

Una mirada a las mediciones y las unidades

*“Tiempo es la medida del movimiento
entre dos instantes” Aristóteles*

La necesidad de medir

Cuando el hombre tuvo que intercambiar bienes (porque le sobraba carne de su caza pero no tenía frutos para comer, por ejemplo), debió recurrir a algún método de comparación que le asegurara trueques equitativos. Para poder comparar el valor de lo que entregaba con lo que recibía a cambio, comenzó a evaluar ciertas características de su mercancía, como el tamaño, la capacidad de un recipiente, o la extensión de una fracción de tierra. En suma, del desarrollo de una actividad comercial justa surgió la necesidad de *medir*.

El proceso de medición

Toda propiedad cuantificable de un objeto es una *magnitud*. Son magnitudes la longitud, el tiempo, la masa, la presión, la conductividad térmica. Pero ¿qué significa medir? La temperatura ambiente, por ejemplo, es una *cantidad* particular de la magnitud temperatura. Medir esta cantidad es compararla con otra tomada como referencia, que llamamos unidad. Por ejemplo, con un termómetro podemos obtener una *medida* de la temperatura ambiente (digamos 21 °C), es decir que el resultado de una medición será un número, acompañado por la unidad correspondiente.

Sistemas de unidades y algo más

Un problema crucial del proceso de medición es definir la cantidad de referencia (la *unidad*) que sea aceptada por todos los interesados, para establecer comparaciones que no generen disputas. Se vuelve imprescindible definir un *patrón* para cada magnitud, que es una cantidad que se pueda considerar invariable y sea adoptada internacionalmente como referencia. Las magnitudes para las que se requiere definir patrones son las llamadas *magnitudes fundamentales* (como longitud, masa, tiempo, o temperatura). Los patrones fueron evolucionando con el tiempo, comenzando con medidas antropomórficas (el pie, la vara¹, el codo, la pulgada), o basadas en fenómenos naturales (el día, el año, las estaciones, o el metro definido como una fracción de un meridiano terrestre). Posteriormente se eligieron obje-



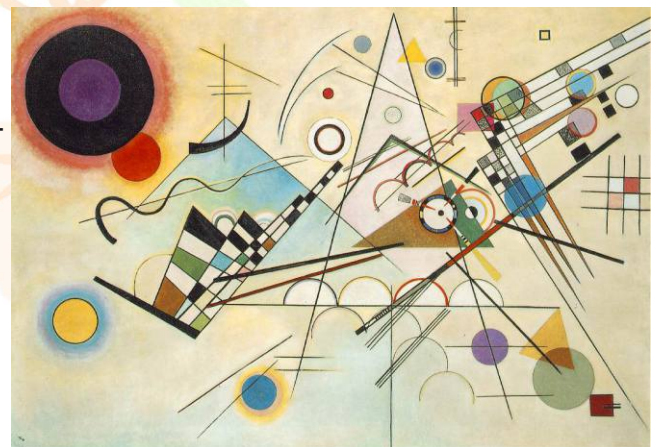
Autor
Hugo Luis Corso

Ingeniero Químico
Ex Investigador del Grupo
Materiales Metálicos y
Nanoestructurados (CAB /
CNEA)

Docente de Química (Univ.
Nac. del Comahue)

Escritor Científico y Editor

tos (como el metro patrón o el kilogramo patrón), considerados lo suficientemente inalterables e invariables como para su aceptación universal. Sin embargo, esos patrones se conservan en un solo lugar de la Tierra y son poco accesibles. Actualmente, se intenta que todos los patrones se basen en constantes universales o propiedades atómicas reproducibles en cualquier lugar, bajo



Wassily Kandinsky, Composición 8 (1923)

ciertas condiciones. Por ejemplo, el metro (m) se define como la distancia que recorre la luz en el vacío en un intervalo de tiempo de $(1/299\,792\,458)$ s. Obviamente, con esta definición, el metro, aunque se mantiene como unidad fundamental, depende de la definición del segundo. El segundo, a su vez, se define en base a un cierto número de oscilaciones de la radiación emitida por un isótopo del cesio. En la última *Conferencia General de Pesos y Medidas* (2018) se estableció que desde el 20 de mayo de 2019, el kilogramo estará definido en función de la constante de Planck y de las definiciones

actuales de metro y segundo. Las magnitudes que se definen como combinación de magnitudes fundamentales se denominan *magnitudes derivadas*, como la presión, la velocidad, la potencia. Un sistema de unidades es un conjunto de unidades fundamentales y sus derivadas. Desde 1972, el *Sistema Métrico Legal Argentino (SIMELA)*², adopta las unidades del *Sistema Internacional (SI)*, que es el que se debe utilizar para expresar todas las cantidades en las publicaciones científicas. La *Tabla I* muestra las unidades fundamentales y derivadas del SI. Algunas unidades resultan demasiado grandes o pequeñas para uso corriente. Por ello, el SI y el SIMELA establecen los múltiplos y submúltiplos que se deben utilizar, y que se muestran en la *Tabla II*.

El caso del mol

El SI incluye al *mol*³ como unidad de una magnitud a la que llama *cantidad de sustancia*⁴ porque inicialmente el mol ha sido asociado a una masa. Pero un mol de átomos de hidrógeno tiene una masa de un gramo, y un mol de átomos de carbono tiene una masa de 12 gramos; o sea, que difieren justamente en su masa. Es la misma situación que comparar una docena de ciruelas con una docena de melones; ambas cantidades tienen el mismo número de componentes (12), pero la masa de una docena de melones, obviamente es mayor que la masa de una docena de ciruelas. Con dos colegas hemos discutido largamente en un artículo de acceso público⁵ cuál es la magnitud cuya unidad es el mol y hemos propuesto como más acertado el nombre *Cantidad Química* para la magnitud que expresa el número de entidades elementales constitutivas de cualquier sistema material, siendo

Tabla I - Sistema Internacional de Unidades

UNIDADES FUNDAMENTALES		
MAGNITUD	SÍMBOLO	UNIDAD
Longitud	m	Metro
Masa	kg	Kilogramo
Tiempo	s	Segundo
Intensidad de corriente eléctrica	A	Ampere
Temperatura	K	Kelvin
Intensidad luminosa	cd	Candela
Cantidad de sustancia	mol	Mol

ALGUNAS UNIDADES DERIVADAS		
MAGNITUD	SÍMBOLO	UNIDAD
Superficie	m ²	Metro cuadrado
Volumen	m ³	Metro cúbico
Frecuencia	Hz = 1/s	Hertz
Densidad	kg/m ³	Kilogramo por metro cúbico
Velocidad	m/s	Metro por segundo
Fuerza	N = kg m / s ²	Newton
Presión	Pa = N / m ²	Pascal
Trabajo, Energía, Cantidad de Calor	J = N · m	Joule
Potencia	W = J / s	Watt
Tensión y Potencial eléctrico	V = W / A	Volt
Resistencia eléctrica	Ω = V / A	Ohm
Entropía	J / K	Joule / Kelvin
Calor específico	J / kg K	Joule / Kilogramo Kelvin
Conductividad térmica	W / m K	Watt / Metro Kelvin

Tabla II — Prefijos que indican Múltiplos y Submúltiplos

PREFIJO	SÍMBOLO	FACTOR POR EL QUE SE MULTIPLICA LA UNIDAD
Exa	E	10 ¹⁸
Peta	P	10 ¹⁵
Tera	T	10 ¹²
Giga	G	10 ⁹
Mega	M	10 ⁶
Kilo	k	10 ³
Hecto	h	10 ²
Deca	da	10
Deci	d	10 ⁻¹
Centi	c	10 ⁻²
Mili	m	10 ⁻³
Micro	μ	10 ⁻⁶
Nano	n	10 ⁻⁹
Pico	p	10 ⁻¹²
Femto	f	10 ⁻¹⁵
Atto	a	10 ⁻¹⁸

su unidad el mol (o sea, igual a 6,02214076 x 10²³ entidades). El uso del nombre *cantidad de sustancia*, además, reduce el ámbito de aplicación del mol, dejando de lado la posibilidad de referirse a moles de partículas subatómicas (electrones, protones, neutrinos, bosones, etc.), cuyos conjuntos no constituyen sustancia alguna. Incluso el mol, considerado solamente como un número (eso sí, extraordinariamente grande), ha sido vinculado con cantidades correspondientes a magnitudes muy diferentes a la masa. Así, la carga eléctrica de un mol de electrones es un *Faraday*, y la energía de un mol de fotones es un *Einstein*.

Y por casa, ¿qué unidades usamos?

Por último, mencionemos que en la vida diaria usamos unidades de diverso origen, por tradición o comodidad. Cuando calibramos los neumáticos del auto, utilizamos una unidad inglesa de presión (libras por pulgada cuadrada), en carpintería o herrería es muy común el uso de la pulgada como unidad de longitud, y cuando compramos huevos, utilizamos como unidad la docena, que para objetos macroscópicos juega un papel muy similar al mol.

REFERENCIAS

- 1 Distancia entre codos, cuando los brazos están extendidos y las manos unidas en el pecho.
- 2 Establecido por la ley 19511.
- 3 Unidad de cantidad de materia del SI, que equivale a la masa de tantas unidades elementales (átomos, moléculas, iones, electrones, etc.) como átomos hay en 0,012 kilogramos de carbono 12.
- 4 De acuerdo con lo establecido por IUPAC (Unión Internacional de Química Pura y Aplicada), autoridad internacional que define los estándares para denominación de compuestos químicos.
- 5 J.J. Andrade Gamboa, H.L. Corso y F.C. Gennari, "Se busca una magnitud para la unidad mol", Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 2006, 3 (2), pp. 229-236.

ABREVIATURAS

CAB: Centro Atómico Bariloche
CNEA: Comisión Nacional de Energía Atómica



Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable
Comisión Nacional de Energía Atómica

Tel: 011-4704-1485 www.cnea.gov.ar/ieds

Av. del Libertador 8250 (C1429BNP) C. A. de Buenos Aires - República Argentina

Año de edición: 2019/1° ISBN: 978-987-1323-12-8