

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS



FÍSICA EXPERIMENTAL

Laboratorio N° 03

TIEMPO DE REACCIÓN TÁCTIL

DOCENTE

Mg. JORGE LUIS LOZANO RODRÍGUEZ

AUTOR

CRISTHIAN FLORES PARIHUAMAN

ESPECIALIDAD

FÍSICA

AYACUCHO, 11 de julio de 2023

Índice

1. Objetivo	1
2. Fundamento teórico	1
3. Equipo y materiales	2
4. Procedimiento y toma de datos	2
4.1. Función densidad (Curva de Gauss)	6
5. Función probabilidad	7
6. Cuestionario	7
7. Conclusiones	12
8. Bibliografía	13



1. Objetivo

- Calcular el tiempo de reacción promedio en una persona mediante un experimento recreacional.
- Comparar el valor teórico con el valor experimental del tiempo de reacción obtenido en el experimento.
- Determinar y analizar el error asociado a la medida de los datos obtenidos en el experimento mediante teoría de errores.

2. Fundamento teórico

Cuando una persona tiene que realizar alguna acción en respuesta a un dado estímulo (visual, auditivo, táctil), transcurre un cierto tiempo entre la recepción del estímulo y la ejecución de la acción. Este intervalo de tiempo se conoce como tiempo de reacción de una persona. Esto sucede, por ejemplo, cuando una persona que conduce un vehículo tiene que frenarlo luego de visualizar un obstáculo en el camino, o cuando un atleta en la línea de partida debe decidir que empieza la carrera después de que escucha la señal de largada dada por el juez de la competencia. Estas demoras en la reacción están reguladas por dos efectos. El primero es el tiempo de tránsito del estímulo en los órganos sensibles correspondientes (ojo, oído, etc.). El segundo tiene que ver con el tiempo que pasa entre los impulsos nerviosos y el movimiento de los músculos. Se sugiere medir el tiempo de reacción de una persona (el intervalo transcurrido entre la percepción de un estímulo y la acción motora). El tiempo de reacción depende de muchos factores: como el tipo de estímulo, del nivel de atención de sujeto, del requerimiento de una decisión para discriminar entre estímulos diferentes, etc.

3. Equipo y materiales

- 01 cronómetro.
- 01 grupo de estudiantes.



Figura 1: CRONÓMETRO.

4. Procedimiento y toma de datos

- § PASO 1.** Los integrantes de un grupo de alumnos, no menos de **10**, se toman de la mano formando un círculo.
- § PASO 2.** Un alumno, que pertenece al círculo se encargará de registrar el tiempo, cogiendo con su mano izquierda el cronómetro y con la mano derecha la mano de su compañero.
- § PASO 3.** El encargado del registro del tiempo presiona la mano del que está a su derecha, al mismo tiempo que hecha andar el cronómetro (ambas manos deben presionar simultáneamente).
- § PASO 4.** Cuando el estudiante que está a la derecha del estudiante que tiene el cronómetro siente su presión en su mano inmediatamente reacciona y presionará la mano de su compañero vecino y así sucesivamente se continúa hasta que el último de los estudiantes presionará la mano de estudiante que tiene el cronómetro en mano.



- § PASO 5. Cuando el estudiante que registra el tiempo reciba el apretón en su mano izquierda del último estudiante del grupo, inmediatamente detendrá el cronómetro registrado el tiempo transcurrido en la siguiente tabla.
- § PASO 6. El tiempo de reacción promedio \bar{T}_R de una persona perteneciente al grupo se determina dividiendo este tiempo entre el número N de integrantes del grupo.
- § PASO 7. Repita este proceso **30** veces y registre los resultados en la tabla.
- § PASO 8. Aplique teoría de errores a los datos obtenidos en el experimento según como se indica en la tabla.

ERROR APARENTE (e_a):

$$e_i = \bar{x} - x_i$$

Demostrar que $\sum e_i = 0$

$$e_1 = \bar{x} - x_1 +$$

$$e_2 = \bar{x} - x_2$$

$$e_3 = \bar{x} - x_3$$

$$\vdots$$

$$e_n = \bar{x} - x_n$$

$$\sum e_i = n\bar{x} - \sum x_i$$

$$\sum e_i = \sum x_i - \sum x_i$$

$$\Rightarrow \sum e_i = 0$$

VALOR EXPERIMENTAL—VALOR PROMEDIO:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad \Rightarrow \quad \sum x_i = n\bar{x}$$



MEDIDAS RECOPIADAS				
n	$T(s)$	$T_R(s)$	e_a	e_a^2
1	1.78	0.18	-0,027775	$7,714506 \times 10^{-4}$
2	1.61	0.16	-0,010775	$1,161006 \times 10^{-4}$
3	1.60	0.16	-0,009775	$9,555063 \times 10^{-5}$
4	1.43	0.14	0.007225	$5,220063 \times 10^{-5}$
5	1.39	0.14	0.011225	$1,260006 \times 10^{-4}$
6	1.75	0.17	-0,024775	$6,138006 \times 10^{-4}$
7	1.51	0.15	-0,000775	$6,006250 \times 10^{-7}$
8	1.56	0.16	-0,005775	$3,335063 \times 10^{-5}$
9	1.67	0.17	-0,016775	$2,814006 \times 10^{-4}$
10	1.57	0.16	-0,006775	$4,590063 \times 10^{-5}$
11	1.61	0.16	-0,010775	$1,161006 \times 10^{-4}$
12	1.58	0.16	-0,007775	$6,045063 \times 10^{-5}$
13	1.52	0.15	-0,001775	$3,150625 \times 10^{-6}$
14	1.59	0.16	-0,008775	$7,700063 \times 10^{-5}$
15	1.69	0.17	-0,018775	$3,525006 \times 10^{-4}$
16	1.43	0.14	0.007225	$5,220063 \times 10^{-5}$
17	1.61	0.16	-0,010775	$1,161006 \times 10^{-4}$
18	1.48	0.15	0.002225	$4,950625 \times 10^{-6}$
19	1.43	0.14	0.007225	$5,220063 \times 10^{-5}$
20	1.39	0.14	0.011225	$1,260006 \times 10^{-4}$
21	1.39	0.14	0.011225	$1,260006 \times 10^{-4}$
22	1.44	0.14	0.006225	$3,875063 \times 10^{-5}$
23	1.52	0.15	-0,001775	$3,150625 \times 10^{-6}$
24	1.34	0.13	0.016225	$2,632506 \times 10^{-4}$
25	1.43	0.14	0.007225	$5,220063 \times 10^{-5}$
26	1.37	0.14	0.013225	$1,749006 \times 10^{-4}$
27	1.39	0.14	0.011225	$1,260006 \times 10^{-4}$
28	1.42	0.14	0.008225	$6,765063 \times 10^{-5}$
29	1.38	0.14	0.012225	$1,494506 \times 10^{-4}$
30	1.49	0.15	0.001225	$1,500625 \times 10^{-6}$
31	1.52	0.15	-0,001775	$3,150625 \times 10^{-6}$
32	1.50	0.15	0.000225	$5,062500 \times 10^{-8}$
33	1.70	0.17	-0,019775	$3,910506 \times 10^{-4}$
34	1.47	0.15	0.003225	$1,040063 \times 10^{-5}$
35	1.39	0.14	0.011225	$1,260006 \times 10^{-4}$
36	1.52	0.15	-0,001775	$3,150625 \times 10^{-6}$
37	1.48	0.15	0.002225	$4,950625 \times 10^{-6}$
38	1.33	0.13	0.017225	$2,967006 \times 10^{-4}$



39	1.42	0.14	0.008225	$6,765063 \times 10^{-5}$
40	1.39	0.14	0.011225	$1,260006 \times 10^{-4}$
$n = 40$	$\bar{T}_R = 0,15$	$\sum e_i = 0$	$\sum e_i^2 = 0,005129$	

Tabla 1: Registro de datos de la experiencia.

VALOR EXPERIMENTAL—VALOR PROMEDIO:

$$\bar{T}_R = \frac{\sum \bar{T}_{Ri}}{n} = 0,150225 \approx 0,15 \text{ s}$$

Notemos que el resultado anterior del redondeo a dos cifras, es consecuencia de que las medidas experimentales del tiempo se realizó en dos cifras desde un principio.

TIEMPO DE REACCIÓN TÁCTIL PARA UNA PERSONA:

Valor teórico frente a un estímulo táctil $\approx 0,15 \text{ s}$

VALOR MEDIO CUADRÁTICO:

$$\sigma^2 = \frac{\sum e_i^2}{n}$$

$$\sigma^2 = 0,0001282244$$

DESVIACIÓN ESTÁNDAR:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum e_i^2}{n}}$$

$$\sigma = \pm 0,01132362$$

ERROR ALEATORIO:

$$E_a = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}}$$

$$E_a = \pm 0,00181323 \approx \pm 0,0018$$

LÍMITE DE CONFIANZA:

$$\text{L.C} = [\bar{x} - E_a; \bar{x} + E_a]$$



$$L.C = [0,1500 - 0,0018; 0,1500 + 0,0018]$$

INCERTIDUMBRE RELATIVA:

$$E_r = \frac{E_a}{\bar{x}}$$

$$E_r = 0,0120701 \approx 0,012$$

INCERTIDUMBRE RELATIVA PORCENTUAL:

$$E_{\%} = E_r \times 100 \%$$

$$E_{\%} = 1,2 \%$$

NOTA: Un error relativo $< 2 \%$ se considera una medida aceptable y uno $< 0,6 \%$ se considera una muy buena medida.

4.1. Función densidad (Curva de Gauss)

DISTRIBUCIÓN NORMAL

$$y = f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\bar{x}}{\sigma}\right)^2}$$

§ 1. PUNTO MÁXIMO

$$\begin{aligned} \frac{df(x)}{dx} = 0 &\Rightarrow x = \bar{x} \\ &\Rightarrow y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \end{aligned}$$

§ 2. PUNTO DE INFLEXIÓN

$$\begin{aligned} \frac{d^2f(x)}{dx^2} = 0 &\Rightarrow x = \bar{x} \pm \sigma \\ &\Rightarrow y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}e} \end{aligned}$$



5. Función probabilidad

$$0 \leq p(x) \leq 1$$

$$p(x) = \int_{x_1}^{x_2} f(x) dx = \int_{x_1}^{x_2} \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{x-\bar{x}}{\sigma} \right)^2}$$

Es demostrado que:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(x) dx = 100 \% = 1$$

$$\int_{-\infty}^{\bar{x}} f(x) dx = 50 \% = 0,5$$

$$\int_{\bar{x}-\sigma}^{\bar{x}+\sigma} f(x) dx = 68,26 \% = 0,6826$$

$$\int_{\bar{x}-2\sigma}^{\bar{x}+2\sigma} f(x) dx = 95,5 \% = 0,955$$

$$\int_{\bar{x}-3\sigma}^{\bar{x}+3\sigma} f(x) dx = 99,7 \% = 0,997$$

6. Cuestionario

§ 1. Determine el tiempo de reacción promedio del estudiante, a partir de los datos de la tabla y analice dicho resultado comparándolo con el valor teórico.

Según el cálculo mediante los datos registrados en la **tabla**, podemos apreciar que el promedio de tiempo de reacción del estudiante es de **0,15s**. Significa que, el intervalo de tiempo de reacción del estudiante, en respuesta a un estímulo táctil dado en la experiencia es de **0,15s**.

§ 2. Analice la confiabilidad del resultado a partir de sus límites de fiabilidad.

Según resultados de cálculos estadísticos hemos obtenido que el límite de confianza o fiabilidad es **(0,1500 ± 0,0018)s**. Por consiguiente, la variabilidad entre la medida



obtenida en el estudio y la medida del valor real inaccesible, corresponde a dicho rango de valores con un grado de incertidumbre de **0,0018s**.

§ 3. Analice el significado del error relativo y porcentual estimado.

El error promedio en la medida del tiempo de reacción de una persona en respuesta a un estímulo táctil, respecto a su valor principal o real es de **0,012**. Por lo que el error porcentual del error promedio de la medida del tiempo de reacción del estudiante respecto a su valor principal es de **1,2%**.

§ 4. ¿A que se debe el error cometido en el cálculo?

Todas las medidas experimentales vienen afectadas de una imprecisión inherente al proceso de medida. Aunque cada vez podamos dar la medida con más decimales, el siguiente decimal no podrá saberse. Por lo tanto, podemos decir que las medidas de la física son siempre incorrectas, mas concretamente si llamamos error a la diferencia que existe entre la medida y el valor verdadero de la magnitud, siempre existirá este error. Esto es lo que podemos llamar un error propio o error intrínseco, por inevitable.

Por lo tanto, debe de admitirse como postulado que, aparte del error intrínseco que hemos señalado anteriormente, el proceso experimental lleva en sí otras imperfecciones que hacen que resulte imposible llegar a conocer el valor exacto de ninguna magnitud física, puesto que los medios experimentales de comparación con el patrón correspondiente en las medidas directas viene siempre afectado por imprecisiones inevitables. Aunque es imposible, en la práctica, encontrar el valor verdadero o exacto de una magnitud determinada, a los científicos no les cabe duda de que existe; y nuestro problema consiste en establecer los límites dentro de los cuales estamos seguros de que se encuentra dicho valor.

§ 5. Grafique en papel milimetrado y en algún programa la distribución normal de sus datos mediante la curva de Gauss, indicando la ubicación del valor promedio y sus límites de confianza.

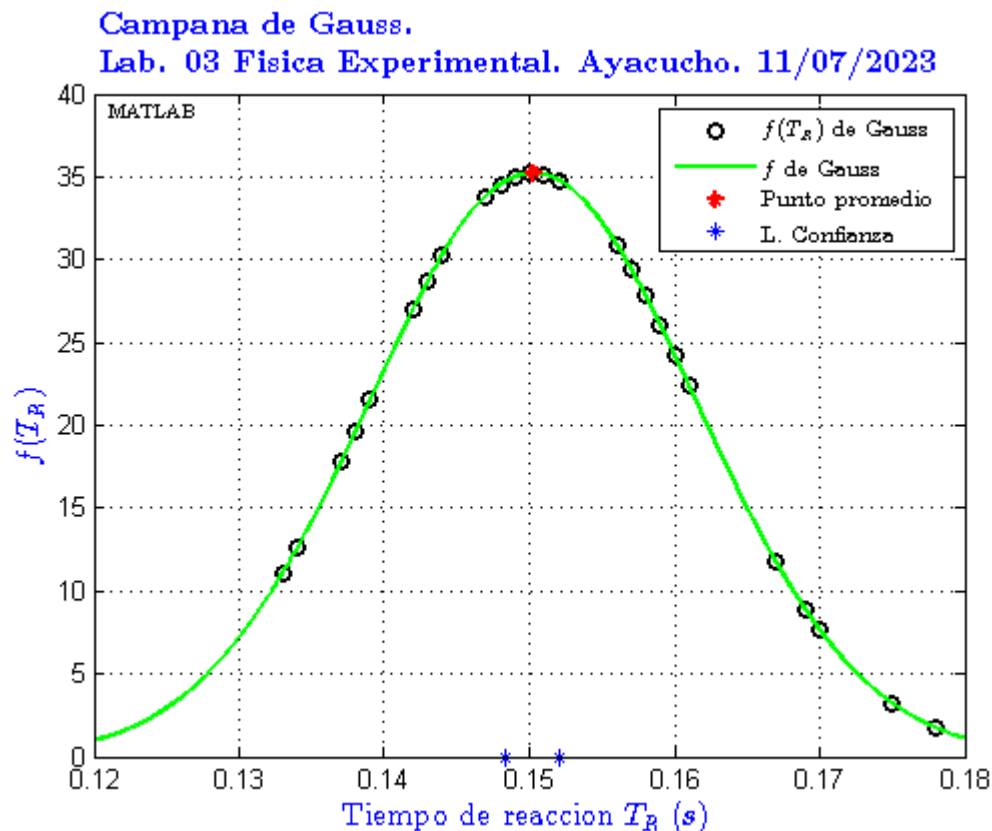


Figura 2: Distribución normal de Gauss en programa MATLAB.

§ 6. Indique las principales fuentes de error sistemático en la determinación de los resultados anteriores.

El **error sistemático** es aquel que es constante a lo largo de todo el proceso de medida, por lo tanto, afecta a todas las medidas de un modo definido y es el mismo para todas ellas. Sus causas probables pueden ser los **errores de los instrumentos de medida**, **error personal** y **errores de método de medida**. Por consiguiente, si nos enfocamos en la determinación de los resultados anteriores de nuestra experiencia, podemos concluir que la principal fuente de error sistemático es la tendencia errónea del observador debido a una mala posición al realizar la lectura, que también se le conoce con el nombre de error de paralaje.

§ 7. La medida de tiempo de reacción es: ¿directa? o ¿indirecta?. Explique.



Para las **mediciones directas**, se utilizan instrumentos de medición como los **calibradores vernier**, los **micrómetros**, **cronómetros**, entre otras. Estas mediciones se conocen también como mediciones absolutas. Por otro lado, las **mediciones indirectas** se realizan por medio de los valores de otras magnitudes, ligadas con la magnitud problema mediante alguna ley o fórmula física.

Ahora bien, basándonos en la experiencia que desarrollamos en el laboratorio, las mediciones del tiempo de reacción lo realizamos a partir de la formula siguiente:

$$T_R = \frac{T}{N}$$

donde, **T** es el tiempo transcurrido desde que el encargado del registro del tiempo presiona la mano del que está a su derecha, seguida de una reacción sucesiva en todo el grupo de estudiantes hasta que el último de los integrantes presione la mano del estudiante que tiene el cronómetro en la mano y detenga el dispositivo, mientras que **N** es el total de estudiantes que participaron en el experimento. Por lo tanto, concluimos que la medida del **tiempo de reacción** es **indirecta**.

§ 8. Dado un estímulo físico, diga usted ¿cómo es el tiempo de reacción?

El **tiempo de reacción** es la cantidad de tiempo que transcurre desde que percibimos algún estímulo hasta que damos una respuesta como consecuencia. Por ende, es la capacidad de detectar, procesar y dar respuesta rápida a un cierto estímulo. Se puede apreciar en el cuadro de datos a detalle para cada medida.

§ 9. ¿Cómo se estima la incertidumbre para la medición?

La incertidumbre de medida es un parámetro no negativo asociado al resultado de una medición que caracteriza la dispersión de los valores que podrían ser atribuidos a la magnitud que se desea medir. Todo proceso de medida está sujeto a limitaciones que inevitablemente se traduce en la existencia de cierta incertidumbre asociado al



resultado. Su presentación de los resultados tiene en cuenta las reglas de conservación de las cifras significativas de la incertidumbre.

§ 10. ¿Qué se puede hacer con los errores sistemáticos?

Los métodos para corregir estos errores sistemáticos son variados. Una forma de corregir los errores sistemáticos es realizando una curva de calibrado, que es una gráfica que relaciona los valores medidos con los valores reales. Para ello hay que disponer de algún patrón o magnitud cuyo valor es conocido.

§ 11. ¿De qué depende el tiempo de reacción?

Depende de varios factores: mediante la **percepción** al sentir el estímulo, luego pasa a un **procesamiento** del estímulo, donde la agilidad motora es necesaria para actuar ante el estímulo y tener un buen tiempo de **respuesta**. Básicamente en el experimento si alguno de estos procesos se ve alterado, el tiempo de respuesta se verá afectado en consecuencia.

§ 12. Si tengo que medir con un cronómetro el tiempo que dura un evento (por ejemplo, el tiempo de caída de un objeto, en caída libre) ¿Cómo influye sobre el resultado de la medición el tiempo de reacción?

Si consideramos el evento de caída de un objeto, los factores que influyen directamente en el tiempo de reacción son la **altura** y la **gravedad**; la gravedad es una fuerza que acelera los cuerpos que entren en su rango de acción, los objetos al caer se aceleran continuamente. Aunque se ha demostrado que la altura tiene un gran impacto sobre la magnitud de la gravedad, con lo cual podemos saber que el tiempo de reacción de una persona siempre es el mismo pero, el tiempo que un objeto recorrerá en caída libre va a diferir dependiendo de la altura en que se realice el experimento.



§ 13. De la siguiente fórmula, calcule el error experimental y explique dicho resultado.

$$E_{exp(\%)} = \left| \frac{V_{teórico} - V_{experimental}}{V_{teórico}} \right| \times 100\%$$

$$E_{exp(\%)} = \left| \frac{0,15 - 0,150225}{0,15} \right| \times 100\%$$

$$E_{exp(\%)} = 0,15\%$$

El porcentaje de error experimental del tiempo de reacción de una persona, respecto a su valor verdadero es de **0,15 %**.

Nota:

- Lee bien las preguntas y responde con criterio. Desarrolla tus cálculos con sus respectivos procedimientos.
- El error porcentual es distinto de la incertidumbre porcentual relativa.

7. Conclusiones

A. Acerca del manejo de los instrumentos.

En la experiencia se registró **40** mediciones siguiendo previamente los pasos definidos en la sección de procedimiento para el experimento, con el respectivo instrumento de medición **cronómetro**; las medidas recopilados se registró en la **tabla** para su posterior análisis estadístico. Donde en la experiencia el manejo del instrumento de medición fue cuidadoso, con la finalidad de que los resultados del análisis de la base de datos sean razonablemente coherentes en sentido físico.

B. Acerca del cálculo realizado.

Por medio de la base de datos registrados del experimento en el laboratorio, se aplicó la teoría de errores através de los cálculos estadísticos. Los resultados del cálculo mediante



el software **RStudio** estan representadas en la misma **tabla**. Los cálculos estadísticos han sido verificados adecuadamente para su análisis previo.

C. Acerca de los resultados obtenidos.

Según los resultados del análisis de datos podemos concluir lo siguiente:

- El tiempo de reacción experimental promedio de una persona es de **0,15 s**.
- El porcentaje de error promedio del tiempo de reacción de una persona, respecto a su valor principal es de **1,2 %**.
- La incertidumbre típica de la medición del tiempo de reacción de una persona es de **0,0018 s**.
- El resultado final de la medida del tiempo de reacción de una persona, es un valor comprendido dentro del intervalo **$(0,1500 \pm 0,0018)$ s**.

8. Bibliografía

Soler y Negro, Física Experimental, Edit. Alhambra, **1970**.

Frumento, Biofísica, Ed. Intermedia, Madrid, **1978**.

Barr, Experiencias Científicas, Edit. Kapelusz, **1971**.

Goldenberg, Física General y Experimental, Vol. I. Edit. Interamericana S.A. México.
1969.