

Unidades de medida

Hernán Verdugo Fabiani
Profesor de Matemática y Física

Como probablemente ya algunos comprenderán, la física trabaja con magnitudes que pueden ser cuantificadas, que pueden expresarse como medidas. Producto de nuestras experiencias de vida algunas de estas magnitudes ya las sabemos asociar a sus unidades de medición y viceversa.

Por ejemplo, si escuchamos que tal cosa mide 40 metros es altamente probable que inmediatamente asociemos esa expresión a la magnitud de distancia o de longitud, más específicamente sería la distancia entre dos puntos.

Y resulta que somos capaces de identificar la magnitud a partir de la unidad de medida, en este caso se trata de “metros”.

También si alguien nos dice que han transcurrido 45 minutos, sabremos que ese es el tiempo transcurrido desde un instante hasta otro. Se supone, inicialmente, que ya sabemos que “minutos” es una unidad de medida de tiempo.

De acuerdo a las vivencias de cada persona habrá más o menos magnitudes que ya son conocidas. Probablemente el hijo de un pintor sepa lo que es la medida “1 galón”, o al menos la asocie con algo que conoce.



Bien, ante todo conviene reconocer que las unidades de medida que se usan actualmente para las diferentes magnitudes, no son un asunto final y único. A través de la historia ha habido diferentes tipos de unidades de medida y es probable que a futuro se agreguen más o las que ya existen sufran alguna modificación.

E incluso las mediciones que se hacen, de un objeto o suceso, a veces se tienen que hacer con los recursos disponibles en el momento.

Por ejemplo, supongamos que deseamos medir el ancho de la sala de clases. ¿Cómo lo hacemos? Si contamos con una huincha de medir, o regla, la usamos y ahí podemos ver cuántos metros, centímetros, e incluso milímetros, tiene esa medida. Pero si no contamos con ese instrumento, podríamos ir colocando un pie delante de otro y así sucesivamente hasta recorrer el ancho de la sala, con ello podríamos expresar el ancho de la sala como una cierta cantidad de pies. O también podríamos contar los pasos que hay entre un extremo y otro. O ir colocando cuadernos, y decir que el ancho de la sala son “tantos” cuadernos. Y la imaginación nos dirá que en realidad hay muchas formas de hacer esa medida.

Algo parecido se nos presentaría si quisiéramos medir el tiempo transcurrido entre dos eventos, por ejemplo, medir el tiempo que transcurre entre la partida de un atleta en una carrera hasta que llega a la meta. Podríamos usar un cronómetro, un reloj pulsera, un reloj de arena, contar cuántas gotas de agua caen de una llave, relacionarlo con cuánto se ha movido el sol entre esos dos instantes, y quién sabe qué más se nos podría ocurrir.



Y otras medidas de magnitudes también no solo las podemos hacer, es muy probable que más de alguna vez las hayamos hecho. La masa, el peso, la temperatura, la rapidez, y podríamos seguir. Hasta aquí no más, pues empezariamos a nombrar algunas magnitudes un tanto más desconocidas o quizás un poco complejas.

Pero, notarán en los ejemplos que se dan, que el asunto “precisión de la medida” es algo que se puede discutir, no es lo mismo en cualquier método. Medir el ancho de la sala como el número de pies de una persona ... ¿da lo mismo que tenga un pié grande o que tenga un pié chico?, con el número de pasos ... ¿da lo mismo que la persona mida 1,70 metros que 1,55 metros de altura?

O, en el ejemplo de medir tiempo. ¿Da lo mismo usar un cronómetro que un reloj pulsera? Ambos son tipos de relojes (miden tiempo transcurrido) ... pero ¿y si se trata de establecer un record o un registro histórico?, ¿servirá en ese caso un reloj de arena?, ¿y si dos llaves de agua gotean de diferente forma?



Como se ve la precisión de una medida variará dependiendo del método, del instrumento de medición e incluso de la calidad del instrumento. Y la pertinencia del instrumento a usar dependerá de lo que se quiera medir. ¿Se imaginan medir la temperatura de una caldera de una gran industria con un termómetro clínico? Mientras en la caldera se alcanzan unos 1.500 °C, el termómetro clínico solo mide en el rango de 32°C a 42°C.

En todo caso, si no es tan importante la precisión, cualquier mecanismo es útil en forma aproximada. Y una buena aproximación siempre será muy útil.

De hecho, las aproximaciones se usan. A veces subimos a un ascensor y leemos en su interior un aviso que dice: “capacidad máxima 8 pasajeros”. No nos dicen directamente cuánto peso soporta el ascensor, nos dan una información aproximada. Alguien podrá decir que no es lo mismo que se suban 8 niños que 8 adultos, o 2 personas grandes y 6 chicas o al revés. Pero eso no importa, la cantidad máxima permitida de 8 personas seguramente se basa en un promedio de peso de las personas y es, repito, una aproximación que sirve en la mayoría de los casos.

O quizás alguien ha visto una señalética de tránsito que dice: “velocidad sugerida 30 km/h”. Aquí tampoco nos dicen un valor exacto de la rapidez con que debemos movernos. Aquí hay una sugerencia que aproxima un valor de “velocidad” para una conducción segura. O, antes de un “lomo de toro” dice “lento”, pero... ¿qué es lento? ¿10 km/h, 60 km/h u otro valor? Bueno, un conductor entiende la señal. En ambos casos que se mencionan se entrega un dato de una medición que hay que hacer, no es exacta, es tan solo una orientación, pero muy útil.



Y en la antigüedad había una gran cantidad de unidades de medida que ahora nos suenan raras e incomprensibles, algunas son: brazo, legua, codo, vara, tiro de piedra, tiro de arco, talento, arroba (1 arroba = 25 libras = 184 kg, o también son 12,5 litros – solo si es aceite), quintal, celemín, fanega de tierra, cántaro, cuartillo, efa, homer, siclo, denario, dracma, obolo, quilate (aún se usa, 1 quilate = 9,5 gramos), barril, pipa, penique, caña, estadio, etc. Ver en http://www.salonhogar.net/Enciclopedia_Ilustrada/Matematicas/medidas.htm

Y hablamos de medir, de medidas y de mediciones, pero ¿qué es medir?

Veamos. Cuando medimos el ancho de una hoja de cuaderno generalmente usamos una regla que la sobreponemos sobre la hoja y luego vemos, en la regla, el punto donde se inicia la hoja de cuaderno (normalmente la ajustamos al cero de la regla) y el punto donde termina la hoja, luego restamos esas dos cantidades y tenemos la medición del ancho de la hoja. Es decir, comparamos el ancho de la hoja con la regla.

Y de eso se trata. Medir es comparar la magnitud del objeto (de longitud por ejemplo) con un instrumento que sirve como patrón de referencia que se ha establecido previamente (el metro que usamos es una copia de lo que se conoce como metro patrón).

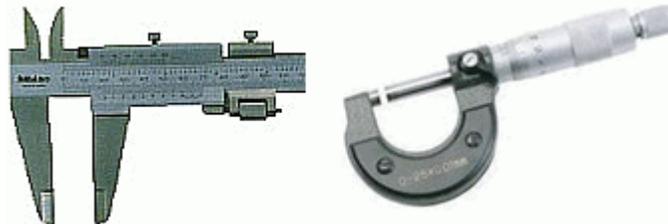
Una de las principales web que trata sobre las medidas estandarizadas es <http://www.nist.gov/>, es un sitio que está en inglés, pero realmente útil.

Bueno, veamos algo con más rigurosidad, pero no tanto.

Para medir se usan instrumentos que tienen cierto grado de precisión o exactitud.

Por un lado la precisión o exactitud que se quiera emplear dependerá de lo que se quiera medir, así por ejemplo, no es lo mismo medir la distancia entre dos ciudades (esta puede expresarse en cantidad de kilómetros) que el ancho de una cancha de fútbol (que se puede expresar en metros) o el ancho de una hoja de cuaderno (que se expresa en centímetros y milímetros) o el diámetro de un alfiler (¿en qué lo medimos?). Para cada tipo de esas medidas se usará un instrumento ad hoc.

Por otro lado podríamos intentar medir, por ejemplo, el diámetro de un anillo. Preguntas que podrían surgir: ¿medimos entre los bordes interiores o entre los bordes exteriores?, ¿medimos con un pie de metro o con un regla de escuela o con una huincha de medir? (Se sugiere que el lector averigüe lo que es un pie de metro). O cuando queremos medir el ancho de una mesa ¿qué hacemos si los bordes de ella son curvos? ¿de dónde hasta dónde medimos?



Probablemente hay más situaciones y más preguntas que pueden surgir. Y en cada caso habrá que tomar una decisión.

Todas las medidas se expresan en cierta cantidad de unidades básicas. Por ejemplo, la longitud se expresa en cierta cantidad de metros (siendo el metro la unidad básica de longitud), o en cierto número de centímetros (siendo el centímetro un submúltiplo del metro). El tiempo se expresa en cierta cantidad de segundos (siendo el segundo la unidad básica de tiempo), la masa se expresa en cierta cantidad de kilogramos (siendo el kilogramo la unidad básica de masa) o en gramos (siendo el gramo un submúltiplo del kilogramo).

Para las unidades básicas como el metro, el segundo, el kilogramo y otras, existen definiciones adoptadas en común acuerdo y son de carácter universal. Las definiciones actuales obedecen al uso de la tecnología actual, y es probable que a futuro haya modificaciones en virtud del avance del conocimiento con aplicaciones tecnológicas. De hecho, las definiciones que hoy se usan no son las mismas que hace un siglo o menos tiempo.

En todo caso hay que poner cuidado, a veces las definiciones de las unidades básicas resultan un tanto complejas entenderlas, el caso del segundo, a modo de ejemplo: es igual a 9.192.631.770 períodos de radiación correspondiente a la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado fundamental del isótopo 133 del átomo de cesio (^{133}Cs), medidos a 0 K. (<http://es.wikipedia.org/wiki/Segundo>).

Si alguien quiere ahondar en el tema de las definiciones de las unidades básicas puede ir a <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/unidades/unidades/unidades.htm>.

Otro aspecto muy importante a considerar en el tema de los instrumentos de medida es en relación a sus efectos en el objeto o suceso a medir. ¿Qué significa esto? Bueno, ocurre que los instrumentos para registrar una medida de un objeto o suceso ... deben intervenir en él. Por ello es que es importante considerar este aspecto: ¿cuánto intervienen con el suceso?

Por ejemplo. Cuando se mide la temperatura de una persona, se le “coloca” un termómetro. Y allí el cuerpo de la persona le transferirá energía térmica al termómetro hasta que ambos, el cuerpo y el termómetro, lleguen al equilibrio térmico (cuando ambos tienen la misma temperatura). En este caso no hay problemas ya que al ser el termómetro muy pequeño en relación al tamaño del cuerpo de una persona es muy poca la energía térmica que el cuerpo le pasa al termómetro. Tan poca es, que se puede considerar, casi sin error, que la energía térmica de la persona no se modifica cuando se le “coloca” el termómetro.

Sin embargo, si se quisiera usar el mismo termómetro para medir la temperatura de un gusano, la situación ahora es diferente, el termómetro y el gusano tienen tamaños comparables, ya no hay tanta diferencia, incluso es probable que el termómetro sea más grande que el gusano. En este caso el termómetro, si está más frío que el gusano, cuando reciba energía térmica del gusano hará que la temperatura del gusano cambie significativamente y, como consecuencia, la medida que arroje el termómetro no corresponderá a la realidad. Aquí el termómetro intervino con el suceso, igual que en el caso del ejemplo anterior, pero ahora modificó sustancialmente el suceso.

A propósito del ejemplo anterior: ¿cómo lo haríamos para medir la temperatura de una hormiga?

El lector podría intentar averiguar el cómo se miden algunos eventos que escapan a nuestras dimensiones cotidianas. Por ejemplo: distancia a que se ubican las estrellas, diámetro de un átomo, tamaño de una galaxia, rapidez con que se mueve un quásar.

Es altamente recomendable, en todos los casos, que el instrumento que se use para medir algo de un objeto o suceso, no altere las condiciones iniciales, ni las de cualquier momento, del objeto o suceso.

Las unidades de medida corresponden a magnitudes que se pueden cuantificar. Y las magnitudes las podemos clasificar, para efectos prácticos, en dos tipos:

- magnitudes básicas (aquellas que se definen por sí solas). Aquí están, por ejemplo: longitud, masa, tiempo, carga eléctrica.
- magnitudes compuestas (aquellas que son combinación de la básicas). Aquí está, por ejemplo: rapidez, aceleración, fuerza, energía.

En virtud de lo anterior, es fundamental conocer las magnitudes básicas en primer término.

A) Magnitudes básicas:

- I. **Longitud:** su unidad básica es el **metro (m)**. También se usan el centímetro (cm), el milímetro (mm), el kilómetro (km), pero son submúltiplos o múltiplos del metro.

$$1 \text{ m} = 100 \text{ cm} = 1.000 \text{ mm}$$

$$1 \text{ cm} = 10 \text{ mm}$$

$$1 \text{ km} = 1.000 \text{ m}$$

- II. **Masa:** su unidad básica es el **kilogramo (kg)**. También se usan el gramo (g), la tonelada (ton), éstas son submúltiplos o múltiplos del kilogramo.

$$1 \text{ kg} = 1.000 \text{ g}$$

$$1 \text{ ton} = 1.000 \text{ kg}$$

- III. **Tiempo:** su unidad básica es el **segundo (s)**. También se usa el minuto (min), la hora (h), el día. Estos últimos se relacionan a partir del segundo.

$$1 \text{ min} = 60 \text{ s}$$

$$1 \text{ h} = 60 \text{ min} = 3.600 \text{ s}$$

$$1 \text{ día} = 24 \text{ h} = 86.400 \text{ s}$$

- IV. **Temperatura:** se usan el **grado Celsius (°C)**, el **grado Fahrenheit (°F)** y el **Kelvin (K)**.

- V. **Carga eléctrica:** su unidad básica es el Coulomb (C).

B) Magnitudes compuestas:

- I. **Área:** su unidad básica es el **metro cuadrado (m²)**. También se usa el cm², el mm², el km², hectárea (ha).

$$1 \text{ m}^2 = 10.000 \text{ cm}^2 (10^4 \text{ cm}^2) = 1.000.000 \text{ mm}^2 (10^6 \text{ mm}^2)$$

$$1 \text{ km}^2 = 1.000.000 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ ha} = 10.000 \text{ m}^2$$

- II. **Volumen:** su unidad básica es el **metro cúbico (m³)**. También se usa el cm³, mm³, litro (l).

$$1 \text{ m}^3 = 10^6 \text{ cm}^3 = 10^9 \text{ mm}^3$$

$$1 \text{ l} = 1.000 \text{ cm}^3$$

$$1 \text{ m}^3 = 1.000 \text{ l}$$

- III. **Rapidez:** su unidad básica es el **metro partido por segundo (m/s)**, a veces se le llama metro por segundo. También se usa el cm/s, el km/h.

$$1 \text{ m/s} = 100 \text{ cm/s}$$

$$1 \text{ km/h} = 3,6 \text{ m/s}$$

- IV. **Fuerza:** su unidad básica es el **Newton (N)**.

$$1\text{N} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$$

- V. **Energía:** su unidad básica es el **Joule (J)**. También se usan las calorías (cal), las BTU, kilowatthora (kWh).

$$1 \text{ J} = 1 \text{ Nm}$$

$$1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$$

$$1 \text{ BTU} = 1.055 \text{ J}$$

$$1 \text{ kWh} = 3.600.000 \text{ J}$$

- VI. **Potencia:** su unidad básica es el **Watt (W)**. También se usa el caballo de fuerza (HP).

$$1\text{W} = 1 \frac{\text{N}}{\text{s}}$$

$$1 \text{ HP} = 746 \text{ W}$$

- VII. **Presión:** su unidad básica es el **Pascal (Pa)**. También se usa la atmósfera (atm), el milímetro de mercurio (mmHg), el milibar (mb).

$$1\text{Pa} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$1 \text{ atm} = 1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg}$$

$$1 \text{ mb} = 0,64 \text{ mmHg}$$

No se crea que solo hay estas unidades básicas o elementales y compuestas, hay más, pero para efectos de este documento no es necesario extenderse más.

Otra cosa.

Cuando las cantidades de una medida son muy grandes, o muy pequeñas, se utilizan múltiplos, o submúltiplos, de esas cantidades y como a veces resulta tediosa la escritura, los científicos no encontraron nada más adecuado que crear símbolos representativos de los múltiplos y de los submúltiplos. La siguiente es una lista de esos múltiplos o submúltiplos con sus respectivos nombres:

1000^n	10^n	Prefijo	Símbolo	Escala Corta	Escala Larga	Equivalencia Decimal en los Prefijos del SI
1000^8	10^{24}	yotta	Y	Septillón		1 000 000 000 000 000 000 000 000
1000^7	10^{21}	zetta	Z	Sextillón		1 000 000 000 000 000 000 000
1000^6	10^{18}	exa	E	Quintillón	Trillón	1 000 000 000 000 000 000
1000^5	10^{15}	peta	P	Cuadrillón	Billardo	1 000 000 000 000 000
1000^4	10^{12}	tera	T	Trillón	Billón	1 000 000 000 000
1000^3	10^9	giga	G	Billón	Millardo	1 000 000 000
1000^2	10^6	mega	M	Millón		1 000 000
1000^1	10^3	kilo	k	Mil		1 000
$1000^{2/3}$	10^2	hecto	h	Centena		100
$1000^{1/3}$	10^1	deca	da	Decena		10
1000^0	10^0	(no hay)	(no hay)	Uno		1
$1000^{-1/3}$	10^{-1}	deci	d	Décimo		0.1
$1000^{-2/3}$	10^{-2}	centi	c	Centésimo		0.01
1000^{-1}	10^{-3}	mili	m	Milésimo		0.001
1000^{-2}	10^{-6}	micro	μ	Millonésimo		0.000 001
1000^{-3}	10^{-9}	nano	n	Milmillonésimo		0.000 000 001
1000^{-4}	10^{-12}	pico	p	Billonésimo		0.000 000 000 001
1000^{-5}	10^{-15}	femto	f	Milbillonésimo		0.000 000 000 000 001
1000^{-6}	10^{-18}	atto	a	Trillonésimo		0.000 000 000 000 000 001
1000^{-7}	10^{-21}	zepto	z	Miltrillonésimo		0.000 000 000 000 000 000 001
1000^{-8}	10^{-24}	yocto	y	Cuatrillonésimo		0.000 000 000 000 000 000 000 001

Cuadro extraído de http://es.wikipedia.org/wiki/Prefijos_del_SI

Por ejemplo. Si un objeto muy pequeño mide 0,0000016 m, eso sería igual a escribirlo como 1,6 μm ya que $0,0000016 = 1,6 \times 10^{-6} \text{ m}$ y $10^{-6} = \mu$.

Finalmente: ¿cómo se llaman los instrumentos que miden unidades básicas y/o compuestas?

Algunos ejemplos son:

- Longitud: se mide con una huincha de medir, con una regla. Averigüe que mide el odómetro.
- Tiempo: se mide con un reloj, con un cronómetro.
- Masa: se mide con una balanza.
- La rapidez: se mide con un velocímetro (en los vehículos). Se trata, en todo caso, de la medición de la rapidez instantánea del vehículo. Averigüe qué mide el tacómetro.
- Fuerza: se mide con un dinamómetro. El peso es un tipo de fuerza.
- Presión: barómetro, manómetro.
- Temperatura: se mide con el termómetro. Hay diferentes tipos de termómetros.
- Corriente eléctrica: se mide con el amperímetro.
- Diferencia de Potencial eléctrica: se mide con el voltímetro.
- Resistencia eléctrica: se mide con el ohmetro.
- Humedad atmosférica: se mide con el higrómetro.
- Intensidad sonora: se mide con el sonómetro.
- Sismos: se miden con los sismógrafos.

Hay muchos más instrumentos. Sugiero vean en:

http://es.wikipedia.org/wiki/Categor%C3%ADa:Instrumentos_de_medici%C3%B3n

Bueno. Hasta aquí llegamos.