



FRICCIÓN EN LA CAIDA DE UNA SERVILLETA

Juan Rosero y Juan Gómez
Universidad Industrial de Santander
Carrera 27 Calle 9, Bucaramanga


05/Mayo/2023



Índice

1. Introducción	1
2. Metodología	1
2.1. Tablas	3
2.2. Figuras	3
3. El experimento y los resultados	6
4. Conclusiones y Recomendaciones	7

1. Introducción

Una servilleta puede estar comprimida o totalmente  tirada se intuye que sigue pesando lo mismo, pero ¿caerán de la misma manera?, de esta pregunta también se puede suponer que no, se tiene el conocimiento de que la forma afecta el cómo caen las cosas, pero ¿sabemos el por qué?, si su caída es igual, de que factores depende que haya una diferencia en la caída, que ecuaciones y cómo usarlas. Podemos asegurarnos por simulaciones claro está, graficando los intervalos que se pueden obtener y evaluándolos, con el propósito de sacar una conclusión a el porque de este problema.

2. Metodología

El experimento de ambas situaciones cuenta con dos grandes ejes, cada uno con su papel a la hora de poder proporcionar datos y métricas para dar su debido análisis. Empezamos pues así con la gráfica teórica, empleamos una serie de ecuaciones tales que nos permitan tener un esqueleto para poder tener una pauta sobre lo que podemos estimar de lo que será la simulación (Parte del segundo gran eje), ya teniendo esta mediada de la cual podernos guiar, podemos empezar con la simulación de las caídas con y sin fricción significativa. Aquí ya empezamos a pasar a el segundo gran eje de este experimento, los puntos que lo conforman serian la simulación (Lograda en la aplicación

Tracker [1]), toma de datos de la misma y ejecución de grafica para comparar con el valor antes mencionado.

Haciendo más énfasis en que proceso se lleva a cabo después de tomar los datos conseguidos Tracker, ahora vía Phyton [2] se empieza a procesar todo, primero a estos datos se les saca un promedio a los intervalos obtenidos (Tiempo y distancia en Y), ya teniendo esto se hace una desviación estándar [3] con el propósito de saber que tanto se dispersaron los datos, luego se hace una linealización de los datos para hacerlos más manejables, esto se logra mediante el logaritmo, y haciendo un ajuste lineal y conociendo el valor de la intersección de la recta en el eje x se determina el valor experimental de la gravedad, terminando la calibración de los datos tenemos que se grafican los datos promedio como un diagrama de error.

Con estos datos empezaremos uno a uno a graficar (Datos experimentales, datos teóricos con $g = 9.8 \text{ m/s}^2$, y datos teóricos con gravedad obtenida experimentalmente), terminando con una gráfica mostrando los valores completos para poder sacar conclusiones y medir error.

Además, siguiendo con los modelos teóricos y sus respectivos razonamientos, nos encontramos con la cuestión de cómo abarcamos la fricción. Para esto usaremos una ecuación ya conocida, referente a un cuerpo cayendo bajo la acción de la gravedad, y deduciremos como esta aparte de ayudarnos con el modelo comprimido, también puede darnos una aproximación para el modelo estirado.

$$v_f = v_0 + gt \quad \text{y} \quad d = v_0 t + g \frac{t^2}{2}, \quad (1)$$

Contando con estos parámetros podemos empezar a deducir dos cosas, primero el poder simplificar la masa (m), ya que como se demuestra estando en ambos lados de la ecuación por igualación, destacando que para determinar la aceleración no se depende de la masa, y dos, que podemos despreciar al menos en el primer caso la constante K, ya que podemos tomar la aceleración como constante, por lo tanto, la velocidad final y su distancia quedarían determinadas por:

$$[t_0, t_1] : \begin{cases} v(t_0) = v_0 \\ x(t_0) = x_0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v(t_1) = v_1 = v_0 + a(x_0, v_0, t_0) [t_1 - t_0] \\ x(t_1) = x_1 = v_0 [t_1 - t_0] + a(x_0, v_0, t_0) \frac{[t_1 - t_0]^2}{2}, \end{cases} \quad (2)$$

(3)

Ahora en el caso de la servilleta extendida, sabemos que su aceleración va a estar variando debido a su forma, por lo que será necesario el poder tomar pequeños intervalos de tiempo para poder calcular su aceleración, nos planteamos el cómo podemos hacer eso con la ecuación que

tenemos, la opción viable es optar por que en esos intervalos la aceleración es constante, lo que nos va a permitir obtener un buen valor.

2.1. Tablas

Cuadro 1: Valores se obtenidos al dejar caer la servilleta comprimida

Datos servilleta comprimida	Vertical promedio	Desviación estándar
Datos 1	-0.0045	0.0061
Datos 2	-0.0284	0.0131
Datos 3	-0.0585	0.0206
Datos 4	-0.1187	0.0138
Datos 5	-0.1823	0.0163
Datos 6	-0.2575	0.0176
Datos 7	-0.3508	0.0204
Datos 8	-0.4506	0.0280
Datos 9	-0.5697	0.0286
Datos 10	-0.6974	0.0336

En base a estos valores se determinó el valor máximo de error, el cual fue de 6.8 %

Cuadro 2: Valores se obtenidos al dejar caer la servilleta extendida

Datos servilleta Extendida	Vertical promedio	Desviación estándar
Datos 1	-0.0033	0.0040
Datos 2	-0.0258	0.0084
Datos 3	-0.0379	0.0190
Datos 4	-0.0598	0.0331
Datos 5	-0.0819	0.0490
Datos 6	-0.1133	0.0671
Datos 7	-0.1437	0.0859
Datos 8	-0.1773	0.1042
Datos 9	-0.2122	0.1247
Datos 10	-0.2551	0.1337

En base a estos valores se determinó el valor máximo de error, el cual fue de 34.4 %

2.2. Figuras

En las gráficas posteriores se mostraran los distintos resultados, comparaciones y rangos de error graficados que se obtuvieron, cabe destacar antes que los respectivos porcentaje de error son 6.8 %

para la servilleta comprimida y 34.4% para la servilleta extendida. En la parte de la servilleta comprimida se obtiene un valor de error dentro del rango aceptable, se podría decir que los datos tienen una precisión aceptable, pero difiere un poco al compararla con el valor teórico teniendo así menos exactitud; en cuanto a la servilleta extendida, tenemos un valor muy grande error lo que quiere decir poca precisión en los datos y también tienen una menor exactitud si se compara con lo obtenido con la servilleta comprimida [4].

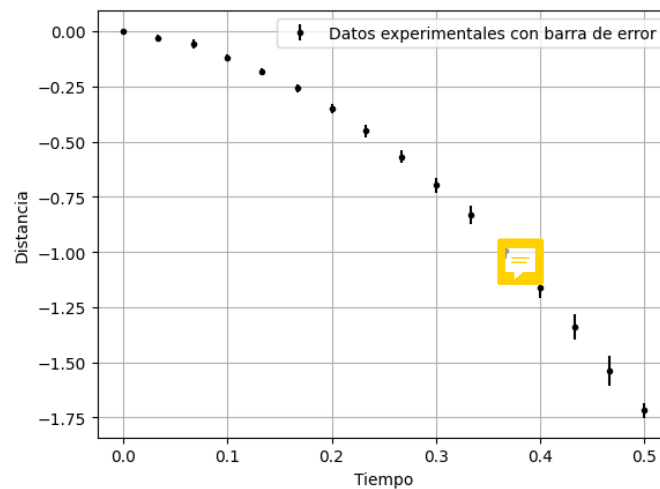


Figura 1: Error en los datos promedio de la servilleta comprimida (poca variabilidad en los datos).

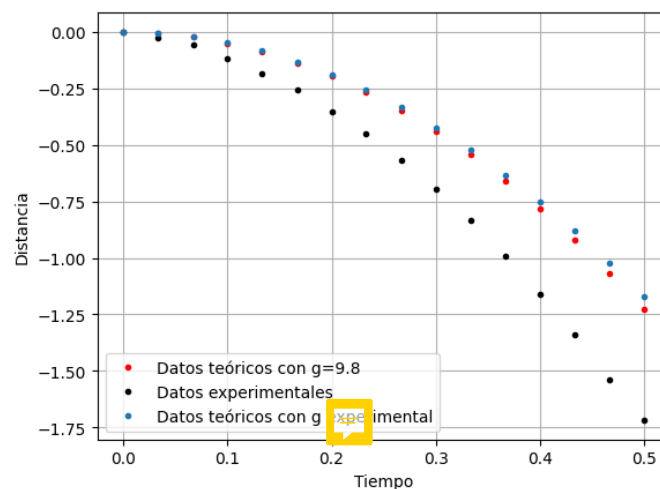


Figura 2: Comparación resultado experimental, con resultados teóricos despreciando la fricción en la servilleta comprimida.

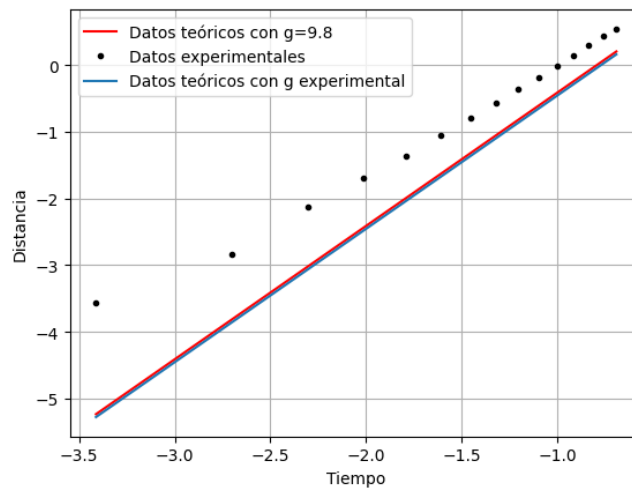


Figura 3: Datos linealizados de la servilleta comprimida.

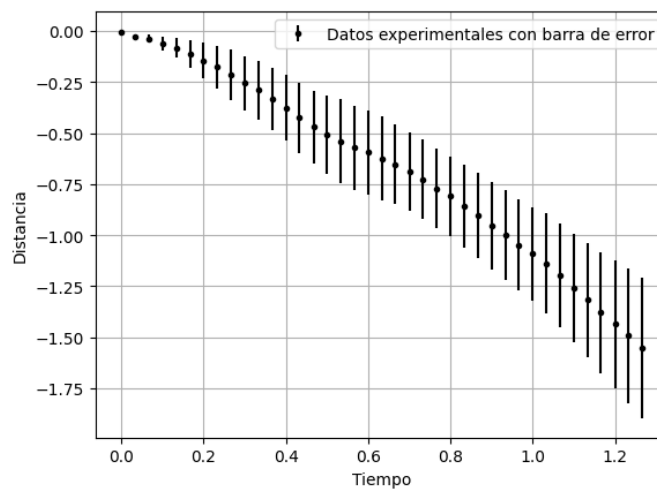


Figura 4: Error en los datos promedio de la servilleta extendida(variabilidad evidente en los datos).

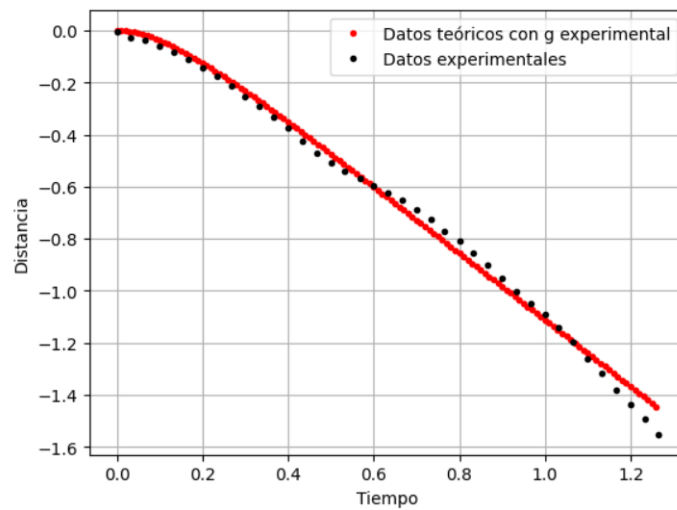


Figura 5: Comparación resultado experimental, con resultados teóricos despreciando la fricción en la servilleta extendida.

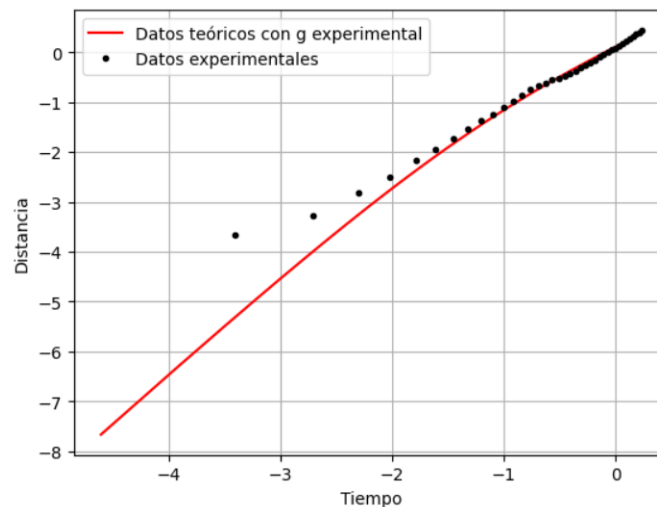


Figura 6: Datos linealizados de la servilleta extendida.

3. El experimento y los resultados

Se midió y simuló dos casos acerca sobre la caída de una servilleta, para lograr estas mediciones y graficas se usaron dos puntos (Vía Tracker y Phytion) ya mencionados en la sección de metodología, para lograr simular los diferentes casos en Tracker se optó por tomar intervalos de 10 videos sobre cada caso, lo que se traduce como dejar caer una servilleta comprimida y dejar caer 10 veces una

servilleta estirada, esto se hizo con la intención de reducir el intervalo de error con el que estimábamos en especial con el caso de la servilleta estirada, ya que los datos iban a contar con menos exactitud debido al cambio brusco que tiene en las diferentes pruebas.

La zona en la que se tomaron los datos fue sellada para que otras corrientes de aire no intervinieran a la hora de dejar caer el objeto, se hizo a una altura de 1.75 metros y además sobre un fondo negro para que a la hora de tomar los intervalos no existiera apenas confusión en la trayectoria.

Las desventajas y limitaciones que se encontraron fueron pocas, aunque con cierto peso a la hora de tomarlas en cuenta, ya que en el caso de la servilleta extendida no se lograba apreciar bien en qué punto calibrar para poder tomar un intervalo debido a que mientras el objeto caía, su forma iba variando con mucha facilidad, un punto a debatir es que debido a la estimación de medir 10 intervalos se intuye que a la larga los intervalos formaran unos datos más lineales, sin embargo en el caso de la servilleta estirada esta aun así dio un error del 34.4 %, algo que en la teoría no se contempló.

Estos errores podrían entrar en la calificación de errores aleatorios, aunque claro está que siempre en este tipo de experimentos el error de la persona que lo realiza influye considerablemente, el error aleatorio también juega su papel fundamental debido a que es poco probable que el operador controle con precisión como va a caer la servilleta antes de soltarla.

Para estos datos la gravedad experimental obtenido fue del valor de 9.3848 m/s^2 . Ahora bien, para calcular la parte importante de este experimento el cual es la constante de fricción, al momento de hacer la estimación de la constante k , se obtuvo que $B = k/m$ era igual a 7.3313, y multiplicándola por la masa de la servilleta la cual es de 0.63 gramos se obtuvo que la constante de fricción es de 4.6187.

4. Conclusiones y Recomendaciones

Se obtuvo la constante de fricción de una servilleta extendida, aproximando y utilizando cálculos teóricos, además de realizar calibraciones experimentales suponiendo la servilleta comprimida como un experimento sin roce, obteniendo que la constante de fricción para este experimento fue de 5.1269.

Además de esto también se trabajó el error de la mediciones obteniendo para la servilleta comprimida un porcentaje de error aceptable (6.8 %), por lo que fue una medición precisa y con considerable exactitud. sin embargo, este no fue el caso para la servilleta extendida en donde se obtuvo un error del 34.3 % el cual nos indica poco precisión en las medidas y poco exactitud al momento de compararlo con los resultados teóricos, esto pueden ser debidos al operador tanto como a errores aleatorios, lo aconsejable en este caso sería tomar varias cantidades de muestras en donde la caída de la servilleta sea muy similar, para lograr así minimizar este error.

Referencias

- [1] “Tracker Video Analysis and Modeling Tool for Physics Education — physlets.org.” <https://physlets.org/tracker/>.
- [2] “Welcome to python.org — python.org.” <https://www.python.org/>.
- [3] “Estadística — sc.ehu.es.” <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cursoJava/numerico/regresion/estadistica.htm>.
- [4] “Accuracy and precision - Wikipedia — en.wikipedia.org.” https://en.wikipedia.org/wiki/Accuracy_and_precision.