**DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DE LA ACELERACIÓN DE LA GRAVEDAD UTILIZANDO UN PÉNDULO SIMPLE**

Nombre1 Apellido11, Nombre2 Apellido22.

*1Facultad de Ingeniería, Ingeniería Civil, Universidad Tecnológica del Perú, San Juan de Lurigancho.*

*2Facultad de Ingeniería, Ingeniería Mecatrónica, Universidad Tecnológica del Perú, Lima Norte.*

1. **RESUMEN**

Comprende, en breves líneas, la síntesis del tema, la problemática y los lineamientos teóricos generales que han orientado la investigación. Debe sintetizar de manera precisa, concisa, coherente y comprensible el contenido del trabajo. El resumen se construye como un solo párrafo de aproximadamente 200 o 300 palabras, escrito en tiempo verbal presente y en tercera persona. Aunque este resumen se elabora luego de haber redactado todo el texto, su presentación se ubica al principio de este y pretende servir de tarjeta de presentación de la investigación. El resumen permite conocer de primera mano el contenido general. Dada la gran cantidad de información que circula diariamente en el mundo académico, el resumen de un artículo facilita la indagación bibliográfica para los lectores interesados.

**Palabras Claves: son conceptos esenciales relacionados con el tema de la investigación.**

**Abstract:** The abstract is presented in one or two foreign languages in order to facilitate access for international readers.

**Keywords:**

**Ejemplo:**

En el presente trabajo de investigación se determina experimentalmente el valor de la aceleración de la gravedad utilizando un péndulo simple y materiales de fácil acceso. Para ello se mide el tiempo que tarda el péndulo en realizar un número de oscilaciones. El valor del periodo se calcula a partir del valor medio de las medidas de los tiempos para longitudes distintas de un hilo del que cuelga una masa. Con esas medias se estudia la relación entre periodo del péndulo y la longitud del hilo.

**Palabras Claves: péndulo simple, periodo, aceleración, gravedad.**

**Abstract:**

In this work, the value of the gravity acceleration is experimentally determined using a simple pendulum and easily accessible materials. For this purpose, the time taken by the pendulum to perform a number of oscillations is measured. The value of the period is calculated from the average value of the time measurements for different lengths of a wire from which a mass is hanging. With these averages, the relationship between the period of the pendulum and the length of the wire is studied.

1. **INTRODUCCIÓN**

Se incluirá una descripción general del tema. Se requiere de la descripción de los acontecimientos, hechos y causas relacionadas que dieron origen al problema.

La sección de introducción —de preferencia escrita en tiempo verbal presente y en tercera persona— debe ser, en la medida de lo posible, breve y concisa. Su extensión variará, pues, en función de la extensión del texto total. Resulta recomendable incluir en esta sección los siguientes contenidos:

* Motivación para desarrollar la investigación.
* Presentación del tema y estado del arte.
* Justificación, relevancia o aporte específico de la investigación.
* Hipótesis (respuesta tentativa) u objetivo general.
* Alcances y limitaciones (si las hubo).

**Ejemplo:**

En la actualidad, a causa de la pandemia, la educación presenta diversos problemas … a causa de esta situación, una de las formas que permite que fluya el aprendizaje en la ciencia es a través del uso de herramientas digitales y accesibles que facilitan el manejo de problemas experimentales de la física…

… el principio del péndulo fue descrito por el físico y astrónomo italiano Galileo Galilei, quien estableció que …

El presente trabajo tiene por finalidad determinar experimentalmente el valor de la aceleración de la gravedad utilizando un péndulo simple, a partir de la relación entre el cuadrado del periodo del péndulo y la longitud del péndulo, ya que estos parámetros muestran dependencia lineal.

… este trabajo es práctico de realizar por estudiantes universitarios de los primeros años de la carrera de ingeniería, guiados por su respectivo docente de curso … demostrando que no es necesario acudir a un laboratorio físico para poner a prueba las teorías aprendidas en clase…

1. **MARCO TEÓRICO**

El marco teórico es un estudio analítico, sintético y comparativo de teorías o proposiciones de un sistema de conocimientos, que ayudaran a obtener un entendimiento detallado y profundo del objeto de estudio.

Como parte del proceso de investigación, el investigador elaborará un marco teórico, es decir, llevará a cabo una revisión de las teorías y conceptos propuestos por otros autores para, a partir de ellos y de sus propias ideas sobre el tema, elaborar los conceptos teóricos que le servirán de base para abordar su objeto de estudio y analizarlo. Dicho panorama teórico general enmarcará la investigación (de ahí el nombre de marco teórico) y determinará, pues, el abordaje del fenómeno estudiado.

**Ejemplo:**

Un péndulo simple consiste en un punto material suspendido de un hilo inextensible y sin peso, que puede oscilar en torno a una posición de equilibrio [1]. En la Figura 1, se observa el diagrama de cuerpo libre para un péndulo simple, la fuerza que lo empuja hacia su posición de equilibrio:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1) |

En el caso de que el ángulo sea pequeño , se cumple que y considerando la segunda ley de Newton, la ecuación 1 se puede escribir como:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2) |

|  |
| --- |
| Péndulo simple - La web de Física |
| Figura 1. Diagrama de cuerpo libre para un péndulo simple. |

1. **METODOLOGÍA (DETALLES EXPERIMENTALES)**

La sección de metodología o método debe presentar al lector con detalle los procedimientos seguidos por el investigador que le han permitido obtener los resultados que presentará en la sección siguiente. Esta sección debe ser transparente y clara, es decir, a partir de su consulta, un lector debería poder reconstruir o replicar el método empleado. En este sentido, podrían ponerse a prueba los resultados y las conclusiones del investigador en otro momento.

Algunos elementos que puede comprender una sección de metodología:

***Diseño:*** se debe explicar qué tipo de diseño se ha empleado. Así, es posible optar, por ejemplo, por un diseño experimental, en cuyo caso deberán explicitarse todos los pasos seguidos como parte del procedimiento. En este caso, es común que se organice esta parte en fases, de acuerdo con la cronología seguida para la realización del experimento.

***Instrumentos***: se debe precisar si ha empleado pruebas o herramientas de medición en su estudio (tests, por ejemplo), así como ciertos protocolos científicos convencionales.

***Equipos técnicos e informáticos:*** conviene especificar los modelos de las máquinas, equipos o software que se haya empleado como parte de la investigación, como cámaras de video, micrófonos, monitores, programas informáticos especiales, microscopios, etcétera.

Lo importante, en todos los casos, es que el lector pueda reconstruir mentalmente todos los pasos seguidos para la realización de la investigación. Así mismo, siempre que haya una sección de metodología, habrá también una de resultados.

1. **RESULTADOS**

En esta sección, se presentan para el lector los datos «en bruto» obtenidos como producto de la aplicación de la metodología detallada en la sección previa y de los análisis estadísticos realizados. Dicha presentación estadística de los datos supone la cuantificación y sistematización de los datos recogidos y codificados. Esta presentación se apoya a menudo en el uso de tablas o figuras. Es importante no adelantar, aún, la interpretación o discusión de los resultados sino solo presentarlos.

Se recomienda presentar los resultados de forma clara, directa y limpia. Las tablas y figuras son un medio eficaz para acercar los resultados al lector, de modo que pueda comprenderlos sin dificultad, idealmente en una sola mirada. No debe repetirse de forma literal (es decir, a manera de párrafo u oraciones) aquella información que ya se encuentra representada de forma numérica o gráfica en una tabla o figura.

Bastará con presentar la tabla o figura (qué análisis estadístico se empleó, cuáles fueron las variables cruzadas, cuál fue el valor de la significatividad, etcétera). A continuación, luego de la tabla o figura, resulta recomendable destacar el resultado o hallazgo más importante revelado en la gráfica o tabla, de modo que el lector pueda conservarlo en su memoria y resaltarlo de modo especial.

La sección de resultados debe, pues, dejar claro para el lector cuáles han sido los datos obtenidos a partir de la aplicación de la metodología explicada.

**Ejemplo:**

En la Tabla 1, se presentan los resultados experimentales de la longitud y periodo. Además, también se muestra el cálculo del cuadrado del periodo…

Tabla 1. Datos experimentales de longitud y periodo del péndulo.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Longitud del péndulo  L (m) | Periodo  T (s) | T² (s²) |
| 0.15 | 0.85 | 0.7225 |
| 0.25 | 1.01 | 1.0201 |
| 0.35 | 1.30 | 1.9321 |
| 0.45 | 1.39 | 2.2801 |
| 0.55 | 1.51 | 2.2801 |
| 0.65 | 1.56 | 2.4336 |
| 0.75 | 1.74 | 3.0276 |

En la Figura 2, se presenta la gráfica del cuadrado del periodo (T²) versus la longitud del péndulo (L), y se realiza un ajuste lineal para obtener la ecuación que relaciona a estos dos parámetros

|  |  |
| --- | --- |
|  | (7) |

de la ecuación 4 se obtiene una dependencia lineal entre T² y L, mediante:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (8) |

Esto se compara con la ecuación de la línea de tendencia, obteniendo que la pendiente será:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (9) |
| Con lo cual se obtiene un valor de la aceleración de la gravedad de … |  |
|  | | |
| Figura 2. Gráfica del cuadrado del periodo versus la longitud del péndulo. | | |

1. **CONCLUSIONES**

En esta sección se presenta la interpretación de los principales hallazgos que han resultado de la investigación. Se relacionan los hallazgos con la teoría y las fuentes en general consultadas como parte de la investigación con el objetivo de darles una interpretación lógica y explicativa.

Se recomienda presentar primero la conclusión central, es decir, aquella que se relaciona con la pregunta de investigación y con la respuesta tentativa inicialmente planteada: ¿se ha cumplido o no la hipótesis de investigación? Esta es la conclusión más importante en tanto muestra que la investigación ha cumplido con su objetivo principal, que era poner a prueba dicha hipótesis. Una vez que se ha dejado claro esto, se procede a revisar los demás hallazgos, cada uno en forma de una conclusión.

Se recomienda que las conclusiones no sean simplemente enunciadas en una única oración, sino que sean explicadas brevemente en un párrafo que rescate tanto el hallazgo como su implicancia teórica o algún posible impacto mayor en el área disciplinar en cuestión. De haberse dado ciertos hallazgos anómalos (esto es más común en el caso de aquellas investigaciones que presentan un componente empírico), se recomienda dejarlos para el final y procurar darles alguna explicación creativa, aunque siempre basada en la teoría y la bibliografía consultada.

**Ejemplo:**

En esta investigación se ha logrado demostrar la relación entre el periodo y longitud de un péndulo simple y se ha calculado el valor de la aceleración de la gravedad, obteniendo un valor de … Este valor es … debido a que … y el ajuste lineal es bueno porque, como se puede observar en la Figura 2, el factor de correlación es muy cercano a 1 …

1. **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

En esta sección se recogen las referencias bibliográficas de las fuentes consultadas para la realización de la investigación. Existen diversos manuales que establecen pautas para el registro y citado de fuentes documentales. Algunas alternativas válidas son los manuales APA (American Psychological Association), MLA (Modern Language Association) o IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers). La selección de un manual u otro dependerá de la convención al interior de la disciplina en que nos desenvolvemos. Las fuentes consultadas pueden ser de diverso tipo: libros completos, capítulos de libros, artículos de revistas, diccionarios, normas legales, videos, sitios web, etcétera. En todos los casos, las referencias bibliográficas deben ordenarse alfabéticamente, ajustarse al manual elegido y recoger la información que permita al lector encontrar la fuente en cuestión si así lo deseara.

**Ejemplo IEEE:**

1. R. Serway and J. Jewett Jr., Física para ciencias e ingeniería 1 (10a. ed.). Ciudad de México: CENGAGE Learning, 2018.
2. H. Young, R. Freedman, A. Ford, F. Sears and M. Zemansky, Física universitaria con física moderna.