



Caída de una servilleta y su fricción

Alvaro Robles y Deivid Jimenez

Escuela de Física

Universidad Industrial de Santander

Bucaramanga, Colombia

8 de mayo de 2023

Índice

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

Resumen

¿Una servilleta cayendo? suena simple pero es todo lo contrario, la caída de una servilleta nos muestra la ciencia escondida en los sucesos rutinarios de nuestras vidas, pero este documento se encargará de representar esa ciencia, de una forma más o menos exacta, siendo menos el término más cercano, porque 'La física no es exacta' pero inexacto no significa 'erroneo', por lo que nos encargaremos de demostrar constantes como la gravedad por medio de la experiencia y teniendo en cuenta, claramente lo teórico de la ciencia porque entonces, ¿Qué seríamos sin ella?

[Archivo de LaTeX de este mismo pdf](#)

1. Introducción

Este documento se encargará de mostrar el análisis de la caída de una servilleta, simple en sí misma pero curiosa cuando analizamos a fondo su naturaleza, ¿Cómo puede caer más rápido una servilleta según su forma? la respuesta a esto es la fuerza de fricción que actúa sobre la servilleta, según la figura que se le asigne a la servilleta esta cae de una forma o más acelerada o más lenta, ya que el peso que tienen es el mismo teniendo en cuenta que la servilleta está arrugada en forma de bolita y esa misma servilleta está completamente extendida en su forma "normal", y a partir de ese punto, encontraremos la fuerza de rozamiento en la servilleta extendida, todo esto se puede interpretar como un análisis complicado pero en términos más simples, con el fin de entender cómo

funciona o cómo actúa la fuerza de rozamiento en un sistema más comprensible, por lo mismo ahora mostraremos el cómo de este experimento.

2. Metodología

A continuación abordaremos el cómo realizamos el experimento y las herramientas usadas en él: Iniciamos el experimento grabando la caída de una servilleta comprimida y extendida, cada una con un sistema de referencia para medir la altura de la que cae, ¿Para qué el sistema de referencia? - para después poner este video en Tracker, una aplicación que permite el análisis de un video para tomar mediciones de un fenómeno físico, con esta aplicación tendremos los intervalos de tiempo (t), una posición en (X) y (Y)

Para mayor precisión, es mejor usar 10 videos en Tracker ya que las posiciones no son siempre las mismas, para hallar los datos que necesitamos, no usaremos un solo video, usaremos un promedio de estos, que será lo primero que haremos en nuestro archivo de JupyterLab donde se usa Python como sistema de escritura, donde escribiremos las ecuaciones que necesitaremos para hallar diferentes aceleraciones, velocidades, etc, todo esto en base de los datos que conseguimos en Tracker. Usando JupyterLab porque tiene algunas herramientas como Numpy, una calculadora eficiente adentro de Python, Pandas es una biblioteca de código abierto para el análisis y manipulación de datos en Python.

Para iniciar las medidas y las comparaciones del proyecto, en JupyterLab iniciaremos clasificando los datos que usaremos a lo largo del proyecto siendo estos (t) y (Y) de los datos tomados en Tracker, de cada figura que tomará la servilleta. Después hacemos un promedio para (t) y (Y) en los datos de la servilleta comprimida, y de igual forma, lo hacemos para hallar la desviación estándar de la servilleta comprimida.

Luego generamos las gráficas del promedio y la desviación estándar, todo esto en la servilleta comprimida [2](#) y [1](#) y después sacamos el promedio y desviación estándar de la servilleta extendida y de igual forma, graficamos esto para entender el comportamiento del objeto. [4](#) y [3](#)

Como punto casi medio, pasaremos a definir un valor de la gravedad en nuestro proyecto, en base a las mediciones que tomamos con Tracker en la servilleta comprimida, específicamente definiremos un valor de la gravedad para cada video que grabamos en la comprimida con esta fórmula

$$g = -\frac{2 * H}{t^2} \quad (1)$$

Fórmula donde $H = (Y)$ siendo el valor de la altura en el experimento y $t =$ tiempo de la servilleta. Después ponemos los diferentes valores de la gravedad en un mismo conjunto para poder, sacar un promedio de la gravedad en el experimento, valor que usaremos luego para determinar los 'Instantes' de la servilleta extendida, pero por ahora, después de hacer el conjunto, sacaremos el valor de la gravedad en nuestro sistema, valor que nos da igual a 9.288 m/s

Al tener el valor de la gravedad en nuestro sistema, podemos proceder a calcular las distancias, las gravedades teóricas y experimentales en la servilleta comprimida por medio de este código [5](#) Con este código llegamos a los datos que necesitamos para plantear una comparación entre los datos que conseguimos de forma teórica y experimental respecto a la servilleta comprimida, gráfica que

encontraremos en 6

Y después de esto procedemos a hacer lo mismo pero con la servilleta extendida, para saber cómo se 've' la diferencia entre los datos experimentales y los teóricos, los datos teóricos cabe aclarar que se toman en situaciones 'ideales' donde la gravedad equivale a 9.8 m/s^2 , esto lo podemos evidenciar en el código 5, y tendremos la comparación en esta imagen 7

La mayor diferencia en estas es que en la extendida podemos evidenciar el valor de una 'aceleración' que se usa para determinar la distancia y velocidad con la gravedad estándar.

Ahora empezaremos con los instantes de la servilleta extendida, los cuáles usarán el valor de gravedad que determinamos de forma experimental, una constante 'B' que representa el rozamiento sabiendo que se toma por medio de prueba y error según las gráficas que hemos usado, y un intervalo de tiempo 'dt' que es la diferencia que hay entre un t_2 y un t_1 , como podemos ver en 10

Ahora agruparemos los instantes en un solo grupo para poder graficar el promedio de caída con rozamiento de la servilleta extendida, como podemos ver en 9, después de esto, comparamos la caída de la servilleta comprimida con la servilleta extendida con rozamiento ya definido, teniendo así 9

2.1. Figuras

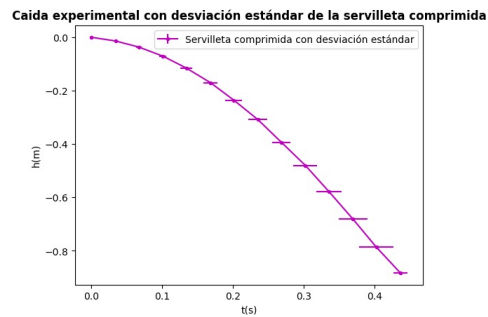


Figura 1:

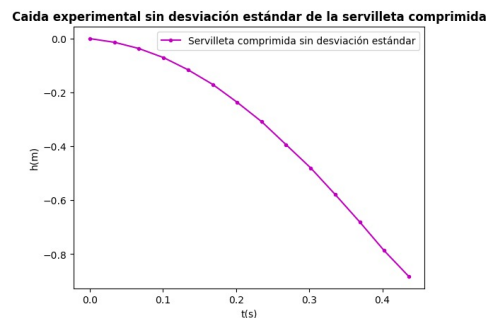


Figura 2:

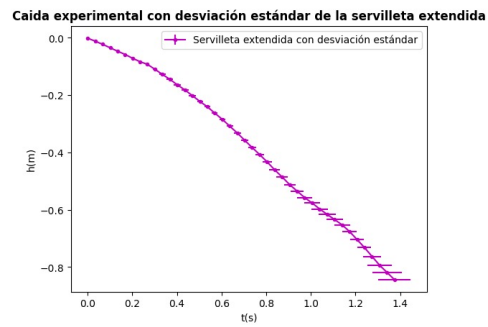


Figura 3:

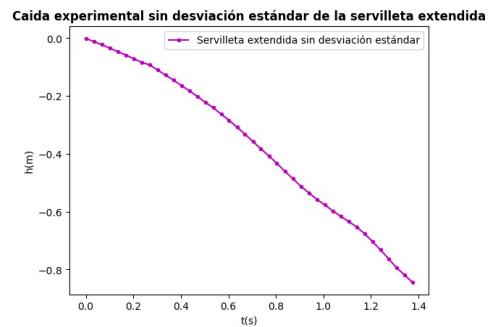


Figura 4:

```
[45]: g = 9.8 # m/s^2 gravedad estándar
vi = 0 # Velocidad inicial

# Distancia teórica y experimental
y_teo = vi*tco_prom+((-g)*(tco_prom**2))/2
y_exp = vi*tco_prom+((-gco_prom)*(tco_prom**2))/2

# datos Lineales
y_teo_lin = np.log(np.abs(y_teo[1:]))
y_exp_lin = np.log(np.abs(y_exp[1:]))
t_exp_lin = np.log(np.abs(tco_prom[1:]))

# Ajuste de regresión
t_ajuste = np.polyfit(t_exp_lin, y_teo_lin, 1)
texp_ajuste = np.polyfit(t_exp_lin, y_exp_lin, 1)
t_gravedad = 2*np.exp(t_ajuste[1])
texp_gravedad = 2*np.exp(texp_ajuste[1])

print("Así quedando como gravedad teórica:", t_gravedad, "m/s^2 y como gravedad experimental:", texp_gravedad, "m/s^2.")
```

Así quedando como gravedad teórica: 9.800000000000017 m/s^2 y como gravedad experimental: 9.288289425693698 m/s^2.

Figura 5:

Comparación de la caída experimental y teórica de la servilleta comprimida

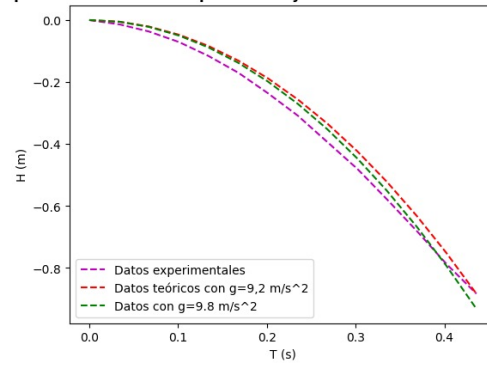


Figura 6:

Comparación de la caída experimental y teórica de la servilleta extendida

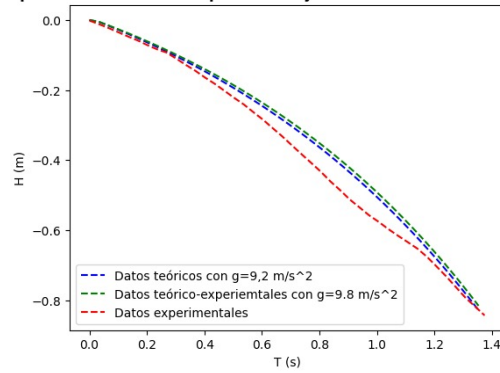


Figura 7:

Caída de una servilleta extendida considerando su rozamiento

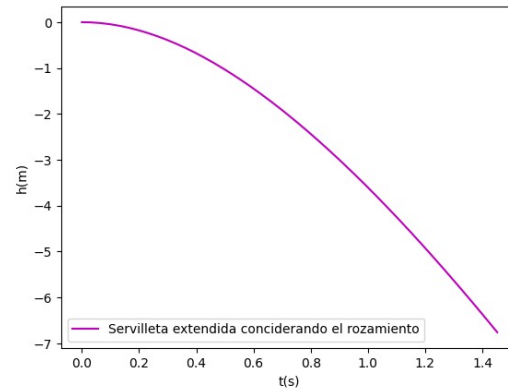


Figura 8:

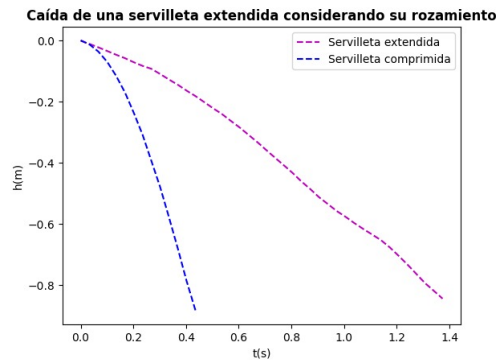


Figura 9:

```
[50]: # Instante 1
v1 = gco_p*dt
y1 = gco_p*dt**2/2 + v0*dt + y0

# Instante 2
a1 = gco_p - B*v1
v2 = v1 + a1*dt
y2 = gco_p*dt**2/2 + v1*dt + y1

# Instante 3
a2 = gco_p - B*v2
v3 = v2 + a2*dt
y3 = gco_p*dt**2/2 + v2*dt + y2

# Instante 4
a3 = gco_p - B*v3
v4 = v3 + a3*dt
y4 = gco_p*dt**2/2 + v3*dt + y3

# Instante 5
a4 = gco_p - B*v4
v5 = v4 + a4*dt
y5 = gco_p*dt**2/2 + v4*dt + y4
```


Figura 10:

3. El experimento y los resultados

El experimento se encargó de medir varios aspectos de la vida que de por sí ya se encuentran definidos como el valor de la gravedad y el mismo rozamiento de un objeto, pero la idea fue hacerlo por nosotros mismos, y de esa forma pudimos llegar a un valor **de** la gravedad en nuestro sistema y a un valor del rozamiento en nuestro sistema, pero como dijo nuestro profesor de Introducción a la Física: "La física no es exacta" Héctor Rago, teniendo en cuenta esto, ningún valor que pudimos conseguir es realmente exacto, es una aproximación a la cual llegamos de forma teórica y experimental, y aparte, para evadir una variación muy grande de nuestros resultados con los valores 'reales', hicimos las distintas mediciones basadas en diferentes momentos del mismo suceso, por sí explicarlo, haciendo más de 5 tomas de la caída de la servilleta en sus diferentes figuras, todo claramente se midió en un entorno ligeramente controlado, donde no hubieran fuerzas externas como una corriente de viento

o algo que afectara a la servilleta que no hiciera parte de su misma naturaleza, y un sistema de referencia claro de entender y que no pudiera ser alterado de ninguna forma entre las diferentes tomas.

4. Conclusiones y Recomendaciones

A lo largo del experimento pudimos observar como para el mismo objeto de estudio, algo tan 'simple' como la forma o figura que tiene, puede cambiar considerablemente la naturaleza de su caída por algo conocido como el rozamiento con el aire,  experimento se encargó de retratar esto de la forma más exacta posible pero claramente, teniendo en cuenta todas las posibles variables que en cualquier momento podían dar cabida a errores, que siempre estarán presentes a lo largo de la realización del experimento pero lo importante es saber cómo solucionar esos obstáculos que se presentan.