

¿Cambiamos de Patrón?

Everardo Rafael Tendilla Beltrán

Seguramente cuando leíste el título del artículo pensaste que estoy hablando de un cambio de trabajo o de la venta de una empresa o de la elección de un líder. Pero, siento decepcionarte, no me refiero a ese patrón; me refiero a los patrones que te enseñó tu profesor de física cuando estabas en la secundaria o en la preparatoria, cuando te enseñó las unidades para medir magnitudes.

Primero te enseñó que medir es comparar, es decir, tomar una referencia de medida y contabilizar cuántas veces cabe en el objeto que deseamos medir. A esa referencia la llamamos UNIDAD DE MEDIDA, nos sirve para saber, en primer lugar, qué estamos midiendo y, en segundo lugar, tener el mismo concepto de la medida, para que no haya duda de que realizamos el procedimiento correcto.

Posteriormente, te habrá comentado que existían varios sistemas de unidades de medición y te nombró, seguramente, tres principales: EL SISTEMA MKS, EL SISTEMA INGLÉS Y EL SISTEMA INTERNACIONAL. Te enseñó cómo

convertir medidas de un sistema a otro y te hizo sufrir mucho con esto, ya que hizo que aprendieras diversos factores de conversión que, en tu opinión, no servían para nada.

Sin embargo, el ser humano desde que comenzó a negociar (en específico a cambiar objetos para obtener ya fuera una mayor variedad de alimentos o simplemente para obtener algún material preciado) generó la necesidad de comparar si el valor de los objetos a intercambiar era equivalente, en otras palabras, medir lo que estaban cambiando para saber si se tenía un saldo favorable o al menos un trato justo.

Para este fin, se idearon un sinnúmero de formas para poder medir diferentes magnitudes, asignarles un valor económico y poder realizar transacciones sin la necesidad de comenzar una guerra después de una negociación. Entre estas magnitudes se encuentra la yarda, la legua, el pie, la onza, la libra, la cuarta, la brazada, entre muchas otras.

En los tiempos en donde se tomaba como válido este conjunto de unidades de medición, se generaban muchos conflictos ya que algunas medidas estaban referenciadas

a las partes del cuerpo humano y como bien sabemos, ningún humano es igual a otro, por lo que si una persona que mide 1.90 m. te vende un pie de madera, va a ser *muy diferente* al de una persona de 1.60 m.; no te venda la misma cantidad de madera.

Entonces la humanidad, en específico los gobiernos y los científicos, comenzaron a pensar que era necesario crear un estándar de medición, para que, estando en cualquier parte del mundo y si se deseaba medir algo, siempre se utilizara la misma unidad de medición y no hubiera ninguna diferencia. Por lo que un 20 de mayo de 1875 se llevó a cabo la CONVENCIÓN DEL METRO, en la ciudad de París (Francia); con la finalidad de establecer una autoridad que rigiera cómo se medían las cosas. Y así nació el TRATADO DEL METRO, que reconocía solo dos magnitudes dentro de su sistema de medición: el PESO y la LONGITUD. Este tratado fue el primer intento de unificar a nivel mundial la metrología, que es la ciencia que estudia la medición de las magnitudes que existen en la naturaleza.

En 1960 en la ciudad de Ginebra (Suiza) se reunieron científicos de todo el mundo para revisar el Tratado del Metro, que ya había sufrido varias modificaciones aumentando el número de magnitudes a las que se les había estandarizado su unidad de medición. La reunión tenía la finalidad de crear un sistema de medidas que enmarcara las principales magnitudes medibles, y así, poder determinar qué magnitudes eran fundamentales y cuáles eran derivadas

de otras. Aquí es donde nace el SISTEMA INTERNACIONAL DE PESOS Y MEDIDAS (SI).

Se determinó que el SI debería poder medir siete magnitudes fundamentales que están presentes en la naturaleza: la LONGITUD, el TIEMPO, la MASA, la CORRIENTE ELÉCTRICA, la CANTIDAD DE SUSTANCIA, la TEMPERATURA TERMODINÁMICA y la INTENSIDAD LUMINOSA. Al estandarizar las unidades de medición de las magnitudes fundamentales, se garantizaba que todas las demás unidades de medición de magnitudes no mencionadas se derivaban de estas.

La unidad para medir la longitud es el metro, que en un principio estaba definido como la distancia comprendida entre dos hendiduras grabadas sobre una barra de

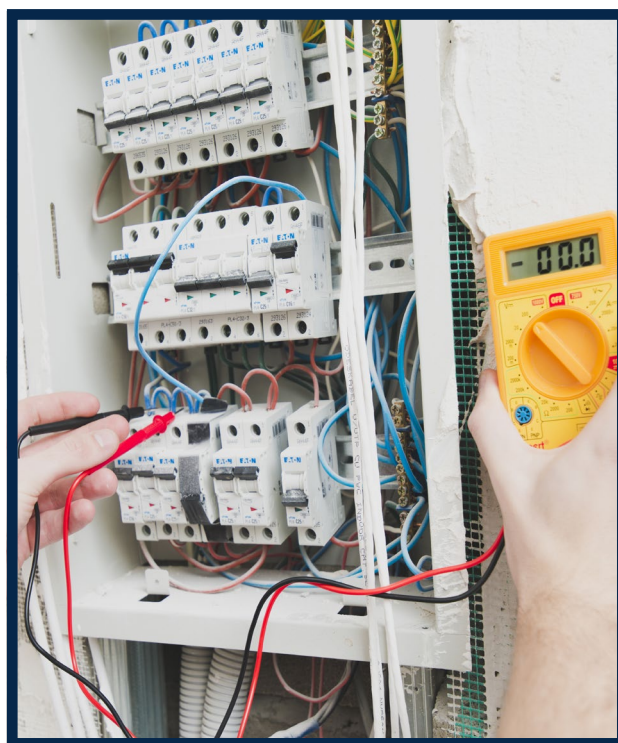


Foto de luz creado por freepik - https://www.freepik.es/foto-gratis/tension-medicion-cosechadora_1620235.htm



depositphotos_4584567-stock-photo-handling-of-a-caliper.jpg

una aleación de platino e iridio, que se encontraba bajo resguardo en la Oficina Internacional de Pesos y Medidas en la ciudad de Sèvres (Francia). Esta barra tenía que estar celosamente custodiada para que no la afectara el aire, ni variara su temperatura y así disminuir el desgaste del material y poder conservar el patrón de esta unidad.

La referencia para el metro era medir la distancia del polo norte al ecuador, después a esta distancia había que dividirla entre diez millones y así podía usted crear su metro. Como te puedes dar cuenta era un procedimiento un poco difícil de hacer y cuando obtuvieron el primer modelo del metro con ese se quedaron. Posteriormente lo definieron como 1,650 763.73 veces

la longitud de onda en el vacío de la radiación naranja del átomo de Kriptón 86, mejorando la precisión de la referencia para estandarizar la unidad.

Pero conforme fue avanzando la ciencia, se pudo medir con una precisión fina la velocidad de la luz, descubriendo que no importaba de donde la midiéramos siempre nos daba el mismo valor. Aprovechando esta condición, el metro se redefinió como la distancia que recorre la luz en un intervalo de $1/299\,792\,458$ segundos; y está es la definición que se acepta en nuestros días.

El tiempo se mide en segundos. La primera definición que se le dio al segundo fue la fracción igual a $1/31\,556\,925.9747$ de la duración que tuvo el año solar medio entre



Foto de vintage creado por luis_molinero - https://www.free-pik.es/foto-gratis/mano-hombre-que-sostiene-reloj-vendimia_1203981.htm

los años de 1750 y 1890. Esta definición generaba un error grande al tratar de calibrar un segundo ya que los años solares varían y no permiten tener certeza de lo que se está midiendo. Entonces se recurrió a la química para definir de forma precisa al segundo. Aprovechando que la radiación de un isótopo del átomo de Cesio, en específico el que tiene 133 protones en su núcleo, era estable en su periodo de emisión, se determinó que el segundo podría quedar definido como la duración de 9 192 631 770 oscilaciones de la radiación emitida en la transición entre dos niveles hiperfinos del estado fundamental de dicho isótopo. Sí, yo sé que esta definición suena como película de ciencia ficción y nada más leerla dan ganas de no volverla a ver nunca en la

vida, pero es la forma en la que podemos darle certeza a nuestra definición de lo que es un segundo. Teniendo los equipos correctos y un laboratorio bien equipado es prácticamente sencillo determinar la duración de un segundo, pero dejemos esto a los metrologos.

La intensidad luminosa está definida como la cantidad de luz que pasa por una superficie, se mide con una unidad llamada CANDELA. La candela está definida como la intensidad luminosa en una dirección dada de una fuente de luz que emite una radiación monocromática de frecuencia 540 picohertz y de la cual la cantidad radiada en esa dirección es de $1/683$ volts por estereorradián. Esta unidad de medida se utiliza principalmente para clasificar estrellas en astronomía y astrofísica, por lo que su definición es en exceso técnica.

El kilogramo se utiliza para medir la magnitud de masa. En la actualidad está definido como un objeto físico. Es un cilindro de 3.9 cm. de radio por 3.9 cm. de altura fabricado con una aleación de platino e iridio, en proporción 90-10%, el cual posee una densidad aproximada de $21,500 \text{ kg/m}^3$. Este cilindro al igual que el metro, están resguardados en cámaras especiales para que no pierdan materia. Está en condiciones controladas de temperatura, humedad, iluminación y presión; para garantizar que no se modifique la referencia de la unidad de medición.

La corriente eléctrica es uno de los conceptos físicos del cual dependemos, ya que carga nuestros celulares y computadoras además de permitirnos trabajar por las noches: además, se mide en AMPERES. Un ampere se definió como la corriente eléctrica constante que, mantenida en dos conductores rectos paralelos de longitud infinita, de sección circular despreciable, colocados con una separación de un metro, genera una fuerza igual a 2×10^{-7} Newton.

Esta es una de las definiciones más extrañas ya que para comenzar nos pide un cable de longitud infinita, por lo que, si usted



Foto de fondo creado por freepik -https://www.freepik.es/foto-gratis/multimetro-sobre-fondo-blanco_1592372.htm

ya encontró un cable lo suficientemente largo como para decir que es infinito, pues ¡sorpresa!, vuelva a buscar, ya que el infinito es un número tan grande que no le puedo decir qué valor tiene. Entonces complica mucho el poder tratar de reproducir el experimento de la definición del ampere.

La temperatura termodinámica es la temperatura absoluta de un sistema, es decir, alcanzar el cero en la escala de esta temperatura significa que todos los átomos del cuerpo dejan de moverse, los electrones ya no giran en sus orbitas y los núcleos atómicos de vibrar, por lo que podríamos decir que se encuentran en ausencia de movimiento. Para medir esta magnitud física, se definió al Kelvin, que es la fracción de $1/273.15$ de la temperatura termodinámica del punto triple del agua.

El punto triple del agua es un instante en el que, en condiciones adecuadas de presión y temperatura, coexisten los tres estados de agregación de la materia: sólido, líquido y gaseoso. La temperatura en grados Celsius a la que se alcanza este estado es de 0.01 , por lo que no es difícil alcanzarla, lo complicado es mantener la presión constante para poder observar este curioso punto en donde podemos ver los tres estados.

La última magnitud que el SI considera como fundamental es la cantidad de sustancia, la cual es la cantidad de partículas o entidades elementales que contiene un cuerpo. Se definió al MOL como la unidad para medirlo.

Un mol es la cantidad de átomos que hay en 0.012 gramos de Carbono 12. Esta magnitud nos sirve para conocer cuántos elementos fundamentales contiene un objeto, pueden ser átomos, electrones, protones, moléculas, *et sequens*.

A todo esto, ¿por qué el título cambiamos de patrón?, pues por la simple razón de que, en mayo de 2019, se redefinen las unidades del SI. En particular se buscará que las nuevas definiciones nos den certeza y estén basadas en constantes universales, para que vayamos a donde vayamos midan lo mismo.

Se redefinirá el kilogramo, proponiendo que se utilice la constante de Planck para su redefinición. La constante de Planck es un parámetro físico bien medido ya que es una de las bases de la mecánica cuántica, una de las teorías más importantes de la física. También cambiará el concepto de ampere, relacionándolo con la carga del electrón, un parámetro que ha sido medido con una exactitud increíble que, sin error, es de 1/10 000 000.

Cambiará la definición de mol relacionándolo con el número de Avogadro, que es una constante fundamental para cálculos en química y que también ha sido base para estudios de física nuclear. Por último, pero no por ello menos importante, cambiará el concepto del Kelvin, que ahora se apoyará en la constante más importante de la termodinámica, la constante de Boltzman.

Esperemos que, con las nuevas definiciones, logremos tener un estándar preciso y de escala ahora no mundial sino universal; pues de ser cierto que las leyes de la física son las mismas en cualquier punto del universo y al referenciamos a valores que no cambian no importando en donde se midan, tendremos en realidad un sistema de medidas fundamental para poder medir las magnitudes que este universo tiene.



Foto de médico creado por rawpixel.com - https://www.freepik.es/foto-gratis/primer-plano-termometro_2767187.htm