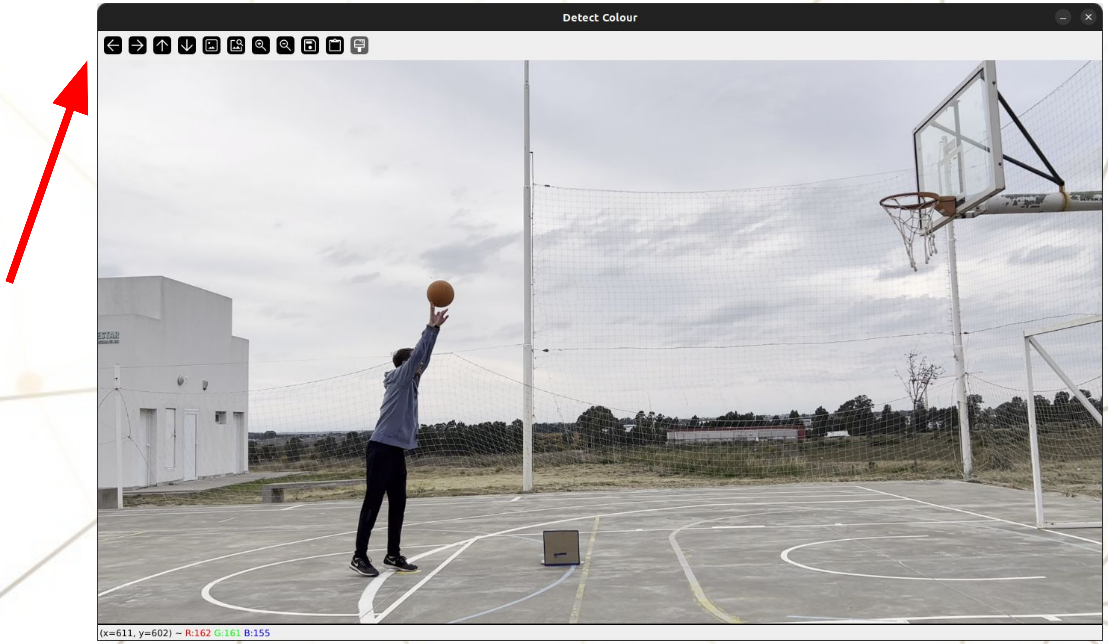
- Hue - Matiz.
- Saturation - Saturación.
- Value - Valor.

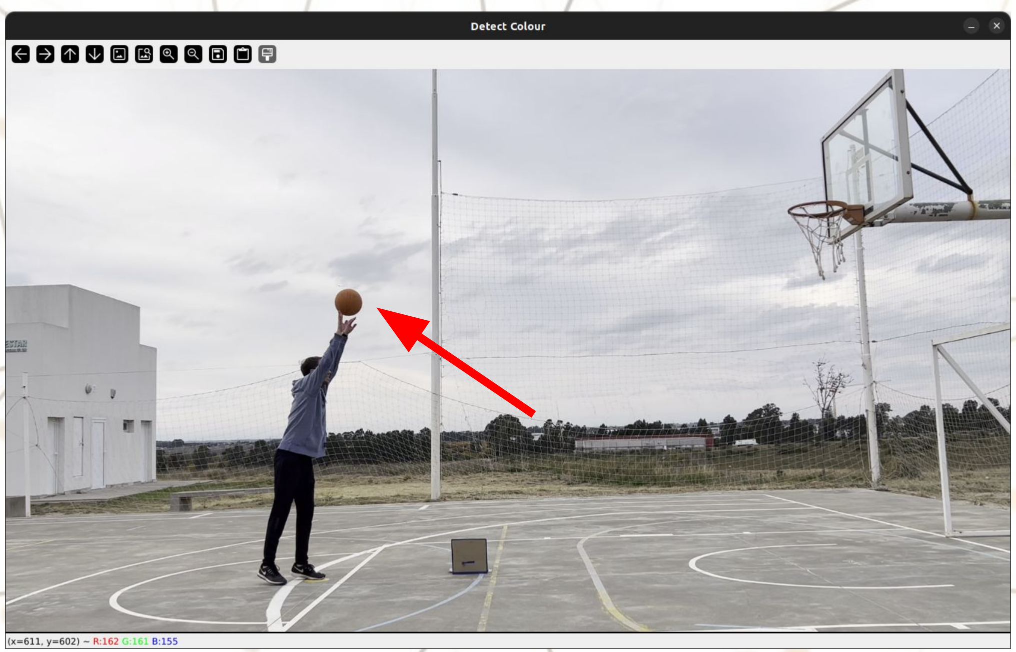




MAPEO DEL ORIGEN

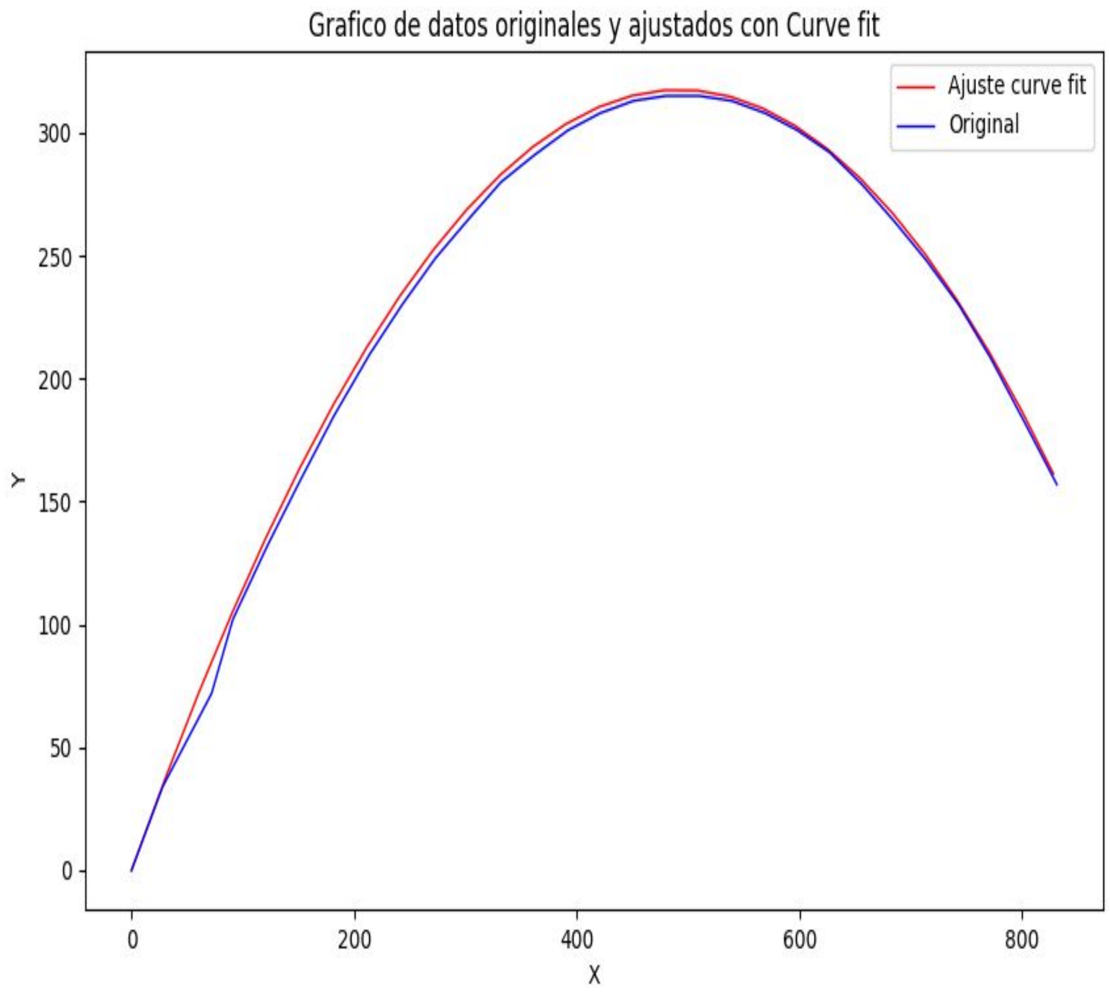
- **LA LIBRERÍA OPENCV TIENE POR DEFECTO EL ORIGEN (0,0) EN LA ESQUINA SUPERIOR IZQUIERDA.**
- SE MAPEARON LAS COORDENADAS DEL TRACKEO, AJUSTANDO EL ORIGEN (0,0) AL PRIMER FRAME TRACKEADO.





CURVE FIT

- LOS DATOS TRACKEADOS TIENEN **RUIDO.**
- AJUSTA LOS DATOS INGRESADOS, A UNA FUNCIÓN DE SEGUNDO GRADO.
- **NO FILTRA, AJUSTA.**



TEORIA DE ERROR

- Para mediciones directas.

ERROR ABSOLUTO:

$$\Delta E = \sqrt{\sigma_{est}^2 + \sigma_{nom}^2 + \ldots}$$

$$\Delta t = \frac{1}{cant\ frames}$$

$$\Delta t = \frac{1}{frec\, muestreo}$$

$$\Delta X = \sqrt{\sigma_{pixel}^2 + \sigma_{cinta\ metrica}^2}$$

$$\Delta m = 0{,}005\ kg$$

- Para mediciones Indirectas.

ERROR ABSOLUTO:

$$\Delta E = \sqrt{(\frac{\partial g}{\partial y_o}(\overline{y_o}, \overline{t_c}))^2 . (\Delta y_o)^2 + (\frac{\partial g}{\partial t_c}(\overline{y_o}, \overline{t_c}))^2 . (\Delta t_c)^2}$$

$$\Delta g = \sqrt{(\frac{\partial g}{\partial C} \cdot \Delta C)^2 + (\frac{\partial g}{\partial d} \cdot \Delta d)^2}$$

$$\Delta V_x = \sqrt{(\frac{\partial V_x}{\partial d})^2 . (\Delta d)^2 + (\frac{\partial V_x}{\partial t})^2 . (\Delta t)^2}$$

$$\Delta V_y = \sqrt{(\frac{\partial V_y}{\partial d})^2 . (\Delta d)^2 + (\frac{\partial V_y}{\partial g})^2 . (\Delta g)^2 + (\frac{\partial V_y}{\partial t})^2 . (\Delta t)^2}$$

E. RELATIVO: $\varepsilon\ (x) = \frac{\Delta X}{X_0}$

Cinemática

Cinemática

$$v_x(t) = v_{0_x}$$

$$x(t) = v_{0_x} t$$

$$v_y(t) = v_{0_y} - gt$$

$$y(t) = y_0 + v_{0_y} t - \frac{1}{2} g t^2$$

Objetivos

- Calcular la velocidad *X*.
- Calcular la velocidad *Y* final.
- Comparar las velocidades con lo real(trackeado) y lo teórico.
- Comparar la diferencia de trayectoria real(trackeado) y teórico.
- Ver si la gravedad se asemeja a la teórica 9,81m/s^2.

Resultados

PRÁCTICO:

$$VxInicial = 4,0733 m/s$$
$$VxFinal = 3,8649 m/s$$
$$VyInicial = 5,0227 m/s$$
$$VyFinal = -3,4757 m/s$$
$$Ay = -9,43 m/s^2$$

TEÓRICO::

$$V_x = 3,9653 m/s$$
$$VyInicial = 5,0227 m/s$$
$$VyFinal = -3,8051 m/s$$
$$Ay = -9,81 m/s^2$$

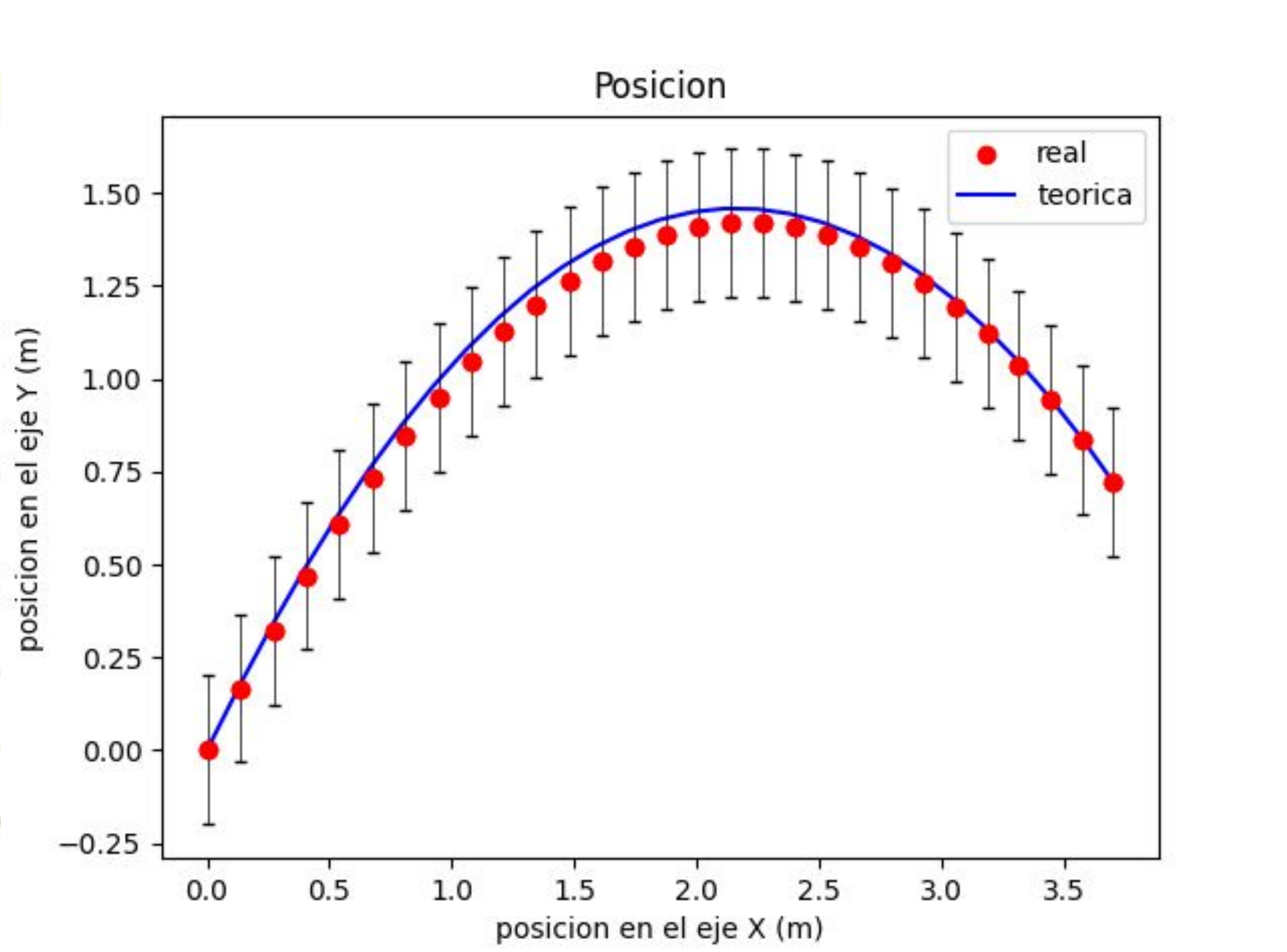
ERROR:

$$\Delta x \pm 0,0109 m \quad \Delta Vy \pm 0,3232 m/s \quad \Delta A \pm 0,7173 m/s^2$$

$$\Delta y \pm 0,0109 m \quad \Delta Vx \pm 0,1495 m/s$$

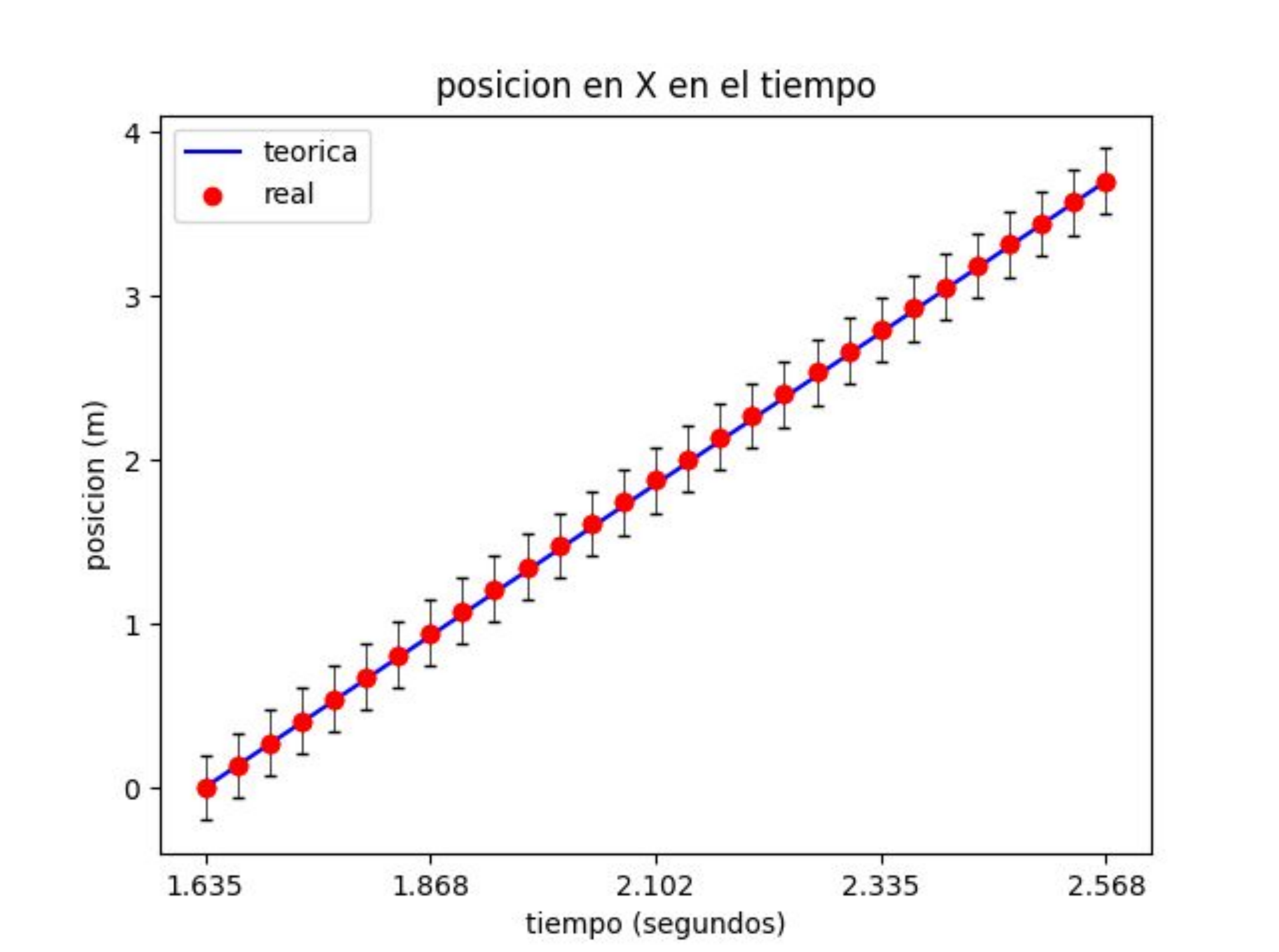
Cinemática

Trayectoria de la pelota:



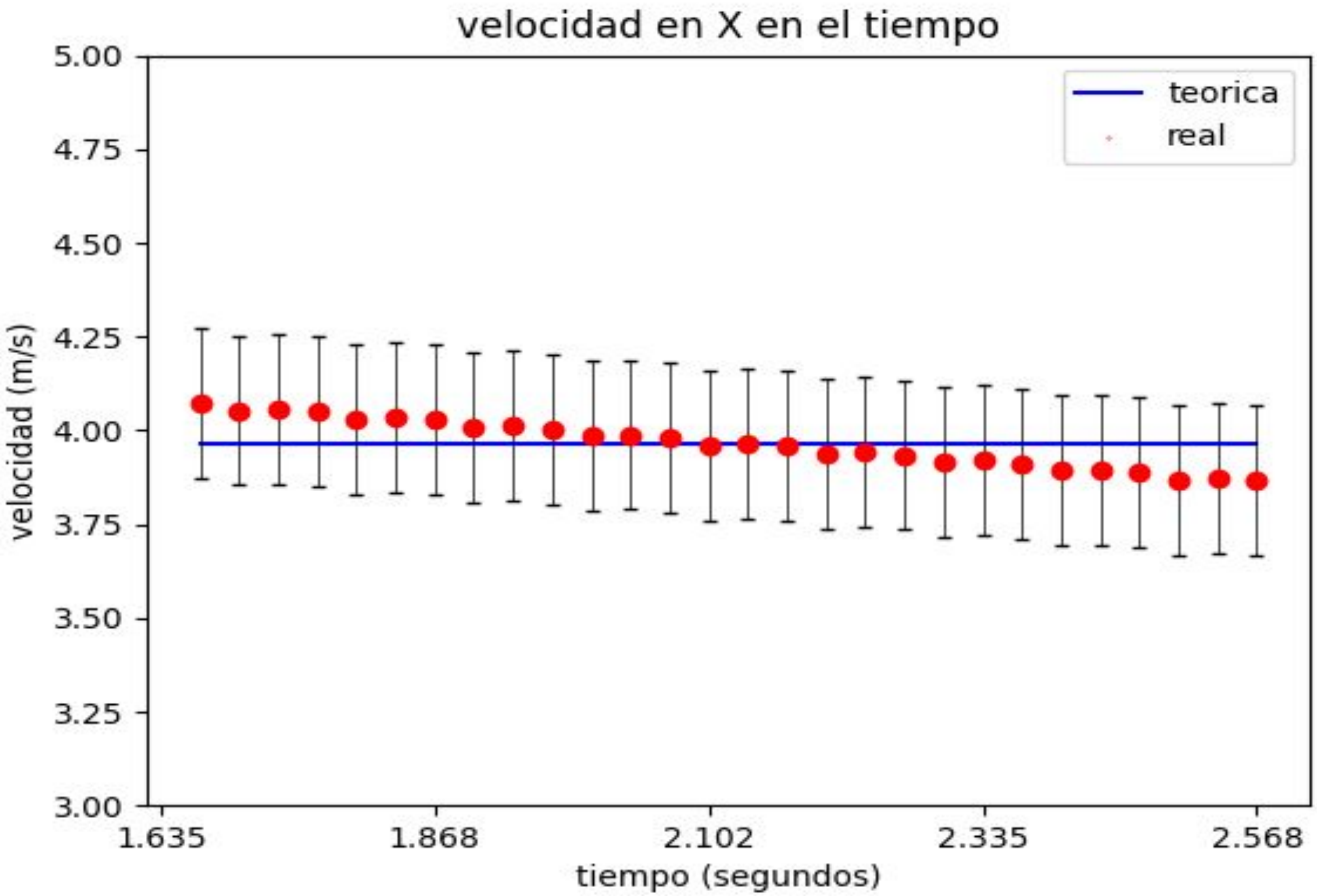
Cinemática

Posición del eje x:



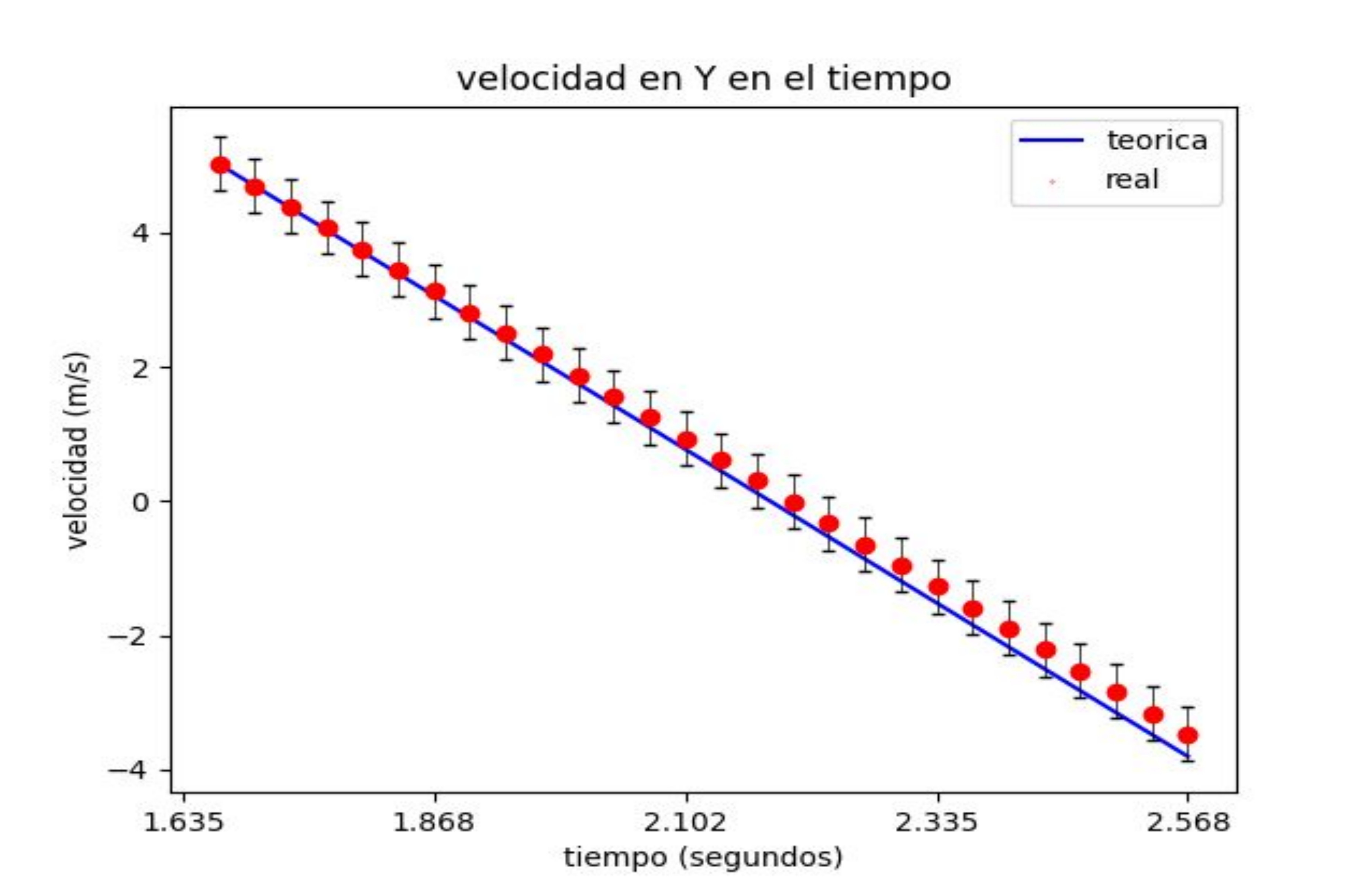
Cinemática

Velocidad del eje *x*:



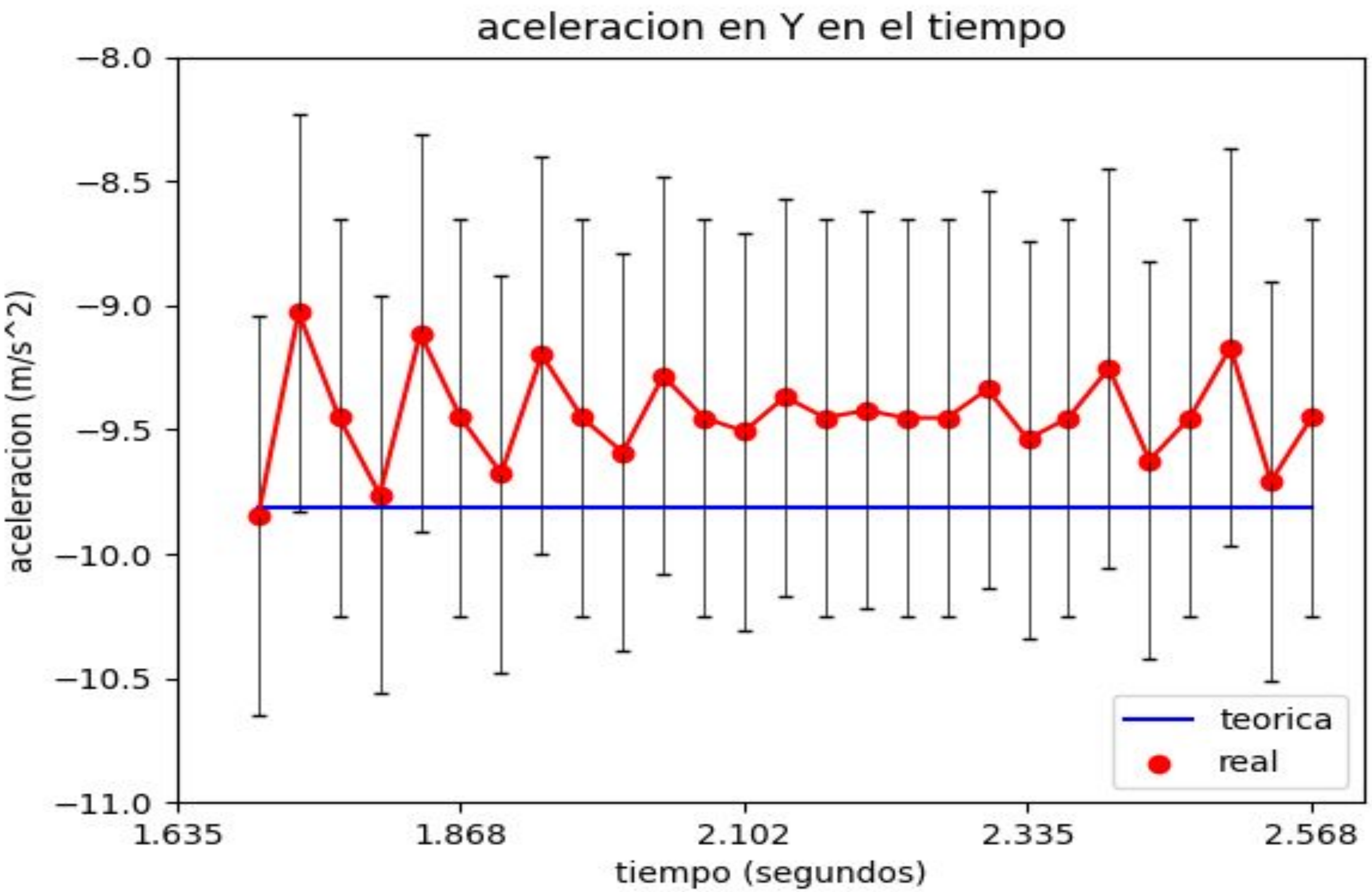
Cinemática

Velocidad del eje *y*:



Cinemática

Aceleración del eje *y*:



Predicción

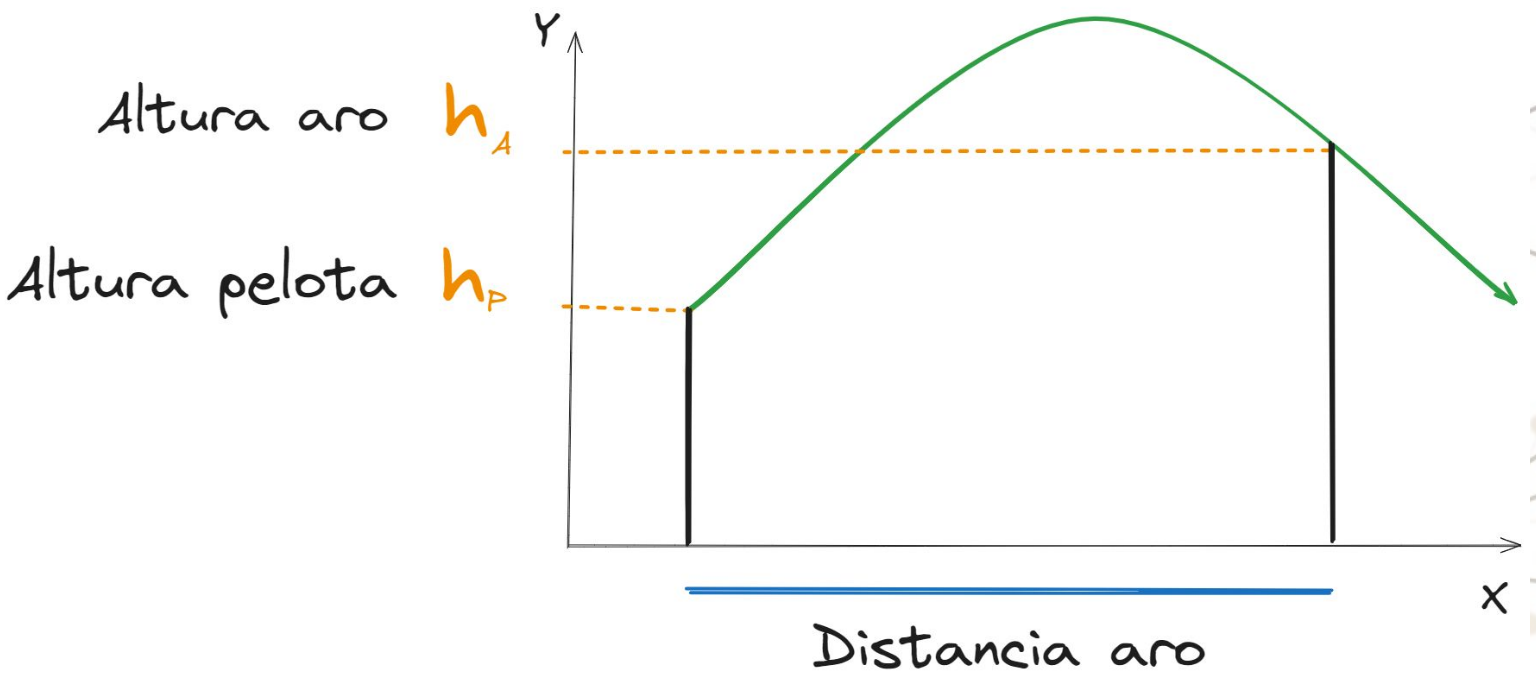
En esta sección vamos a hacer una predicción del tiro doble. Para ello vamos a poner a continuación los datos a utilizar:

- h_A (Altura aro): 3.05m
- h_P (Altura pelota): 2.81m
- d_P (Diámetro de la pelota): 0.24m
- d_C (Diámetro de la canasta): 0.5m
- Distancia al aro: 3.722m (longitud medida desde la persona hasta el centro de la canasta)

Predicción

Y utilizamos esta tabla de valores generada por Curve Fit que se ve más adelante en esta sección de cinemática para el tiro doble.

Ilustramos un poco con el siguiente diagrama donde se tomaron las medidas mencionadas:



Predicción

Para poder realizar nuestra predicción vamos a utilizar las fórmulas vistas en clase de cinemática:

- $y(t) = y_0 + v_{0_y} t - \frac{1}{2} g t^2$
- $x(t) = x_0 + v_{0_x} t$

Predicción

Para poder calcular v_{0_x} y v_{0_y} vamos a utilizar los primeros 3 frames de los videos (cuyos valores se ven en la tabla más arriba):

- Primero calculamos v_{0_x}:

$$v_{0_x} = \frac{x_3 - x_1}{t_3 - t_1}$$

$$v_{0_x} = \frac{0.27103m}{1.7017s - 1.635s}$$

$$v_{0_x} = 4.064\frac{m}{s}$$

- Ahora calculemos v_{0_y}:

$$v_{0_y} = \frac{y_3 - y_1}{t_3 - t_1}$$

$$v_{0_y} = \frac{0.324031m}{1.7017s - 1.635s}$$

$$v_{0_y} = 4.858\frac{m}{s}$$

Predicción

Como conocemos la altura del aro (h_A), la posición inicial la altura de la pelota (h_P) y la velocidad inicial en y (v_{0_y}) podemos calcular el tiempo de vuelo de la pelota y con este calcular entonces su posición en x:

$$h_A = h_p + v_{0_y}t - \frac{1}{2}gt$$

$$3.05m = 2.81m + 4.85\frac{m}{s} * t - \frac{1}{2} * 9.81\frac{m}{s^2} * t^2$$

$$0 = -0.24m + 4.85\frac{m}{s} * t - 4.905\frac{m}{s^2} * t^2$$

Predicción

Utilizaremos Bhaskara para hallar los 2 valores del tiempo:

$$t = \frac{-4.858\frac{m}{s} \pm \sqrt{(4.858\frac{m}{s})^2 - 4 * (-4.4.905\frac{m}{s^2}) * (-0.24m)}}{2 * (-4.905\frac{m}{s^2}))}$$

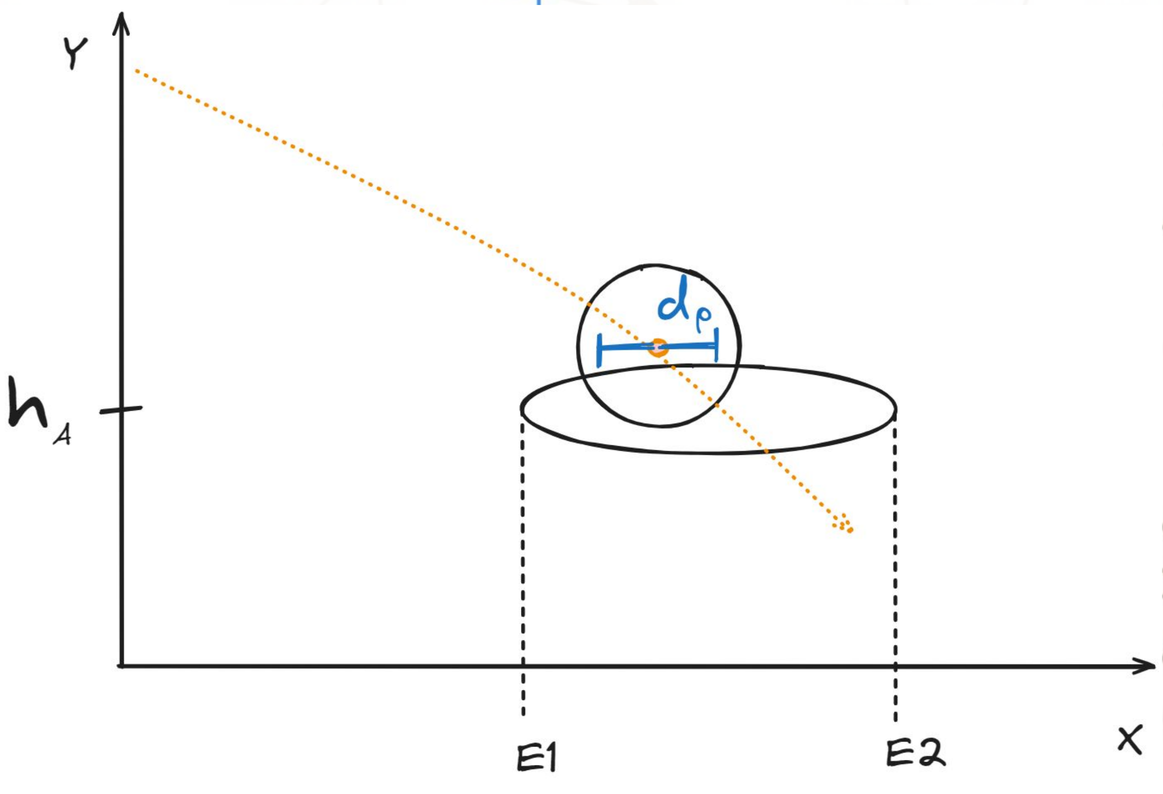
$t_1 = 0.9383s$ y $t_2 = 0.0521s$

Tomaremos el calor de t_1 para calcular los calores de la posición en x:

$$x(t_1) = v_{0_x} t \Rightarrow x(t_1) = 4.064\frac{m}{s} * 0.9383s = 3.8133m$$

Predicción

Sabiendo que la distancia al aro es desde la persona hasta el centro de la canasta, ahora calcularemos cuales son las distancias hasta el inicio de la canasta (E_1) y hasta el final de la canasta (E_2). se puede ilustrar un como esto con el siguiente gráfico:



Predicción

Vamos a calcular estos valores E_1 y E_2:

$$E_1 = d_C - r \Rightarrow E_1 = 3.722m - 0.25m \Rightarrow E_1 = 3.472m$$

$$E_2 = d_C - r \Rightarrow E_2 = 3.722m + 0.25m \Rightarrow E_2 = 3.972m$$

Ahora calculemos cual es el radio de la pelota:

$$r = \frac{d_p}{2} \Rightarrow r = \frac{0.24m}{2} \Rightarrow r = 0.12m$$

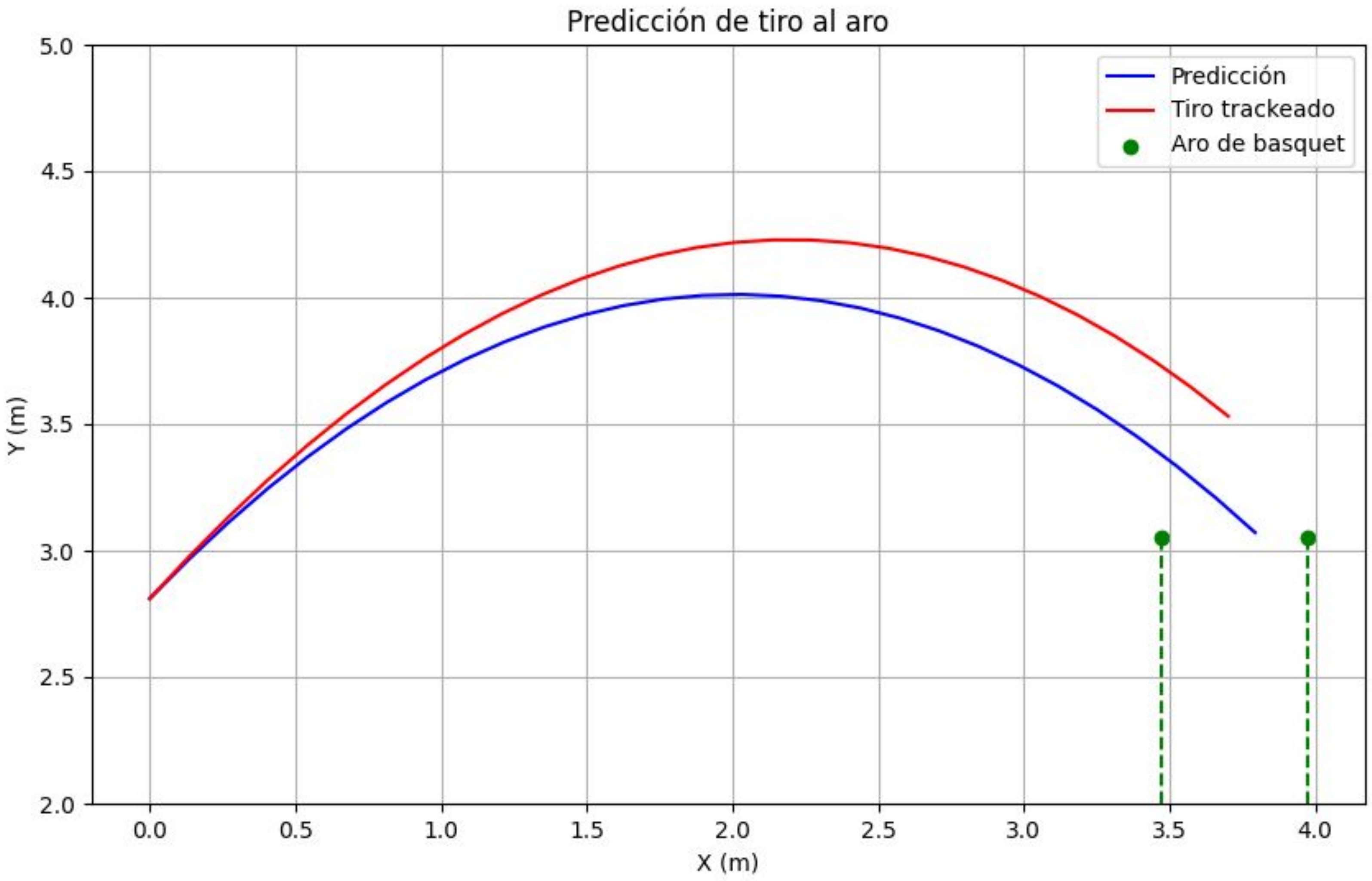
Predicción

Para finalizar, verifiquemos si la pelota entra en el aro, en fórmulas si $x(t_1) + r < E_2$ y si $x(t_1) - r > E_1$.

- ¿$x(t_1) + r < E_2$? $\Rightarrow 3.8133m + 0.12m = 3.9333m < 3.972m$
- ¿$x(t_1) - r > E_1$?$\Rightarrow 3.8133m - 0.12m = 3.6933m > 3.472m$

Como se puede observar, la pelota entra en el rango donde se encuentra la canasta (3.472m,3.972m) y podemos concluir que la pelota entra.

Predicción



Predicción de tiro al aro
Predicción
Tiro trackeado
Aro de basquet
Y (m)
X (m)
5.0
4.5
4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
4.0

Dinámica

Dinámica

Primera Ley de Newton : Ley de inercia

Un cuerpo puntual permanece en reposo o continúa en movimiento rectilíneo y uniforme si sobre él no actúan fuerzas desequilibradas.

Segunda Ley de Newton

La aceleración de un cuerpo puntual es proporcional a la fuerza resultante que se ejerce sobre él y tiene la misma dirección y sentido de dicha fuerza.

Tercera Ley de Newton : Principio de accion y reaccion

Las fuerzas de acción y reacción entre cuerpos son de igual intensidad y colineales, pero tienen sentidos opuestos. La validez de estas leyes ha sido verificada mediante numerosas mediciones físicas de gran precisión.

Dinámica

Tomando las medidas correspondientes en el Sistema Internacional (SI) o MKS: metro (*m*), kilogramo (*kg*) y segundo (*s*), realizamos el experimento del primer video del doble.

Obtuvimos la aceleración en el eje x(a_x) mediante cálculos en Python, y con esta información podemos calcular la fuerza resultante en el eje x.

teniendo en cuenta el Δx y Δy y la F_X podemos calcular mediante ΔE_{Mec} la F_y y así obtener el módulo de las fuerzas, siendo este $\left\|\vec{F}\right\| = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$

Dinámica

obtenemos la pendiente de velocidad

$$pendienteVelocidad = a_x = -0,230499\frac{m}{s^2}$$

La masa de la pelota de basquet es conocida y esta es:

$$m = 0,62kg$$

Sabemos que la fuerza en el eje X es

$$F_x = m.a_x$$

Dinámica

reemplazando los datos anteriores obtenemos la fuerza en el eje x

$$F_x = m.\,a_x = 0,62kg * -0,230499\frac{m}{s^2} = -0,14290938kg.\,\frac{m}{s^2}$$

y podemos calcular el delta de la energía mecánica,:

$$\Delta em = em_{final} - em_{inicial} = 12.591022\frac{kg \cdot m^2}{s^2} - 13.941792\frac{kg \cdot m^2}{s^2} = -1,35077\frac{kg \cdot m^2}{s^2}$$

el delta X y delta Y respectivamente:

$$\Delta x = x_{final} - x_{inicial} = 3,700852m - 0,135643m = 3,565209m$$

$$\Delta y = y_{final} - y_{inicial} = 0,721181m - 0,167256m = 0,553925m$$

Dinámica

despejando el delta de la energía mecánica en relación al trabajo tenemos la siguiente fórmula, donde llegamos a que el delta de la energía mecánica es igual a la fuerza en x por el delta x más la fuerza en y por el delta y:

$$\Delta em = W_{nc} = \int \vec{F}.\, d\vec{r} = \int (F_x.\, dx) + (F_y.\, dy) = \int (F_x.\, dx) + \int (F_y.\, dy) = \quad F_x.\, \Delta x + F_y.\, \Delta y$$

que reemplazando nuestros datos obtenemos:

$$\Delta em = F_x.\, \Delta x + F_y.\, \Delta y \Rightarrow \; F_y = \frac{\Delta em - F_x.\, \Delta x}{\Delta y} = \frac{-1,35077 - (-0.14290 * 3.565208)}{0.55392} = -1.518739 kg.\, \frac{m}{s^2}$$

donde las unidades correspondientes son:

$$unidades \quad \frac{\frac{kg \cdot m^2}{s^2} - (kg.\, \frac{m}{s^2}.\, m)}{m} = kg.\, \frac{m}{s^2}$$

Dinámica

Finalmente calculamos el módulo de la fuerza obteniendo el siguiente resultado:

$$\left\|\vec{F}\right\| = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{(-0.142909461)^2 + (-1.518739)^2} = 1.5254486kg.\,\frac{m}{s^2}$$

Mediante la ejecución en Python, podemos ver con claridad los resultados obtenidos del estudio anteriormente mencionado y probado. Esto demuestra la relación entre la teoría y la práctica aplicada en dinámica.

```
Pendiente (A): -0.23049913218794013
Intersección (B): 4.453617506328678
Fx: -0.14290946195652288
Delta x: 3.5652089999999994
Fy: -1.5187397211670284
Delta y: 0.5539249999999999
int_fx_dx: -0.5095020999525529
Delta energía mecánica: -1.350769999999999
Módulo de fuerzas: 1.5254486077764815
```

Dinámica

Por otro lado, como se puede observar en la hoja de cálculo, la velocidad en el eje *x* varía, mientras que en la teoría debería ser constante. Esto se debe a la fuerza de rozamiento. Como mencionamos anteriormente con la segunda ley de Newton, una fuerza aplicada genera una aceleración en el cuerpo, lo que hace que la velocidad varíe.

Conclusiones

Para concluir nuestro proyecto de análisis de trayectorias y magnitudes en un tiro al aro, es importante destacar las áreas que aún necesitan atención o desarrollo futuro. Si bien hemos obtenido datos significativos sobre cómo ciertas variables, como la altura inicial, la gravedad y la velocidad, afectan el resultado final del tiro, también pudimos calcular la fuerza resultante. No obstante, es necesario profundizar en el análisis del rozamiento debido a la influencia del viento en la trayectoria de la pelota.

Energía

Energía

$$E_{MC} = E_C + E_P$$

$$E_C = \frac{1}{2} * m * V^2$$

$$E_P = m * g * h$$

$$1 \frac{kg * m^2}{s^2}$$

Objetivos

- Analizar las distintas energías.
- Comparar la energía mecánica teórica y práctica.
- Analizar cómo actúan las fuerzas no conservativas: cuándo se las tienen en cuenta y cuándo no.
- Analizar cómo calcular la *Vf* sin usar las fórmulas de cinemática.

Resultados

Práctico:

$$E_{mIncial} = 13,9417J$$
$$E_{mFinal} = 12,5910J$$
$$\Delta W_{nc} = 1,3507J$$
$$VxInicial = 4,0733m/s$$
$$VxFinal = 3,8649m/s$$
$$VyInicial = 5,0227m/s$$

Pendiente Em= -0,049J

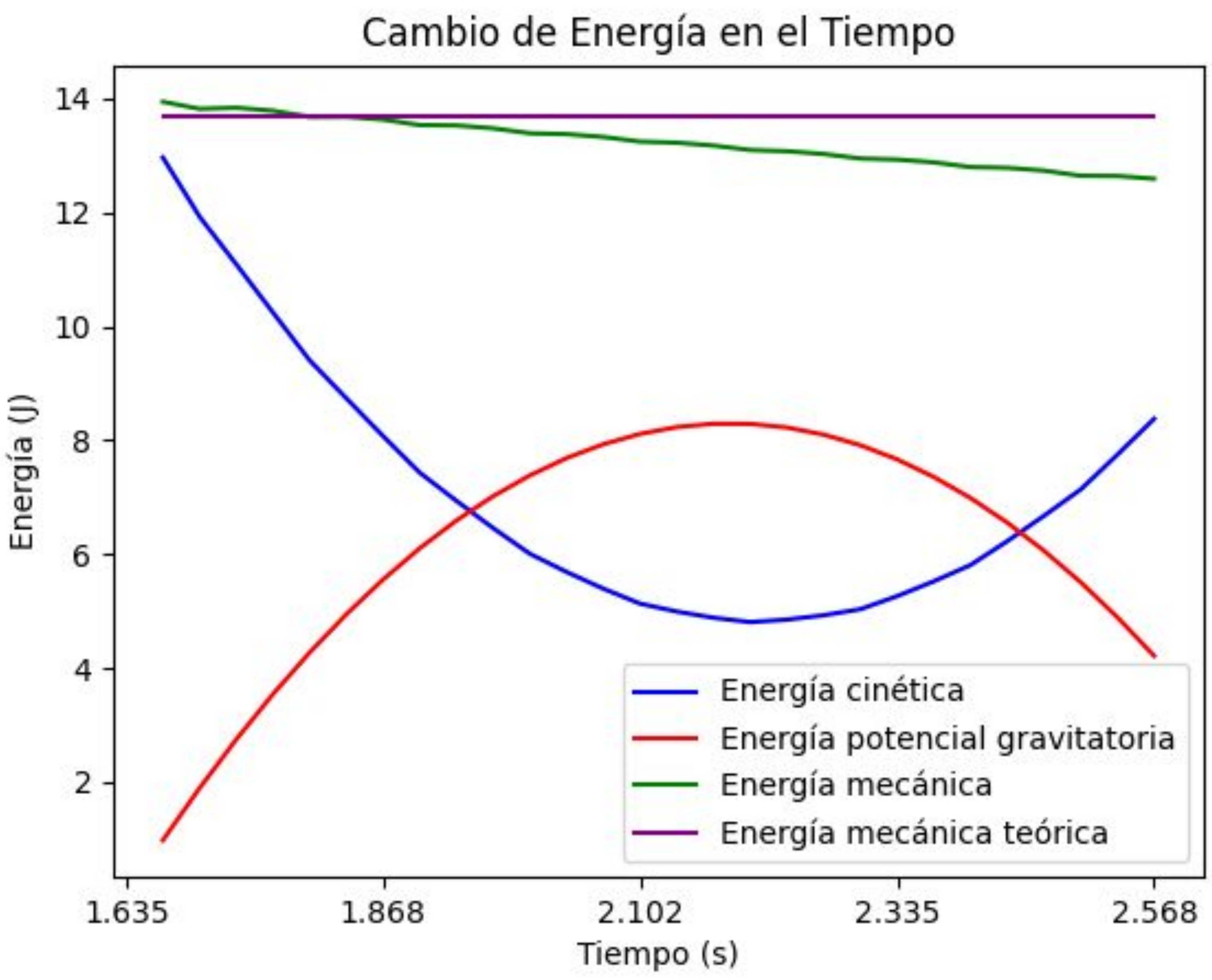
Teórico:

$$E_{mInicial} = 13,6756J$$
$$E_{mFinal} = 13,6756J$$
$$W_{nc} = 0J$$
$$V_x = 3,9653m/s$$
$$VyInicial = 5,0227m/s$$

Error:

$$\Delta x \pm 0,0109m \quad \Delta Vy \pm 0,3232m/s \quad \Delta A \pm 0,7173m/s^2$$

$$\Delta y \pm 0,0109m \quad \Delta Vx \pm 0,1495m/s$$


Cambio de Energía en el Tiempo
Energía (J)
14
12
10
8
6
4
2
1.635
1.868
2.102
2.335
2.568
Tiempo (s)
Energía cinética
Energía potencial gravitatoria
Energía mecánica
Energía mecánica teórica

Cálculos para poder llegar a la velocidad final utilizando la Energía

$$13,6756J = \frac{1}{2} * 0,62kg.V_f^2 + 0,62kg.9,43m/s^2 * (0,8883m)$$

Resultado:

$$V_f = 5,2306m/s^2$$

Frame 29 dato:

$$V_f = 5,2730m/s^2$$

Choque

Colisión entre pelota de Tenis y de Basquet

$$P_0 = P_f \Rightarrow m_A * V_{A_0} + m_B * V_{B_0} = m_A * V_{A_f} + m_B * V_{Bf}$$

$$E_{perdida} = E_{antes} - E_{despues}$$

Objetivos

- ¿Se conserva el momento *P*?
- ¿Cuánta energía se perdió luego del choque?
- ¿Qué tipo de colisión es?

Resultados para momento p

Eje *x:*

$$-3,1063\frac{kg*m}{s} \cong -3,0197\frac{kg*m}{s}$$

$$P_0 = P_f \Rightarrow m_A * V_{A_0} + m_B * V_{B_0} = m_A * V_{A_f} + m_B * V_{Bf}$$

$$m_{tenis} = 0.06kg \qquad m_{basquet} = 0.62kg$$

$$V_{tenis0_x} = 4.8278\frac{m}{s} \qquad V_{basquet0_x} = -5.4775\frac{m}{s}$$

$$V_{tenisf_x} = -12.2186\frac{m}{s} \qquad V_{basquetf_x} = -3.6881\frac{m}{s}$$

$$V_{tenis0_y} = -1.1695\frac{m}{s} \qquad V_{basquet0_y} = -0.9775\frac{m}{s}$$

$$V_{tenisf_y} = 1.2989\frac{m}{s} \qquad V_{basquetf_y} = -1.2581\frac{m}{s}$$

Eje *y:*

$$-0,6763\frac{kg*m}{s} \cong -0,7021\frac{kg*m}{s}$$

Conclusión: se puede ver como se conserva el momento *p* tanto en *x* como en *y*.

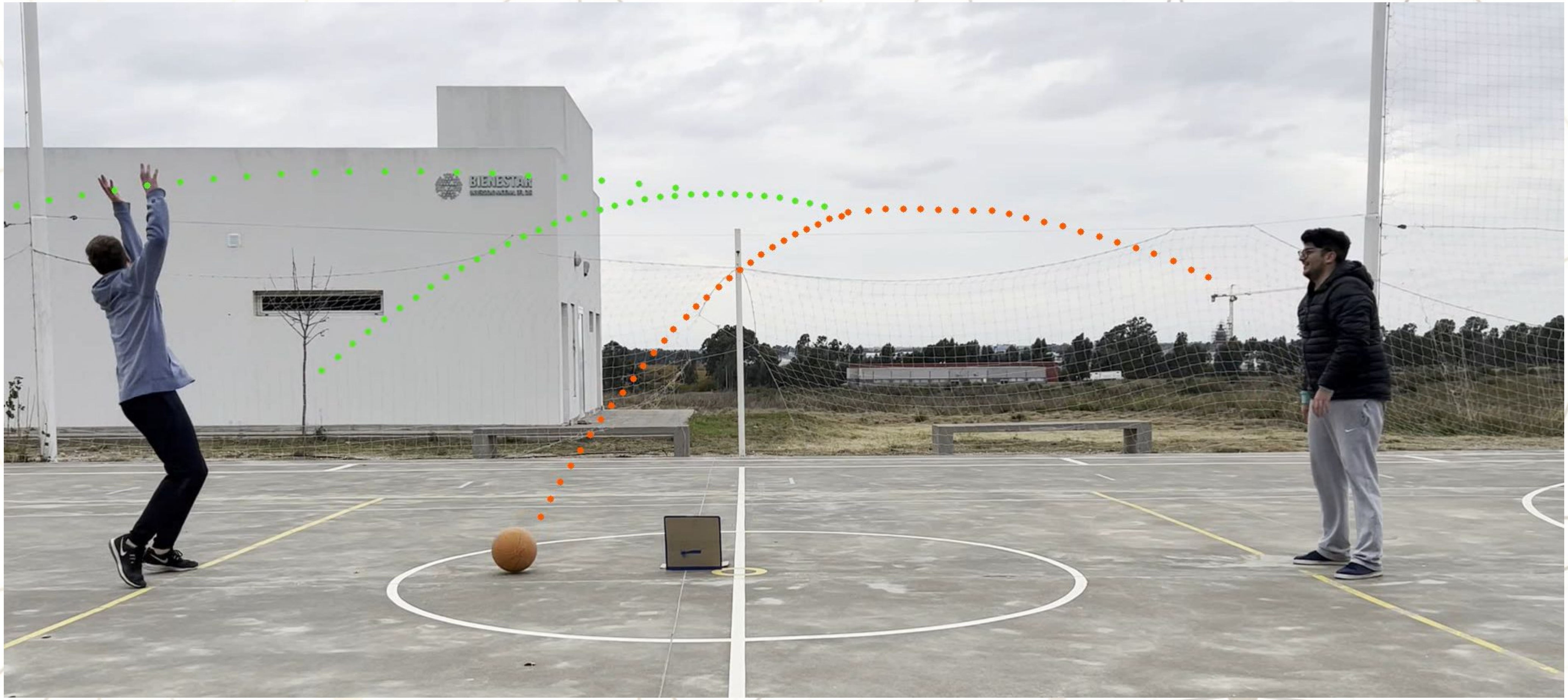
Resultados para la pérdida de energía

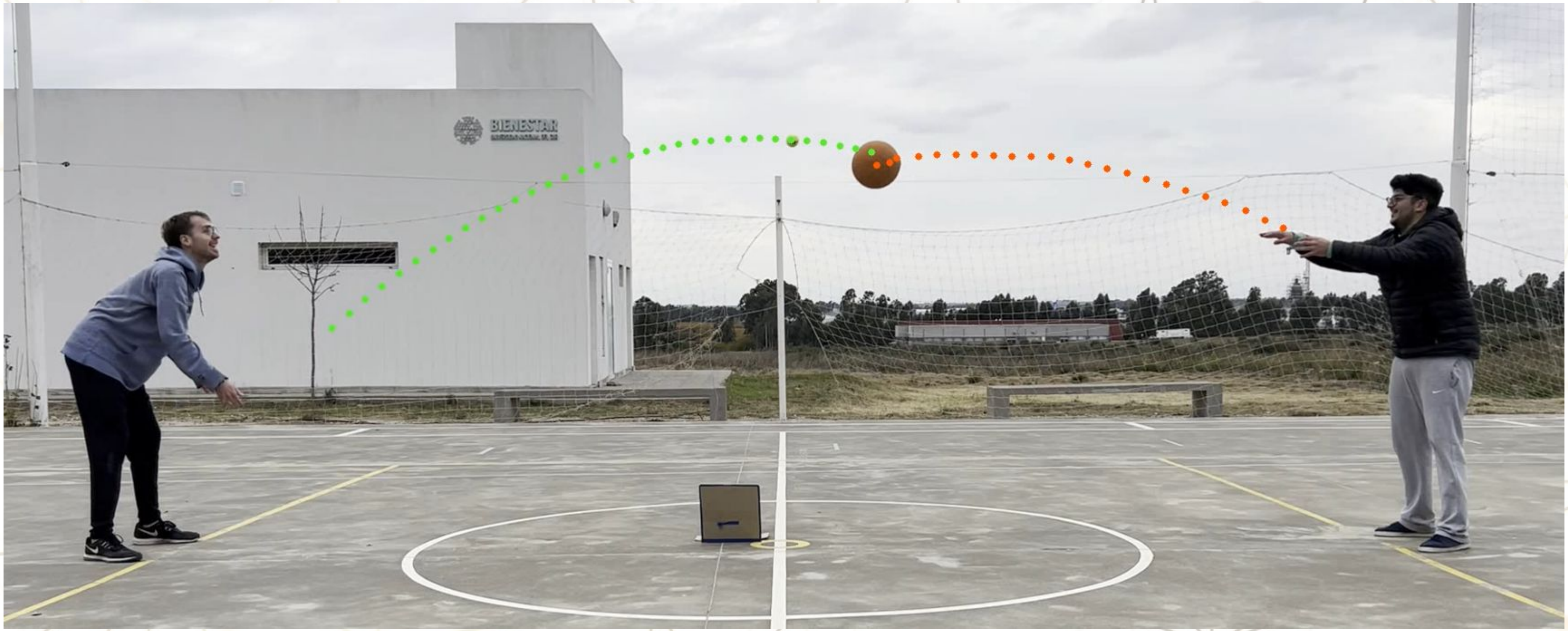
$$E_{perdida} = E_{antesdelchoque} - E_{despuesdelchoque}$$

$$E_{perdida} = 10,3370J - (9,2370J + 0,0569J - 0,1228J)$$

$$E_{perdida} = 1,1659J$$

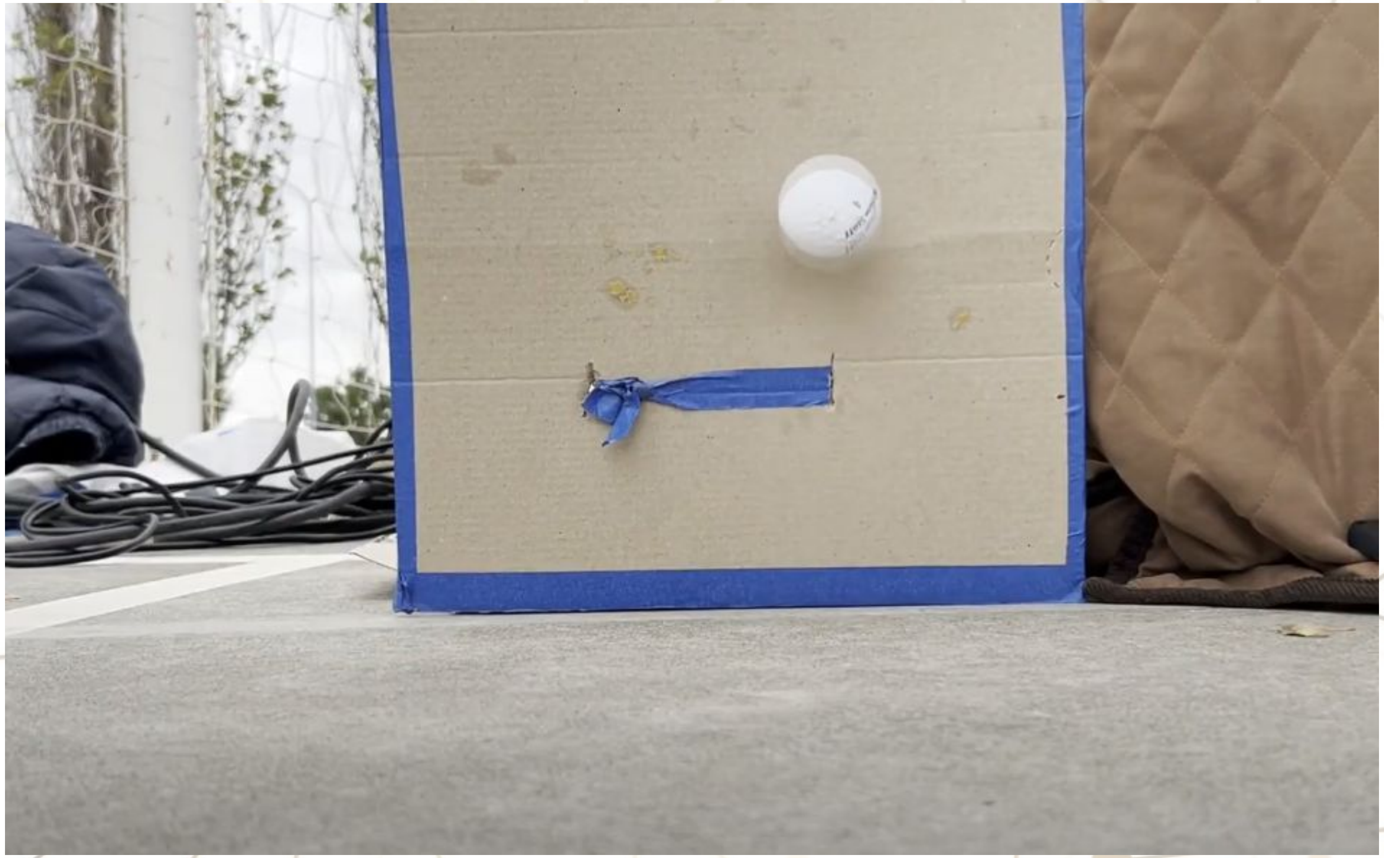
Conclusión: la colisión es inelástica, esta se pierde en calor, sonido, deformación elástica


BIENESTAR


BIENESTAR

Rebote de una pelota de golf

Rebote de una pelota de golf



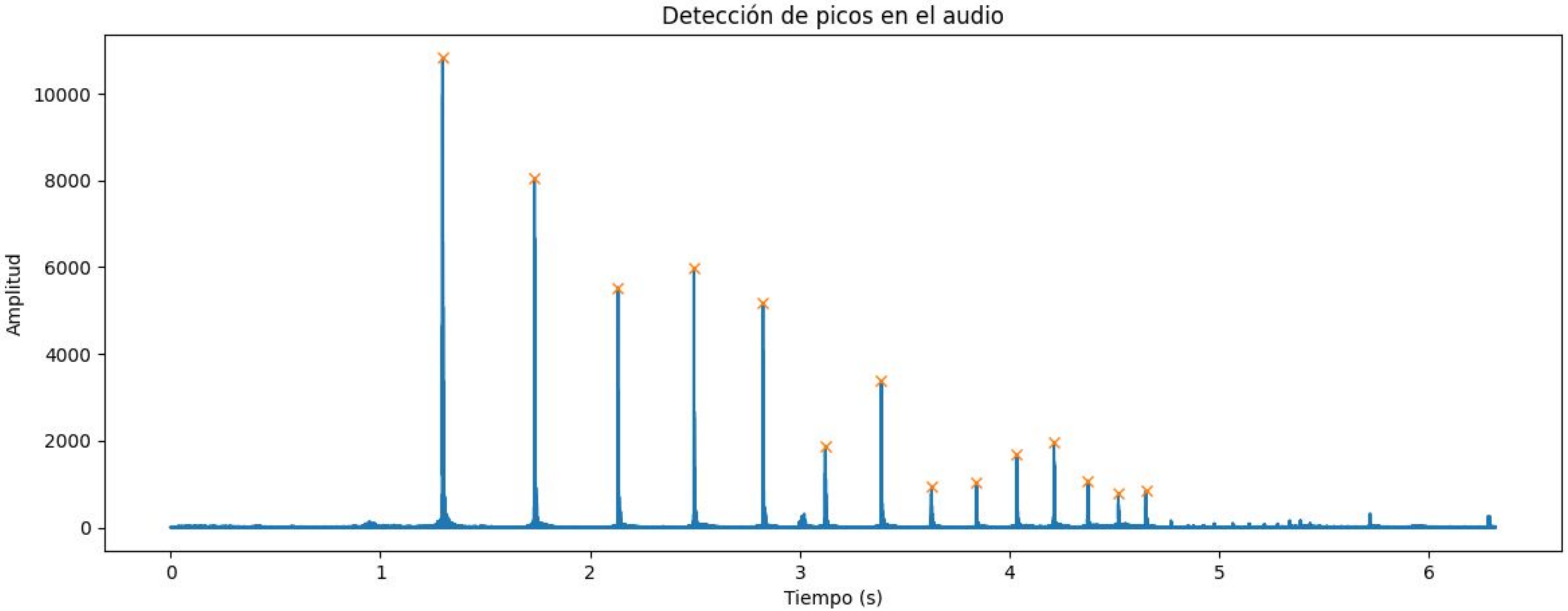
Materiales

- Pelota de golf.
- Cartón de 0,3x0,3*mts.*
- Balanza.
- Python: Numpy.
- Python: Scipy.

Rebote de una pelota de golf

- Análisis de conservación de energía cinética: ¿Pierde energía mecánica?
- Determinar los momentos donde se producen rebotes.
- Cálculo de coeficiente de restitución.
- Verificar la elasticidad del objeto.

Rebote de una pelota de golf



Rebote de una pelota de golf

N° de rebote y tiempo en el que rebotó

1	1.296780
2	1.734354
3	2.132766
4	2.495079
5	2.824127
6	3.122494
7	3.388209
8	3.628503
9	3.841859
10	4.034807
11	4.211383
12	4.373288
13	4.518526
14	4.650408

Rebote de una pelota de golf

$$C_{CR} = -\frac{V'_{pelota} - V'_{suelo}}{V_{pelota} - V_{suelo}}$$

$$C_{CR} = -\frac{V'_{pelota}}{V_{pelota}}$$

Rebote de una pelota de golf

Primer rebote

Velocidad al instante de rebotar:

$$V = g * t$$

$$V_{0_{AntesImpacto}} = -9.81\frac{m}{s^2} * 0,3s = -2,943\frac{m}{s}$$

Velocidad al salir del primer rebote:

$$t_{EntreImpacto1y2} = 0,4376s = t_{Impacto2} - t_{Impacto1}$$

$$V' = g * \frac{t_{EntreImpacto1y2}}{2} = 9,81\frac{m}{s^2} * 0,2188s = 2,1464\frac{m}{s}$$

$$C_{CR_1} = -\frac{V'}{V} = -\frac{-2,1464\frac{m}{s}}{2,943\frac{m}{s}} = 0,7293$$

Con estimación de error puntual: $C_{CR_0} = 0.7293 \pm 0.15234$

Rebote de una pelota de golf

Rebotes consecuentes:

$$V'_{anterior} = V_0$$

$$V = V_0 + g * t$$

$$t = t_{Impacto3} - t_{Impacto2}$$

$$C_{prom} = 0,905 \pm 0,009$$

Rebote de una pelota de golf

Coeficiente de restitución: ¿Choque elástico o inelástico?

CONCLUSIÓN