

## LABORATORIO DE FÍSICA 1

Estudiantes de Licenciatura en Ciencias Biológicas y Geológicas

Departamento de Física, FCEyN, Universidad de Buenos Aires.

---

## PRÁCTICA 1: Mediciones Directas e Indirectas

## OBJETIVO GENERAL

En esta práctica se busca estudiar cuál es la manera más adecuada de medir una magnitud, pudiendo ser ésta de manera directa o indirecta. Se buscará determinar las incertezas de las magnitudes bajo interés, aprendiendo a generar criterios para medir correctamente. Además, esta guía tiene como objetivo adquirir conocimientos básicos de estadística y propagación de errores para comprender la información contenida en estas mediciones. Se utilizará un programa (Origin) para su facilitar su observación y análisis.

## ACTIVIDAD 1A : OBSERVACIÓN Y REGISTRO DE UNA MAGNITUD

Para esta primera parte se propone que mida el período temporal de un péndulo simple de **1 metro de longitud**. Discutir si resulta suficiente medir una vez o si debería medir varias veces. En este último caso, discutir qué sucede si grafica apropiadamente las medidas adquiridas.

- a) Utilizando un cronómetro de un teléfono celular, realice 20 mediciones del período del péndulo medidas por una misma persona.
  - i. ¿Qué observa en las mediciones realizadas?
  - ii. Para mayor comodidad, grafique sus mediciones en un histograma en el programa Origin (*primero asegúrese que su columna este seteada como columna tipo "Y", luego botón derecho sobre la columna, elija: Plot, Statistics, Histogram*). Observe e interprete el gráfico obtenido.
- b) Realice una nueva serie de 40 mediciones realizadas por la misma persona.
  - i. Incorpore los datos a los anteriores (hágalo en una nueva planilla de datos) y grafique nuevamente. ¿Qué cambios observa?
  - ii. ¿Qué papel juega el Bin Size (ancho de columna) en el análisis de sus datos? ¿Cuál es la manera adecuada de definir el Bin Size? (*para modificar el Size Bin, haga doble click sobre el histograma, solapa Data y descliquee Automatic Binning. Modifique con criterio el Size Bin*)
- c) Realice las últimas 40 mediciones (no, no es chiste) e incorpórelas a las 60 anteriores
  - i. Analice los datos obtenidos
  - ii. ¿El Size Bin elegido antes es aún el mismo?

## ACTIVIDAD 1B: IMPORTANCIA DE LAS VARIABLES DEL PROBLEMA

En esta segunda parte, se propone que otra persona realice una nueva serie de 100 mediciones del período del péndulo. Si fuera posible se propone realizar una tercera serie de 100 mediciones con los cronómetros provistos por el laboratorio.

- a) Grafique ambas series de datos por separado y compara las series entre sí con las 100 mediciones anteriores. Utilice el mismo Bin Size que en la Actividad 1 para realizar la comparación. (¿Es correcto utilizar el mismo?)

## LABORATORIO DE FÍSICA 1

Estudiantes de Licenciatura en Ciencias Biológicas y Geológicas

Departamento de Física, FCEyN, Universidad de Buenos Aires.

- i. ¿Qué diferencias encuentra? ¿Por qué existen estas diferencias?
- ii. Si realizó la tercera serie de medidas, compare los resultados al utilizar dos instrumentos distintos.

**ACTIVIDAD 1C:** UTILIZACIÓN DE ELEMENTOS DE ESTADÍSTICA


Una vez definido el *Bin Size* adecuado, estamos en condiciones de ver si la distribución de datos obtenida sigue alguna ley de la estadística.

- a) Determine la *Moda*, la *Mediana* y la *Media* de su distribución de datos. Estudie los intervalos de confianza.
- b) En el caso de que los intervalos de confianza se superpongan, ajuste la distribución por una función gaussiana da la forma:

$$y = A e^{-\frac{(x-x_c)^2}{2w^2}}$$

Para lograr esto, haga botón derecho sobre el histograma y elija la opción *Go to Bin WorkSheet*; se le abrirá la solapa "Book#\_A Bins" (Origin). De allí haga un gráfico de columnas de las dos primeras columnas (Bin Centers y Bin Counts) (haga doble click en el gráfico y en la solapa *Spacing* coloque 0% de espaciamiento entre columnas). Luego con ese gráfico abierto diríjase a la solapa: Analysis; Fitting; Non linear curve Fit, y verá que una ventana de diálogo se le abrirá. Elija la **función GaussAmp**, si clickea en la solapa *Function* vera cual es la función por la que quiere ajustar y que es igual a la que se presenta en esta guía. En la solapa "Parameters" defina  $y_0=0$  (no existe offset en nuestro caso) e inicialice los parámetros lo mejor que pueda; una buena inicialización de parámetros ayuda a un ajuste que converja más rápido). Presione



(1 Iteration) para que el programa itere de a una vez y vea la evolución de la curva por la cual ajusta. Si presiona  (Fit until converge) el programa iterará hasta obtener la curva óptima. Al presiona **FIT** dará por concluido el proceso de ajuste y verá la función normal ajusta sus datos.

Discuta si los valores de los parámetros ajustados son coherentes con lo analizado anteriormente.

Existen teorías, cuya explicación exceden los contenidos de este curso, para determinar el tamaño óptimo para el *bin size*. Una de ellas<sup>1</sup> propone que

$$bin\ size = 3.49\sigma N^{-\frac{1}{3}}$$

Construya los histogramas de las mediciones anteriores utilizando este *bin size* óptimo y compare con los histogramas anteriores, realice nuevamente el ajuste y compare los resultados.

<sup>1</sup> David W. Scott, Biometrika, Vol. 66, No. 3 (Dec., 1979), pp. 605-610

## LABORATORIO DE FÍSICA 1

Estudiantes de Licenciatura en Ciencias Biológicas y Geológicas

Departamento de Física, FCEyN, Universidad de Buenos Aires.

---

**ACTIVIDAD 2: MEDICIONES INDIRECTAS****INTRODUCCIÓN**

No siempre se cuenta con un instrumento para medir en forma directa la magnitud requerida, sino que debe calcularse a partir de algunas otras magnitudes medidas en forma directa. Es decir, que existirá alguna relación funcional entre las magnitudes medidas en forma directa y la que se desea obtener, dependiendo del experimento que se realice.

En el laboratorio nos enfrentaremos muchas veces con este problema a la hora de decidir cómo medir una magnitud, incluso en los experimentos más simples. En ese caso habrá que tener en cuenta que la validez de las hipótesis del método utilizado condicionará el resultado.

Por ejemplo, dado un cuerpo cuya forma se aproxima razonablemente a alguna forma geométrica regular (esfera, cubo, etc.), si quisiéramos medir su volumen podríamos obtenerlo de la siguiente manera:

- i. Medimos de manera directa longitudes relevantes del cuerpo (el diámetro, longitud de un lado, etc.).
- ii. Luego utilizamos una fórmula de volumen para calcular su valor a partir de las magnitudes medidas.

¿Cuáles serían las hipótesis subyacentes en este método? ¿Son realmente esos cuerpos una esfera o un cubo perfecto?

Cuando medimos una magnitud en forma directa, obtenemos como resultado de la medición un rango de valores, determinado con un valor medio y una incerteza. Por ejemplo:  $x_0 \pm \Delta x$  (donde:  $x_0$  es el valor medio y  $\Delta x$  la incerteza) significa que podemos asegurar que la magnitud medida está contenida en el rango  $(x_0 - \Delta x, x_0 + \Delta x)$  con un nivel de confianza de aproximadamente el 70 %.

Una medición indirecta también tendrá un valor medio y una incerteza. ¿Cómo los obtenemos? Las incertezas de las mediciones directas deberían influir o propagarse sobre el resultado de la medición indirecta. ¿La incerteza de la medición indirecta debería depender sólo de las incertezas de las mediciones directas o también de la relación entre estas magnitudes?

Por otro lado, si medimos una misma magnitud por diferentes métodos, obtendremos diferentes resultados de cada medición, es decir, obtendremos diferentes valores medios e incertezas. ¿Cómo las comparamos? ¿Cómo podemos determinar si dos resultados son equivalentes o son distintos?

Mediante experimentos simples, en esta práctica aprenderemos las herramientas necesarias para obtener la incerteza de una medición indirecta a partir de mediciones directas de magnitudes independientes y para comparar resultados de una misma magnitud procedentes de experimentos diferentes.

## LABORATORIO DE FÍSICA 1

Estudiantes de Licenciatura en Ciencias Biológicas y Geológicas

Departamento de Física, FCEyN, Universidad de Buenos Aires.

---

**ACTIVIDAD: DETERMINACIÓN DE G A PARTIR DE LA MEDICIÓN DEL PERÍODO DE UN PÉNDULO**

Utilizando las mediciones obtenidas en la Actividad 1, calcular el valor de  $g$ .

La predicción teórica establece que, para un péndulo ideal simple compuesto de un hilo inextensible y una masa puntual que realiza oscilaciones de pequeña amplitud en ausencia de rozamiento, el período  $T$  viene dado por:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

- (a) Discuta si las hipótesis requeridas por la predicción teórica son válidas. ¿Cómo podría mejorarse el dispositivo experimental?
- (b) A partir de las magnitudes medidas en forma directa, calcule el valor de  $g$  y su incerteza, realizando para esto los cálculos necesarios.
  - I. ¿El valor obtenido es preciso?
  - II. ¿El valor obtenido es exacto?

**ACTIVIDAD OPCIONAL: DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE UN SÓLIDO**

- (a) POR MEDICIÓN DE SUS LADOS: Mida el volumen del cuerpo utilizando un calibre para medir las magnitudes de interés para averiguar el volumen del cuerpo buscado.
- (b) POR MEDICIÓN DE LA MASA UTILIZANDO UNA BALANZA: Pese el objeto del cual quiere conocer su volumen, obtenga la masa y utilizando la relación:  $V = \frac{m}{\delta}$ , donde  $\delta$  es la densidad del material del cual está hecho el objeto.

En cada caso estudie estos ítems:

- I. ¿Qué suposiciones son necesarias para que cada método sea válido?
- II. En caso de haber necesitado algún valor tabulado, ¿qué incerteza se le asignó?
- III. ¿Se obtuvieron los mismos resultados mediante los distintos métodos? ¿Cómo se deben comparar?
- IV. ¿Cuál fue el más preciso? ¿Corresponde al más confiable?
- V. ¿Cómo se informarían los resultados en caso de ser comparables? ¿Y si no lo fueran?
- VI. ¿Son en todos los casos las magnitudes involucradas independientes?

Esta actividad tiene como objetivo afianzar conceptos con ejercicios simples de mediciones directas y cálculos de magnitudes de manera indirecta.