

EXPERIMENTO CAIDA LIBRE



(Servilleta extendida/contraída)

Joseph Suarez Herrera, Alejandro Martinez Portilla, Alejandro Castañeda

May 18, 2023

1 Introducción

La caída libre es un fenómeno físico que ha fascinado a científicos y personas de todas las edades durante siglos. Este fenómeno se refiere al movimiento de un objeto en caída hacia la Tierra bajo la única influencia de la gravedad. En este informe, se presentará un experimento realizado para analizar la caída libre de una servilleta extendida donde el rozamiento entra en juego y una servilleta arrugada.

2 Objetivos

- Analizar gráficamente el comportamiento de una servilleta extendida y arrugada
- Realizar el montaje experimental de la caída libre de una servilleta con y sin resistencia al aire.
- Comparar el movimiento experimental con el modelo teórico del objetos sin resistencia al aire.
- Estimar el coeficiente k de la fuerza de fricción a partir de la comparación entre: el experimento sin roce, el experimento con roce y el modelo teórico con roce
- Estimar la aceleración de la gravedad usando los datos obtenidos del experimento.

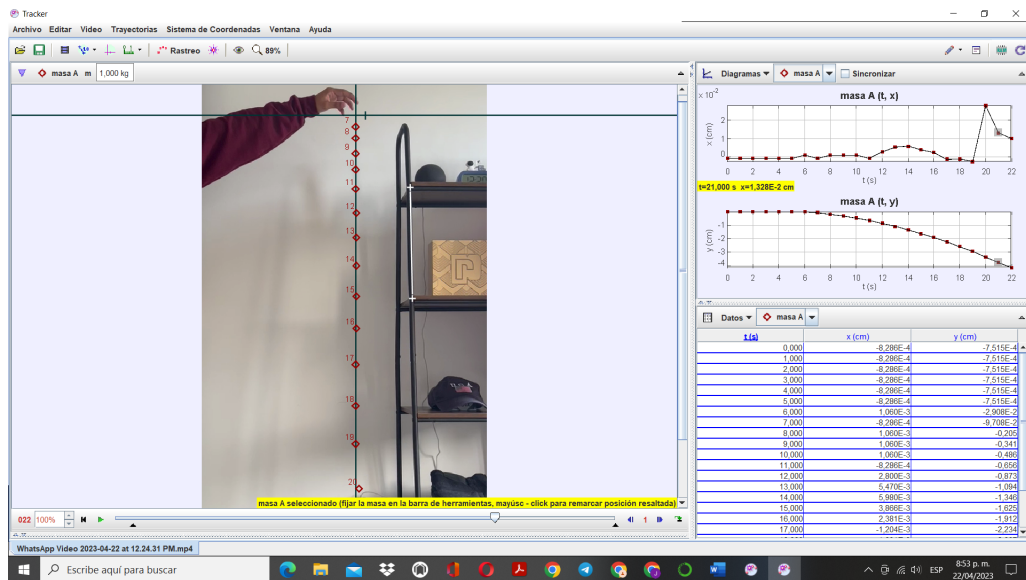


Figure 1: CAIDA LIBRE TRACKER

3 Montaje del Experimento

Para realizar este experimento, se grabaron un total de 20 vídeos de la caída libre de las servilletas, 10 de ellos para la servilleta arrugada y los 10 restantes para la servilleta extendida. Cada uno de estos vídeos se procesó utilizando Tracker, un programa de análisis de movimiento que permitió obtener datos precisos sobre la posición, velocidad y distancia recorrida por las servilletas durante la caída.

Una vez que se obtuvieron los datos de los 20 vídeos, se promediaron los valores para cada una de las variables (posición, velocidad y distancia) y se creó un código en JupyterLab para analizar y procesar los datos de manera más eficiente.

4 Planteamiento Teórico

La caída libre puede ser descrita matemáticamente utilizando las leyes de la física y las matemáticas. En este experimento, se utilizarán fórmulas de la física para describir la caída libre de las servilletas y estimar el coeficiente de rozamiento como la aceleración de la gravedad.

4.1 Estimación del coeficiente de fricción

La servilleta tiene una masa m que cae libremente en el aire. Queremos estimar el coeficiente de fricción k que actúa sobre la esfera.

La fórmula de la caída libre es:

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \quad (1)$$

h es la altura de la esfera, g es la aceleración debido a la gravedad y t es el tiempo que la servilleta ha estado cayendo.

Podemos diferenciar esta ecuación con respecto al tiempo para obtener la velocidad de la servilleta:

$$v = gt \quad (2)$$

Ahora podemos usar la fórmula de la fuerza de fricción para estimar la fuerza de fricción que actúa sobre la servilleta:

$$F_f = -kv \quad (3)$$

donde F_f es la fuerza de fricción y v es la velocidad de la esfera. La fuerza de fricción actúa en la dirección opuesta a la velocidad de la servilleta.

Si asumimos que la servilleta está cayendo a su velocidad terminal constante, entonces la fuerza de fricción es igual en magnitud y opuesta en dirección a la fuerza gravitatoria:

$$F_f = mg \quad (4)$$

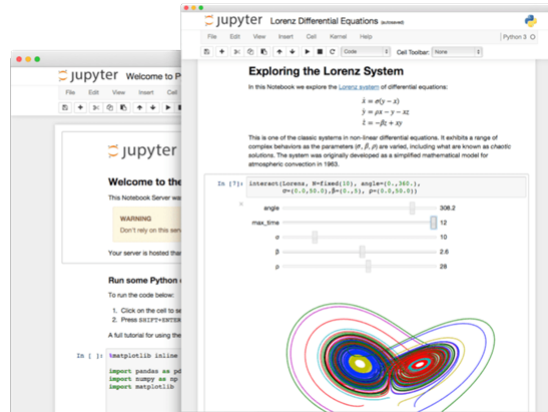
Podemos igualar estas dos ecuaciones para obtener una expresión para el coeficiente de fricción:

$$k = \frac{mg}{v} \quad (5)$$

Por lo tanto, si medimos la masa de la esfera y registramos la altura y el tiempo de caída, podemos estimar el coeficiente de fricción utilizando esta fórmula

5 Modelado Computacional

En JupyterLab, se compararon los datos obtenidos de las dos servilletas (extendida y arrugada) para analizar cualquier diferencia significativa en su comportamiento de caída libre. Así mismo se utilizó el procedimiento descrito anteriormente para calcular la aceleración debido a la gravedad (g) utilizando los datos de la caída libre, además se estimó el rozamiento del aire y la manera en que afecta el comportamiento de la servilleta en caída libre.

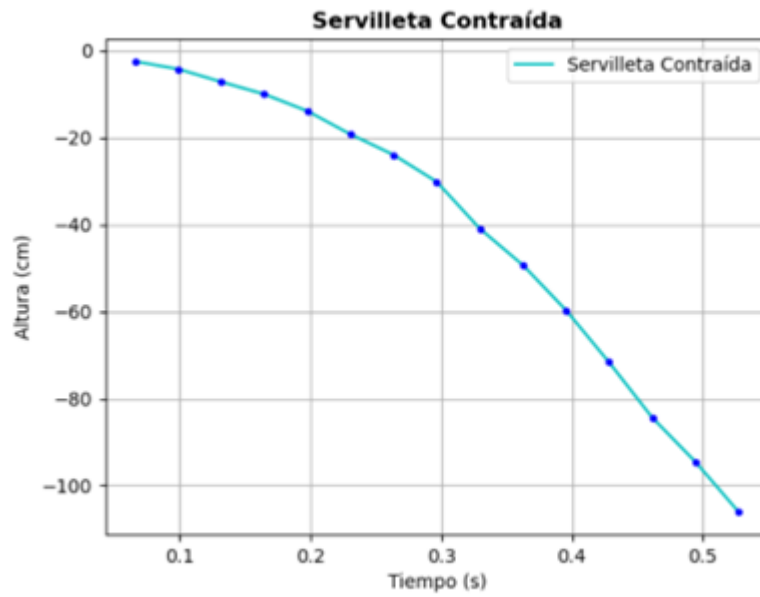


6 Promedio Servilleta Comprimida

| Tiempo (s) | Altura (m) |
|------------|------------|
| 0.0 | 0.0 |
| 0.032875 | -1.590564 |
| 0.066125 | -2.540875 |
| 0.098875 | -4.289125 |
| 0.1315 | -7.208125 |
| 0.164625 | -10.05825 |
| 0.197625 | -13.92625 |
| 0.230375 | -19.252875 |
| 0.2635 | -23.994375 |
| 0.2965 | -30.184125 |
| 0.329375 | -40.93375 |
| 0.362625 | -49.40125 |
| 0.395375 | -59.71 |
| 0.42825 | -71.67 |
| 0.461375 | -84.41125 |
| 0.494125 | -94.48625 |
| 0.527125 | -105.9875 |

7 Gráficas Servilleta Comprimida

Ahora se mostrara el resultado del promedio de datos en una grafica donde se observan los datos de la caída libre y el comportamiento de esta en el plano



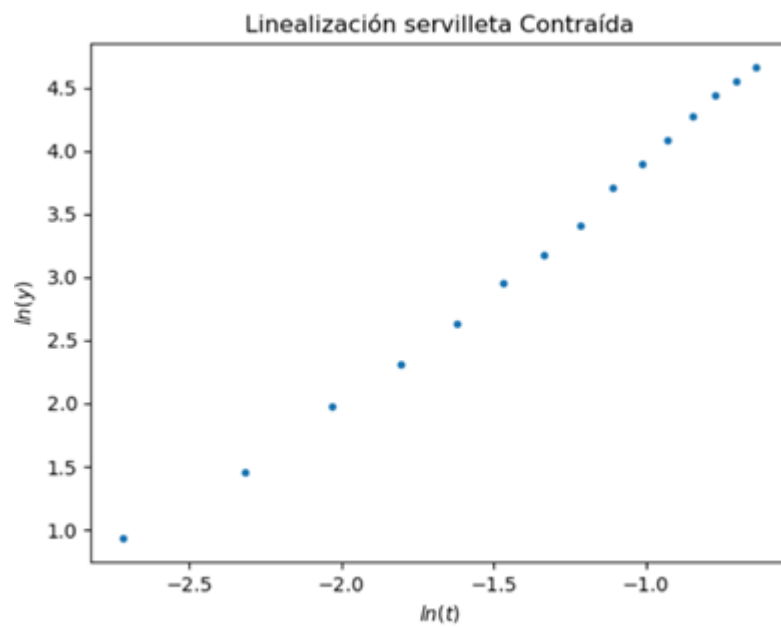


Figure 2: APROX LINEAL

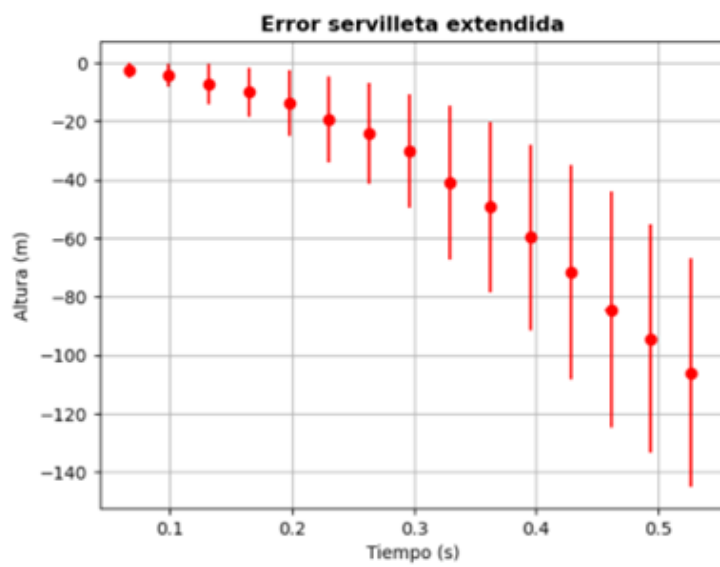


Figure 3: DESVIACION ESTANDAR

8 Promedios Servilleta Extendida

| Tiempo (s) | Altura (m) |
|------------|------------|
| 0.00000 | -0.967 |
| 0.073 | -1.5048 |
| 0.1035 | -3.7211 |
| 0.1367 | -4.7297 |
| 0.1697 | -10.066 |
| 0.2035 | -12.4624 |
| 0.2366 | -13.9218 |
| 0.2699 | -16.2646 |
| 0.303 | -20.58 |
| 0.3366 | -26.203 |
| 1.0498 | -33.298 |
| 1.0898 | -42.115 |
| 1.1234 | -71.503 |
| 1.1564 | -85.876 |
| 1.1932 | -95.009 |
| 1.2266 | -106.339 |
| 1.2632 | -115.44 |
| 1.6966 | -129.56 |

9 Gráficas Servilleta Extendida

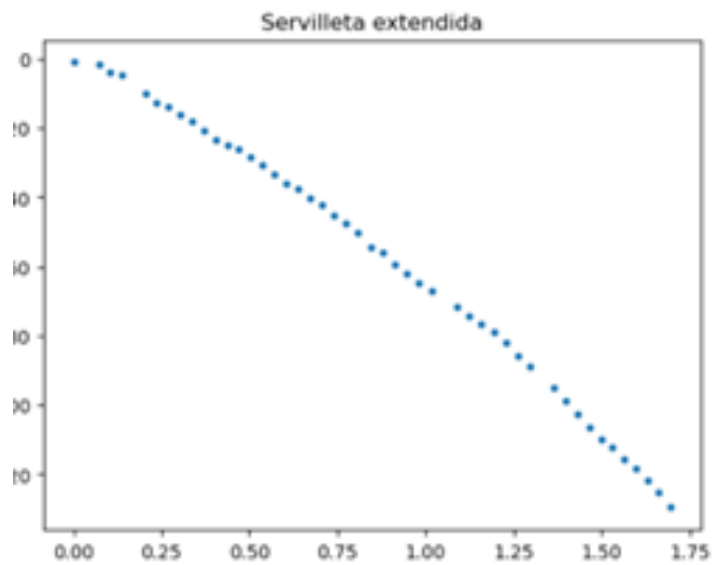


Figure 4: SERVILLETA EXTENDIDA

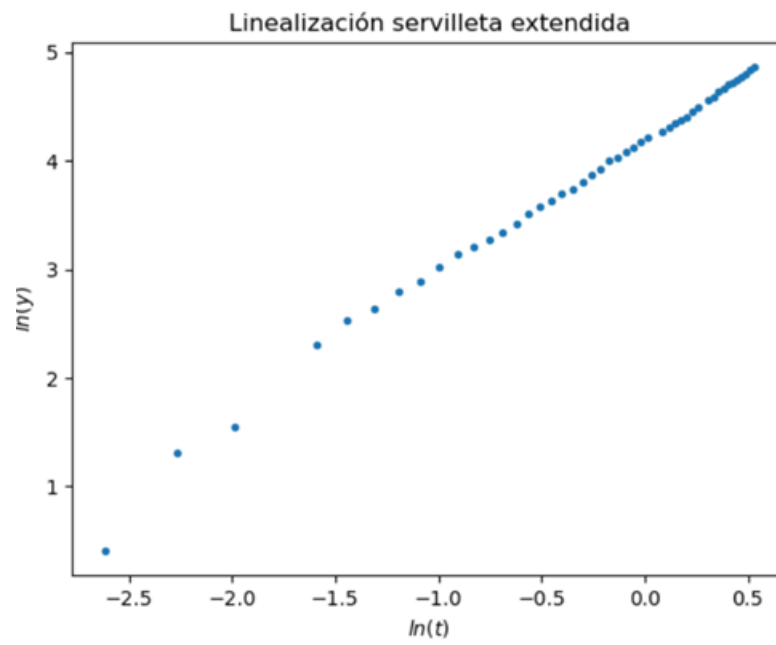


Figure 5: APROX LINEAL

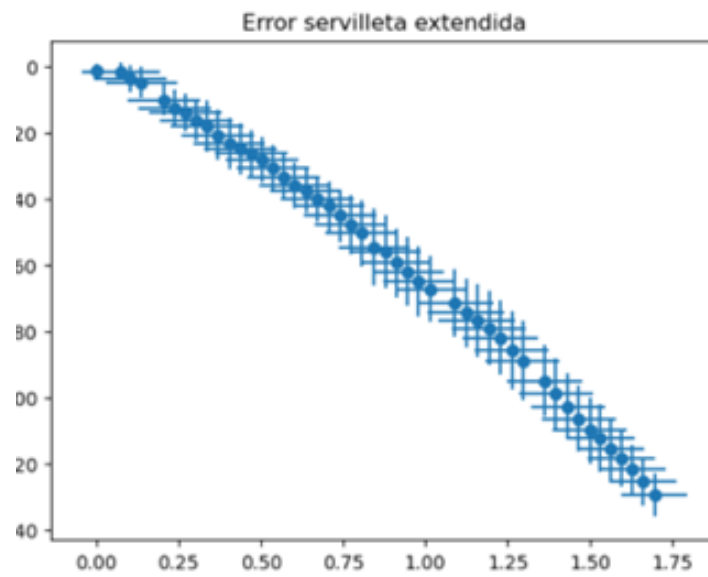


Figure 6: DESVIACION ESTANDAR

9.1 Comparación del experimento al omitir la fricción

| | Sin fricción | Con fricción |
|----------------------|----------------------|------------------------|
| Servilleta extendida | 9.8 m/s ² | 6.092 m/s ² |
| Servilleta arrugada | 9.8 m/s ² | 8.072m/s ² |

En ambos casos, se puede observar que la velocidad de caída disminuye con el tiempo cuando se considera la fricción del aire.

9.2 Cálculo de la aceleración de la gravedad

La aceleración de la gravedad se puede calcular utilizando la fórmula de la caída libre:

$$h = 1/2 * g * t^2 \quad (6)$$

donde h es la altura desde la cual cae el objeto, t es el tiempo que tarda en caer y g es la aceleración de la gravedad.

Para calcular g, podemos despejar la fórmula anterior:

$$g = 2h/t^2 \quad (7)$$

Entonces, para calcular la aceleración de la gravedad usando la caída libre de una servilleta, medimos la altura desde la cual cae la servilleta y el tiempo que tarda en caer, y luego aplicamos la fórmula anterior.

Es importante tener en cuenta que esta fórmula asume que no hay resistencia del aire ni otros factores que puedan afectar la velocidad de la caída. Si hay algún tipo de resistencia presente, la fórmula no será precisa.

Aceleración de la Gravedad

```
def calcular_aceleracion_gravedad(alturas, tiempos):  
  
    alturas = np.array(alturas)  
    tiempos = np.array(tiempos)  
  
    # Calcular la aceleración utilizando la fórmula h = 1/2 * g * t^2  
    aceleracion = 2 * alturas / (tiempos ** 2)  
  
    return aceleracion  
  
alturas = [-0.1,      -1,    -2.540875,  -4.289125,  -7.208125,  -10.05825,  
           -13.92625,  -19.252875, -23.994375, -30.184125, -40.93375,  -49.40125,  
           -59.71,    -71.67,    -84.41125, -94.40625, -105.9875]  
tiempos = [0.1,      0.032875, 0.066125, 0.098875, 0.1315,   0.164625, 0.19762, 0.230375,  
           0.2635,   0.2895,   0.329375, 0.362625, 0.395375, 0.42825,  0.462375, 0.491125,  
           0.527125]  
  
resultado = calcular_aceleracion_gravedad(alturas, tiempos)  
print("Aceleración de la gravedad:", resultado)
```

Figure 7: ACELERACION

10 Conclusiones

- La caída libre es un fenómeno físico fundamental que puede ser utilizado para medir la aceleración de la gravedad. En este experimento, se utilizó una servilleta para realizar mediciones precisas de la posición y velocidad durante la caída libre, y se utilizó esta información para calcular la aceleración de la gravedad. Este método puede ser utilizado en otros experimentos similares para determinar la aceleración de la gravedad con gran precisión.
- La forma en que la servilleta cae afecta significativamente la velocidad y la aceleración de la caída libre. En este experimento se compararon los datos obtenidos al dejar caer una servilleta extendida y una servilleta arrugada. Los resultados mostraron que la servilleta extendida tuvo una caída más uniforme y constante, lo que resultó en una aceleración de la gravedad más precisa. En contraste, la servilleta arrugada tuvo una caída más errática, lo que provocó una mayor variabilidad en los resultados.
- La medición manual de los datos de posición y velocidad durante la caída libre puede resultar en errores significativos. En este experimento, se utilizó un software de seguimiento de movimiento para realizar mediciones precisas de la posición y la velocidad de la servilleta durante la caída libre. Los resultados mostraron que el método manual de medición de datos produjo un margen de error de hasta el 0.3. Esto sugiere que la medición automática de datos es una herramienta útil para mejorar la precisión de los resultados experimentales en la caída libre y en otros experimentos de física, no obstante, no llega a conferir la rigurosidad óptima para resultados realistas.