

Informe TP N^o1

Mara Pedroso¹, naanim_mn¹, naanim27², luz¹, and Cecilia Zaza¹

¹Física 1 Mañana Lunes

²Affiliation not available

March 11, 2018

Laboratorio de fisica 1(ByG)

Guia 1: Medición de magnitudes aleatorias

Autores: Moreyra Veronica, Pedrosa Mara.

Resumen

Con el objetivo de familiarizarse con las mediciones de magnitudes aleatorias y estimar su incertidumbre, se realizaron dos experiencias: en la primera se midió el tiempo de reacción de un individuo y en la segunda se midió el periodo de un artefacto que emite pulsos de luz. Los resultados obtenidos fueron: $T_{\text{reacción}} = 0,24 \text{ seg} \pm 0,10 \text{ seg}$ para la primera experiencia y $T_{\text{periodo}} = 1,46 \pm 0,26 \text{ seg}$ para la segunda experiencia con 100 datos. A partir de estos resultados pudimos observar que hay diferentes fuentes de errores que pueden estar asociados a un instrumento o al observador. Además corroboramos que al aumentar el número de mediciones, disminuye la incertidumbre asociada.

Introducción

Esta experiencia brinda la capacidad de familiarizarse con mediciones y análisis estadísticos de magnitudes aleatorias.

Una magnitud física es un atributo de un cuerpo, un fenómeno o una sustancia, que puede determinarse cuantitativamente, es decir, es un atributo susceptible de ser medido.

Cuando cuantificamos muchas veces una misma magnitud y los valores que obtenemos son distintos, estamos trabajando con magnitudes aleatorias. Estas mediciones a su vez están asociadas a distintos tipos de errores, como lo son los errores asociados a los instrumentos utilizados y los errores asociados al observador. En algunos experimentos, el tiempo de reacción del observador (el intervalo que transcurre desde que recibe el estímulo hasta que da la respuesta motora) puede afectar el resultado de la medición. El tiempo de reacción depende de muchos factores como: del tipo de estímulo, del estrés del observador, entre otros.

Para estimar los errores asociados a las mediciones que tomamos vamos a obtener a partir del programa Origin los valores de la media, la moda y la mediana, del tiempo de reacción y del período del farol. En una campana gaussiana ideal los tres valores coinciden. La media "X" es el valor promedio de las mediciones que se obtiene a partir de dividir la sumatoria de los datos por el número total de datos (1). La moda es el valor más frecuente y la mediana el valor que corresponde a la mitad de los datos (estos últimos los obtenemos del programa Origin).

(1) $X = \Sigma \frac{x_i}{n}$, donde x_i son los valores del tiempo de reacción medidos y n es el número de datos total.

Una vez obtenido el valor medio, se calculó el error “E” de la media, que se obtiene a partir del error instrumental (E_i , es la mínima discrepancia del instrumento con el que medimos), del error estándar (E_s) y del error del observador E_0 . Éste último es 0, ya que se mantiene el observador en las dos experiencias y el tiempo de reacción va a estar asociado al error de dicho observador, entonces el tiempo de reacción es el error de la media del período del faro. La fórmula de E que relaciona los errores es la siguiente (2):

$$(2) E = \sqrt{E_i^2 + E_s^2 + E_0^2}$$

El error estándar E_s de la media lo obtenemos a partir del desvío estándar calculado por el OriginPro; el error se calcula dividiendo el desvío por la raíz del valor total del datos, como se muestra en la fórmula (3):

(3) $E_s = \frac{S}{\sqrt{n}}$, donde S es el desvío estándar que nos indica cuánto se aleja un valor determinado del valor medio y n es el número total de datos tomados.

El desvío se calcula a partir de la fórmula (4):

(4) $S = \frac{\Sigma(\langle x \rangle - x_i)^2}{n}$, donde el numerador es la resta de la media de cada uno de los valores, elevada al cuadrado, y el denominador corresponde al número de datos.

Desarrollo experimental

Se realizaron dos experiencias.

Experiencia 1

Se utilizó: un sensor de luz, el programa MOTION DAQ para medir diferencias de voltajes en un tiempo dado y el programa ORIGINPRO8.5 para analizar los datos obtenidos.

Un integrante del grupo daba comienzo al programa de medición MOTION DAQ, y el otro integrante al escuchar la señal (en nuestro caso utilizamos como señal el “clic” del mouse) debía obturar el pasaje de luz del sensor. El tiempo transcurrido entre los dos eventos (tiempos reacción) se procede a registrar.

Experiencia 2

Para esta experiencia se utilizó un Faro, también conocido como “el marciano”, es un aparato que emite pulsos de luz en forma periódica. Para medir el período del faro el mismo observador de la experiencia 1 pulsa un cronómetro cada vez que las luces del faro se encienden y lo vuelve a pulsar en el siguiente encendido. Se registran las mediciones. Se realizaron 100 mediciones.

Para ambas experiencias se volcaron los datos en el ORIGINPRO 8.5 y se observó la distribución de los datos. Se realizaron histogramas de frecuencias relativas en función del número de datos. En la segunda experiencia se realizaron los gráficos dividiendo los datos en grupos de N: 20, 40 y 60 para analizar si se modificaba la incerteza o error E de la media. Este último se obtiene a partir de la ecuación (2), utilizando el mismo error instrumental y el mismo error del observador que es el tiempo de reacción en los tres casos, y el error estándar que varía para cada N, y se obtiene con el desvío estándar calculado con el Origin. La mediana y la moda también se obtienen con el origin y se pueden comparar con la media.

Resultados y discusiones

Experiencia 1: Tiempo de reacción

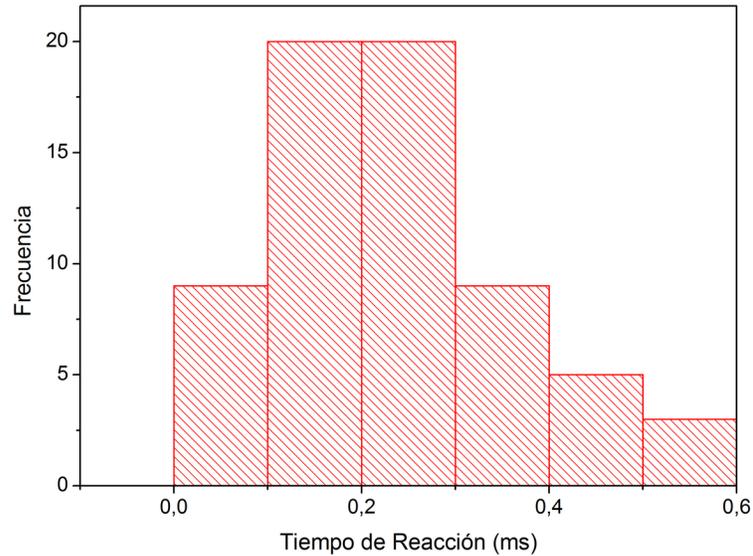


Figure 1: Distribución de los tiempos reacción del observador.

Para un total de mediciones de $N=66$, los valores que se obtienen con el Origin son los siguientes:

Media: 0,24 segundos

Desvío estándar: 0,13 segundos

Moda: 0,16 segundos

Mediana: 0,22 segundos

La media corresponde al tiempo de reacción, sería 0,24 segundos, y el error del tiempo se obtiene con la fórmula (2):

$$E_{tiempo} = \sqrt{E_i^2 + E_s^2 + E_0^2}$$

Sabiendo que el error del observador es 0, entonces la ecuación sería $E_{tiempo} = \sqrt{E_i^2 + E_s^2}$

El error estándar se obtiene a partir de la ecuación (3), usando el desvío estándar de 0,13 segundos

$$E_s = \frac{S}{\sqrt{n}} = \frac{0,13 \text{ ms}}{\sqrt{66}} = 0,016 \text{ seg}$$

Y el error del instrumento es $E_i = 0,1 \text{ seg}$

Por lo que el error del tiempo de reacción es 0,10 segundos

El resultado de la primer experiencia es: $T_{reacción} = 0,24 \text{ seg} \pm 0,10 \text{ seg}$. El tiempo de reacción es el error de la media del período del faro.

Experiencia 2: periodo del faro.

Cálculo del error estadístico N=100

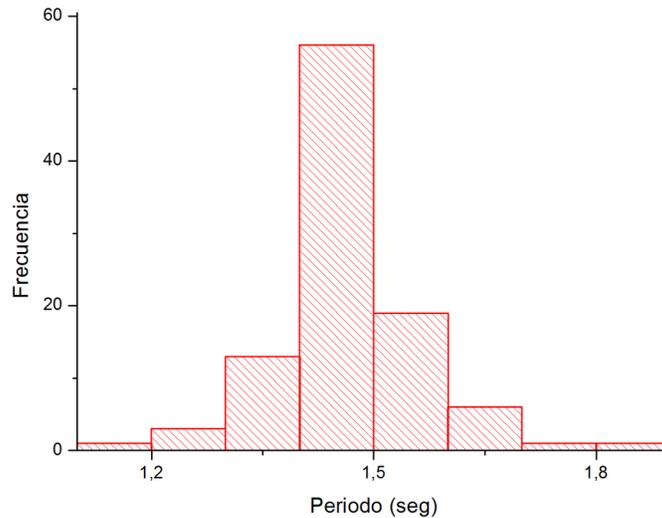


Figure 2: Histograma del la frecuencia vs. período de N=100

Para un total de mediciones de N=100, los valores que se obtienen con el Origin son los siguientes:

Media: 1,46 segundos

Desvío estándar: 0,10 segundos

Moda: 1,47 segundos

Mediana: 1,45 segundos

La media es el valor del período del farol $T = 1,46 \text{ segundos}$. Y su error a partir de la ecuación (2) es:

$$E = \sqrt{E_i^2 + E_s^2 + E_0^2} = 0,26 \text{ seg}$$

Siendo el error del instrumento 0,1 seg y el error del observador, que es el tiempo de reacción 0,24 seg, y el error estándar:

$$E_s = \frac{S}{\sqrt{N}} = 0,01 \text{ seg}$$

Entonces el Período del farol y su error para N=100 es:

$$T = \text{media} \pm E$$

$$T = (1,46 \pm 0,26) \text{ seg}$$

Cálculo del error estadístico N=20

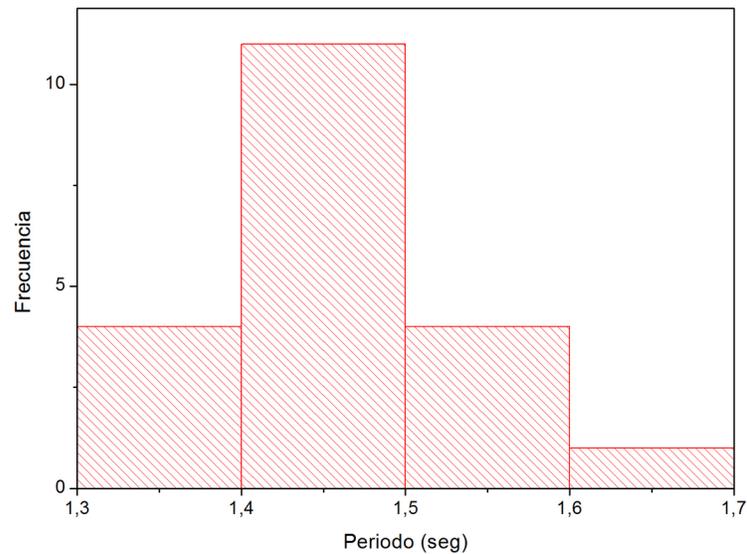


Figure 3: Histograma a partir de 20 datos medidos

Para un total de mediciones de $N=20$, los valores que se obtienen con el Origin son los siguientes:

Media: 1,46 segundos

Desvío estándar: 0,09 segundos

Moda: 1,47 segundos

Mediana: 1,44 segundos

La media es el valor del período del farol $T = 1,46 \text{ segundos}$. Y su error E a partir de la ecuación (2) es: 0,26 segundos

Siendo el error del instrumento 0,1 seg y el error del observador, que es el tiempo de reacción 0,24 seg, y el error estándar 0,02 seg.

El período para 20 muestras es: $T_{N=20} = (1,46 \pm 0,26) \text{ seg}$

Cálculo del error estadístico N=40

Para un total de mediciones de $N=40$, los valores que se obtienen con el Origin son los siguientes:

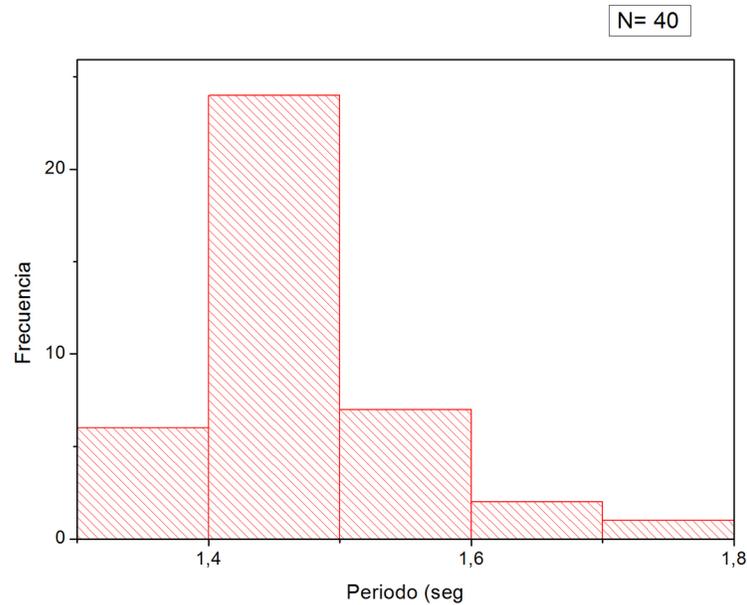


Figure 4: Histograma a partir de 40 mediciones

Media: 1,46 segundos

Desvío estándar: 0,09 segundos

Moda: 1,47 segundos

Mediana: 1,44 segundos

La media es el valor del período del farol $T = 1,46$ segundos. Y su error E a partir de la ecuación (2) es: 0,26 segundos

Siendo el error del instrumento 0,1 seg y el error del observador, que es el tiempo de reacción 0,24 seg, y el error estándar 0,014 seg.

El período para 40 muestras es: $T_{N=40} = (1,46 \pm 0,26)$ seg

Cálculo del error estadístico $N=60$

Para un total de mediciones de $N=60$, los valores que se obtienen con el Origin son los siguientes:

Media: 1,47 segundos

Desvío estándar: 0,096 segundos

Moda: 1,47 segundos

Mediana: 1,47 segundos

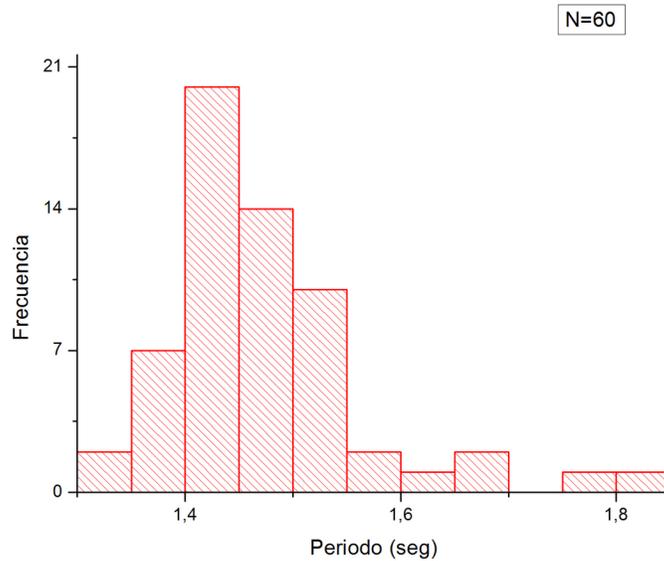


Figure 5: Histograma a partir de 60 mediciones

La media es el valor del período del faro $T = 1,47$ segundos. Y su error E a partir de la ecuación (2) es: 0,26 segundos

Siendo el error del instrumento 0,1 seg y el error del observador, que es el tiempo de reacción 0,24 seg, y el error estándar 0,012 seg.

El período para 60 muestras es: $T_{N=60} = (1,47 \pm 0,26)$ seg

En la primera experiencia no se observa bien en el gráfico una campana gaussiana, creemos que con una mayor cantidad de datos se observaría mejor. Además influye el error del instrumento, en este caso notamos que el programa tardaba algunos milisegundos en empezar a medir la intensidad de luz.

En la segunda experiencia al aumentar el número de datos vemos que los histogramas se ajustan mejor a la distribución teórica (curva gaussiana). La mejor aproximación se daba con 100 datos. Con 60 se aproximaba mejor que con 40 y 20. Confirmando la correlación, para esta experiencia: a mayor cantidad de datos, mejor es la aproximación a la frecuencia real, se ajusta más a la distribución normal y disminuye así la incertidumbre.

Los errores estándar de los diferentes N disminuyeron, siendo el de 100 datos el menor y el de 20 datos más grande. Sin embargo los valores de E dieron igual resultado en los 4 períodos, esto es porque para calcular este error se suman el error instrumental, el del observador y el error estándar. Como el error instrumental es de un orden de magnitud mayor, iguala el E en los cálculos. El error del observador es el tiempo de reacción de la experiencia 1, ya que es el tiempo que la persona tarda en reaccionar a un estímulo, como el click del mouse o el parpadeo de la luz del faro.

Conclusiones

Con estas experiencias pudimos observar que hay diferentes fuentes de errores como lo son los errores sistemáticos asociados a un instrumento, estos pueden ser modificados en cuanto a su valor cambiando el

instrumento utilizado.

Otros errores están asociados al observador, que en nuestro caso lo verificamos al medir el tiempo de reacción, la interacción del observador con la experiencia introduce una fuente de error. En este caso, el tiempo que le toma a una persona para reaccionar frente a un estímulo visual (luz del faro).

A partir de la experiencia corroboramos que al aumentar el número de veces en que medimos una magnitud aleatoria, disminuye la incertidumbre asociada a tal medición.

Referencias

Guía 1: medición de magnitudes aleatorias. Laboratorio de física 1 (ByG)

Apéndice

Human Benchmark, un sitio web que se dedica a realizar estudios sistemáticos sobre los tiempos de reacción humanos, obtuvo con un total de **60,476,358** millones de experiencias una media de **283 milisegundos**. Dato que se corresponde con las mediciones obtenidas en nuestra experiencia. <https://www.humanbenchmark.com/tests/reactiontime/statistics>.