

## Estadística de la gravedad analítica y teórica

**Fabiana Liria**

<https://orcid.org/0000-0002-3234-2684>  
fabiana.liria@udla.edu.ec  
Universidad de las Américas  
Quito-Ecuador

**Thyara Vintimilla**

<https://orcid.org/0000-0001-6233-3941>  
thyara.vintimilla@udla.edu.ec  
Universidad de las Américas  
Quito-Ecuador

**Jadira Estefanía Vinuesa**

<https://orcid.org/0000-0003-3717-9721>  
jadira.vinuesa@udla.edu.ec  
Universidad de las Américas  
Quito-Ecuador

**Recibido (10/12/21), Aceptado (15/01/22)**

**Resumen:** En este trabajo se realiza un análisis estadístico de los valores experimentales de la gravedad y se contrastan con los valores teóricos existentes. Para llevar a cabo las mediciones se realiza una práctica experimental del péndulo simple, que permita la obtención de datos de forma real. Se realizaron tres medidas de tiempo para cada longitud del péndulo, obteniendo entonces un conjunto de datos amplio, que con la estadística descriptiva facilitará la comprensión de las estimaciones analíticas de la gravedad, que serán contrastadas luego con los valores teóricos. Finalmente, los resultados muestran que los errores porcentuales entre la gravedad analítica son aceptables con los valores teóricos y que el estudio del péndulo simple con análisis estadístico es un recurso de ingeniería muy valiosos.

**Palabras Clave:** Análisis estadístico, péndulo simple, aceleración de gravedad.

## Analytical and Theoretical Gravity Statistics

**Abstract:** In this work, a statistical analysis of the experimental values of gravity is carried out and they are contrasted with the existing theoretical values. To carry out the measurements, an experimental practice of the simple pendulum is carried out, which allows obtaining data in a real way. Three time measurements were made for each length of the pendulum, thus obtaining a broad data set, which with descriptive statistics will facilitate the understanding of the analytical estimates of gravity, which will then be contrasted with the theoretical values. Finally, the results show that the percentage errors between the analytical gravity are acceptable with the theoretical values and that the study of the simple pendulum with statistical analysis is a very valuable engineering resource.

**Keywords:** Statistical analysis, simple pendulum, acceleration of gravity.



## I. INTRODUCCIÓN

La estadística descriptiva es imprescindible dentro de los estudios donde se aplican conceptos como la variación y la dispersión, es decir, para estudios que requieran cuantificar una variable de cierta muestra de individuos se recomienda su utilización, por lo que, es muy utilizada en la ingeniería al describir apropiadamente las diversas características de un conjunto de sujetos y datos en un ambiente determinado [1].

La ingeniería es un vínculo entre la tecnología y la ciencia, es por eso que necesita de ciertos elementos de la física para mantener ese enlace, es decir, es realmente indispensable y esencial conocer los fenómenos físicos para el ingeniero ya que, proporciona una base científica y metodológica para el desarrollo de su actividad laboral [2]. Los fenómenos físicos proveen técnicas que se pueden utilizar en la práctica y en el desarrollo de un estudio en la ingeniería [3].

En el presente trabajo se desarrollará una investigación y un montaje práctico referente al péndulo simple, a partir de ciertos cálculos de gravedad, aceleración, entre otros, que permitirán una comprensión tanto analítica como gráfica del comportamiento de la física en la ingeniería. Así también, se tomará en cuenta procesos estadísticos que nos permitirán obtener resultados más exactos y verificar el margen de error.

Se espera que, al obtener los resultados de las pruebas de laboratorio junto a las bases teóricas del proyecto, se pueda analizar y comprender de una mejor manera el estudio del comportamiento del péndulo simple a partir de los errores encontrados y, el uso del análisis estadístico para la obtención de los datos. Asimismo, obtener los cálculos, parámetros y análisis esperados con ayuda del montaje práctico.

## II. DESARROLLO

Algunos estudios [1] han explorado los inicios del péndulo simple, a partir del paradigma Newtoniano han podido describir las características del mismo partiendo de las ideas aristotélicas que prevalecen aún en el comportamiento del péndulo simple. Así mismo, explican que desde mucho antes del nacimiento de Galileo las personas ya habían visto oscilar diversos objetos que después de un periodo de tiempo quedaban en reposo. En ese entonces se tenía la idea aristotélica en la que explicaba que un objeto que cuelga de un hilo solo podía quedar estático al haber pasado un amplio periodo de tiempo.

A finales del año 1500 tras una observación minuciosa hacía unos candelabros que colgaban en la torre de Pisa, los cuales después de mantener un movimiento oscilatorio poco a poco la velocidad disminuía, Galileo analizó el péndulo de manera distinta a la postura aristotélica centrándose en la forma circular del pronunciamiento, concluyendo que este mantenía un movimiento periódico lo que significa cuando un péndulo se mueve lo hace en intervalos de tiempos similares [2].

Años después surgió el péndulo de Foucault, que recibe el nombre por su inventor, el físico francés León Foucault [3], quien colocó un péndulo en una plataforma rotatoria e hizo que oscilara por un tiempo, después construyó un péndulo de aproximadamente dos metros con el cual pudo observar que este parecía girar en un sentido horario.

León [3] determinó realizar más investigaciones y experimentos, es así que mandó a colocar un péndulo en el Panteón de París el cual tenía una altura de 67 metros, luego de hacer que este se desplazaba de su posición de equilibrio demostró que la única fuerza que ejerce sobre él es la atracción gravitatoria sobre su masa, es así como Foucault concibe la idea de que un péndulo oscilando es un experimento fundamental para demostrar la rotación de la tierra.

La aceleración es una magnitud que muestra el cambio de la velocidad del objeto en una unidad de tiempo determinada. Se representa con el signo más (+) o menos (-) junto a su unidad de medida la cual es  $m/s^2$  (metros por segundo al cuadrado) en el Sistema Internacional. La ecuación característica se describe en (1)

$$a = \frac{dv}{dt} \quad (1)$$

Donde  $a$  es la aceleración,  $dv$  es la diferencia de las velocidades y  $dt$  es el tiempo en que ocurre la aceleración.

Otra definición importante, es la gravedad, que puede describirse como un fenómeno natural donde los objetos con masa se atraen entre sí, cuanto mayor es la intensidad, mayor es la masa de estos objetos. Es una de las cuatro interacciones básicas de la materia, también conocida como gravitación o interacción gravitacional, caracterizado por  $g=9,80665 \frac{m}{s^2}$ .

El péndulo simple es un sistema físico de tipo mecánico, constituido por una masa puntual, suspendida por un hilo inextensible y sin peso. Cuando se detiene hacia un lado de su posición de equilibrio y se le suelta, el péndulo oscila en un plano vertical gracias a la gravedad, es decir, el movimiento es periódico y oscilatorio a la vez.

Cuando un cuerpo de masa ( $m$ ) se encuentra sujeto a uno de los extremos de un hilo de peso despreciable, cuya longitud ( $L$ ) que oscila dentro de un plano vertical. Este dispositivo es parte de un Péndulo Simple, herramienta imprescindible en los análisis realizados por Galileo, Newton y Huygens (figura 1).

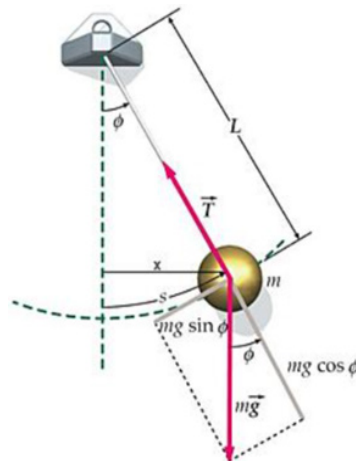


Fig. 1. Péndulo simple. [6]

Donde  $T$  es el período del tiempo que tarda la masa en lograr un ciclo de su trayectoria,  $l$  es la longitud del hilo,  $g$  representa la aceleración de la gravedad y  $m$  a la masa.

En la figura 1 se pueden observar los parámetros de la ecuación (2).

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (2)$$

Aplicando la segunda ley de Newton, encontramos (3):

$$ma = T - mgx \cdot \cos \theta \quad (3)$$

Se observa que la tensión  $T$  del hilo está dada por (4), (5) y (6), siendo máxima, cuando el péndulo pasa por la posición de equilibrio y Mínima, en los extremos de su trayectoria cuando la velocidad es cero.

$$T = mg + \frac{mv^2}{l} \quad (4)$$

$$T = mg \cdot \cos \theta \quad (5)$$

$$T = mg(3 \cos \theta - 2 \cos \theta) \quad (6)$$

Donde la aceleración de la partícula también cumple con la ecuación (1).

La figura 2 describe el movimiento del péndulo tomando en cuenta las variables de tensión, velocidad y aceleración.

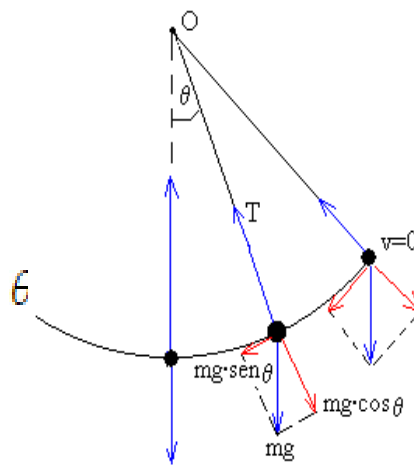


Fig. 2. Trayectoria del péndulo simple [9]

### III. METODOLOGÍA

En este trabajo se realizó una práctica cuya metodología es de tipo cuantitativa para la determinación de la aceleración de gravedad a partir de un experimento del péndulo simple, al cual se le aplicó un proceso estadístico para la determinación de errores en el proceso de cálculo. Al realizar este proyecto se espera conseguir una serie de datos como los tiempos los cuales se obtendrán a partir de determinadas longitudes que varían de 10 a 70 cm con diferencia de 5 cm. Para realizar una comparación entre los datos y los cálculos teóricos, con la finalidad de analizar las diferencias y similitudes entre estos.

Para el proceso de obtención de datos de los tiempos correspondientes a las longitudes determinadas se tiene en cuenta que para un valor exacto se necesitará una cantidad de 20 oscilaciones y así mismo se tomarán 10 tiempos por cada longitud. Esto es debido a que, al aumentar tanto la cantidad de oscilaciones y tiempos permitirá que estos valores sean más precisos y así también, cada oscilación está debidamente cronometrada.

En el montaje realizado se obtiene que, para poder calcular la aceleración de la gravedad se establece el periodo de oscilación para distintos valores de la longitud de péndulo y, se representa gráficamente el valor del periodo al cuadrado frente a la longitud. Una vez realizado esto, se adecúa una recta mediante el método de los mínimos cuadrados y, de la pendiente de esta recta se obtiene el valor de la aceleración de la gravedad (Figura 3).

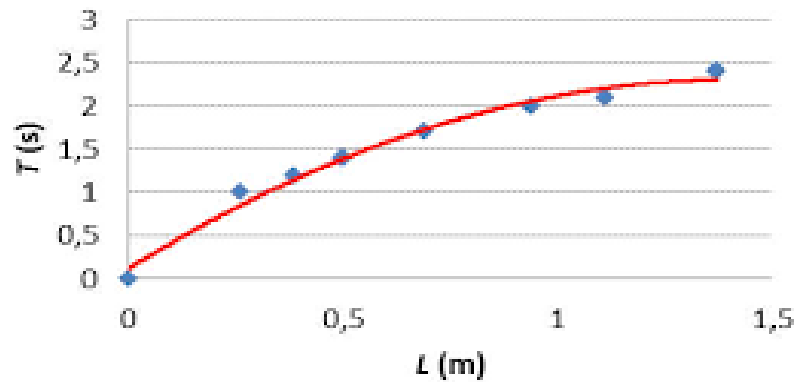


Fig.3. Período frente a la longitud [10]

Donde se hace uso de la siguiente ecuación (7)

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{g} l \quad (7)$$

Para minimizar el error del periodo, en lugar de establecer el tiempo que tarda el cuerpo en realizar una oscilación completa, lo que realiza es la medición del tiempo  $t$  en la que el péndulo simple se demora en ejecutar 20 oscilaciones. Donde  $t$  es el tiempo total y  $n$  el número de oscilaciones (ecuación 10), así con los valores de  $t$  y  $n$  se calcula el periodo  $T$  para cada longitud. .

$$T = \frac{t}{n} \quad (8)$$

Por lo que, para el cálculo gráfico de la gravedad se hace uso de la ecuación (9) que nos permite despejar la longitud para obtener la comprensión de la gravedad en una forma gráfica. Así también, para el cálculo analítico de la gravedad se utiliza la ecuación (3).

Los materiales utilizados en este estudio fueron los siguientes:

- Cronómetro (se usó la herramienta dentro de dispositivos como celulares y una computadora).
- Cuerda (también se puede utilizar un hilo). El tamaño mínimo es de 80cm, sin embargo, puede variar dependiendo de las masas escogidas.
- Un cuerpo circular (Se recomienda que las dimensiones de la esfera sean bastante menores a la longitud del péndulo). Ejemplos: Una pelota de tenis tiene un diámetro aproximado entre 6,35cm y 6,67cm, una pelota de Golf tiene un diámetro de 42,67 milímetros y finalmente una pelota de ping pong tiene un diámetro de 40 milímetros.
- Cinta Métrica- El tamaño mínimo requerido es de 1 metro.
- Soporte-El tamaño de 55centímetros x 25 centímetros.
- Transportador (también llamado un graduador) mínimo de 180 grados.

Para la recolección de datos, se posicionó el cronómetro cerca del modelo, además, la longitud del péndulo se delimita con la longitud de la cuerda más el radio de las diferentes pelotas. Se debe tener algún tipo de referencia en el eje “y”, es decir, el eje vertical, para verificar que la pelota pase por este punto para medir el tiempo en el

que realizó dicha acción., por lo que se necesita que la cuerda este bien alineada. Para la práctica, se deberá utilizar ángulos reducidos; primero se le deberá aplicar una ligera fuerza a la pelota para lograr un ángulo pequeño con respecto al eje “y” para registrar el tiempo con el temporizador del celular en el que se tardó en llegar a la posición inicial. Posteriormente, se debe registrar los tiempos (específicamente diez mediciones de tiempo) del movimiento en diferentes longitudes de la cuerda y, con estos datos resultantes se procede a calcular la aceleración de gravedad con la ecuación (2).

#### IV.RESULTADOS

Primero, se decidió tomar los tiempos del péndulo al llegar a 20 oscilaciones para cada longitud propuesta, en este caso desde 10cm hasta los 70cm. Se tuvo en consideración que podría existir un margen de error al tomar los tiempos con un cronómetro de celular así que, para reducir esto se hicieron un total de 10 tiempos para cada longitud como se puede ver en la Tabla 1.

**Tabla 1. Ingreso de datos de tiempos obtenidos**

| L(cm) | T1(s) | T2(s)  | T3(s)  | T4(s) | T5(s) | T6(s)  | T7(s) | T8(s)  | T9(s) | T10(s) |
|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|
| 10    | 12,63 | 12,610 | 12,630 | 12,6  | 12,58 | 12,64  | 12,56 | 12,6   | 12,62 | 12,57  |
| 15    | 15,43 | 15,43  | 15,38  | 15,38 | 15,42 | 15,390 | 15,39 | 15,380 | 15,41 | 15,37  |
| 20    | 17,78 | 17,75  | 17,75  | 17,78 | 17,75 | 17,77  | 17,73 | 17,76  | 17,77 | 17,75  |
| 25    | 19,85 | 19,83  | 19,87  | 19,9  | 19,87 | 19,88  | 19,85 | 19,87  | 19,86 | 19,88  |
| 30    | 21,69 | 21,76  | 21,77  | 21,66 | 21,76 | 21,66  | 21,67 | 21,77  | 21,77 | 21,69  |
| 35    | 23,43 | 23,46  | 23,45  | 23,43 | 23,46 | 23,45  | 23,42 | 23,43  | 23,44 | 23,44  |
| 40    | 25,03 | 25,05  | 25,04  | 25,08 | 25,03 | 25,08  | 25,04 | 25,06  | 25,08 | 25,03  |
| 45    | 26,52 | 26,54  | 26,56  | 26,52 | 26,51 | 26,54  | 26,54 | 26,55  | 26,56 | 26,54  |
| 50    | 28    | 28,02  | 27,99  | 27,95 | 28    | 27,95  | 28,02 | 27,98  | 27,97 | 28     |
| 55    | 29,47 | 29,56  | 29,63  | 29,34 | 29,37 | 29,44  | 29,6  | 29,32  | 29,44 | 29,58  |
| 60    | 30,76 | 30,8   | 30,63  | 30,7  | 30,69 | 30,68  | 30,8  | 30,7   | 30,74 | 30,69  |
| 65    | 31,96 | 31,92  | 31,92  | 31,92 | 31,95 | 31,93  | 31,89 | 31,94  | 31,93 | 31,9   |
| 70    | 33,19 | 33,22  | 33,19  | 33,28 | 33,12 | 33,23  | 33,19 | 33,2   | 33,23 | 33,17  |

##### A.Cálculo de la Media

Es el valor promedio de un conjunto de datos numéricos, es decir, es el promedio de los datos totales en una muestra. La media se utilizó para saber el promedio de tiempo que se realiza en 20 oscilaciones [4].

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{N} \quad (9)$$

Donde  $\bar{X}$  es la media aritmética,  $x_n$  son los datos obtenidos y  $N$  es el número de datos.

**Tabla 1. Cálculo de la media aritmética de cada uno de los tiempos y media de tiempo total**

| Promedio(s) | Promedio total (s) |
|-------------|--------------------|
| 12,604      | 24,284             |
| 15,398      |                    |
| 17,759      |                    |
| 19,866      |                    |
| 21,720      |                    |
| 23,441      |                    |
| 25,052      |                    |
| 26,538      |                    |
| 27,988      |                    |
| 29,475      |                    |
| 30,719      |                    |
| 31,926      |                    |
| 33,202      |                    |

**B. Varianza del tiempo**

Es la viabilidad de una serie de datos con respecto a su media, se calcula con la suma de los residuos al cuadrado divididos entre el total de la muestra. Finalmente, esta indica que tan fiables son los datos obtenidos con respecto a la media.

$$\sigma^2 = \frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{N} \quad (10)$$

$$\sigma^2 = 39,265$$

Donde  $x_i$  es el conjunto de datos,  $x_n$  es la media del conjunto de datos y  $N$  es el número de datos.

**C. Desviación estándar**

Es una medida que ofrece información sobre la dispersión media de una variable. Se calcula elevando al cuadrado las desviaciones totales dividido entre el número total de la muestra y, por último, se le saca la raíz cuadrada. La desviación estándar da una idea del rango de posibilidades de la muestra y, en el caso de este estudio se la utiliza para los tiempos.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_i^N (x_i - \bar{x})^2}{N}} \quad (11)$$

$$\sigma = 6,266$$

Donde  $x_i$  es el conjunto de datos,  $x_n$  es la media del conjunto de datos y  $N$  es el número de datos.

#### D.Periodo

Esta se calcula para poder obtener la gravedad a partir de los tiempos tomados en el montaje práctico y, con las 20 oscilaciones realizadas, sabiendo que se necesita del periodo para poder obtener los datos de la gravedad. Donde  $T$  es el periodo,  $t$  es el tiempo total y  $N$  es el número de oscilaciones.

$$T = \frac{t}{N} \quad (12)$$

**Tabla 3. Resultados del cálculo del periodo**

| Período (s) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 0,63        | 0,77 | 0,88 | 0,99 | 1,08 | 1,17 | 1,25 | 1,32 | 1,39 | 1,47 | 1,53 | 1,59 | 1,660 |
| 0           | 0    | 8    | 3    | 6    | 2    | 3    | 7    | 9    | 4    | 6    | 6    |       |

#### E.Gravedad

Se utiliza la ecuación (8) pero despejada para sacar la gravedad, teniendo en cuenta que ya se conoce todos los datos tanto de la longitud, periodo y tiempo.

$$g = \frac{4\pi^2 \cdot L}{T^2} \quad (13)$$

Donde  $L$  es la longitud en metros,  $g$  es la gravedad y  $T^2$  es el periodo al cuadrado.

**Tabla 4. Cálculo de la gravedad**

| L(m) | Periodo | Gravedad |
|------|---------|----------|
| 0,1  | 0,630   | 9,934    |
| 0,15 | 0,770   | 9,986    |
| 0,2  | 0,888   | 10,013   |
| 0,25 | 0,993   | 10,005   |
| 0,3  | 1,086   | 10,039   |
| 0,35 | 1,172   | 10,059   |
| 0,4  | 1,253   | 10,063   |
| 0,45 | 1,327   | 10,090   |
| 0,5  | 1,399   | 10,081   |
| 0,55 | 1,474   | 10,005   |
| 0,6  | 1,536   | 10,038   |
| 0,65 | 1,596   | 10,069   |
| 0,7  | 1,660   | 10,025   |



### F. Varianza de la gravedad

Se usaron los datos recolectados en el punto anterior de la gravedad y se calculó el promedio para reemplazar en la fórmula (14).

$$\sigma^2 = \frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{N} \quad (14)$$

$$\sigma^2 = 0,00171$$

### G. Desviación de la gravedad

Se utilizan los valores al cuadrado de las desviaciones totales de la gravedad dividido entre el número total de la muestra calculada de la gravedad y, por último, se obtiene la raíz cuadrada.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_i^N (xi - \bar{x})^2}{N}} \quad (15)$$

$$\sigma = 0,041$$

### H. Cálculo de error de la gravedad

Para obtener el error de la gravedad solicitada se planteó dos procesos los cuales son el error absoluto y el error relativo para una mejor interpretación y exactitud al momento de interpretar los resultados obtenidos.

$$E_A = |V_E - V_A| \quad (16)$$

Donde  $E_A$  es el error absoluto,  $V_E$  es el valor real y  $V_A$  es el valor aproximado.

$$E_R = \frac{E_A}{V_E} \quad (17)$$

Donde  $E_R$  es el error relativo,  $V_E$  es el valor real y  $E_A$  es el error absoluto.

**Tabla 5. Cálculo del error absoluto y relativo de la gravedad**

| Error absoluto | Error relativo |
|----------------|----------------|
| 0,1278         | 1,30           |
| 0,1797         | 1,83           |
| 0,2064         | 2,10           |
| 0,1982         | 2,02           |
| 0,2323         | 2,37           |
| 0,2519         | 2,57           |
| 0,2560         | 2,61           |
| 0,2837         | 2,89           |
| 0,2740         | 2,79           |
| 0,1984         | 2,02           |
| 0,2318         | 2,36           |
| 0,2619         | 2,67           |
| 0,2187         | 2,23           |

**I.Gravedad a través de la gráfica**

Se utilizó la fórmula de la pendiente y la ecuación de la recta para calcular la gravedad, usando dos puntos del periodo.

$$m = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} \quad (18)$$

$$Y - Y_1 = m(X - X_1) \quad (19)$$

**Tabla 6. Periodo y longitud para el cálculo de la gravedad gráficamente**

| Periodo (s) | L(m) |
|-------------|------|
| 0,397       | 0,1  |
| 0,593       | 0,15 |
| 0,788       | 0,2  |
| 0,987       | 0,25 |
| 1,179       | 0,3  |
| 1,374       | 0,35 |
| 1,569       | 0,4  |
| 1,761       | 0,45 |
| 1,958       | 0,5  |
| 2,172       | 0,55 |
| 2,359       | 0,6  |
| 2,548       | 0,65 |
| 2,756       | 0,7  |

Obteniendo la gráfica correspondiente a una línea recta, lo cual muestra que la pendiente de la misma se asocia con los valores de gravedad, según la ecuación (14).

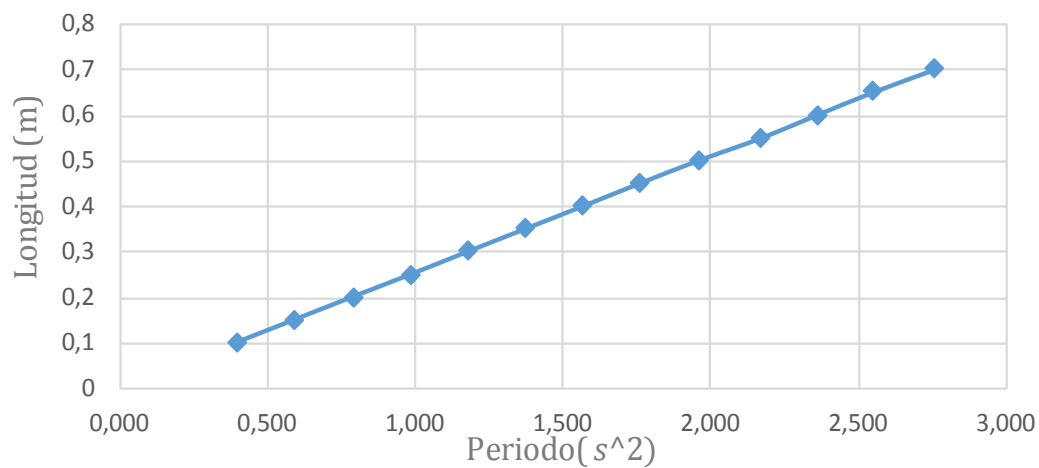
**Fig. 4. Aceleración de la gravedad**

Tabla 7. Valores de pendiente y gravedad

| Pendiente (m/s <sup>2</sup> ) | Gravedad (m/s <sup>2</sup> ) |
|-------------------------------|------------------------------|
| 0,2556                        | 10,08                        |
| 0,2555                        | 10,08                        |
| 0,2523                        | 9,95                         |
| 0,2594                        | 10,23                        |
| 0,2573                        | 10,15                        |
| 0,2560                        | 10,10                        |
| 0,2609                        | 10,29                        |
| 0,2530                        | 9,98                         |
| 0,2341                        | 9,23                         |
| 0,2671                        | 10,53                        |
| 0,2645                        | 10,43                        |
| 0,2407                        | 9,49                         |
| 0,2540                        | 10,02                        |

## V.CONCLUSIONES

Se obtuvieron los diversos valores de la aceleración de gravedad en forma analítica, y la aceleración de gravedad de forma gráfica a partir de los parámetros de estudio del movimiento del péndulo simple. Así mismo, con el uso de los materiales planteados se logró implementar un montaje práctico con el cual fue posible la obtención de los datos requeridos.

La obtención de los valores de tiempo permitió cálculos más precisos y a lo largo de este procedimiento se hizo uso de diversos conceptos estadísticos con los cuales se logró identificar valores tales como, la desviación estándar, varianza y errores cometidos al momento de tomar los tiempos ya que, al ser un modelo aplicado en un entorno real los valores de gravedad varían debido a factores externos los cuales alejan estos resultados de la gravedad teórica.

La herramienta de Excel facilitó los resultados de frecuencias, medidas de dispersión y medidas de tendencia central de forma optimizada. Se realizaron tablas y gráficas que permitieron hacer una comprobación comparativa de manera visual de los datos obtenidos. Con el proceso mencionado se pudo inferir que la estadística es una ciencia de aplicación práctica en todos los campos científicos sobre todo en la ingeniería.

El experimento permitió reconocer que los valores de gravedad experimental se corresponden con los valores teóricos de la misma, y que un ejercicio práctico sencillo ayuda a la comprensión de las variables asociadas a la gravedad, que siendo un parámetro de uso diario involucra una diversidad de conceptos físicos de gran relevancia.

## REFERENCIAS

- [1] J. J. Solaz Portolés y V. Sanjosé López, El papel del péndulo en la construcción del paradigma newtoniano, vol. 10, Barcelona, 1992, pp. 95-100.
- [2] F. Díaz Céspedes, «El primer experimento de Galileo Galilei,» Letralia, 4 4 2016. [En línea]. Available: <https://letralia.com/sala-de-ensayo/2016/04/04/el-primer-experimento-de-galileo-galilei/>. [Último acceso: 5 1 2021].

- [3] Museo de las ciencias príncipe felipe, El Péndulo de Foucault, Venecia: Guía del Profesor , 2015.
- [4] J. F. López, «Economipedia.com,» 1 Marzo 2018. [En línea]. Available: <https://economipedia.com/definiciones/media.html>. [Último acceso: 26 Enero 2022].
- [5] A. García, «El péndulo simple,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/oscilaciones/pendulo/pendulo.html>. [Último acceso: 7 diciembre 2021].
- [6] T. H. Particle, «La web de Física,» 6 abril 2015. [En línea]. Available: <https://forum.lawebdefisica.com/forum/el-aula/mec%C3%A1nica-newtoniana/32071-p%C3%A9ndulo-simple>. [Último acceso: 7 diciembre 2021].
- [7] J. Fernández, «Fiscalab,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.fiscalab.com/apartado/mas-y-pendulos>. [Último acceso: 7 diciembre 2021].
- [8] J. López, «Estadística descriptiva Economipedia,» 15 noviembre 2019. [En línea]. Available: <https://economipedia.com/definiciones/estadistica-descriptiva.html>. [Último acceso: 8 diciembre 2021].
- [9] J. López, «Variable estadística Economipedia,» 4 abril 2020. [En línea]. Available: <https://economipedia.com/definiciones/variable-estadistica.html>. [Último acceso: 9 diciembre 2021].
- [10] Superprof, «Qué significa frecuencia relativa,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.superprof.es/diccionario/matematicas/estadistica/frecuencia-relativa.html>. [Último acceso: 8 diciembre 2021].
- [11] J. López, «Desviación estándar o típica Economipedia,» 2 octubre 2017. [En línea]. Available: <https://economipedia.com/definiciones/desviacion-tipica.html>. [Último acceso: 16 diciembre 2021].
- [12] J. López, «Varianza Economipedia,» 18 noviembre 2017. [En línea]. Available: <https://economipedia.com/definiciones/varianza.html>. [Último acceso: 16 diciembre 2021].
- [13] Superprof, «Diagrama de barras y polígonos de frecuencias,» 1 junio 2019. [En línea]. Available: <https://www.superprof.es/apuntes/escolar/matematicas/estadistica/descriptiva/diagrama-de-barras-y-poligonos-de-frecuencias.html>. [Último acceso: 8 diciembre 2021].
- [14] Universo Formulas, «Diagrama de Tallo y Hojas,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.universoformulas.com/estadistica/descriptiva/diagrama-tallo-hojas/>. [Último acceso: 8 diciembre 2021].
- [15] B. Penna, «Ritsa Electrónica,» 9 febrero 2016. [En línea]. Available: <https://www.ritsasv.com/2016/02/09/detector-infrarrojo-de-proximidad/>. [Último acceso: 20 enero 2022].
- [16] Anonymous, «NANOPDF.COM Péndulo simple,» 30 junio 2018. [En línea]. Available: [https://nanopdf.com/download/pendulo-simple-5b3750993166f\\_pdf](https://nanopdf.com/download/pendulo-simple-5b3750993166f_pdf). [Último acceso: 5 enero 2022].

## RESUMEN CURRICULAR



**Fabiana Liria Soto**, Estudiante del cuarto semestre en Ingeniería de Software en la Universidad de las Américas. Mis expectativas del artículo es que los lectores comprendan las diferencias entre la gravedad teórica y la práctica al realizar un modelo del péndulo simple.



**Thyara Vintimilla**, Estudiante de la carrera de Ingeniería de Software en la Universidad de las Américas, me caracterizo por ser una persona responsable con capacidad de trabajo en equipo y, con valores éticos y morales para el desarrollo en mi profesión, como persona organizada y con gran motivación. A lo largo de mis estudios he adquirido una gran habilidad para abordar problemas y desafíos de las ciencias exactas como son la física y la matemática, además del aprendizaje de distintos lenguajes de programación necesarios para mi desarrollo profesional.



**Jadira Estefanía Vinuesa Rodríguez**, Estudiante de Ingeniería de Software en la Universidad de las Américas, recientemente terminé con éxitos el tercer semestre de mi carrera. Considero que he sido capaz de adaptarme y superarme en las diferentes asignaturas de mi formación universitaria.