

# Péndulo simple Laboratorio I

Carlos Serrato (2178166 - 3747)

Brandon Calderón (2125974 - 3743)

Jheremy Delgado (2026357 - 2710)

**DIRIGIDO A LA DOCENTE:**

Marisela Benitez Barahona

**Física + Laboratorio**

**106012C – GR. 17**

**SEMESTRE 2023-II**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE**

**SANTIAGO DE CALI**

**2023**

## INTRODUCCIÓN

La búsqueda constante de comprender y cuantificar las fuerzas fundamentales que rigen nuestro universo ha sido uno de los pilares de la exploración científica. Entre estas fuerzas, la gravedad, esa misteriosa atracción que todos los objetos masivos ejercen entre sí, desempeña un papel esencial en la física y en nuestra vida cotidiana. Desde los primeros intentos de Aristóteles hasta las revolucionarias teorías de Albert Einstein, la determinación precisa de la gravedad ha sido un objetivo clave en la historia de la ciencia.

En este contexto, el péndulo simple se erige como un dispositivo ingenioso y versátil para investigar la gravedad. Su simplicidad aparente lo convierte en un instrumento didáctico poderoso para comprender y medir una de las fuerzas más fundamentales del universo. En este informe, presentamos los resultados y el análisis de un experimento diseñado con el propósito de determinar la aceleración debida a la gravedad a través del estudio de un péndulo simple.

No obstante, la medición precisa de cualquier cantidad física no está exenta de incertidumbre. La propagación de la incertidumbre es una faceta esencial de la práctica científica, que nos permite comprender la confiabilidad de nuestros resultados y tomar decisiones informadas basadas en la precisión de nuestras mediciones. En este contexto, este informe también abordará el tema de la propagación de incertidumbre, mostrando cómo afecta nuestras mediciones y conclusiones en el contexto del experimento del péndulo simple.

A lo largo de este informe, explicaremos en detalle el proceso experimental utilizado para determinar la gravedad, y cómo la incertidumbre inherente a nuestras mediciones influye en la precisión de nuestros resultados. Al final, esperamos que este trabajo contribuya a nuestro entendimiento de la gravedad y sirva como una introducción valiosa a la importante práctica de la propagación de incertidumbre en la ciencia.

## OBJETIVOS

- Medir tiempo utilizando un cronómetro de laboratorio y un cronómetro de manera manual.
- Aplicar la teoría de propagación de incertidumbres para obtener la gravedad midiendo el periodo y longitud de un péndulo.

## MATERIALES

- Péndulo
- Cinta métrica o flexómetro
- Cronómetro de Laboratorio (CronoLab)
- Celular con SO Android para instalar aplicación CronoLab (estudiante)
- Computador con Excel (estudiante).

## METODOLOGÍA

Se hicieron en total 100 mediciones del periodo del péndulo, 10 por cada longitud propuesta y 2 por cada medición (CronoLab y manual) dejando caer el cuerpo con un ángulo de  $6^\circ$  en cada una de las mediciones. Las mediciones se hicieron; con un metro, transportador y el cronómetro CronoLab y el de un celular, por lo que las incertidumbres asociadas son:

- Longitud ( $\Delta l$ ):  $\pm 0,1\text{mm}$  (flexómetro).
- Ángulo ( $\Delta a$ ):  $\pm 1^\circ$  (transportador).
- Periodo ( $\Delta T$ ):  $\pm 10^5$  segundos para CronoLab y  $\pm 0,14$  segundos para las mediciones manuales.

Para hallar la gravedad se hizo uso de la solución de la ecuación diferencial

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{\vec{g}}{l} \sin \theta = 0 \text{ para ángulos } \theta \approx 0, \text{ lo que deja la ecuación como } \frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{\vec{g}}{l} \theta = 0, \text{ de}$$

donde sale la igualdad  $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$  y a partir de este finalmente llegamos a  $\vec{g} = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$ , que es con la igualdad que usamos para hallar la igualdad.

Para hallar la incertidumbre asociada a la gravedad, partimos de la fórmula de la derivada total

$$\vec{\Delta g} = \left| \frac{d\vec{g}}{dl} \right| \Delta l + \left| \frac{d\vec{g}}{dT} \right| \Delta T \text{ para llegar a } \vec{\Delta g} = \left( \frac{\Delta l}{l} - 2 \frac{\Delta T}{T} \right) |\vec{g}|.$$

Por cada medida propuesta se hicieron tablas con información como promedio ( $\bar{x}$ ) y desviación estándar ( $\sigma$ ), tanto para las mediciones con CronoLab como las manuales.

## RESULTADOS

Los datos obtenidos usando CronoLab fueron:

Grados ( $^{\circ}$ )	$\Delta l$ (m)	$\Delta t$ (s)	Valor aceptado (g)
6	0,01	0,00001	9,79908

Longitud (m)	Periodo (s)				
	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4
Datos (s)					
1	1,78480	1,665472	1,541248	1,410304	1,251200
2	1,77712	1,664176	1,542528	1,410944	1,249792
3	1,77184	1,664760	1,540480	1,4111584	1,252224
4	1,77408	1,664328	1,540672	1,410816	1,252480
5	1,76416	1,664224	1,541632	1,410624	1,251328
6	1,76848	1,663816	1,540096	1,410496	1,253376
7	1,76320	1,664448	1,540928	1,410880	1,251328
8	1,76640	1,662424	1,539904	1,4111584	1,253248
9	1,76512	1,663472	1,541568	1,410048	1,250944
10	1,76368	1,664872	1,540864	1,410304	1,252736
Promedio ( $x'$ )	1,76989	1,6641992	1,540992	1,4107584	1,251866
Desviación estándar ( $\sigma$ )	0,0067008489	0,000836249	0,0007844171	0,0005185799	0,0011365682

$l$ (m)	$\Delta l$ (m)	T (s)	$\Delta T$ (s)	$g$ ( $m/s^2$ )	$\Delta g$	$g - \Delta g$	$g + \Delta g$
0,8	0,01	1,76989	0,00001	10,0822660 7	0,12614225 7	9,95612381 4	10,2084083 3
0,7	0,01	1,6641992	0,00001	9,97808407 4	0,14266397 27	9,83542010 1	10,1207480 5
0,6	0,01	1,540992	0,00001	9,97493832 33	0,16637843 33	9,80855988 6	10,1413167 5
0,5	0,01	1,4107584	0,00001	9,91800793 4	0,19850076 4	9,71950717 4	10,1165087 4
0,4	0,01	1,251866	0,00001	10,0763748 9	0,25207035 39	9,82430453 2	10,3284452 4

Los datos medidos manualmente fueron los siguientes:

Grados ( $^{\circ}$ )	$\Delta l$ (m)	$\Delta t$ (s)	Valor aceptado (g)
6	0,01	0,14	9,79908

Longitud (m)	Periodo (s)				
	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4
	Datos (s)				
1	1,38	1,66	1,16	1,25	0,99
2	1,67	1,53	1,51	1,31	1,08
3	1,96	1,51	1,43	1,46	1,38
4	1,77	1,65	1,54	1,5	1,43
5	1,82	1,67	1,74	1,32	1,34
6	1,84	1,75	1,54	1,42	1,34
7	1,84	1,67	1,50	1,52	1,04
8	1,90	1,55	1,48	1,25	1,18
9	1,74	1,91	1,45	1,5	1,31
10	1,77	1,56	1,50	1,47	1,30
Promedio ( $x'$ )	1,769	1,646	1,485	1,4	1,239
Desviación estándar ( $\sigma$ )	0,1510926868	0,120388261	0,1422243923	0,1068747969	0,1548798817

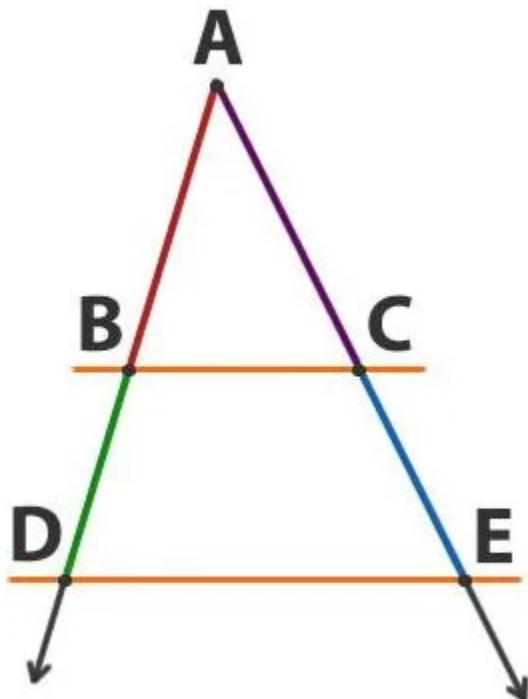
$l$ (m)	$\Delta l$ (m)	T (s)	$\Delta T$ (s)	$g$ ( $m/s^2$ )	$\Delta g$	$g - \Delta g$	$g + \Delta g$
0,8	0,01	1,769	0,14	10,0923907 7	1,72359378 6	8,36879698 7	11,8159845 6
0,7	0,01	1,646	0,14	10,1999516 9	1,88082081	8,31913088 4	12,0807725
0,6	0,01	1,485	0,14	10,7413305	2,20432355	8,53700695 5	12,9456540 5
0,5	0,01	1,400	0,14	10,0710249	2,21562547 8	7,85539942 1	12,2866503 8
0,4	0,01	1,239	0,14	10,2867246 6	2,58185165 5	7,70487300 2	12,8685763 1

## DISCUSIÓN TEÓRICA

Considerando los datos recopilados en el laboratorio, observamos que se obtuvieron muestras aceptables pero no significativas. Esto nos lleva a plantear varias teorías relacionadas con posibles errores experimentales.

Uno de los aspectos que merece atención es la influencia de la longitud de la cuerda en el período de oscilación del péndulo. Aunque mantuvimos el mismo ángulo de partida para todas las longitudes de cuerda, notamos una disminución considerable en el período de oscilación. Este fenómeno puede ser explicado mediante el teorema de Thales, que revela cómo la variación en la longitud de la cuerda afecta la dinámica del péndulo.

Este teorema nos dice que si tienes dos triángulos semejantes ABC y DEF, donde los ángulos correspondientes son iguales (es decir,  $\angle A = \angle D$ ,  $\angle B = \angle E$  y  $\angle C = \angle F$ ), entonces la proporción entre las longitudes de los lados correspondientes es constante:



$$\text{Si se cumple que; } \frac{\overline{AB}}{\overline{BD}} = \frac{\overline{AC}}{\overline{CE}}$$

$$\text{Entonces; } \overline{BC} \parallel \overline{DE}$$

Si observamos la figura, podemos notar que guarda una gran similitud con la de un péndulo simple. En esta representación, consideraremos "A" como el punto de referencia desde donde se sostiene el objeto y donde medimos el ángulo. Además, tomemos en cuenta que "BC" y "DE" representan las máximas distancias que la oscilación alcanzará.

A partir de esta relación, podemos concluir que el período de oscilación estará directamente relacionado con la longitud de la cuerda. A medida que la longitud de la cuerda aumenta o disminuye, el período variará de manera proporcional.

De acuerdo con la fórmula  $\rightarrow g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$  podemos observar que la aceleración del objeto

experimentará una pequeña variación. Aunque tanto la longitud (l) como el período (T) se modifiquen de manera proporcional, gracias a la naturaleza de la fórmula se producirán cambios menores en la aceleración, en la escala de décimas.

Es importante considerar que en realidad la gravedad tiene un valor de aproximadamente igual a 9.81 metros por segundo al cuadrado ( $9.81 \text{ m/s}^2$ ) en la superficie de la Tierra. Esta aceleración es constante para todos los objetos en la misma ubicación, independientemente de su tamaño o de la longitud de la cuerda a la que estén sujetos.

Las pequeñas variaciones que se observan en los datos recopilados, tanto por CronoLab como por mediciones humanas, pueden estar relacionadas con diversos errores de medición.

Además, factores como la fricción de la cuerda en el punto de referencia "A" y las corrientes de aire en el laboratorio pueden influir mínimamente en la oscilación del péndulo.

Una manera de respaldar esta teoría es observar que los valores de gravedad obtenidos en las tablas se acercan al valor comúnmente conocido de la gravedad ( $9.81 \text{ m/s}^2$ ) si tenemos en cuenta el valor de error calculado y asociado a cada medición.

Es importante destacar que las mediciones realizadas por seres humanos pueden presentar variaciones considerables debido al tiempo de reacción individual en la toma de datos, que está influenciado en gran medida por factores aleatorios. Por lo tanto, en aplicaciones científicas, a menudo se prefiere confiar en maquinaria electrónica que ofrece un margen de error más pequeño y una mayor precisión.

## CONCLUSIONES

Después de realizar el experimento del péndulo simple y recopilar los datos y resultados, pudimos confirmar que el péndulo simple exhibe un movimiento repetitivo. Este movimiento implica que el péndulo se desplace de un extremo a otro de su posición de equilibrio en una dirección específica y en intervalos de tiempo muy similares, en algunos casos, incluso idénticos (esto se conoce como período).

Durante el laboratorio, observamos que a medida que la longitud de la cuerda del péndulo

disminuye, el periodo también disminuye. Por lo tanto, podemos concluir que el movimiento del péndulo simple depende exclusivamente de la longitud de la cuerda, y esta relación es directamente proporcional.

Es importante señalar que la medición manual del tiempo (periodo) no resulta tan precisa en comparación con el uso de un cronómetro de laboratorio. Esto se debe a que las personas tienen tiempos de reacción variados, lo que puede afectar la precisión de las mediciones del tiempo (periodo). En consecuencia, se recomienda utilizar un cronómetro de laboratorio para obtener mediciones más precisas.

Debido a la relación existente entre el periodo (T) y la aceleración debida a la gravedad (g), el péndulo simple se convierte en un dispositivo preciso y apropiado para la medición de la aceleración gravitatoria. Esto se debe a que tanto la longitud de la cuerda como el periodo pueden medirse de manera relativamente sencilla y precisa.

## REFERENCIAS

<https://leyesdeluniverso.es/que-es-el-teorema-de-tales-en-matematicas-leyes-del-teorema-de-tales/>

<https://openstax.org/books/f%C3%ADsica-universitaria-volumen-1/pages/15-4-pendulos#:~:text=El%20periodo%20de%20un%20p%C3%A9ndulo%20simple%20depende%20de%20su%20longitud,como%20masa%20y%20desplazamiento%20m%C3%A1ximo.>

[https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiztujD4aOBAxXpSjABHeI8AAoQFnoECCcQAw&url=https%3A%2F%2Fwww.ign.es%2Fweb%2Fresources%2Factividades%2Fgravimetria%2FConceptos.pdf&usg=AOvVaw0LisWv9QF\\_xRvsjlwYZ2jp&opi=89978449](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiztujD4aOBAxXpSjABHeI8AAoQFnoECCcQAw&url=https%3A%2F%2Fwww.ign.es%2Fweb%2Fresources%2Factividades%2Fgravimetria%2FConceptos.pdf&usg=AOvVaw0LisWv9QF_xRvsjlwYZ2jp&opi=89978449)

[http://www.dfists.ua.es/experiencias\\_de\\_fisica/index03.html#:~:text=Debido%20a%20la%20relaci%C3%B3n%20entre,el%20periodo%20pueden%20medirse%20f%C3%A1cilmente.](http://www.dfists.ua.es/experiencias_de_fisica/index03.html#:~:text=Debido%20a%20la%20relaci%C3%B3n%20entre,el%20periodo%20pueden%20medirse%20f%C3%A1cilmente.)

Referencias de páginas de web:

Auto, Fecha de publicación,  
título de la página, el  
nombre de la página ]  
la URL.