

Regresión lineal-péndulo

Verónica Pérez Schuster, Adán Garros, Natalia Philipp

Laboratorio de Física 1 (Q) - Primer cuatrimestre, 2021

La presente guía tiene dos grandes objetivos, aprender sobre regresiones lineales y mostrarles el uso de un programa de acceso libre muy útil para automatizar el análisis de imágenes de vídeo.

El trabajo se va a realizar en dos clases. Durante la primer clase se van a tomar vídeos de los péndulos armados en la clase pasada y aprender a analizarlos para obtener el período de oscilación del péndulo. En la segunda clase, usando lo aprendido se va a calcular el valor de g usando regresiones lineales.

1. Introducción

En general, un modelo físico permite encontrar una relación funcional entre dos o más variables de un sistema. Por ejemplo, en la Guía 2 presentamos una ecuación que relaciona el período de un péndulo con su longitud:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \quad (1)$$

donde T es el período, g es la aceleración de la gravedad y L es la longitud del hilo. A partir de la Ecuación 1 fue posible estimar g , midiendo T y L en un péndulo particular.

Debe observarse que dicha relación es válida para *cualquier* péndulo ideal. Es decir, dentro del modelo a cada valor de L le corresponde un valor $T(L)$. Para estudiar la validez de un modelo en un determinado dominio, es necesario medir un conjunto de datos en un sistema real $-(L_i, T_i)$ en este caso- y contrastarlos con las predicciones teóricas.

La regresión (ajuste) lineal es una herramienta que permite contrastar datos experimentales con un modelo teórico lineal. Consiste en un cálculo algorítmico que estima los parámetros de la recta (pendiente y ordenada al origen) tal que ésta *se acerque* lo más posible a los datos experimentales. Mediante un ajuste lineal es posible estimar las incógnitas del problema, pero además se puede analizar qué tanto se parece el sistema físico al modelo. Para ello se utilizan indicadores de la bondad del ajuste, tales como el coeficiente de determinación R^2 .

La relación entre las variables involucradas muchas veces no es lineal -como el de la Ecuación 1-. Sin embargo, en algunos casos es posible redefinir las variables para obtener a una ecuación lineal, y así utilizar el ajuste lineal.

En esta Guía se propone utilizar el péndulo simple como caso de estudio. Se obtendrá información experimental del período del péndulo para varias longitudes y se ajustarán los datos al modelo de péndulo ideal. Se obtendrá una estimación del valor de g y se analizará los parámetros resultantes del ajuste.

2. Actividad 1A: Registro de datos

En esta primera actividad mediremos el período de un péndulo para varias longitudes. Como vimos la semana pasada, las características del péndulo real deberán ser lo más parecidas a un péndulo ideal: masa puntual, hilo inextensible y de masa despreciable, oscilaciones pequeñas, movimiento en un plano.

1. Monte un sistema de péndulo simple con los elementos que tenga a disposición (puede utilizar el mismo péndulo que utilizó en las guías anteriores).
2. Filme el péndulo oscilando para un solo largo.
3. Se propone el uso de la entorno provisto por *Tracker*, una plataforma gratuita, y de fácil acceso. Instale el *Tracker* en su computadora. <https://physlets.org/tracker/>.
4. En esta guía: <http://materias.df.uba.ar/f1qa2021c1/files/2021/04/tutorialTracker.pdf> va a encontrar un instructivo para usar *Tracker*.
5. Suba el archivo (o bien copie y pegue prolijamente los datos) obtenido que contiene la masa como función del tiempo en *Google Colab*.
6. Piense cómo podrá estimar el periodo de oscilación a partir de sus datos de (t_i, x_i) . Una sugerencia es crear una código del tipo `if(x[i]<0 AND x[i+1]>0)`, dentro de un loop `for i in xrange(1,len(x))`, que registre `t[i]` cuándo pasa con pendiente positiva por los ceros y, a partir de las diferencias de ese conjunto de datos, estime la media y error del periodo.
7. Repita el procedimiento para medir el período del péndulo para 10 longitudes diferentes (se sugiere probar entre 30 cm y 1,5 m).

3. Actividad 1B: Análisis de datos

Una vez obtenidos los datos y sus respectivas incertezas procederemos a analizarlos y contrastarlos con el modelo de péndulo ideal.

1. Grafique los datos obtenidos de período en función de longitud. No olvide incluir las barras del error absoluto (ver apéndice). En apariencia a simple vista: ¿Es lineal la relación entre las variables? En caso afirmativo, ¿qué información podría obtener si realizara un ajuste lineal?

2. En la Ecuación 2, el período T no depende de forma lineal con la longitud L . Linealice dicha ecuación definiendo nuevas variables. Utilice por lo menos 2 maneras distintas.
3. Convierta sus datos experimentales (T_i, L_i) a las nuevas variables. Propague las incertezas asociadas.
4. Grafique los dos nuevos conjuntos de datos. Recuerde colocar la variable con mayor error relativo en el eje y . ¿Se observa lineal la relación entre las nuevas variables? Realice un ajuste lineal por cuadrados mínimos y reporte la ordenada al origen (y su error), la pendiente (y su error), y el coeficiente R^2 para cada conjunto de datos. ¿Qué significado se le puede asignar a la pendiente? ¿Y a la ordenada al origen? ¿es el mismo para cada linealización?
5. A partir de los datos de pendiente y ordenada al origen, calcule g y su error absoluto. Compare los resultados de ambos métodos. Además, compare respecto al valor obtenido en la Guía 2. ¿Cuál es más preciso? ¿Y el más exacto?