

## Proceso de medida directa de una magnitud

En este apartado vamos a incidir en la esencia de medir en su sentido más puro. Medir porque se necesita conocer el tamaño de cierta magnitud que no necesariamente está ligada a una ley física. Es usual este procedimiento cuando se quieren conocer el valor de magnitudes geométricas (longitudes, áreas, volúmenes), magnitudes de confort medioambiental (temperatura, presión, humedad), se puede decir que medimos con ciertos instrumentos más o menos sofisticados y que nuestro interés no va más allá de su conocimiento para su uso social no científico. Aunque no debemos olvidar que a veces dichas magnitudes pueden entrar a formar parte de variables en un procedimiento científico. En general se conoce como ‘medida directa’.

El concepto de medir está ligado a la necesidad humana de comparar un objeto a otro de su misma naturaleza. Se busca que dicha comparación sea objetiva y reproducible en el tiempo por otras personas. Eso nos lleva al dilema de elegir un objeto patrón al que referirnos al comparar. Una vez hecho esto, tiene sentido medir. Medir es comparar cuántas unidades patrón corresponden al objeto de la medida. Luego para distinguir el resultado numérico de la medida de otros resultados sobre objetos de distinta naturaleza es imprescindible añadir un nombre que especifique la magnitud medida, es lo que se denomina ‘unidad de medida’.

Vamos a poner un ejemplo sencillo para medir el espacio que ocupa una frase escrita con este ordenador:

- Como patrón de medida usaremos el tamaño de un signo negativo. Tipo de letra Times New Roman, tamaño 12 puntos normal: “ - “
- La unidad de medida la denominaremos: “neg”
- La sensibilidad en este caso es de  $\pm 1$  neg.

Si aplicamos ahora esto a la siguiente frase:

*Un número es representativo de la realidad cuando conocemos la incertidumbre con la que se calcula.*

----- = 123 neg  
----- = 125 neg  
----- = 126 neg  
----- = 119 neg  
----- = 123 neg  
----- = 124 neg

El método de medida ha sido teclear el signo negativo (unidad patrón) debajo de la línea donde está escrita la frase. Se ha repetido el proceso 6 veces para comprobar la aleatoriedad del resultado.

Se ha contado de cabeza sin interrupción de uno en adelante. Se ha contado por décadas de cabeza. Se ha contado por décadas apuntando cada una en un papel. Durante el proceso no puedo asegurar que haya contado mentalmente de más y haya presionado la tecla o haya presionado alguna vez sin contar. Tampoco se puede descartar que al presionar la tecla más tiempo de lo normal se hayan producido más de un signo negativo en alguna pulsación.

Como podemos comprobar a la vista de los resultados obtenidos y del método de medida usado, que como mínimo en el mejor de los casos la incertidumbre o error (error absoluto) cometido es de  $\pm 1$  neg que corresponde a la mínima unidad que dispone nuestro dispositivo de medida (sensibilidad del instrumento). Es evidente que el error cometido es superior a la sensibilidad, pero ¿Cuánto?

El método que vamos a seguir para resolver el problema de ¿cuál es el resultado de la medida y qué cantidad se debe asignar a la incertidumbre asociada? (que denominaremos error absoluto) es el siguiente:

1º) Se escriben los resultados en una tabla de dos columnas por magnitud medida: Valor obtenido con unidades en la primera columna y Sensibilidad del instrumento de medida con unidades en la segunda:

2º) Se calcula el valor promedio de los resultados:  $\langle L \rangle = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{n}$

3º) Se calcula la desviación absoluta de los resultados:  $D = L_{\max} - L_{\min}$

4º) Se calcula la desviación relativa o dispersión en %:  $T\% = \frac{D}{\langle L \rangle} \cdot 100$

Y se analiza el proceso de medida en función del porcentaje obtenido:

- Si  $T\% \leq 2\%$ ; son suficientes tres medidas.
- Si  $2\% < T\% \leq 8\%$ ; son suficientes seis medidas.
- Si  $8\% < T\% \leq 15\%$ ; son suficientes quince medidas.
- Si  $15\% < T\%$ ; son suficientes cincuenta medidas.

i	L (neg)	$\pm s$ (neg)
1	123	1
2	125	1
3	126	1
4	119	1
5	123	1
6	124	1
$\langle L \rangle$	123	
D	7	
T%	6	
$\delta$	2	

5º) Se calcula la desviación media:  $\delta = \sum_{i=1}^n \frac{|L_i - \langle L \rangle|}{n}$

6º) Se escribe el valor de la medida (es lo que se puede llamar valor exacto (más exacto posible), valor verdadero o valor representativo del proceso) como el valor promedio obtenido:  $\langle L \rangle$

7º) Se determina la incertidumbre o error absoluto ' $\epsilon_a$ ', que debe de acompañar a todo resultado, como el valor máximo entre la sensibilidad ' $s$ ' del instrumento de medida y la desviación media ' $\delta$ ' obtenida en el proceso:  $MAX\{s \dots \delta\}$

$$L = (\langle L \rangle \pm \epsilon_a) \text{ neg} = (\langle L \rangle \pm MAX\{s \dots \delta\}) \text{ neg}$$

Con lo que el resultado final será en este caso:

$L = (123 \pm 2) \text{ neg}$

Esto quiere decir que la longitud de la frase en neg es cualquier valor entre 121 neg y 125 neg, aunque su valor representativo es 123 neg acompañado de dos unidades de incertidumbre.

8º) Además de encontrar el resultado de la medida con el error asociado al procedimiento de medida, siempre es necesario acompañarlo con un indicador de la calidad o fiabilidad de la medida o precisión. Este concepto lo obtenemos comparando el valor de la cantidad medida respecto al error absoluto asociado (Error relativo) que se puede expresar en tanto por uno:

$$\varepsilon_r = \frac{s}{\langle L \rangle}$$

O en porcentaje:

$$\varepsilon_r \% = \frac{s}{\langle L \rangle} \cdot 100$$

Aplicado a nuestro caso:

$$\varepsilon_r(L)\% = \frac{7}{123} \cdot 100 = 6\%$$

9º) Para finalizar el proceso de medida, se debe analizar si el error relativo obtenido se puede justificar, para ello se debe revisar el proceso. Y vemos, en este caso, que obtuvimos un 6% para la dispersión relativa (T%) por lo que es normal que el resultado final venga afectado en ese porcentaje de error.

Este ejemplo de la medida directa de una magnitud nos debe servir para comprender que cualquier valor que usamos en un proceso experimental está afectado por una incertidumbre y dicha incertidumbre obliga a que la cantidad de cifras de un dato o resultado se tengan que ajustar a las cifras con que se expresa la incertidumbre. Esto se podría decir que es una forma de dar significado al resultado de una serie de operaciones matemáticas.

**- Por convenio se considera que una medida tiene calidad suficiente si  $\varepsilon_r(\text{medida})\% \leq 2\%$  -**