



## **Análisis de la Variación del Período de un Péndulo Simple: Influencia de la Longitud, Masa y Amplitud**

M. A. Cardona Herrera, ENSP; M. J. Villegas Gómez, ENSP; M. Hurtado Ospina, ENSP y C.C. Restrepo Cardona, ENSP<sup>1</sup>.



### **Resumen**

Se examinaron las variables influyentes en el periodo del péndulo simple como la longitud, la masa y la amplitud, además se realizó un estudio comparativo entre los periodos teóricos y experimentales mediante un análisis cuantitativo y de tipo correlacional de los resultados obtenidos. Dentro de los resultados más destacados se encuentran que la longitud es la variable más influyente sobre el

<sup>1</sup> Estudiantes de grado undécimo de la Escuela Normal Superior de La Presentación de Pensilvania, Caldas, acompañados del docente de Ciencias Naturales.



periodo de oscilación, pues la relación a nivel teórico y experimental se establece de manera proporcional, es decir, conforme se incrementa la longitud también lo hace el periodo.

Sin embargo, al modificar la amplitud no se observó variaciones de forma significativa en el periodo, no obstante, cuando se habla de amplitudes que superan los quince grados sí muestran desviaciones de la variación del periodo, lo que indica que el movimiento del péndulo empieza a ser no lineal y se requiere hacer correcciones sobre el teorema del periodo. En cuanto a la masa suspendida del péndulo, no mostró efectos significativos en el periodo de oscilación, corroborando que el periodo depende explícitamente de la longitud y de la fuerza gravitatoria.

De este modo, el acercamiento de los estudiantes de Bachillerato a la observación y experimentación de fenómenos oscilatorios y periódicos facilita la comprensión de temas complejos, desarrollando así el pensamiento científico y crítico.

**Palabras clave:** variación, periodo, péndulo, amplitud, longitud, masa.

### Abstract

This research, studied the variables that influence the time frame of a simple pendulum, specifically length, mass, and amplitude. A comparative analysis between theoretical and experimental periods was conducted through a quantitative and correlational approach to the findings. Among the most significant results, length was identified as the variable exerting the greatest influence on the oscillation period, as both theoretical and experimental analyses confirmed a directly proportional relationship: as length increases, so does the period.

In contrast, variations made in amplitude did not lead to significant changes in



the period. However, when amplitudes exceeded fifteen degrees, deviations in the oscillation period were observed, indicating that the pendulum's motion begins to exhibit nonlinear behavior, thereby requiring corrections to the period theorem. Regarding the suspended mass, no significant effects on the oscillation period were detected, thereby confirming the theoretical principle that the period depends explicitly on length and gravitational acceleration.

In that way, high school students' engagement with the observation and experimentation of oscillatory and periodic phenomena facilitates the understanding of complex topics, therefore fostering the development of scientific and critical thinking.

**Keywords:** variation, period, pendulum, amplitude, length, mass.

### Introducción

La primera descripción de movimiento de un péndulo se debe al científico Galileo Galilei, quien observó la constancia del movimiento de una lámpara colgada del techo de la Iglesia de Pisa y lo midió con su propio pulso, donde concluyó que el periodo de oscilación es constante para amplitudes pequeñas (Tipler y Mosca, 2006). A partir de este concepto físico, se han desprendido numerosas aplicaciones con el péndulo, entre las más destacadas están la medición del tiempo, el estudio del movimiento de rotación terrestre y la determinación de la aceleración gravitatoria.

El péndulo simple comprende un punto material de masa (cantidad de materia de un objeto) que oscila en el péndulo (Thornton y Marion, 2004), suspendida de un hilo de longitud ( $L$ ), es decir, la distancia desde el punto de suspensión hacia el centro de la masa (Knight, 2017) y la masa despreciable que oscila libremente alrededor de su punto de suspensión. En el libro *Física: principios y aplicaciones* del físico D.C. Giancoli (2022) se analiza cómo la longitud,



amplitud y la masa afectan al periodo de oscilación, verificando así las leyes de la gravedad<sup>2</sup>.

La asignatura de física comprende retos para los estudiantes de bachillerato pues muchos de los aprendizajes estipulados en el área de Ciencias Naturales son teóricos y difíciles de comprender, tal es el caso del movimiento oscilatorio y el funcionamiento del péndulo simple que responde a los Estándares Básicos de Competencias de Ciencias Naturales: entorno y procesos físicos de grado décimo a undécimo, por tanto, para la comprensión oportuna de este fenómeno físico, es importante elaborar prácticas de laboratorio que permitan el desarrollo de destrezas, la adecuada utilización de herramientas e instrumentos y el tratamiento de datos.

Respondiendo a la necesidad educativa que presentan los estudiantes de grado undécimo de la Escuela Normal Superior de la Presentación (ENSP) de Pensilvania, Caldas, se elaboró un péndulo simple a partir de materiales sencillos en el que se demostró cómo el periodo cambia al modificar variables como la longitud, masa y amplitud, permitiendo una comparación de los resultados experimentales con la teoría.

### **Método y Materiales**

El análisis de la variación de un péndulo simple comprende un método cuantitativo correlacional, es decir, se basa en datos numéricos estipulados por instrumentos de medición o resultados de fórmulas teóricas que establecen la intensidad y el sentido de la relación entre dos variables (Bernal Torres, 2016).

Con el fin de obtener los datos necesarios para la investigación, se implementaron los siguientes materiales:

- 3 hilos nylon de diferentes longitudes: 20 cm, 50 cm y 80 cm.

---

<sup>2</sup> El péndulo simple se verá influenciado por la aceleración gravitatoria (g) que es la Fuerza (F) de atracción a la que está sometido todo cuerpo que se encuentre en las proximidades de la tierra.



- 3 masas: bombas llenas de harina y rocas con diferentes magnitudes: 23,3 g; 55 g y 83,8g.
- Base y pinza de laboratorio.
- Metro.
- Regla.
- Cronómetro.
- Hojas blancas para dejar el registro de lo observado.

Es importante construir el péndulo amarrando una de las puntas del nylon a una de las masas y el otro extremo a la pinza de laboratorio ya instalada en la base, posteriormente, se asigna la primera amplitud al péndulo instalado. Es importante tener en cuenta que la longitud y la masa no varían. Posteriormente, el péndulo oscila 20 veces y se toma el tiempo del movimiento en 3 repeticiones y se establece un promedio, finalmente, con el promedio del tiempo (t) y el número de oscilaciones (n) se determina el periodo del péndulo (T) teniendo en cuenta la siguiente fórmula:

$$T = t/n$$

Esta fórmula será llamada de ahora en adelante, Fórmula Experimental del Periodo.

Se realiza nuevamente la toma de datos variando únicamente la amplitud (3 amplitudes diferentes) y se registran los datos y valores obtenidos en la tabla 1. A continuación, se deja el péndulo instalado inicialmente con la misma longitud del nylon y se emplea con las 2 masas restantes, posteriormente se determina la misma amplitud para las tres masas y el péndulo oscila 20 veces y se toma el tiempo del movimiento en 3 repeticiones. A partir de estos 3 tiempos se establece el promedio y con este se obtiene el periodo (T) utilizando la fórmula experimental del T.

Seguidamente, se utiliza la misma amplitud y masa, variando únicamente la longitud del péndulo (3 longitudes diferentes) y se realiza el mismo



procedimiento así: el péndulo oscila 20 veces y se toma el tiempo del movimiento en 3 repeticiones. A partir de estos 3 tiempos se establece el promedio y con este se obtiene el periodo (T) utilizando la fórmula experimental del T.

Por último, se establece el periodo teórico y se realiza un comparativo entre el periodo obtenido de forma práctica o experimental y el periodo obtenido de forma teórica mediante la siguiente fórmula:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

En donde:

T = Periodo.

$\pi$  = constante (3,1416).

L= Longitud del péndulo.

g= Aceleración de la gravedad.

Esta fórmula será llamada de ahora en adelante Fórmula Teórica del T.

### Resultados y Discusión

A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante el proceso de experimentación

**Tabla 1**

*Resultado del periodo al modificar la variable, amplitud, en el momento experimental*

| Amplitud<br>(cm) | Tiempo<br>(s) | # Oscilaciones(n) | Periodo T=t/n (s) |
|------------------|---------------|-------------------|-------------------|
| 10 cm            | 29,08s        | 20                | 1,45s             |
| 20 cm            | 29,85s        | 20                | 1,49s             |



30 cm

30,13s

20

1,50s

Se observa que con una amplitud de 10 cm se obtiene un tiempo promedio de 29,08s para 20 oscilaciones, lo que da como resultado un periodo de 1,45s; con una amplitud de 20 cm se obtiene un tiempo promedio de 29,85s para 20 oscilaciones y como resultado se obtiene un periodo de 1,49s, por último, con una amplitud de 30 cm se obtiene un tiempo promedio de 30,13s para 20 oscilaciones, lo que da como resultado un periodo de 1,50s.

**Tabla 2**

*Resultados del periodo al modificar la variable, masa, en el momento experimental*

| Masa (g) | Amplitud (cm) | Tiempo (s) | # Oscilaciones (n) | Periodo $T=t/n$ (s) |
|----------|---------------|------------|--------------------|---------------------|
| 26,3g    | 20 cm         | 30,02s     | 20                 | 1,50s               |
| 55g      | 20 cm         | 29,85s     | 20                 | 1,49s               |
| 83,8g    | 20 cm         | 29,36s     | 20                 | 1,47s               |

Se puede evidenciar que con una masa de 26,3 g y una amplitud de 20 cm se obtiene un tiempo promedio de 30,02s para 20 oscilaciones, lo que da como resultado un periodo de 1,50s; con una masa de 55 g y una amplitud de 20 cm se obtiene un tiempo promedio de 29,85s para 20 oscilaciones, lo que da como resultado un periodo de 1,49s, por último, con una masa de 83,8g y una amplitud de 20 cm se obtiene un tiempo promedio de 29,36s para 20 oscilaciones y se obtiene un periodo de 1,47s.



**Tabla 3**

*Resultados del periodo al modificar la variable, longitud, en el momento experimental*

| Longitud (m) | Masa (g) | Amplitud (cm) | Tiempo (s) | # Oscilaciones (n) | Periodo $T=t/n$ (s) |
|--------------|----------|---------------|------------|--------------------|---------------------|
| 20 cm        | 55g      | 20 cm         | 20,09s     | 20                 | 1s                  |
| 50 cm        | 55g      | 20 cm         | 29,85s     | 20                 | 1,49s               |
| 80 cm        | 55g      | 20 cm         | 36,43s     | 20                 | 1,82s               |

Se observa que con una longitud de 20 cm, una masa de 55g y una amplitud de 20 cm se obtiene un tiempo promedio de 20,09s para 20 oscilaciones, lo que da como resultado un periodo de 1s; con una longitud de 50 cm, una masa de 55g y una amplitud de 20 cm se obtiene un tiempo promedio de 29,85s para 20 oscilaciones, lo que da como resultado un periodo de 1,49s y con una longitud de 80 cm, una masa de 55g y una amplitud de 20 cm se obtiene un tiempo promedio de 36,43s para 20 oscilaciones, lo que da como resultado un periodo de 1,82s.

**Tabla 4**

*Comparativo del periodo experimental, periodo teórico y la diferencia absoluta entre ambas*

| Longitud (m) | Periodo Teórico (s) | Periodo Experimental (s) | Diferencia Absoluta (s) |
|--------------|---------------------|--------------------------|-------------------------|
|--------------|---------------------|--------------------------|-------------------------|





|       |        |        |        |
|-------|--------|--------|--------|
| 0,2 m | 0,89 s | 1 s    | 0,11 s |
| 0,5 m | 1,42 s | 1,49 s | 0,08 s |
| 0,8 m | 1,72 s | 1,82 s | 0,07 s |

Los resultados obtenidos en esta práctica permiten comprender la relación entre el periodo de oscilación y variables como la masa, amplitud y longitud. Se observó que la longitud del péndulo es la variable que más influye en el periodo ya que la caída de un objeto no está sujeta de la masa, por tanto, un cambio en la masa no afecta al periodo siempre y cuando la longitud no se vea afectada (Alonso y Finn, 1970). Este resultado coincide con la teoría del péndulo simple, la cual establece que el periodo de cada oscilación depende, en la mayoría de los casos, únicamente de la longitud y la gravedad, sin embargo, cuando la amplitud de oscilación supera los  $15^\circ$  se presentan desviaciones en el periodo del péndulo debido a la naturaleza no lineal del movimiento, lo que genera correcciones en el periodo teórico para lograr la mayor precisión (Sears y Zemansky, 2013)

Así mismo, al variar la masa no se evidenció una diferencia significativa para el periodo del péndulo simple, lo cual coincide con la teoría al establecer que el periodo de un péndulo simple es independiente de la masa de la partícula suspendida.

En el proceso experimental se presenta la limitación de no poder determinar la amplitud para casos en los cuales el ángulo sea mayor a  $15^\circ$ , por tanto, no es posible establecer si este tipo de amplitudes presentan o no una relación directa o inversamente proporcional al periodo; sin embargo, como se menciona anteriormente en los resultados obtenidos en este proceso experimental, no se evidencia diferencias significativas entre el periodo experimental y el periodo teórico al modificar la amplitud.

El aprendizaje de la ciencia y la técnica debería constituir una tarea fascinante que despierte el interés de los alumnos por descubrir los



secretos de este mundo social cambiante, del que forman parte y a partir del cual se sociabilizan y construyen su conocimiento. En particular, para toda ciencia experimental, como la Física, las experimentaciones deberían jugar un papel fundamental en su enseñanza y en la formación en ciencias. Es reconocido que cuando se vivencia un suceso, de cualquier índole, no sólo se logra un mejor conocimiento conceptual sino que además se consigue algo de pericia y habilidad y por qué no, curiosidad por saber más acerca de cómo ocurren muchos de los fenómenos naturales con los cuales se convive. (Walz, Albarenque y Triano, 2016, p.381)

De manera que el Bachillerato propicie ambientes en los que se permita experimentar dentro de un entorno científico, interactuando directamente con fenómenos naturales reales que los acercan a la adquisición de aprendizajes complejos, no obstante, es indispensable integrar proyectos que permitan la inclusión de diferentes saberes a la hora de resolver problemáticas científicas.

### Conclusiones

En el péndulo las variables que tienen relación directa con el periodo son la longitud del hilo y la aceleración debido a la gravedad, la amplitud no presenta diferencias significativas al ser modificada, de manera que se corrobora con la teoría al enunciar que no hay un efecto sobre el periodo siempre y cuando sea menor a  $15^\circ$ .

De manera práctica en clase de física del grado undécimo de la Escuela Normal Superior de La Presentación se demostró la validez práctica de las fórmulas aplicadas en la teoría, en este caso la fórmula para hallar el periodo de un péndulo simple concuerda con los resultados obtenidos, de este modo, es mucho más significativo el contenido científico impartido en clase, convirtiendo a los estudiantes en agentes activos del proceso de enseñanza y aprendizaje.



## Referencias

- Alonso, M. y Finn E.J. (1967). *Física. Volumen I: Mecánica*. (C. Hernández y V. Latorre, Trad; 1970). Fondo Educativo Interamericano.
- Bernal, C.A. (2016). *Metodología de la investigación: Administración, economía, humanidades y ciencias sociales. Cuarta edición*. Pearson.
- Giancoli, D. C. (2022). *Física: Principios con aplicaciones (7ª ed.)*. Pearson.
- Knight, R. D. (2017). *Physics for scientists and engineers: A strategic approach with modern physics (Vol. 4th ed.)*. Pearson.
- Sears, F. W. y Zemansky, M.W. (2013). *Física universitaria con física moderna (13ª ed., Vol. 2)* (A.E. Brito, Trad; 2013). Pearson.
- Thornton, S. T. y Marion J.B. (2004). *Classical dynamics of particles and systems (5th ed.)*. Thomson Brooks/Cole.
- Tipler, P. A. y Mosca G. (2006). *Física para la ciencia y la tecnología (5ª ed., Vol. 1)*. Editorial Reverté.
- Walz, M.V, Albarenque, R.L. y Triano J.M. (2016). Experiencias de física en las aulas escolares. Resultados producidos. *Ciencia, docencia y tecnología*, 27(52), 381-401.