

# Desafío: Análisis de la cinemática en un plano inclinado usando Tracker

## Contexto del desafío

El movimiento de un cuerpo sobre un plano inclinado constituye un sistema físico fundamental para el estudio de la cinemática, ya que permite analizar cómo varían la posición, la velocidad y la aceleración en función del tiempo bajo condiciones controladas.

En esta práctica se estudiará el movimiento de un cuerpo que se desliza a lo largo de un plano inclinado con diferentes ángulos de inclinación, utilizando el software de análisis de video *Tracker* para extraer datos experimentales de posición  $x(t)$ . A partir de estos datos se determinarán las gráficas de velocidad  $v(t)$  y aceleración  $a(t)$ , y se analizará cómo la aceleración del cuerpo depende del ángulo del plano y de las fuerzas de fricción presentes en el sistema.

Aunque el análisis experimental se realiza desde un enfoque cinemático, la interpretación de los resultados se apoya en un modelo físico obtenido a partir de la segunda ley de Newton. En esta actividad no se espera que el estudiante derive dicho modelo, sino que lo utilice como una herramienta para contrastar teoría y experimento.

## Objetivo general

Analizar el movimiento de un cuerpo que se desliza por un plano inclinado mediante el estudio de las gráficas de posición, velocidad y aceleración en función del tiempo, obtenidas a partir de datos experimentales extraídos con el software *Tracker*, y contrastar los resultados con un modelo físico que relaciona la aceleración con el ángulo de inclinación y el rozamiento cinético.

## Conexiones STEM

**Ciencia:** Estudio cinemático del movimiento sobre un plano inclinado e interpretación de la aceleración experimental mediante un modelo físico basado en la segunda ley de Newton.

**Tecnología:** Uso del software *Tracker* para el análisis de video y la extracción de datos experimentales de posición en función del tiempo.

**Ingeniería:** Diseño del procedimiento experimental, control de variables (ángulo de inclinación, superficie de contacto, condiciones de deslizamiento) y evaluación de la calidad de los datos obtenidos.

**Matemáticas:** Construcción e interpretación de gráficas  $x(t)$ ,  $v(t)$  y  $a(t)$ , y uso de técnicas de linealización para la determinación de parámetros físicos.

## Modelo físico

Para interpretar los resultados experimentales se utilizará el siguiente modelo físico, obtenido a partir de la aplicación de la segunda ley de Newton a un cuerpo que se desliza sobre un plano inclinado con rozamiento cinético:

$$a = g(\sin \theta - \mu_k \cos \theta),$$

donde  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$  es la aceleración de la gravedad,  $\theta$  es el ángulo de inclinación del plano con respecto a la horizontal y  $\mu_k$  es el coeficiente de rozamiento cinético entre el cuerpo y la superficie del plano.

## Materiales

- Plano inclinado de aluminio.
- Sistema de soporte para variar el ángulo del plano.
- Transportador digital para medir el ángulo de inclinación.
- Cuerpo deslizante (paralelepípedo) con superficies de diferente material.
- Cámara o teléfono móvil.
- Computador con el software *Tracker*.

## Plan de trabajo

La actividad se desarrollará en dos sesiones de 1.5 horas cada una.

### Sesión 1 (90 minutos): Montaje experimental y toma de datos

**Objetivo:** Obtener datos confiables del movimiento del cuerpo sobre el plano inclinado para diferentes ángulos de inclinación.

- Introducción breve al software *Tracker* (10–15 min): apertura del video, calibración de la escala, definición de ejes y origen del sistema de referencia.
- Montaje del sistema experimental y ajuste del ángulo del plano.
- Grabación del movimiento del cuerpo para al menos cinco ángulos distintos.
- Extracción de los datos de posición  $x(t)$  y verificación de la coherencia de la trayectoria.
- Guardar los archivos de video, el archivo de *Tracker* y las tablas de datos exportadas.



Figure 1: Montaje experimental del plano inclinado utilizado para el análisis cinemático con Tracker.

## Sesión 2 (90 minutos): Análisis, informe y sustentación

**Objetivo:** Analizar los datos experimentales, contrastarlos con el modelo físico y comunicar los resultados.

- Construcción de las gráficas  $x(t)$ ,  $v(t)$  y  $a(t)$ .
- Determinación de la aceleración para cada ángulo.
- Análisis de la dependencia de la aceleración con el ángulo de inclinación.
- Linealización del modelo para determinar el coeficiente de rozamiento cinético.
- Preparación del informe escrito y de la sustentación oral.

## Análisis y linealización

A partir del modelo físico, y considerando mediciones realizadas para diferentes ángulos, se puede reescribir la expresión de la aceleración como:

$$\sin \theta - \frac{a}{g} = \mu_k \cos \theta.$$

Definiendo

$$Y = \sin \theta - \frac{a}{g}, \quad X = \cos \theta,$$

se obtiene una relación lineal de la forma

$$Y = \mu_k X,$$

cuya pendiente corresponde al coeficiente de rozamiento cinético.

## Requisitos del informe escrito

El informe debe incluir:

- Descripción del montaje experimental y del procedimiento seguido.
- Presentación de los datos experimentales y las gráficas  $x(t)$ ,  $v(t)$  y  $a(t)$ .
- Análisis de incertidumbre y discusión de posibles fuentes de error.
- Explicación del modelo físico utilizado y contraste con los resultados experimentales.
- Conclusiones claras y referencias bibliográficas.

## Rúbrica del informe escrito (2.5 puntos)

Criterio	Puntaje
Redacción clara y estructura organizada	0.5
Presentación y análisis de datos y gráficas	0.5
Interpretación de $x(t)$ , $v(t)$ y $a(t)$	0.5
Uso del modelo físico y contraste experimental	0.75
Referencias y fundamentación científica	0.25
Total	2.5

## Rúbrica de la sustentación oral (2.5 puntos)

Criterio	Puntaje
Claridad en objetivos, metodología y resultados	0.5
Presentación de gráficas clave	0.5
Explicación del modelo físico	0.75
Participación equilibrada del equipo	0.5
Respuestas a preguntas del docente	0.25
Total	2.5

## Nota final

La nota final corresponde a la suma del informe escrito (2.5 puntos) y la sustentación oral (2.5 puntos), para un total de **5.0 puntos**.