

# La conservación de la energía en el péndulo simple

**Silvia Muller y Silvia Capará**

*EGB 39, Pintos y Newton Burzaco, Almirante Brown, Buenos Aire*

Para estudiar la conservación de la energía en un sistema mecánico construimos un péndulo y medimos con un fotointerruptor la velocidad máxima  $v_0$  que alcanza en el punto más bajo de su trayectoria cuando se lo libera desde distintas alturas. Calculamos las energías cinética  $E_c$  y potencial  $E_p$ , y analizamos la conservación de la energía mecánica.

## Introducción

En este experimento analizamos la hipótesis de la “conservación de la energía” en un péndulo. Para ello, consideramos que el cambio de la energía potencial del péndulo,  $\Delta E_p$ :

$$\Delta E_p = m g (h - h_0) \quad (1)$$

cuando se desplaza desde una altura  $h$  inicial hasta la posición más baja a una altura  $h_0$ , es igual, en ausencia de rozamiento, al aumento de su energía cinética,  $\Delta E_c$ :

$$\Delta E_c = 1/2 m v_0^2 \quad (2)$$

donde  $v_0$  es la velocidad máxima en el punto más bajo y hemos supuesto que se libera desde  $h$  desde el reposo. Debe cumplirse entonces:

$$m g (h - h_0) = 1/2 m v_0^2 \quad (3)$$

Por lo tanto, la relación entre la velocidad máxima del péndulo y las alturas  $h$  y  $h_0$  es:

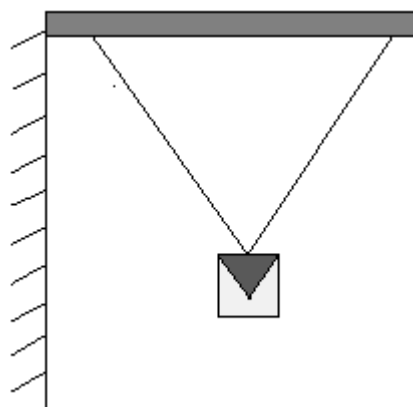
$$v_0^2 = 2 g (h - h_0) \quad (4)$$

El objetivo de este trabajo es investigar la conservación de la energía mecánica en este un péndulo mediante la expresiones (1)–( 4). Los experimentos también nos permiten obtener la aceleración de la gravedad,  $g$ .

### **Método experimental**

Construimos un péndulo con un hilo fino de bordar y una plomada de unos 300 g. Cubrimos la plomada con un tubo de cartón para que su superficie sea cilíndrica, logrando de esta manera que la extensión de la superficie que activa el fotointerruptor permanezca constante. Cabe aclarar que el cartón debe ser duro para evitar deformaciones y mejorar así la determinación de su diámetro.

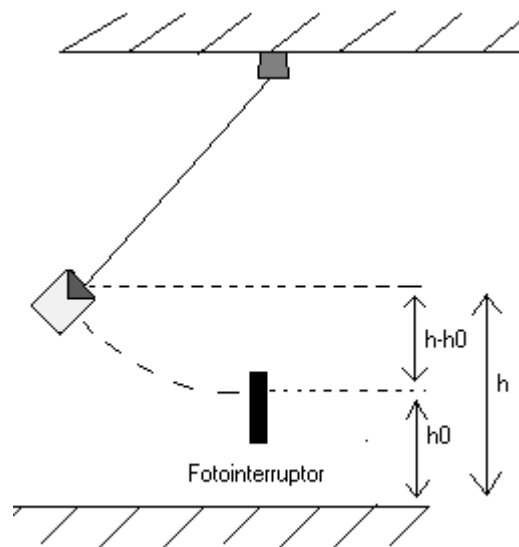
Es importante que durante el desarrollo del experimento la longitud del péndulo permanezca constante. El hilo de bordar elegido era lo suficientemente fuerte como para no estirarse significativamente. Para lograr que el movimiento del péndulo se produzca en un solo plano, utilizamos el diseño experimental que se muestra esquemáticamente en la figura 1. Aquí, el péndulo cuelga de dos hilos desde una ménsula fija a una pared.



**Figura 1:** vista frontal del péndulo.

Las distintas alturas desde las cuales se dejó caer el péndulo fueron medidas con una regla rígida milimetrada. Las alturas pertinentes se indican en la figura 2. También se muestra

la ubicación del fotointerruptor para la medición de la velocidad en el punto más bajo. Es de suma importancia que el valor de referencia  $h_0$  sea tomado desde el piso hasta el haz infrarrojo del fotointerruptor, y  $h$  desde el piso hasta la altura que alcanza la sección del péndulo que corta al haz, cuando lo elevamos antes de dejarlo caer desde el reposo (ver figura 2).



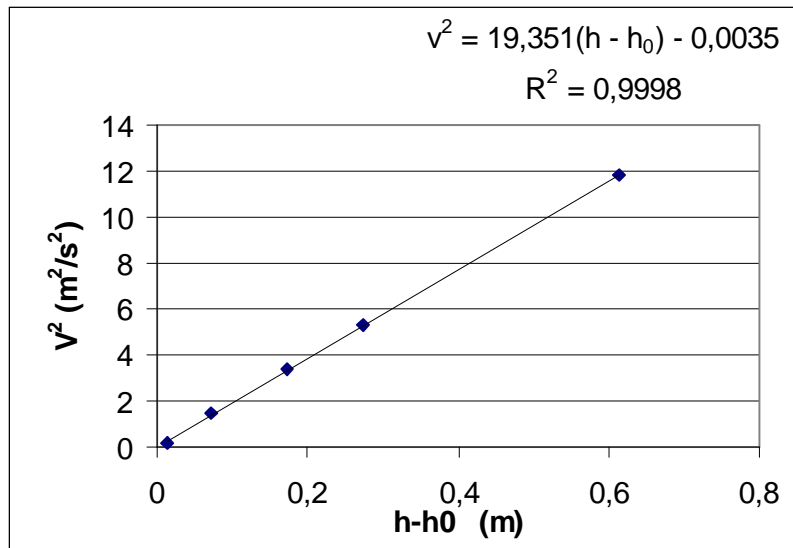
**Figura 2:** vista lateral del péndulo.

Utilizamos para la medición de velocidad al fotointerruptor conectado a una computadora y usamos el programa “Precision Timer Vernier” en el modo “Gate Timing Modes (one gate)”. En este modo de trabajo el programa mide el tiempo en que el haz del fotointerruptor permanece interrumpido cuando un objeto se interpone entre los brazos del instrumento.

## Resultados y discusión

Las mediciones realizadas con el fotointerruptor corresponden al tiempo en que el haz infrarrojo estuvo bloqueado por el paso del diámetro del cilindro de cartón sobre la plomada. Estos datos (diámetro  $d$  y tiempo  $\Delta t$ ) fueron utilizados para hallar la velocidad media del péndulo en ese lapso,  $v_0 = d / \Delta t$ .

Los datos obtenidos en cada una de las mediciones fueron registrados y analizados mediante una planilla de cálculo. Los resultados correspondientes se muestran en la figura 3.



**Figura 3:** Representación de  $v_0^2$  en función de las diferencias de alturas.

En la figura, la línea continua representa a la mejor recta dada por la ecuación:

$$v_0^2 = 19.351 (h - h_0) - 0.0035$$

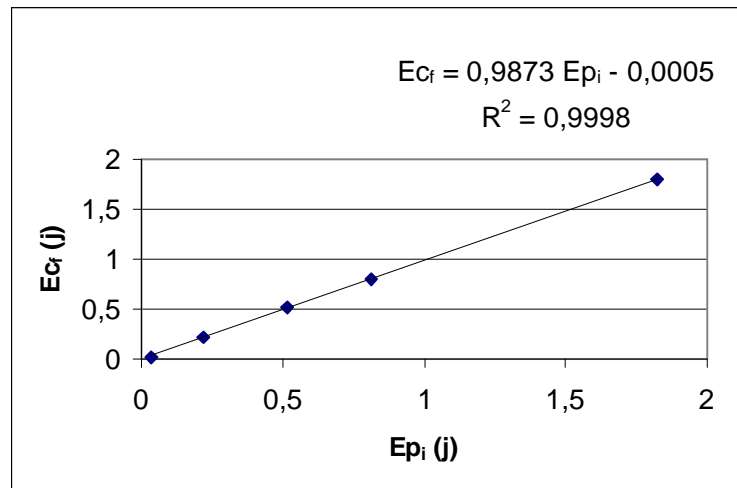
La relación lineal entre las variables  $v_0^2$  y  $(h - h_0)$  está de acuerdo a lo que predice la ecuación (4). Si comparamos con la ecuación (4) observamos que la pendiente de la mejor recta corresponde a  $2g$ , por lo que resulta:  $g = 9.67 \text{ m/s}^2$ .

Sin embargo, cuando analizamos el problema desde el punto de vista de las energías cinética y potencial máximas (Fig. 4), obtenemos la siguiente relación entre las energías:

$$\Delta E_c = 0,987 \Delta E_p - 0.0005$$

donde el coeficiente de la energía potencial es levemente inferior a uno y el pequeño término independiente puede atribuirse a errores de medición. Atribuimos la desigualdad de las energías al efecto del rozamiento con el aire. Podemos ver que el trabajo de la fuerza de roce

en el camino que sigue el péndulo cuando cae desde  $h$  hasta  $h_0$ , es aproximadamente un 2% del cambio de la energía potencial.



**Figura 4:** Gráfico de la  $E_c$  en función de la  $E_p$ .

## Conclusiones

Luego de medir la velocidad máxima del péndulo para distintas amplitudes iniciales y hallar las energías cinética y potencial, podemos correlacionarlas dentro del modelo propuesto basado en la conservación de la energía. El efecto del rozamiento es significativo debido a la precisión de las mediciones.

## Agradecimientos

A Valeria Amado, auxiliar docente del curso de capacitación, que con sus conocimientos y paciencia, supo guiarnos a lo largo del proyecto.