



Fuerza de Fricción en el Deslizamiento de una Masa

Miguel Angel Diaz Riatiga, 2242015

Oskar Armando De La Hoz Suarez

Grupo C3B, Escuela de física, Universidad Industrial de Santander

RESUMEN

Este experimento tuvo como finalidad estudiar los factores que influyen en el deslizamiento de un objeto sobre un plano inclinado, partiendo de principios físicos como la segunda ley de Newton y las leyes de la fricción. Se buscó poner a prueba ideas comunes, como la creencia de que la fricción depende del área de contacto, cuando en realidad, el modelo teórico establece que la fuerza de fricción es proporcional a la fuerza normal y no depende del área superficial del cuerpo.

La experiencia se realizó utilizando figuras geométricas (dos triángulos y dos cuadrados), con masas iguales pero áreas distintas, las cuales se dejaron deslizar sobre un plano inclinado. Este plano contaba con superficies intercambiables (madera lisa, lija fina y plástico) y se midió el tiempo que tardaban los cuerpos en pasar entre dos sensores. Además, se modificó el ángulo de inclinación (30° , 40° y 50°) para observar cómo este afecta la velocidad del deslizamiento. Los datos fueron registrados en tablas para facilitar su análisis.

Según la teoría, los resultados deberían mostrar que la velocidad no se ve afectada por el área de contacto, sino por variables como el ángulo de inclinación, la masa del objeto, la gravedad y el tipo de superficie. También podrían observarse pequeñas diferencias en los datos debido a imperfecciones en los materiales o a la forma de las figuras.

Este experimento permite comprobar experimentalmente los fundamentos de la dinámica sobre planos inclinados y contrastar el comportamiento real con lo que predicen los modelos físicos.

1. INTRODUCCIÓN

El deslizamiento de cuerpos sobre un plano inclinado es un fenómeno fundamental en el estudio de la física, ya que involucra conceptos clave como el movimiento, la fricción y las leyes de la dinámica (Halliday, Resnick & Walker, 2011). Este tipo de movimiento se puede observar en una variedad de contextos, desde experimentos simples hasta situaciones cotidianas. En este sentido, la pregunta de investigación que guía el presente experimento es: ¿Cuáles son los factores que afectan la velocidad de deslizamiento de un objeto sobre un plano inclinado?

En la vida cotidiana, existen creencias intuitivas que sugieren que el área de contacto de un objeto con la superficie sobre la que se desliza tiene una

influencia directa en su velocidad de deslizamiento. Sin embargo, según los principios establecidos por la segunda ley de Newton y las leyes de la fricción, la fuerza de fricción es proporcional a la fuerza normal y no depende del área de contacto (Giambattista, Richardson & Richardson, 2010). Esta observación genera una contradicción entre las ideas populares y los modelos físicos fundamentales, lo que plantea la necesidad de investigar la relación real entre estas variables.

Por lo tanto, el planteamiento del problema se centra en comprender la influencia de diversos factores sobre el deslizamiento de los cuerpos. En particular, se busca determinar en qué medida la masa, la forma del objeto, el ángulo de

inclinación y el tipo de superficie afectan la velocidad de deslizamiento de un cuerpo. Este análisis experimental tiene como objetivo no solo verificar las predicciones teóricas, sino también desafiar algunas de las concepciones intuitivas acerca del movimiento en planos inclinados (Young & Freedman, 2012).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general.

- Analizar experimentalmente los factores que influyen en el deslizamiento de cuerpos sobre un plano inclinado, con base en los principios de la segunda ley de Newton y las leyes de la fricción.

1.1.2 Objetivos específicos

1. Comparar la velocidad de deslizamiento de figuras geométricas con igual forma pero diferente masa, para evaluar el efecto de la masa en el movimiento sobre un plano inclinado.
2. Examinar la influencia del área superficial en el deslizamiento, comparando figuras de igual masa pero diferente forma.
3. Determinar cómo varía la velocidad de un cuerpo al cambiar el ángulo de inclinación del plano manteniendo constantes la masa y la forma del objeto.
4. Evaluar el efecto del tipo de superficie (madera lisa, lija fina y plástico) sobre el deslizamiento de un cuerpo, manteniendo constante la figura y la masa.
5. Registrar todos los datos experimentales en tablas que permitan su posterior análisis y comparación con los modelos teóricos.

1.2 Marco teórico

El deslizamiento de un objeto sobre un plano inclinado es un fenómeno que involucra conceptos esenciales de la dinámica, como la segunda ley de Newton, la fricción y la descomposición de fuerzas. Según los modelos físicos, la fuerza de fricción no depende del área de contacto, sino de la fuerza normal y del tipo de superficie. Además, aunque intuitivamente se cree que la masa afecta la velocidad, en ausencia de fricción o con fricción constante, la aceleración es independiente de la masa.

Se demostrara que el ángulo de inclinación del plano es determinante, ya que cambia la proporción de la fuerza peso que actúa a favor del movimiento. La fricción, a su vez, se opone al deslizamiento y varía según la textura del material (madera, lija, plástico). Finalmente, la forma del objeto puede influir ligeramente debido a imperfecciones o distribución del peso, aunque teóricamente no debería afectar.

1.2.1 Formulación teórica y fórmulas utilizadas:

Como base fundamental del proyecto se utiliza la segunda ley de Newton, que establece que:

$$F = m a(1)$$

La fuerza neta que actúa sobre un objeto es igual al producto de su masa m y la aceleración a que experimenta.

Se identifica también la fuerza de fricción, la cual se opone al movimiento del objeto y se define como:

$$F_{friccion} = \mu \cdot N(2)$$

donde μ es el coeficiente de fricción de cada superficie y N la fuerza normal.

En un plano inclinado, la fuerza normal se calcula como:

$$N = m \cdot g \cdot \cos(\theta) \quad (3)$$

donde g es la gravedad y θ el ángulo de inclinación del plano.

La componente del peso que impulsa al objeto hacia abajo por el plano es:

$$W = m \cdot g \cdot \sin(\theta) \quad (4)$$

Dado que se repiten mediciones, se utiliza el promedio aritmético para unificar datos:

$$x_{promedio} = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{3} \quad (5)$$

donde x_1, x_2, x_3 son los datos tomados en cada fase del experimento.

Finalmente, para estimar la precisión de los datos respecto a un valor teórico, se calcula el porcentaje de error:

$$\%ERROR = \left| \frac{\text{valor}_{experimental} - \text{valor}_{teorico}}{\text{valor}_{teorico}} \right| \quad (6)$$

2. METODOLOGÍA

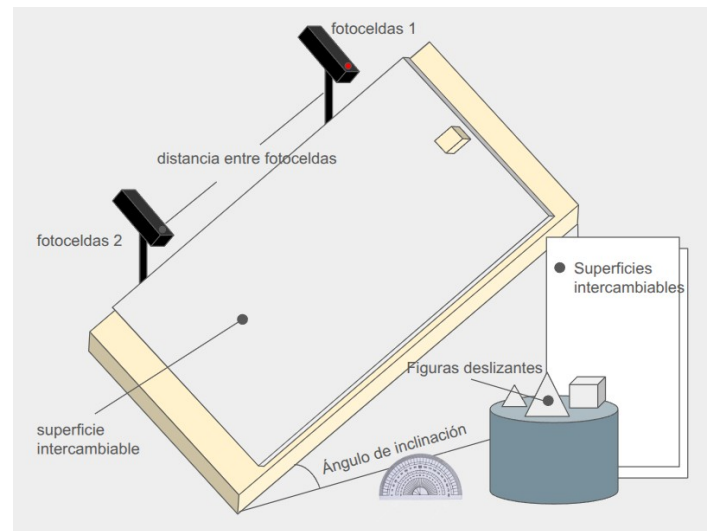
Este proyecto se desarrolló bajo un enfoque experimental, dividido en cuatro fases metodológicas, con el objetivo de analizar los factores que influyen en el deslizamiento de cuerpos sobre un plano inclinado. A lo largo del proceso se describen claramente las actividades realizadas, el uso de materiales específicos y el registro sistemático de datos. Todos los resultados obtenidos en las pruebas se anotaron en **tablas organizadas**, lo que permitió su análisis posterior y facilitó la comparación entre condiciones experimentales.

2.1 Equipos y materiales utilizados

- **Plano inclinado** con base firme y ángulo ajustable.
- **Figuras geométricas sólidas** (de madera): dos triángulos y dos cuadrados, con diferentes masas y áreas superficiales.

- **Dos celdas fotoeléctricas**, dispuestas en el plano para medir el tiempo de paso de las figuras y calcular su velocidad.
- **Transportador angular**, para medir y fijar la inclinación del plano con precisión.
- **Superficies intercambiables** para cubrir el plano: madera lisa, lija fina y lámina plástica.

Figura 1. Montaje del experimento.



Con base en estos materiales, se espera realizar un montaje similar al mostrado en la Figura 1, con el fin de llevar a cabo cada una de las fases del experimento de manera adecuada. Cabe destacar que **en todas las fases se analiza únicamente la fricción cinética**, ya que los cuerpos se encuentran en movimiento una vez inician su desplazamiento sobre el plano inclinado.

Con esta información, se establecieron cuatro fases que deben seguirse para llevar a cabo el experimento:

Fase 1: Comparación de masas (madera lisa, 50°)

En esta fase se buscó comprobar si la masa influye en la velocidad de deslizamiento de un objeto en movimiento, lo cual permite analizar el comportamiento de la **fricción cinética** ante diferentes masas.

1. Se utilizaron dos triángulos de diferentes masas.
2. El plano se inclinó a 50° , usando el transportador.
3. Se colocaron las celdas fotoeléctricas en dos puntos fijos del plano, separados por una **distancia conocida** para calcular la velocidad.
4. Cada figura se soltó desde el mismo punto, sin impulso inicial.
5. Cada medición se repitió tres veces por figura.
6. Todos los datos fueron anotados en una tabla, como forma de ejemplo se presenta la **tabla 1**, incluyendo figura utilizada, masa, tiempo entre celdas y velocidad calculada. Se espera que los datos muestren que la masa no influye significativamente en la velocidad de deslizamiento del objeto.

Tabla 1. relación entre velocidad y masa.

Tipo de figura	Masa (kg)	Ángulo ($^\circ$)	Superficie
Piramide	...	50	Madera lisa
Cubo		50	Madera lisa

Tiempo (s)			Velocidad (m/s)		
...

Fase 2: Comparación de formas (madera lisa, 50°)

Aquí se analizó si la forma del objeto (y, por tanto, su área superficial de contacto) tiene algún efecto sobre el deslizamiento y la fricción cinética.

1. Se usaron un triángulo y un cuadrado de igual masa.
2. El plano se mantuvo a 50° de inclinación.
3. Se midió el tiempo de paso usando las celdas fotoeléctricas.
4. Se repitió el procedimiento tres veces por figura.
5. Los resultados se registraron en tablas, como la **tabla 2**, indicando figura, área, masa, tiempos y velocidades. Se espera que los datos muestren si la forma y el área superficial del objeto afectan el tiempo y la velocidad de deslizamiento sobre el plano inclinado.

Tabla 2. Relación entre velocidad y área superficial.

Tipo de figura	Masa (kg)	Área contacto (m^2)	Ángulo ($^\circ$)	Superficie
Piramide	50	Madera lisa
Cubo		

Tiempo (s)			Velocidad (m/s)		
...
...

Fase 3: Variación del ángulo (madera lisa)

Se evaluó cómo la inclinación del plano afecta la velocidad de deslizamiento y, en consecuencia, permite observar cómo varía el comportamiento de la fricción cinética con el ángulo.

1. Se utilizó el mismo cuadrado en todas las pruebas.
2. El ángulo del plano se ajustó a 40°, 50° y 60°.
3. En cada caso, se realizaron tres pruebas.
4. Se midió el tiempo entre celdas y la velocidad.
5. Los datos se registraron en tablas diferenciadas por ángulo, como se presenta en la tabla 3. Se espera que los datos muestren un aumento de la velocidad y una disminución del tiempo de deslizamiento a medida que aumenta el ángulo del plano.

Tabla 3. Variación de la velocidad con la inclinación.

Tipo de figura	Masa (kg)	Ángulo (°)	Superficie
Cubo	...	40	Madera lisa
		50	
		60	

Tiempo (s)			Velocidad (m/s)		
...
...
...

Fase 4: Cambio de superficies (madera, lija y plástico)

En esta última fase se investigó cómo la textura de la superficie afecta la velocidad del objeto y, por ende, la fricción cinética.

1. Se usó un cuadrado de masa constante.
2. Se probaron tres superficies diferentes: madera lisa, lija fina y lámina plástica.

3. En cada superficie, se realizaron pruebas con ángulos de 40°, 50° y 60°.
4. Como en las fases anteriores, se soltó la figura desde el mismo punto y se midió el tiempo y la velocidad entre celdas.
5. Cada condición fue probada tres veces.
6. Todos los resultados fueron registrados en tablas, organizadas por superficie y ángulo, incluyendo tiempos y velocidades.

Se espera que los datos registrados reflejen cómo la velocidad se ve influenciada por el tipo de superficie.

Tabla 4. Variación de la velocidad el tipo de superficie.

Tipo de figura	Masa (kg)	Ángulo (°)	Superficie
Cubo	...	40	Tipo de superficie
		50	
		60	

Tiempo (s)			Velocidad (m/s)		
...
...
...

Para la tabla 4 se debe realizar una tabla para cada tipo de superficie.

3. TRATAMIENTO DE DATOS

En esta sección se describe el procedimiento seguido para el procesamiento y análisis de los datos obtenidos durante las distintas fases del experimento. El objetivo es determinar cómo variables como la masa, forma, inclinación del plano y tipo de superficie afectan el comportamiento de la fricción cinética. Para ello,

se aplicaron principios teóricos y herramientas estadísticas que permiten validar y comparar los resultados obtenidos.

3.1 Presentación de los datos recolectados

Para cada fase del experimento, se sugiere construir tablas donde se consignen los datos obtenidos en cada repetición, replicando la tabla 1, tabla 2, tabla 3 y tabla 4.

Por ejemplo, para cada figura y condición experimental, se deben realizar tres repeticiones. Luego, se debe calcular la **velocidad promedio** correspondiente a cada conjunto de repeticiones. Las tablas pueden estructurarse por fase, con subtítulos que indiquen claramente las condiciones bajo las cuales se tomaron los datos

Las tablas se estructuraron de acuerdo con las fases del experimento:

- En la **Fase 1**, se compararon dos figuras con diferentes masas, manteniendo constante la superficie y el ángulo del plano.
- En la **Fase 2**, se evaluaron figuras con igual masa pero diferente forma, para analizar la influencia del área de contacto.
- En la **Fase 3**, se utilizó la misma figura con diferentes ángulos de inclinación.
- En la **Fase 4**, se mantuvo constante la figura pero se varió la superficie del plano, probando distintos materiales con diferentes texturas.

Cada tabla incluye columnas para: número de repetición, tiempo medido, velocidad calculada y, posteriormente, y el valor promedio.

3.2 Datos Medidos y Calculados

- **Datos medidos directamente:**
 - Tiempo t entre dos celdas fotoeléctricas.

- Distancia fija d entre las celdas.
- Velocidad media entre las celdas.
- Masa de cada objeto.
- Área superficial de cada figura.
- Ángulo de inclinación del plano (medido con transportador).
- Tipo de superficie de contacto.
- **Datos calculados:**
 - Aceleración.

3.3 Análisis de errores de medición

Es posible que se presenten errores de medición durante la recolección de datos. Estos errores pueden ser:

- **Errores sistemáticos**, como una inclinación mal medida del plano o diferencias mínimas en la distancia entre las celdas fotoeléctricas.
- **Errores aleatorios**, como pequeñas variaciones al soltar la figura, irregularidades en la superficie del plano o interferencias externas.

Para minimizar estos errores, es importante repetir cada medición al menos tres veces y utilizar el valor promedio en el análisis final (formula 5). También se debe procurar que el punto de partida de cada figura sea exactamente el mismo, sin aplicar impulso inicial.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

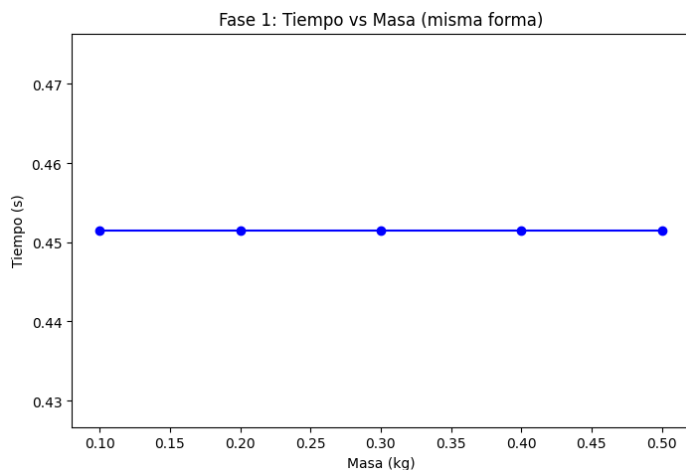
Con el objetivo de analizar cómo distintos factores influyen en el deslizamiento de cuerpos sobre un plano inclinado, se organizaron los resultados obtenidos en cada fase del experimento en tablas de datos y se representaron visualmente mediante gráficas explicativas. Estas representaciones permiten identificar posibles

tendencias, relaciones causales o patrones de comportamiento, facilitando así la interpretación dentro del marco teórico de la segunda ley de Newton y la fricción cinética.

A continuación, se explica qué se hizo en cada fase, cómo se analizarán los datos y qué tipo de gráfica se utilizará:

Fase 1: Comparación de masas

Figura 2. correlación entre el aumento de masa y el tiempo de deslizamiento.



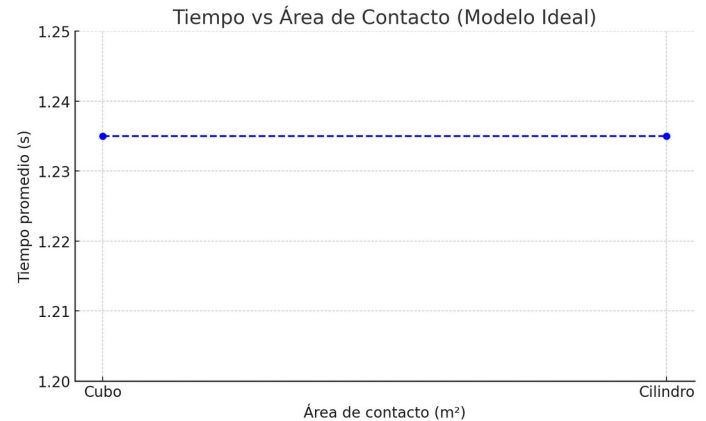
En esta fase, se emplearon figuras con la misma forma pero distinta masa, como se observa en la figura 2. El objetivo es determinar si la masa tiene alguna influencia sobre el tiempo que tarda el objeto en deslizarse entre las dos celdas fotoeléctricas.

- **Qué se va a hacer:** Se graficará la **masa (eje x)** frente al **tiempo medio de deslizamiento (eje y)**.
- **Propósito de la gráfica:** Visualizar si existe alguna correlación entre el aumento de masa y el tiempo de deslizamiento.
- **Relación con los objetivos:** Esta gráfica permite abordar el **objetivo específico 1**, al comparar el comportamiento dinámico

de cuerpos con diferente masa bajo las mismas condiciones.

Fase 2: Comparación de formas

Figura 3. influencia del área superficial en el deslizamiento.

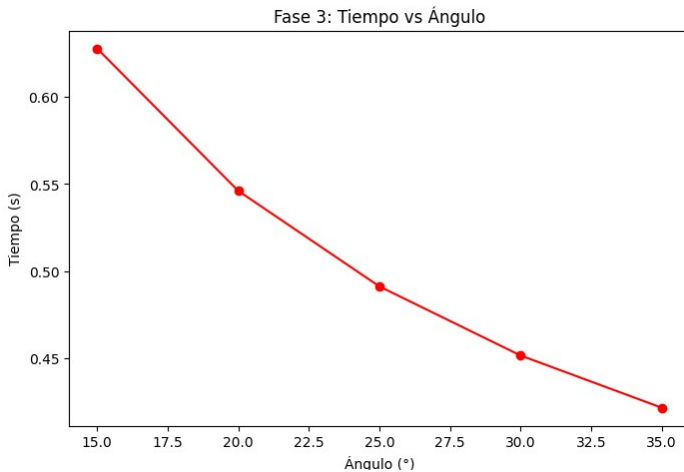


Como vemos en la figura 3 aquí se compararon figuras de **igual masa pero diferente forma**, lo cual modifica el área superficial de contacto con el plano inclinado.

- **Qué se va a hacer:** Se construirá una gráfica de **área superficial de la figura (eje x)** frente al **tiempo medio de deslizamiento (eje y)**.
- **Propósito de la gráfica:** Evaluar si existe una relación entre la forma (y por ende, el área de contacto) y la resistencia al movimiento causada por la fricción.
- **Relación con los objetivos:** Esta fase aborda el **objetivo específico 2**, ya que se examina directamente la influencia del área superficial en el deslizamiento.

Fase 3: Variación del ángulo

Figura 4. comportamiento del cuerpo variando el ángulo

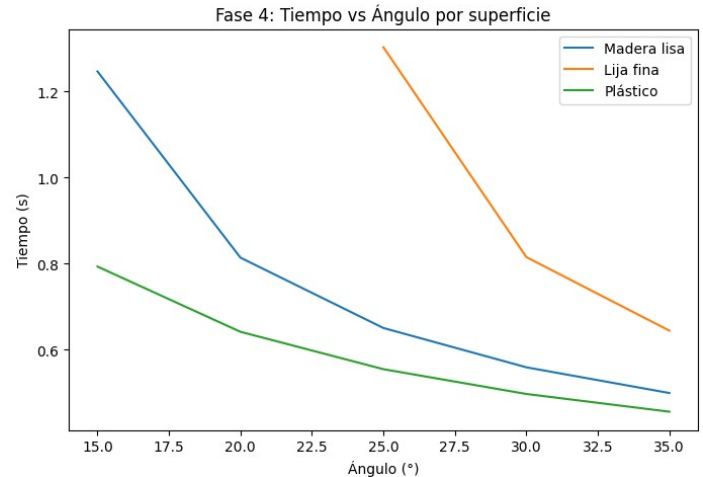


En esta etapa se modificó el ángulo de inclinación del plano, manteniendo constante la figura y la masa, como se observa en la figura 4.

- **Qué se va a hacer:** Se realizará una gráfica de **ángulo del plano (eje x)** frente al **tiempo medio de deslizamiento (eje y)**.
- **Propósito de la gráfica:** Observar cómo cambia el comportamiento del cuerpo al aumentar la componente de la fuerza paralela al plano, en relación con la fuerza de fricción.
- **Relación con los objetivos:** Esta fase está relacionada con el **objetivo específico 3**, ya que busca evidenciar cómo varía el deslizamiento con el ángulo.

Fase 4: Comparación de superficies

Figura 5. comportamiento del cuerpo variando el ángulo



En esta última fase se mantuvo constante el cuerpo utilizado, y se cambió la textura del plano (madera lisa, lija fina y plástico).

- **Qué se va a hacer:** Se generarán varias gráficas de **ángulo (eje x)** frente al **tiempo de deslizamiento (eje y)**, una por cada tipo de superficie.
- **Propósito de las gráficas:** Comparar cómo la fricción cambia en función de la textura, al analizar los tiempos bajo el mismo ángulo en distintas superficies.
- **Relación con los objetivos:** Esta etapa cumple el **objetivo específico 4**, ya que permite evaluar directamente el efecto del tipo de superficie sobre el movimiento del cuerpo.

5. CONCLUSIONES

Con base en el desarrollo experimental y en coherencia con los objetivos planteados, se concluye que:

- Al replicar este experimento, **se espera evidenciar que la masa del cuerpo no influye directamente en su aceleración**

ni en su velocidad final al deslizarse por un plano inclinado, siempre que se mantengan constantes el ángulo y el tipo de superficie. Este comportamiento respalda la segunda ley de Newton, según la cual la aceleración de un objeto es independiente de su masa en ausencia de fricción significativa. En caso de detectar pequeñas variaciones, estas suelen deberse a factores experimentales como la fricción con el aire, imperfecciones del plano o la distribución del peso.

- También se espera que, al emplear cuerpos con la misma masa pero con formas diferentes (como un cubo, un prisma y un triángulo), **no se observe una diferencia apreciable en la velocidad de deslizamiento**. Esto demuestra que el **área de contacto no afecta de forma significativa la fricción cinética**, lo cual valida el modelo teórico en el que dicha fricción depende únicamente de la fuerza normal y del coeficiente de fricción entre superficies, no del área de contacto.
- La experiencia permite, además, **comprobar experimentalmente la relación entre fuerza, masa y aceleración**, planteada por la segunda ley de Newton. Al modificar la fuerza aplicada o la masa del cuerpo y medir la aceleración resultante, se espera que los resultados sigan la relación proporcional descrita por la ecuación $F=ma$, dentro de un margen aceptable de error.
- Finalmente, al realizar la práctica con cuidado y orden, **es posible identificar fuentes comunes de error experimental**, como el tiempo de reacción al medir, el rozamiento no controlado o diferencias en la alineación del plano.

6. REFERENCIAS

- (1) Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2011). *Fundamentos de física* (9ª ed.). Wiley.
- (2) Giambattista, A., Richardson, B. M., & Richardson, R. C. (2010). *Física universitaria* (1ª ed.). McGraw-Hill.
- (3) Young, H. D., & Freedman, R. A. (2012). *Física universitaria con física moderna* (13ª ed.). Pearson.

7. ANEXOS



Se planea programar una simulación en python:

<https://github.com/titooDiaz/SIMULACION-FRICCION.git>

(Es posible que el repositorio permanezca privado hasta el día de la presentación del proyecto.)

Diapositivas:

<https://www.canva.com/design/DAGoCIExo7c/YHn8nUwOGCKC8RFAquoEYw/edit>

