Medición de magnitudes aleatorias

abrahamagarelli[1], sofiper96[1], luz[2], and Cecilia Zaza[2]

[1]Affiliation not available
[2]Física 1 Mañana Lunes

15 de febrero de 2018

Resumen

Con el objetivo de estudiar cómo varía el desvío estándar en función del número de datos obtenidos (n) en un ensayo, se realizan dos experiencias que permiten estimar el período de encendido de un faro teniendo en cuenta en su error el tiempo de reacción del observador. Estudiando la dispersión en distintos casos (n=20, n=50, n=100) se verifica que el desvío estándar no disminuye a medida que aumenta el n, sino que tal hipótesis se cumple para el error estadístico.

Introducción

Una magnitud aleatoria es una descripción numérica del resultado de un experimento aleatorio, es decir, aquellos en los cuales el resultado es incierto pero es posible conocer previamente el valor que tomará en una repetición cualquiera del mismo (Cueto, 2017).

La medición de una magnitud arroja entonces resultados distintos pero, dependiendo del método utilizado en el experimento, el observador puede ser parte del proceso de medición. Esto ocurre en los experimentos llamados manipulativos, donde la interacción del observador con el experimento puede afectar el resultado de la medición, y esto en algunos casos se debe al tiempo de reacción del observador (Ferraro, 2018).

El tiempo de reacción de una persona es el intervalo de tiempo que transcurre entre la recepción de un estímulo externo y la ejecución de la acción que un sujeto tiene que realizar en respuesta a un estímulo dado. Esta experiencia sensorial puede dar lugar a una inmediata reacción o puede almacenarse en el cerebro durante minutos, semanas o años (Betancur y Grande, 2011).

Estos factores que afectan las mediciones se consideran en el llamado desvío estándar (ec. 1), el cual da una idea de la dispersión que posee cada una de las magnitudes obtenidas con respecto a la media.

$$S = \sqrt{\Sigma \, \frac{(<X>- \ X_i)2}{N}} \qquad \text{(ec. 1)}$$

Además, si se posee una gran cantidad de muestras del experimento con la misma cantidad de resultados, se considera una distribución muestral que se pretende estime con precisión el verdadero valor de la variable aleatoria. Para ello, se calcula el error estadístico (ec. 2), considerado el desvío estándar de un estimador y da idea de la dispersión de la media muestral (Cueto, 2017).

$$\sigma = \frac{S}{\sqrt{n}} \qquad \text{(ec. 2)}$$

Con el objetivo de entender cómo varía el desvío estándar en función del N de un dado trabajo, se pretende calcular el período de encendido que posee un faro, considerando en su error (ec. 3) el error estándar y el error del observador. Para este último valor, primero debe calcularse el tiempo de reacción de quien lleva a cabo el experimento.

$$Dt = \sqrt{E_i^2 + E_{es}^2 + E_o^2} \qquad \text{(ec. 3)}$$

Entonces, se propone como hipótesis que el desvío estándar disminuye con el N.

Desarrollo experimental

Experiencia 1

Utilizando un cronómetro, una persona debe comenzar el conteo del tiempo y apagarlo seguidamente. Ese tiempo de reacción es anotado en computadora para obtener los datos y gráficos necesarios, mediante el programa Origin, una vez que se haya repetido el ensayo 100 veces.

Experiencia 2

La misma persona, con el mismo cronómetro utilizado en la Experiencia 1, procede a medir el período de un faro, aparato que emite pulsos de luz. El tiempo transcurrido entre el encendido y el apagado del faro se anota en la computadora para proceder con el análisis como en el caso anterior y nuevamente se repite el ensayo 100 veces.

Resultados y discusión

Experiencia 1

El análisis de los 100 datos tomados permiten obtener el error del observador considerando el promedio del tiempo de reacción, siendo este de 0.019 segundos (Tabla 1).

	N total	Mean	Standard Deviation	Sum	Minimum	Median	Maximum
Tiempo	100	0.2	0.04	19.8	0.09	0.19	0.4

Cuadro 1: Datos estadísticos obtenidos a partir de los 100 datos tomados durante la experiencia.

Experiencia 2

Al analizarse los datos se obtuvieron las siguientes estadísticas para estos y diversos subconjuntos de los mismos (tablas 2 a 6).

	N total	Mean	Standard Deviation	SE of mean	Sum	Minimum	Median	Maximum
Tiempo	100	1.16	0.1	0.01	116.12	0.87	1.15	1.57

Cuadro 2: Datos estadisticos obtenidos del total de los 100 datos tomados durante la expericia

	N total	Mean	Standard Deviation	SE of mean	Sum	Minimum	Median	Maximum
Tiempo	50	1.16	0.1	0.01	58.18	0.87	1.16	1.53

Cuadro 3: Datos estadísticos obtenidos de un subconjunto 50 datos de los tomados durante la experiencia

	N total	Mean	Standard Deviation	SE of mean	Sum	Minimum	Median	Maximum
Tiempo	50	1.14	0.09	0.01	57.16	0.87	1.13	1.5

Cuadro 4: Datos estadísticos obtenidos de un subconjunto distinto 50 datos de los tomados durante la experiencia

	N total	Mean	Standard Deviation	SE of mean	Sum	Minimum	Median	Maximum
Tiempo	20	1.17	0.11	0.03	23.44	1.03	1.16	1.57

Cuadro 5: Datos estadísticos obtenidos de un subconjunto 20 datos de los tomados durante la experiencia

	N total	Mean	Standard Deviation	SE of mean	Sum	Minimum	Median	Maximum
Tiempo	20	1.16	0.09	0.02	23.13	0.87	1.16	1.28

Cuadro 6: Datos estadísticos obtenidos de un subconjunto distinto 20 datos de los tomados durante la experiencia

En dichas tablas se pude observar la falta de una tendencia a la disminución del desvío estándar, que se propuso en la introducción, hecho que parece conservarse en cualquier grupo de subconjuntos aleatorios. Sin embargo, el error estadístico (ec. 1), SE en las tablas, sí se reduce al aumentar el numero de datos . Si se asume que el conjunto de datos (Fig. 1 y Tabla 2) posee una distribución que se aproxima a una distribución normal. Entonces, se conocen todos los datos necesarios para estimar el valor del periodo del faro.

Teniendo los siguientes errores (una cifra significativa) : E_i=0,01 s (mínima división del cronometro usado); E_{es}= 0,01 s; E_o=0,02 s (tiempo de reacción de observador), un dato a tener en cuenta es que

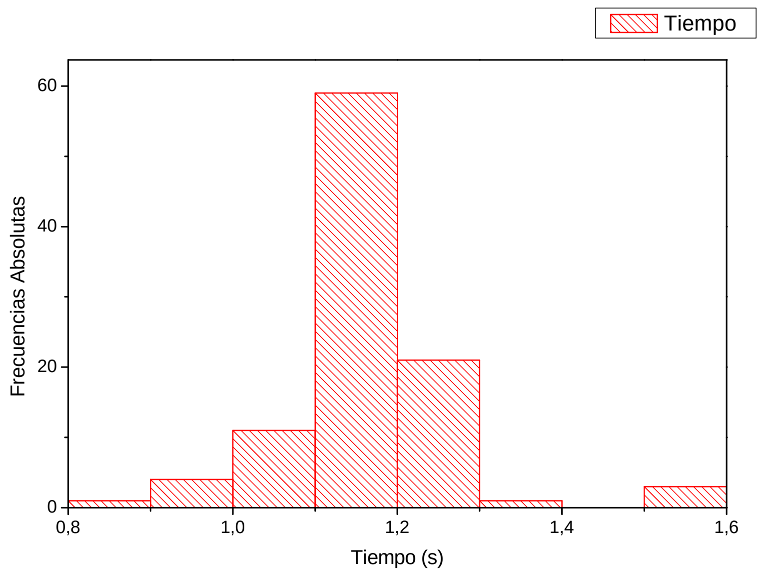

Figura 1: Histograma del total de los datos de la experiencia 2

los datos parecieran apuntar a que podría haber un proceso de aprendizaje y sincronización. Entonces, el intervalo de confianza pasa a ser: (0.16 ± 0.20) lo que podría significar un periodo de 1 s que es un valor que parecería mas natural para un aparato electrónico como el faro utilizado.

Por lo tanto, tomando varias muestras de un dado n elegidas al azar se demuestra que la hipótesis no se cumple. Puede tenerse en cuenta que al haber tomado muestras de n=20 y n=50 consecutivas sí parecería respetarse el patrón, sin embargo, dado que el desvío estándar es una medida de dispersión de lo que se considera la Campana de Gauss, suponiendo infinitas muestras, siempre caerán los resultados en la zona que incluye el 95% de los datos, respondiendo así a la misma distribución.

Es entonces únicamente el error estándar el que disminuye a medida que aumenta el n al representar la dispersión sobre la distribución de medias, valor aleatorio dentro de una misma población.

Conclusiones

No hay una disminución del desvío estándar con el aumento del numero de datos. Podría pensarse entonces, que la desviación estándar de una magnitud aleatoria se comporta como magnitud aleatoria a su vez .

Referencias

- H. N. C. Bentacur y J. J. Grande, 2011. “Estudio del tiempo de reacción ante un estímulo externo y su influencia en la habilidad matemática y verbal en alumnos del Colegio Santa Ana, Bellavista”, Invest. Educ. 14 (26).

- G. Cueto, 2017. Apuntes teóricos para la materia Biometría 1, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - UBA.
- R. Ferraro, 2018. Guía de laboratorio para la materia Física 1, TP. 1, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - UBA.