

## Caída libre Laboratorio II ✓

Carlos Serrato (2178166 - 3747), Brandon Calderón (2125974 - 3743), Jheremy Delgado (2026357 - 2710)

carlos.serrato@correounalvalle.edu.co, calderon.brandon@correounalvalle.edu.co,  
jheremy.delgado@correounalvalle.edu.co

Experimentación de física ✓

12/09/2023

4.6 ✓

26/09/2023

### INTRODUCCIÓN

La caída libre es un fenómeno que influye en nuestra vida cotidiana, desde una pluma que cae desprendida de un ave hasta un paracaidista que se lanza desde un avión. Este trabajo tiene como objetivo verificar la eficacia de las fórmulas conocidas mediante experimentos de laboratorio. A través de este enfoque experimental, buscamos facilitar la comprensión de la naturaleza de la física mecánica.

La caída libre es un fenómeno omnipresente en el mundo que nos rodea y forma parte esencial de la física. Al realizar experimentos en el laboratorio, podemos poner a prueba y validar las fórmulas establecidas que describen este proceso. Esto, a su vez, nos permite mejorar nuestra comprensión de la física mecánica y cómo las leyes naturales rigen los movimientos de los objetos en caída libre.

El estudio de la caída libre no solo es interesante desde el punto de vista científico, sino que también tiene aplicaciones prácticas en campos como la aviación, la ingeniería y la astronáutica. Al explorar este fenómeno, esperamos contribuir al avance de la ciencia y al entendimiento más profundo de la física que rige nuestro mundo.

### OBJETIVOS

- **Crear una gráfica de las distancias ( $y$ ) en función del tiempo ( $t$ ):** Se representarán los valores de las distancias en el eje vertical ( $y$ ) y los tiempos en el eje horizontal ( $t$ ) en un gráfico. Esto permitirá visualizar la relación entre estas dos variables.
- **Realizar un ajuste de la gráfica a un polinomio de grado 2:** Se aplicará un ajuste matemático a la gráfica para modelar los datos experimentales. Un polinomio de grado 2 se utilizará para aproximar la relación entre la distancia y el tiempo.
- **Calcular el valor de la gravedad con los valores obtenidos del ajuste:** A partir de los coeficientes del polinomio de grado 2, se calculará el valor de la gravedad. Esto proporcionará una estimación de la aceleración debida a la gravedad en el experimento.
- **Otra información obtenida de los valores del ajuste al comparar con la ecuación:** Se explorarán otros detalles derivados del ajuste, como la precisión del modelo y cómo se compara con la ecuación teórica que describe la caída libre.

- **Comparar los resultados con el valor aceptado ( $g = 9,79908 \pm 0,00042 \text{ m/s}$ ):** Se contrastarán los resultados obtenidos experimentalmente con el valor aceptado de la gravedad. Cualquier desviación significativa se discutirá y analizará.
- **Discutir las fuentes de error, los resultados obtenidos y realizar conclusiones:** Se evaluarán las posibles fuentes de error en el experimento, como la precisión de las mediciones y los factores ambientales. Se analizarán los resultados y se extraerán conclusiones sobre la efectividad del método experimental y la precisión de los valores calculados.

## MATERIALES

- Escalera plástica de 16 escalones; objeto a dejar caer
- Cronómetro de Laboratorio (CronoLab)
- Celular con SO Android para instalar aplicación CronoLab (estudiante)
- Calibrador pie de rey.
- Computador con Excel para las plantillas.
- Además, se suministra la siguiente información de alta utilidad:

Sea	$y = a^* x^2 + b^* x$	la función de ajuste en Excel.
Equivalente a	$y = (1/2)A^* t^2 + V_0^* t$	la ecuación de movimiento de la cinemática

"A" mayúscula denota aquí la Aceleración

Se deduce que  $a = (1/2)A$  y  $b = V_0 = 0$  (obligaremos a cero la velocidad inicial  $V_0$  al realizar el ajuste en Excel)

Despejando  $y$  teniendo en cuenta la propagación del error:  $A = 2^*a$  y  $\Delta A = 2^*\Delta a$

## METODOLOGÍA

- Se emplea un cronómetro y un láser para medir el tiempo de caída de una escalera plástica.
- Se mide la distancia entre peldaños con un pie de rey y se apuntan los errores conocidos de los instrumentos empleados.
- Los tiempos de interrupción del haz láser al pasar por los peldaños se registran.
- En la aplicación, se selecciona la opción "Caída libre con escalera" en la pestaña "MEDICIÓN".
- Se configura el número de medidas en 16 y se presiona "MEDIR".
- La escalera se deja caer desde unos centímetros del CronoLab, asegurando que el láser pase por cada ranura.
- Los tiempos medidos se guardan en un archivo \*.txt en el Drive.
- Se realizan 3 mediciones y se registran en una hoja de Excel.

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Considerando que la distancia entre los peldaños es de 1,05 cm  $\pm 0,05$  cm, hemos aproximado esta medida a 1 cm, considerando los ~~0,05~~ cm como el margen de error asociado al pie de rey utilizado en la medición.

Ahora, procedemos a presentar los datos obtenidos a través del método experimental utilizando los materiales previamente mencionados:

Medida 1		Medida 2		Medida 3	
y(cm)	t(s)	y(cm)	t(s)	y(cm)	t(s)
±0.05	±0.000001	±0.05	±0.000001	±0.05	±0.000001
1.0000	0.022400	1.0000	0.028288	1.0000	0.030720
2.0000	0.038208	2.0000	0.045568	2.0000	0.048480
3.0000	0.051264	3.0000	0.059456	3.0000	0.062624
4.0000	0.062464	4.0000	0.071168	4.0000	0.074560
5.0000	0.072448	5.0000	0.081472	5.0000	0.085024
6.0000	0.081664	6.0000	0.091008	6.0000	0.094688
7.0000	0.090240	7.0000	0.099776	7.0000	0.103616
8.0000	0.098048	8.0000	0.107840	8.0000	0.111840
9.0000	0.105536	9.0000	0.115520	9.0000	0.119680
10.0000	0.112704	10.0000	0.122880	10.0000	0.127200
11.0000	0.119488	11.0000	0.129792	11.0000	0.134208
12.0000	0.125952	12.0000	0.136384	12.0000	0.140896
13.0000	0.132160	13.0000	0.142784	13.0000	0.147424
14.0000	0.138240	14.0000	0.148928	14.0000	0.153696
15.0000	0.144000	15.0000	0.154816	15.0000	0.159648
16.0000	0.149632	16.0000	0.160512	16.0000	0.165536

Durante la sesión de laboratorio, al utilizar la plantilla proporcionada, se hizo una conversión de las unidades de centímetros a metros y cambios en la notación decimal para garantizar el correcto funcionamiento de la plantilla. Estos ajustes se realizaron previamente y, además, se tuvo en cuenta el análisis del error mencionado anteriormente. Posteriormente, los datos obtenidos se transfirieron a la plantilla proporcionada en la sesión del laboratorio.

# datos	Distancia a	Distancia y(cm)	Variable vertical	Variable horizontal #1	Variable horizontal #2	Variable horizontal #3
			Distancia y(m)	Tiempo CronoLab t(s)	Tiempo CronoLab t(s)	Tiempo CronoLab t(s)
		$\pm 0.05$	$\pm 0.00005$	$\pm 0.000001$	$\pm 0.000001$	$\pm 0.000001$
1	1.000	0.0100	0.022400	0.028288	0.030720	
2	2.000	0.0200	0.038208	0.045568	0.048480	
3	3.000	0.0300	0.051264	0.059456	0.062624	
4	4.000	0.0400	0.062464	0.071168	0.074560	
5	5.000	0.0500	0.072448	0.081472	0.085024	
6	6.000	0.0600	0.081664	0.091008	0.094688	
7	7.000	0.0700	0.090240	0.099776	0.103616	
8	8.000	0.0800	0.098048	0.107840	0.111840	
9	9.000	0.0900	0.105536	0.115520	0.119680	
10	10.000	0.1000	0.112704	0.122880	0.127200	
11	11.000	0.1100	0.119488	0.129792	0.134208	
12	12.000	0.1200	0.125952	0.136384	0.140896	
13	13.000	0.1300	0.132160	0.142784	0.147424	
14	14.000	0.1400	0.138240	0.148928	0.153696	
15	15.000	0.1500	0.144000	0.154816	0.159648	
16	16.000	0.1600	0.149632	0.160512	0.165536	

Esto nos arrojó los siguientes datos para cada uno de los experimentos, donde obtuvimos no solo el valor de la gravedad sino también la velocidad inicial de cada uno de los lanzamientos.

### Ajustes Medida #1

#### MATRIZ DE CÁLCULO (3x2)

$$\begin{matrix} 4.916796406 & 0.333439118 \\ 0.005144525 & 0.000632511 \\ 0.99999709 & 0.000055767 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} a & b \\ \Delta a & \Delta b \\ R \end{matrix}$$

#### RESULTADO AJUSTE

$$\begin{matrix} a = & 4.917 & \pm & 0.005 \\ b = & 0.333 & \pm & 0.001 \end{matrix}$$

#### RESULTADOS DEL EXPERIMENTO

$$\begin{matrix} g = & 9.834 & \pm & 0.010 \text{ m/s}^2 \\ V_0 = & 0.333 & \pm & 0.001 \text{ m/s} \end{matrix}$$

### Ajustes Medida #2

#### MATRIZ DE CÁLCULO (3x2)

$$\begin{matrix} 4.855 & 0.217 \\ 0.217 & 0.004 \\ 0.004 & 0.001 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} a & b \\ \Delta a & \Delta b \\ R \end{matrix}$$

#### RESULTADO AJUSTE

$$\begin{matrix} a = & 4.855 & \pm & 0.004 \\ b = & 0.217 & \pm & 0.001 \end{matrix}$$

#### RESULTADOS DEL EXPERIMENTO

$$\begin{matrix} \text{Aceleración} = & 9.710 & \pm & 0.009 \text{ m/s}^2 \\ V_0 = & 0.217 & \pm & 0.0006 \text{ m/s} \end{matrix}$$

## Ajustes Medida #3

### MATRIZ DE CÁLCULO (3x2)

##	##
##	##
##	##

a	b
$\Delta a$	$\Delta b$
R	

### RESULTADO AJUSTE

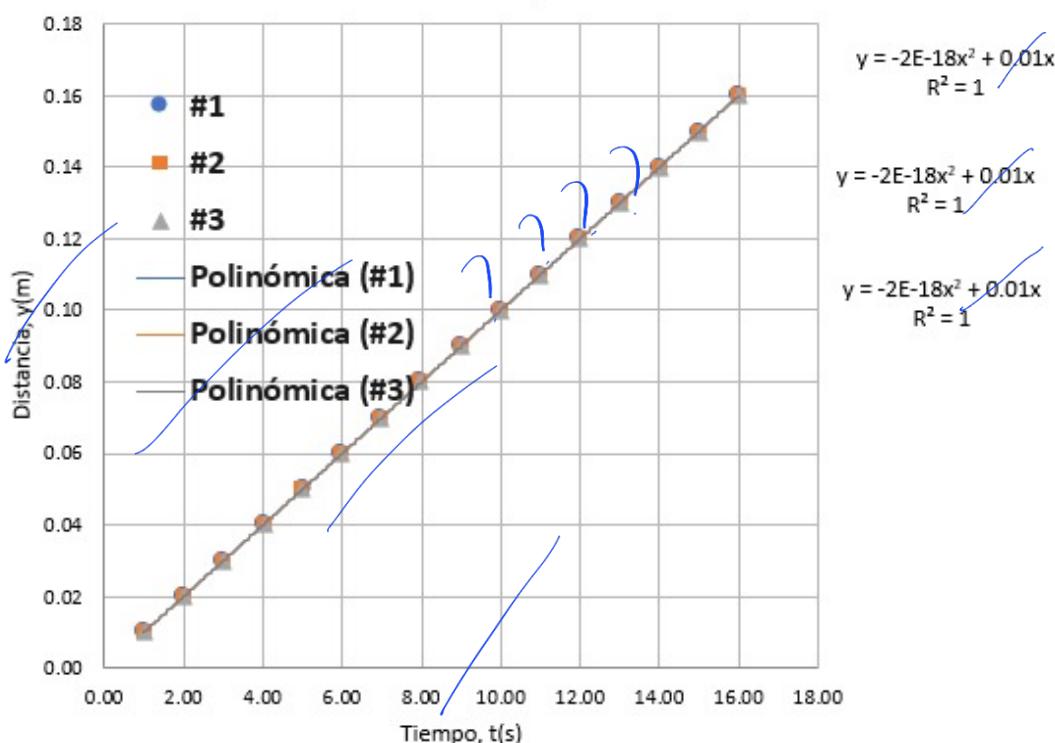
a =	4.720	$\pm$	0.008
b =	0.186	$\pm$	0.001

### RESULTADOS DEL EXPERIMENTO

Aceleración =	9.441	$\pm$	0.016 m/s <sup>2</sup>
V <sub>0</sub> =	0.186	$\pm$	0.0011 m/s

Además, en el proceso, se calculó automáticamente la ecuación correspondiente para cada una de las pruebas realizadas. Gracias a esto, fue posible generar gráficas que representaron los resultados de las tres pruebas de manera efectiva

Distancia en función del tiempo



## SOLUCIÓN A LAS PREGUNTAS DE LA PRÁCTICA

Se observa que en el análisis de las tres mediciones se pudo llegar a un valor muy cercano al aceptado para la gravedad ( $9.79908 \pm 0.00042 \frac{m}{s^2}$ ), concretamente para cada una de las mediciones encontramos que:

$$1. \quad 9.834 \frac{m}{s^2} \pm 0.010 \frac{m}{s^2}: e_{relativo} = \left| \frac{9.79908 - 9.834}{9.79908} \right| * 100 = 0.356\%$$

$$2. \quad 9.710 \frac{m}{s^2} \pm 0.009 \frac{m}{s^2}: e_{relativo} = \left| \frac{9.79908 - 9.710}{9.710} \right| * 100 = 0.909\%$$

$$3. \quad 9.441 \frac{m}{s^2} \pm 0.016 \frac{m}{s^2}: e_{relativo} = \left| \frac{9.79908 - 9.441}{9.441} \right| * 100 = 3.654\%$$

Cifras significativas

$\approx 0.4\%$

$\approx 0.9\%$

$\approx 3.7\%$

La única medición que tuvo un error "significativo" fue la tercera, hecho posiblemente causado por factores humanos, pues todo el procedimiento en general fue bastante manual. La fórmula en la que se soportó todo el reporte corresponde a:

$$y = v_{0y}t - \frac{1}{2}at^2$$

Ecuación que sale de la relación de un cuerpo que se mueve a lo largo de una recta en la dirección  $y$  con aceleración constante ( $y = y_0 + v_{0y}t + \frac{1}{2}a_y t^2$ ) y las condiciones:

$$y_0 = 0.$$

$$a_y = -g \quad (\text{el signo negativo indica que la gravedad actúa en el sentido contrario al eje } y)$$

Finalmente, asociamos los errores a tanto a la configuración del CronoLab en su soporte como a los errores al soltar la escalera, tanto para la forma como se soltó y desde la posición en la que se soltó no fue exactamente la misma en todas las mediciones, la primera afecta directamente el cálculo de la gravedad mientras que la segunda afecta directamente la velocidad inicial.

## CONCLUSIONES

En el anterior laboratorio se pudo demostrar algunos parámetros, los cuales tienen gran importancia en la caída libre de un objeto, lo cual nos permite evidenciar acerca de:

**Velocidad inicial cero:** El objeto comienza su movimiento desde una posición elevada con una velocidad inicial de cero. Esto significa que al soltarlo, no tiene una velocidad inicial en ninguna dirección.

**Trayectoria vertical:** Durante la caída libre, el objeto sigue una trayectoria vertical, es decir, se mueve hacia arriba o hacia abajo en línea recta, en dirección a la Tierra debido a la gravedad.

**Gravedad como fuerza dominante:** La fuerza de gravedad es la única fuerza que actúa sobre el objeto en caída libre. Esta fuerza tiende a atraer el objeto hacia el centro de la Tierra, acelerándose hacia abajo.

**Sin resistencia al aire:** En el contexto de la caída libre, generalmente se desprecia o no se toma en cuenta la

resistencia al aire. Esto significa que se asume que el objeto cae en un entorno donde no hay una fuerza de fricción significativa que afecte su movimiento. Esto simplifica los cálculos y permite estudiar el efecto de la gravedad de manera aislada.

Con esto podemos decir que el experimento de Caída Libre es un experimento diseñado para investigar y comprender el movimiento de caída libre de objetos. En este experimento, se varía la altura desde la cual se dejan caer objetos y se utilizan diferentes tipos de objetos en caída libre. El objetivo principal es determinar el valor experimental de la aceleración debida a la gravedad para diferentes objetos en condiciones de caída libre. La aceleración debida a la gravedad es una constante que describe la velocidad a la que un objeto cae bajo la influencia de la gravedad terrestre. La variación de la altura y la elección de objetos diferentes permiten estudiar cómo esta aceleración afecta el movimiento de los objetos en caída libre y si varía con las condiciones específicas del experimento. Este tipo de experimento es fundamental en la física para comprender el comportamiento de los objetos en caída libre y verificar las leyes de la gravedad.

## REFERENCIAS

- Meza, C.M. (no date) CONCLUSIONES Labo Fisica Caída Libre, Scribd. Available at: <https://es.scribd.com/document/347831083/CONCLUSIONES-Labo-Fisica-Caida-Libre> (Accessed: 18 September 2023).
- Gómez, M.C.Z.P. (no date) Caída libre y tiro vertical, Conclusión [Caída libre y tiro vertical]. Available at: [https://apirepo.cubaeduca.cu/v1/private/60-1f0bamp3pt/10-10ca%C3%ADda%20libre%20y%20lanzamiento/c0/modulo\\_contenido\\_6.html](https://apirepo.cubaeduca.cu/v1/private/60-1f0bamp3pt/10-10ca%C3%ADda%20libre%20y%20lanzamiento/c0/modulo_contenido_6.html) (Accessed: 18 September 2023).
- Caída libre (2016) Portal Académico del CCH. Available at: <https://e1.portalacademico.cch.unam.mx/alumno/matematicas2/unidad1/ecuacionescuadraticas/caidalibre> (Accessed: 18 September 2023).