

PRÁCTICA DE LABORATORIO No. 1

ERROR E INCERTIDUMBRE

Duración de la Práctica: 1:30 hs.

I.- RESULTADOS DE APRENDIZAJE.- Hace diferentes mediciones e identifica el error o incertidumbre generado en cada una de las mediciones.

Calcula el valor promedio, error absoluto, promedio del valor absoluto, error relativo y porcentual.

II.- EQUIPO Y MATERIAL EMPLEADO

- Un metro de madera
- Una regla de plástico de 30 cm.
- Un flexómetro
- Un Vernier o pie de rey.
- Micrómetro o calibrador Palmer

III.- ANÁLISIS TEÓRICO

Una *magnitud física* es un atributo de un cuerpo, un fenómeno o sustancia, susceptible de ser medido. Ejemplos de magnitudes son la longitud, la masa, la potencia, la velocidad, etc. A una magnitud específica de un *objeto* que estamos interesados en medir la llamamos *mesurando*. Por ejemplo, si estamos interesados en medir la longitud de una barra, esa longitud específica será el mesurando.

Para establecer el valor de un mesurando tenemos que usar *instrumentos de medición* y un *método de medición*. Asimismo, es necesario definir *unidades de medición*. Por ejemplo, si deseamos medir el largo de una varilla, el instrumento de medición será una regla. Si hemos elegido el Sistema Internacional de Unidades (SI), la unidad será el metro y la regla a usar deberá estar calibrada en esa unidad o en submúltiplos de ella. El método de medición consistirá en determinar cuántas veces la unidad y fracciones de ella están contenidos en el valor del mesurando.

Nuestras mediciones están afectadas de *errores o incertidumbres* de medición, que provienen de las limitaciones impuestas por:

- La precisión y exactitud de los instrumentos usados
- La interacción del método de medición con el mesurando
- La definición del objeto a medir
- La influencia del observador u observadores que realizan la medición

En ciencias e ingeniería, el concepto de *error* tiene un significado diferente del uso habitual de este término. Coloquialmente, es usual el empleo del término error como análogo o equivalente a equivocación. En ciencias e ingeniería, el error de una medición está asociado al

concepto de *incertidumbre* en la determinación del resultado de la misma. Más precisamente, lo que procuramos en toda medición es conocer las cotas o límites probabilísticos de estas incertidumbres. Gráficamente, buscamos establecer un intervalo:

$$\bar{x} - \Delta x \leq x \leq \bar{x} + \Delta x$$

como el de la Fig. 1.1 donde, con cierta probabilidad, podamos decir que se encuentra el *mejor valor* de la magnitud x . Este mejor valor \bar{x} es el valor más representativo de nuestra medición, y al semiancho Δx lo denominamos la *incertidumbre absoluta o error absoluto* de la medición.

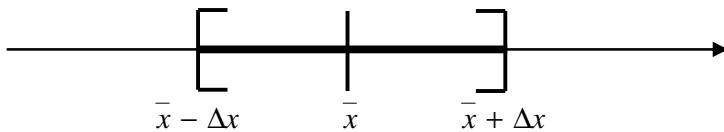


Figura 1. Intervalo asociado al resultado de una medición. Notamos que, en lugar de dar un único número, definimos el intervalo.

Los instrumentos de medición tienen una *precisión finita*. La precisión de un instrumento está asociada a la variación mínima de la magnitud que el mismo puede detectar. Por ejemplo, con una regla graduada en milímetros no podemos detectar variaciones menores a una fracción del milímetro. La mínima cantidad que detecta un instrumento se denomina la *apreciación nominal* del instrumento.

La *interacción* del método de medición con el mesurando también puede introducir errores. Tomemos como ejemplo una medición de temperatura. Cuando usamos un termómetro para medir la temperatura, parte del calor del objeto fluye al termómetro (o viceversa), de modo que el resultado de la medición de la temperatura es un valor modificado del original debido a la inevitable interacción que debemos realizar. Es claro que esta interacción podrá o no ser significativa. Si estamos midiendo la temperatura de un metro cúbico de agua, la cantidad de calor transferida al termómetro puede no ser significativa, pero sí lo será si el volumen en cuestión es de una pequeña fracción del mililitro. Siempre que realizamos una medición interactuamos con el objeto de la medición.

A su vez, las magnitudes a medir tampoco están definidas con infinita precisión. Imaginemos que queremos medir el largo de un listón de madera. Es posible que al usar instrumentos cada vez más precisos empecemos a notar las irregularidades típicas del corte de los bordes o, al ir aun más allá, finalmente detectemos la naturaleza atómica o molecular del material que la constituye. En este punto la longitud dejará de estar bien definida. En la práctica, es posible que mucho antes de estos casos límites, la falta de paralelismo en sus bordes haga que el concepto de la "longitud del listón" comience a hacerse cada vez menos definido, y a esta limitación intrínseca la denominamos *incertidumbre intrínseca* debida a la falta de definición de la magnitud en cuestión.

Otro ejemplo es el caso en que se cuenta la cantidad de partículas alfa emitidas por una fuente radioactiva en un cierto intervalo de tiempo. Sucesivas mediciones arrojarán diversos resultados (similares, pero en general distintos). En este caso, de nuevo, estamos frente a una

manifestación de una incertidumbre intrínseca asociada a la magnitud "número de partículas emitidas en el intervalo", más que las incertidumbres que tienen como fuente el error de los instrumentos o del observador.

Todas estas limitaciones derivan en que no podamos obtener con certeza "el" valor de un mesurando, sino que solo podamos establecer un rango posible de valores donde pueda estar razonablemente contenido el mejor valor del mesurando, lo cual hacemos evaluando e informando la incertidumbre de la medición.

Una forma de expresar el resultado de una medición es con la notación:

$$\bar{x} \pm \Delta x$$

e indicando a continuación la *unidad de medición*.

Además de la incertidumbre absoluta Δx se definen:

* la incertidumbre relativa o error relativo: $\varepsilon_x = \frac{\Delta x}{\bar{x}}$, que expresa cuán significativa es la incertidumbre comparada con el valor medido.

* la incertidumbre relativa porcentual o error relativo porcentual: $\varepsilon\% = \varepsilon_x \cdot 100\%$

Estas dos últimas cantidades son más descriptivas de la calidad de la medición que el error

IV.- DISEÑO DEL EXPERIMENTO

El objetivo de la práctica es determinar el error o incertidumbre que se genera al realizar mediciones. En este caso intencionalmente se propicia el error al hacer las mediciones con diferentes instrumentos de medición, además de obtener valores de las dimensiones a partir de diferentes grupos de personas

Una vez coleccionados los datos se procede a realizar cálculos de valor promedio de las mediciones, error absoluto, promedio del valor absoluto y el error relativo y porcentual.

V.- PROCEDIMIENTO

1.- En parejas mide las dimensiones de la mesa de trabajo del laboratorio y registra los datos, eligiendo un instrumento de medición distinto cada pareja. (regla, metro, cinta de medir, etc.)

2.- Reúne los datos de todos los compañeros del grupo para hacer un conjunto de datos.

3.- Para el conjunto de datos calcula el valor promedio y anótalo en la casilla correspondiente.

$$\bar{X} = \text{Valor promedio} = \frac{\text{Suma de todas las mediciones}}{\text{número de mediciones realizadas}}$$

Equipo #	Largo	Ancho	Espesor
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
Promedio: _____		Promedio: _____	Promedio: _____

4.- Calcula para cada medición individual el error absoluto

$$E_A = \text{Error absoluto} = \text{medición individual} - \text{valor promedio}$$

Equipo #	Largo $E_A = \text{medición} - \text{Valor Promedio}$	Ancho $E_A = \text{medición} - \text{Valor Promedio}$	Espesor $E_A = \text{medición} - \text{Valor Promedio}$
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
	Promedio del $E_A =$ _____	Promedio del $E_A =$ _____	Promedio del $E_A =$ _____

5.- Una vez que calculaste el error o incertidumbre absoluta, calcula para cada conjunto de datos (largo, ancho y espesor) el promedio del error o incertidumbre absoluta:

$$\text{promedio del valor absoluto} = \frac{\text{Suma de los valores de los errores absolutos}}{\text{número de valores}}$$

Con el valor promedio de cada mesurando y el promedio del error absoluto, puedes reportar las dimensiones del laboratorio con su incertidumbre.

$$\text{largo} = \text{Valor promedio} \pm \text{Promedio del valor absoluto}$$

$$\text{Ancho} = \text{Valor promedio} \pm \text{Promedio del valor absoluto}$$

$$\text{Espesor} = \text{Valor Promedio} \pm \text{Promedio del Valor Absoluto}$$

6.- Para una sola de las dimensiones (largo, ancho o espesor) calcula el error relativo y el error porcentual de las mediciones.

Equipo #	$E_R = \text{Error relativo} = \frac{\text{error absoluto}}{\text{valor promedio}}$	$E_p = \text{Error porcentual} = \text{error relativo} \times 100$
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		

7.- Realiza el ejercicio anterior completamente, pero ahora todo el grupo utilizará el vernier para hacer una medición de un objeto en particular. (Diámetro de la pluma, grosor de una moneda, etc.)

APÉNDICE 1

PRECISIÓN Y EXACTITUD

La precisión de un instrumento o un método de medición, está asociada a la sensibilidad o menor variación de la magnitud que se pueda detectar con dicho instrumento o método. Así, decimos que un tomillo micrométrico (con una apreciación nominal de $10 \mu\text{m}$) es más preciso que una regla graduada en milímetros; que un cronómetro con una apreciación de 10 ms es más preciso que un reloj común, etc.

Además de la *precisión*, otra fuente de error que se origina en los instrumentos es la *exactitud* de los mismos. La exactitud de un instrumento o método de medición está asociada a la calidad de la calibración del mismo.

Imaginemos que el cronómetro que usamos es capaz de determinar la centésima de segundo, pero adelanta dos minutos por hora; mientras que un reloj de pulsera común no lo hace. En este caso, decimos que el cronómetro es más preciso que el reloj común, pero menos exacto. La exactitud es una medida de la calidad de la calibración de nuestro instrumento respecto de *patrones de medida* aceptados internacionalmente. En general los instrumentos están calibrados, pero dentro de ciertos límites. Es deseable que la calibración de un instrumento sea tan buena como la apreciación del mismo. La Fig. 2 ilustra de modo esquemático estos dos conceptos.

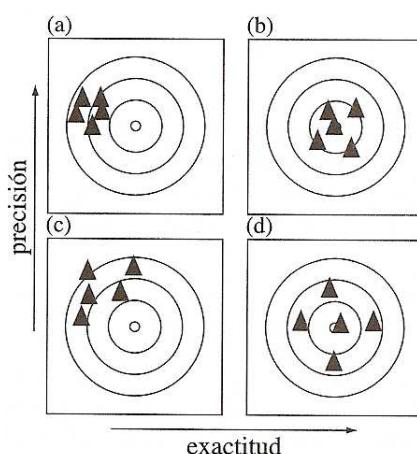


Figura 1.2 - Ilustración esquemática de los conceptos de precisión y exactitud. Los centros de los círculos indican la posición del "verdadero valor" del mesurando y los símbolos los valores de varias determinaciones del centro. La dispersión de los puntos da una idea de la precisión, mientras que su centro efectivo (centroide) está asociado a la exactitud. a) es una determinación precisa pero inexacta, mientras d) es más exacta pero imprecisa; b) es una determinación más exacta y más precisa; c) es menos precisa que a).