UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL HAEDO

# LABORATORIO DE FÍSICA I

## TRABAJO DE LABORATORIO

## ESTUDIO DE UNA LEY EXPERIMENTAL

## 2019

## ESTUDIO DE UNA LEY EXPERIMENTAL

**OBJETIVO**: descubrir, si es que existe, una relación entre dos magnitudes determinadas experimentalmente.

**INTRODUCCIÓN TEÓRICA:**

El estudio de cualquier fenómeno natural por parte de las ciencias experimentales, implica necesariamente la construcción de un modelo (preferentemente matemático), que permita su interpretación.

Si queremos estudiar la reflexión de la luz, por ejemplo, nos resultará útil suponer que la misma está formada por pequeñas esferas macizas que tienen la capacidad de rebotar elásticamente sobre superficies pulidas. Este es un modelo apto para explicar el fenómeno de la reflexión, y si bien nos resulta útil, a nadie se le ocurriría creer que **realmente** la luz está formada por pequeñas pelotitas (en realidad no sabemos cómo está formada la luz, pero tenemos varios modelos que nos pueden servir para describir su comportamiento), pero esta representación nos es útil para explicar cómo se refleja.

Si queremos estudiar la refracción de la luz, el imaginarnos a cada rayo formado por pequeñas pelotitas ya no nos sirve, pero si suponemos a cada rayo de luz formado por un tren de ondas electromagnéticas, llegaremos al planteo de expresiones matemáticas que nos permiten describir bastante bien tanto la refracción como la difracción de la luz.

Cada modelo tiene utilidad, entonces, para describir una parte de nuestra realidad. Cuanto más fenómenos podamos describir con ese modelo, tanto más completo resultará.

La construcción de un modelo implica, fundamentalmente, el estudio de la interdependencia de variables. Conocer si existe o no relación entre dos magnitudes referidas a un determinado fenómeno, y en el caso de que exista, cuál es la expresión matemática que nos permite vincularlas. Ayuda mucho al estudio del mismo la construcción de gráficos a partir de valores medidos experimentalmente.

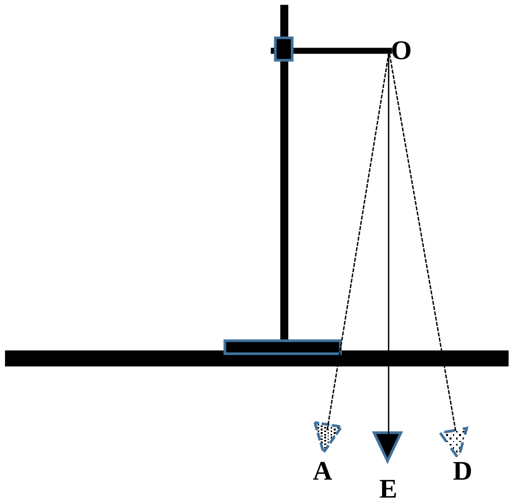
En este trabajo práctico, trataremos de construir un modelo matemático que nos permita interpretar algunos aspectos de un péndulo en oscilación.

**MATERIALES:**

- Péndulo ideal o matemático de longitud variable
- Cinta métrica.
- Cronómetro.
- Hojas de papel milimetrado tamaño oficio.
- Elementos de dibujo.
- Calculadora.

**DESARROLLO:**

En la mesa de laboratorio encontrará un péndulo construido con un hilo liviano inextensible, con una plomada atada en uno de sus extremos, un soporte de donde podrá suspender el péndulo y una cinta métrica.




Sujete el extremo libre del hilo al soporte (ojo al anudar el hilo al soporte, recuerde que tendrá que atar y desatar varias veces el dispositivo) tal y como se muestra en el esquema.

A la posición de la bocha del péndulo cuando se encuentra suspendida y en equilibrio, la llamaremos “E” (equilibrio).

Mida la longitud del péndulo con la cinta métrica: Diseñe una estrategia adecuada para hacerlo y explique luego esto en su informe de laboratorio. Vuelque este valor, con su correspondiente incerteza, en una tabla de valores; para ello deberá diseñar una que le permita tener una fácil lectura de todos los datos experimentales medidos.

Apartando ligeramente al extremo libre de la posición de equilibrio hasta la posición “A”, y dejándola libre, la bocha comenzará un movimiento oscilatorio A - E - D - E -A.

Al tiempo que transcurre en completar una oscilación (por ejemplo, el tramo E - D - A - E) lo llamaremos **período**; y lo simbolizaremos con la letra **T**.

Se tratará, entonces, de determinar si existe o no una relación entre las diferentes longitudes de un péndulo y los períodos de oscilación, y en caso de existir, qué modelo matemático se ajusta mejor para describirla.

Aparte bocha del péndulo de su posición de equilibrio llevándola, por ejemplo, hasta el punto A; déjela en libertad, espere a que haga unas cuantas oscilaciones de modo que se estabilice en el movimiento, y proceda a medir el período de oscilación; para ello, espere a que la bocha alcance una determinada posición, a la que tomará como referencia, y en ese instante ponga a funcionar el cronómetro. Cuente diez oscilaciones completas y detenga el cronómetro; tendrá entonces registrado el tiempo $t_1$ correspondiente a las diez oscilaciones expresado como:

$$t_1 = t_0 \pm \Delta t$$

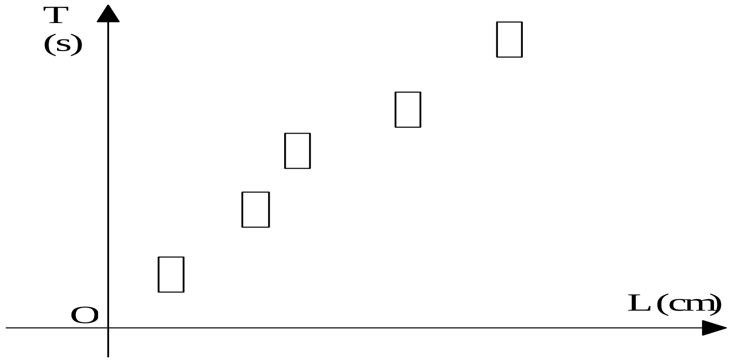
Para obtener el período $T_1$: $T_1 = \dfrac{t_0 \pm \Delta t}{10}$ De donde: $\begin{cases} T_0 = \dfrac{t_0}{10} \\ \Delta T = \dfrac{\Delta t}{10} \end{cases}$

Vuelque ese dato en la tabla que ha diseñado.

Repita el proceso hasta obtener lo menos siete registros de períodos de oscilación para siete diferentes longitudes de péndulo.

Con los valores obtenidos, construya el gráfico en papel milimetrado de $T = f_{(L)}$ (No olvide utilizar toda la hoja, expresar las escalas adoptadas y representar las correspondientes indeterminaciones utilizando <u>esas</u> escalas, para ello utilice como guía el apunte sobre gráficos y escalas que se encuentra en: “Normas y Apuntes para Trabajos de Laboratorio”)

Observando la gráfica construida, deberá ahora elegir alguna de las siguientes hipótesis:




- HIPÓTESIS ***A***: **PARECE NO EXISTIR RELACIÓN.**

Si elige ésta, habrá terminado su trabajo y debe mostrar los resultados al docente encargado de revisarlos.

- HIPÓTESIS ***B***: **PARECE EXISTIR ALGUNA RELACIÓN.**

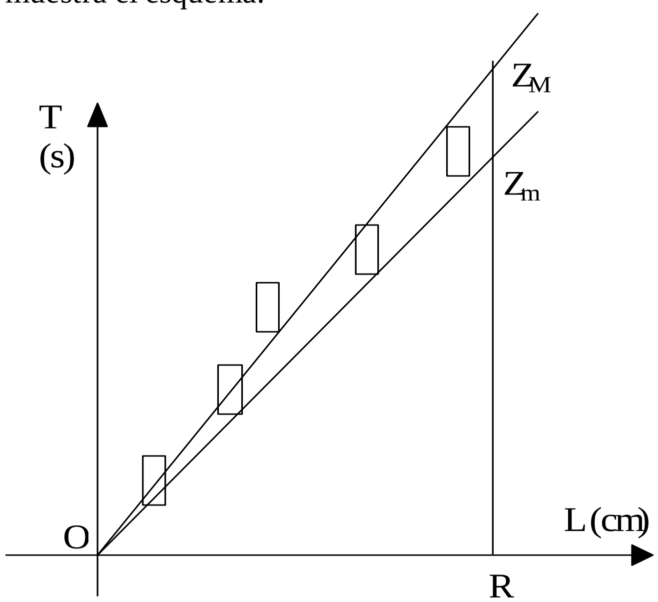
  Si se decide por esta opción, debe proponer alguna forma de relación, eligiendo entre las siguientes opciones:

**Opción 1**: <u>La relación parece ser directa:</u>

La gráfica permitirá entonces trazar una recta que pase por el centro de coordenadas, tal y como lo muestra la figura.

Para poder determinar la mejor recta a partir de los valores experimentales, proceda entonces así:

Con origen en el centro de coordenadas, trace dos rectas, una con máxima pendiente ($a_M$), que pase por la parte superior del mayor número de rectángulos posibles; y otra de mínima pendiente ($a_m$), que lo haga por la parte inferior de los rectángulos de incertidumbre, tal y como lo muestra el esquema:




Para cada una de estas, considere un triángulo ORZ, mida sus catetos y calcule:

$$a_M = \frac{\dfrac{long.\ de\ \overline{RZ_M}}{E_T}}{\dfrac{long.\ de\ \overline{OR}}{E_L}} \quad \text{y} \quad a_m = \frac{\dfrac{long.\ de\ \overline{RZ_m}}{E_T}}{\dfrac{long.\ de\ \overline{OR}}{E_L}}$$

Donde $E_T$ y $E_L$, son las escalas utilizadas para representar los períodos y las longitudes en la gráfica analizada.

Calcule luego $a_0$ y $\Delta a$ como:

$$a_0 = \frac{a_M + a_m}{2} \quad y \quad a_m = \frac{a_M - a_m}{2}$$

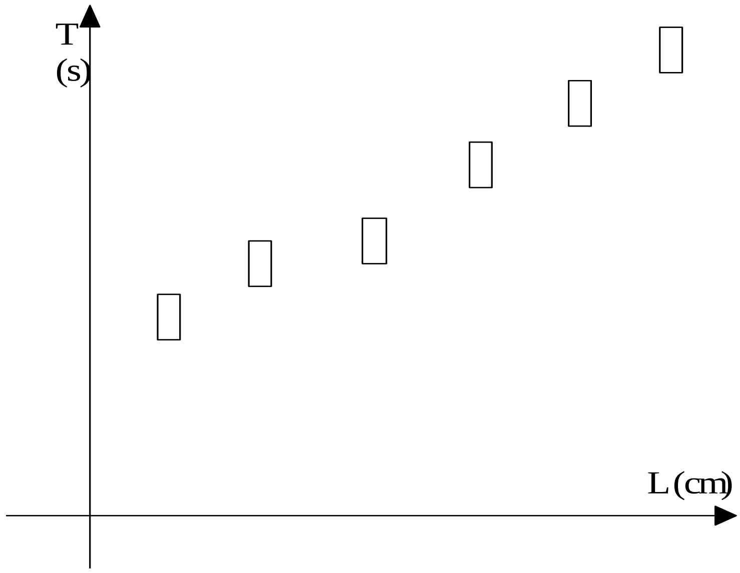
De todo este análisis, se puede afirmar que la relación matemática que se corresponde con el fenómeno estudiado responde a la expresión matemática $T = a \times L$; siendo $a = a_0 \pm \Delta a$.

**Opción 2**: la relación parece ser lineal:

La gráfica, entonces, tendrá una forma similar a la que muestra la siguiente figura:

Una gráfica como la ejemplificada, responderá a la expresión matemática $T = a \times L + b$; debiendo encontrar entonces los valores de sus parámetros.

Busque entonces las coordenadas $T_p$ y $L_p$, promedios de los valores obtenidos experimental-

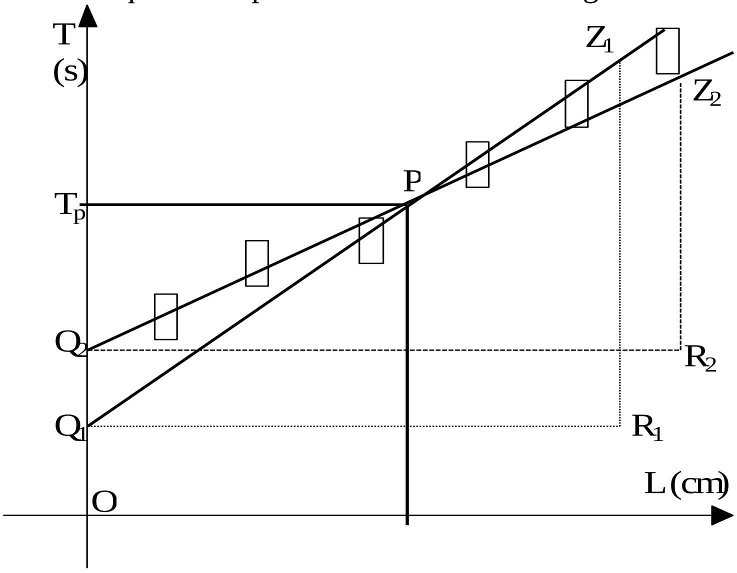



mente como:

$$L_p = \frac{\sum_{i=1}^{N} L_i}{N} \quad y \quad T_p = \frac{\sum_{i=1}^{N} T_i}{N}$$ siendo N el número de mediciones realizadas.

Ubique el punto P ≡ (Lp ; $T_p$) en el gráfico, y trace dos rectas que, pasando por él tengan máxima y mínima pendiente , intersectando la mayor cantidad posible de rectángulos; a esto se lo llama pivotar en P.

Calcule el intervalo que corresponde a la ordenada al origen b como:



$$b_M = \frac{long.\, de\ \overline{OQ_2}}{E_T} \quad y \quad b_m = \frac{long.\, de\ OQ_1}{E_T}$$

Siendo:

$$b_0 = \frac{b_M + b_m}{2} \quad ; \quad \Delta b = \frac{b_M - b_m}{2}$$

Para calcular el intervalo correspondiente a la pendiente, considere dos triángulos ORZ, correspondientes a ambas rectas, y por medio de:

$$a = \frac{\dfrac{long.\, de\ \overline{RZ}}{E_T}}{\dfrac{long.\, de\ \overline{QR}}{E_L}}$$

Con lo que podrá obtener $a_M$ , $a_m$ , $a_0$ y $\Delta$a.

Con estos valores, estará en condiciones de expresar la relación existente como: $T = a \times L + b$ , siendo $a = a_0 \pm \Delta a \quad y \quad b = b_0 \pm \Delta b$.

**Opción 3**: la relación parece responder a una curva potencial:

En ese caso, los rectángulos de incertidumbre podrán unirse según una curva que responderá a la forma: $T = k \times L^a$ .

Si tomamos logaritmos en esta expresión, nos queda:

$$\log T = \log k + a \times \log L$$

Que responde a la forma $y = a \times x + b$, cuya gráfica se corresponde con una recta, y donde $b = \log k$ y $x = \log L$.

O sea que, si se grafica ahora $\log T = f(\log L)$ se deberá obtener una recta.

Observe que, para cada punto:

$$\begin{cases} (\log L)_0 = \dfrac{\log(L_0 + \Delta L) + \log(L_0 - \Delta L)}{2} \\ \Delta \log L = \dfrac{\left|\log(L_0 + \Delta L) - \log(L_0 - \Delta L)\right|}{2} \end{cases} \quad y \quad \begin{cases} (\log T)_0 = \dfrac{\log(T_0 + \Delta T) + \log(T_0 - \Delta T)}{2} \\ \Delta \log T = \dfrac{\left|\log(T_0 + \Delta T) - \log(T_0 - \Delta T)\right|}{2} \end{cases}$$

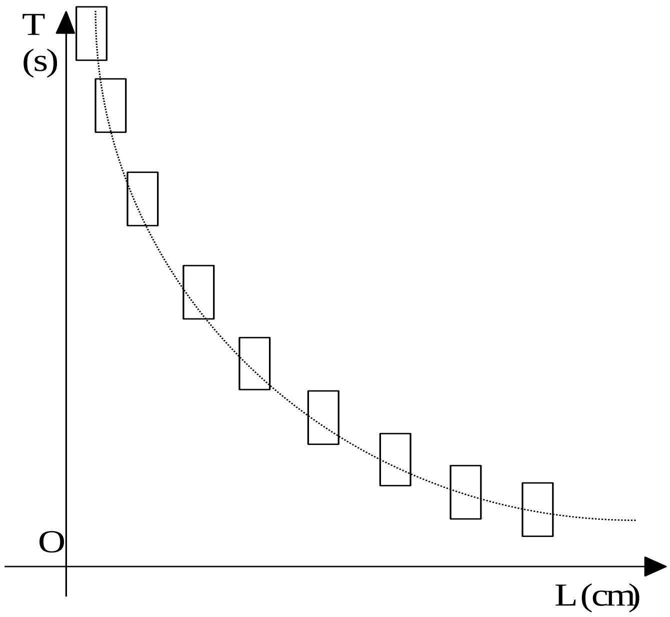
Las barras indican que deben considerarse los valores absolutos.

En esta gráfica, procediendo de igual manera que en la opción 2, pueden encontrarse los valores de a y b; y de este último el valor de k.

Puede entonces expresar la relación matemática correspondiente al fenómeno estudiado como $T = k \times L^a$ de acuerdo con los valores obtenidos.

**Opción 4**: la relación parece responder a una relación inversa:

La gráfica toma una forma similar a una hipérbola equilátera, tal y como muestra la figura. Responderá entonces a una expresión matemática de la forma $y = \frac{C}{x}$, donde C resulta una constante.




Como tiene N pares de valores ($L_0$; $T_0$), calcule para cada uno de ellos el valor correspondiente de $C_0$, volcando los resultados en una tabla que permita su fácil lectura.

Determine el valor medio de $C_0$ como:

$$C_{0_m} = \frac{\sum_{i=1}^{N} C_{0_i}}{N}$$

Y la indeterminación $\Delta C$ como:

$$\Delta C = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} \left(C_{0_i} - C_{0_m}\right)^2}{N\left(N-1\right)}}$$

Puede expresar entonces C como:

$$C = C_{0_m} \pm \Delta C$$

Tomando como válida la expresión matemática $T = \frac{C}{L}$ para el fenómeno estudiado.

**CUESTIONARIO.**

1. ¿Cuál es el objeto de este trabajo práctico?
2. ¿A qué llama “oscilación completa”?
3. ¿A qué denomina “período”?
4. ¿Cuál es la principal razón para calcular el período como $T = \frac{tiempo\ de\ 10\ osc.}{10}$?
5. Si ha elegido una hipótesis; ¿qué pasos debería seguir para detectar si los resultados experimentales no la rechazan?
6. ¿Podría llegar a afirmar definitivamente la hipótesis elegida?
7. ¿Cuándo dos magnitudes son directamente proporcionales?
8. ¿Cuándo dos magnitudes son inversamente proporcionales?
9. ¿Qué es una hipérbola equilátera?
10. En el desarrollo de la tercera proposición, aparece una fórmula para calcular la indeterminación en el valor del logaritmo de L; ¿por qué no se considera directamente: $\Delta \log L = \log\left(\Delta L\right)$?