

Metrología: La ciencia de las mediciones

EDGAR JESÚS BORJA ARCO, LORENA MAGALLÓN CACHO, JEANNETE RAMÍREZ APARICIO Y P. J. SEBASTIAN

Edgar Jesús Borja Arco obtuvo su Doctorado en Ciencias, especialidad en Materiales (CIVESTAV-Querétaro). Es Profesor de Carrera Titular "A" de Tiempo Completo de la Facultad de Química – Universidad Nacional Autónoma de México UNAM y SNI 1. Sus líneas de investigación son síntesis y caracterización de materiales, celdas de combustible y reciclaje de basura electrónica.

Lorena Magallón Cacho obtuvo su Doctorado en Electroquímica (CIDETEQ, S.C) y *Docteur de l'Ecole Centrale* de Lyon Discipline: *Génie des Matériaux*. Es Investigadora por México CONAH-CyT-CIICAp-Universidad Autónoma del Estado de Morelos y SNI 1. Sus líneas de investigación son bioenergía y síntesis de materiales.

Jeannete Ramírez Aparicio obtuvo su Doctorado en Ciencias, especialidad en Materiales (CINVESTAV-Querétaro). Es Investigadora por México CONAH-CyT-CIICAp-UAEM y SNI 1. Su línea de investigación es síntesis de materiales aplicados a remediación ambiental.

El Dr. Joseph Sebastian Pathiyamattom es Investigador Titular C del Instituto de Energías Renovables -UNAM y SNI 3. Sus líneas de investigación son: hidrógeno, celdas de combustibles, biocombustibles y nanomateriales. Actualmente desarrolla proyectos relacionados a foto-reducción de CO₂, producción de hidrógeno verde, producción de diésel verde, producción de bioetanol, biodiesel y biogás, cultivo de microalgas y desarrollo de nanomateriales a partir de biomasa.

Esta publicación fue revisada por el comité editorial de la Academia de Ciencias de Morelos.

La importancia de medir
Las mediciones en nuestra vida cotidiana son fundamentales. Por ejemplo, realizamos mediciones de temperatura

cuando nos enfermamos, medimos la rapidez a la cual manejamos o medimos la masa de los bebés al momento de nacer (Figura 1). La ciencia que se esconde detrás de estas acciones es llamada metrología. Pero, ¿qué es la metrología y cuál su importancia para el desarrollo de la humanidad? En este artículo exploraremos de manera simple y fascinante la ciencia que hay detrás de las mediciones y su impacto en nuestras vidas.

¿Qué es la metrología?

De acuerdo con el Vocabulario Internacional de Metrología (VIM), la metrología es la ciencia de las mediciones y sus aplicaciones. El objetivo principal de la metrología es asegurar que las mediciones llevadas a cabo con instrumentos de medición (Figura 2), sean realizadas de manera consistente en todo momento, es decir, que los resultados de las mediciones efectuadas en diferentes lugares, momentos o bajo diferentes condiciones, sean comparables entre sí. Esto es muy importante para la industria, la ciencia y la sociedad en general. Por ejemplo, imagina el impacto negativo que se tendría si no se realizan mediciones de forma adecuada en áreas como la medicina, la construcción, la producción de alimentos, la tecnología y demás. Claramente, el desarrollo de la humanidad estaría limitado.

Historia de la Metrología

La metrología se ha hecho presente desde épocas antiguas. ¿Te has preguntado alguna vez cómo los aztecas, mayas o egipcios construyeron sus templos o pirámides? Resulta que para poder llevar a cabo este tipo de construcciones debieron contar con un sistema de medición muy exacto. De no haber sido así, no se encontrarían de pie dichas edificaciones hasta nuestros días (Figura 3).

De esta manera, el progreso de los pueblos siempre estuvo relacionado con el desarrollo de las mediciones que llevaron a cabo. Por ejemplo, los mayas inventaron un sistema de numeración vigesimal para medir el tiempo y no para hacer cálculos matemáticos, además de adoptar e implementar el uso de diversos instrumentos para el intercambio de productos o trueque (Figura 4). Los aztecas, al igual que la cultura maya, desarrollaron un sentido cíclico del tiempo basándose en la observación de los astros y las estaciones, en donde la metrología reguló su vida civil, social, religiosa y litúrgica.

que dio origen a un sistema monetario. Nuestro calendario de 365 días se deriva originalmente del calendario egipcio, es decir, un sistema sexagesimal para medir el tiempo.

Las unidades de medida utilizadas se establecieron al inicio localmente y se aceptaron dentro de una comunidad determinada, pero a medida que el libre comercio, la comunicación y la industria crecieron internacionalmente, la variedad de unidades de medida se convirtió cada vez más en un problema, por lo que

en Francia, es decir, las unidades de metro y kilogramo respectivamente. Ahora bien, no fue hasta que se estableció el Tratado del Metro (París, 1875) que se pudo llegar a un acuerdo para la creación del Sistema Internacional de Unidades (SI), el cual es un sistema de unidades de medida estandarizado a nivel internacional. La 26ª reunión de la Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM), preparó la 9ª edición del folleto sobre el SI, en donde se introdujo un nuevo enfoque para las definiciones de las unidades básicas, las cuales fueron redefinidas en términos de constantes fundamentales de la naturaleza. Por ejemplo, el kilogramo se definió en

que se firmó el Tratado del Metro. Contar con un SI estandarizado significa que las mediciones realizadas en cualquier parte del mundo se pueden comparar y entender de manera consistente. En México, el proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-2002 (Sistema General de Unidades de Medida), es el único legal y de uso obligatorio en el país y en él se establecen las definiciones, símbolos y reglas de escritura de las unidades del sistema internacional y otras unidades fuera de este sistema. El uso del SI en las mediciones tiene un impacto directo en la seguridad y la calidad de vida de las personas, desde la fabricación de productos



FIGURA 3. **PIRÁMIDE** del sol en Teotihuacán, pirámide de Chichen Itza y pirámide de Giza en Egipto (Figuras editada en Canva por los autores, no guarda proporción en la escala).



FIGURA 2. **EJEMPLOS** de instrumentos de medición. (Figura editada en Canva por los autores).

Por otra parte, en Egipto la construcción de las pirámides demandó elaborados sistemas de medición, por ejemplo, el jeme, la cuarta, el codo y el pie (Figura 5), además de implementar las balanzas para pesar metales preciosos y gemas, lo

se tuvieron que unificar y crear unidades uniformes para las partes interesadas. De esta manera, como resultado de los esfuerzos por parte de la Academia de Ciencias de Francia, se unificaron e introdujeron unidades de longitud y masa



FIGURA 4. **SISTEMA** de numeración vigesimal de los mayas. (Figura editada en Canva por los autores).

de la investigación que conduce a la elaboración de patrones sobre bases científicas, y promueve su reconocimiento, y la equivalencia a nivel internacional. Se desarrolla en los centros nacionales primarios, en universidades y centros de investigación vinculados a la búsqueda de nuevos conocimientos y metodologías de medición a nivel internacional. El centro primario es la Oficina Internacional de Pesas y Medidas y, a nivel nacional, el Centro Nacional de Metrología (CENAM).

La metrología legal, de acuerdo con la Organización Internacional de Metrología Legal, es la totalidad de los procedimientos legislativos, administrativos y técnicos establecidos para (o por referencia a) autoridades y puestos en vigor por su cuenta. Tiene la finalidad de especificar y asegurar, de forma regulatoria o contractual, la calidad y credibilidad apropiadas de las mediciones relacionadas con los controles oficiales el comercio, la salud, la seguridad, y el ambiente. Por su parte, la función de la metrología industrial reside en la calibración, control y mantenimiento adecuados de todos los equipos de

farmacéuticos hasta la construcción de puentes. Esto es, las mediciones exactas garantizan la seguridad de los productos y las estructuras que utilizamos a diario, lo que lleva al avance del conocimiento y la innovación. Ramas de la metrología Según la Oficina Internacional de Pesas y Medidas (BIPM, por sus siglas en francés), la metrología se divide en tres ramas: metrología científica, metrología legal y metrología industrial. La metrología científica se encarga

medición empleados en producción, inspección, y pruebas, esto con la finalidad de que se pueda garantizar que los productos están de conformidad con normas. Se relaciona con la industria manufacturera, y persigue promover la competitividad a través de la permanente mejora de las mediciones que inciden en la calidad, es decir, se encarga de la diseminación a nivel nacional de los patrones en la industria. Comentarios finales La metrología es una ciencia que a menudo pasa desapercibida, pero su importancia es innegable. Desde la medicina hasta la industria, esta disciplina garantiza que las mediciones sean confiables, lo que, a su vez, mejora nuestra calidad de vida y el progreso de la sociedad.

Así, la próxima vez que uses una balanza en la tienda, mides el volumen de un medicamento o mides el tiempo para llegar desde tu casa al trabajo o a la escuela, recuerda que la metrología está trabajando en segundo plano para que todo funcione sin problemas. Referencias Vocabulario Internacional de Metrología - Conceptos fundamentales

y generales, y términos asociados (VIM). Centro Nacional de Metrología. 3ra ed. 2008.

El Sistema Internacional de Unidades, SI. Edición en español Centro Español de Metrología. 9ª Edición 2019.

El Sistema Internacional de Unidades. Centro Nacional de Metrología. Publicación Técnica CNM-MMM-PT-003. 2003.

Marbán R, Pellecer J. Metrología para no-metrólogos. 2da ed. Mixco: Sistema Interamericano de Metrología-OEA; 2002.

Esta columna se prepara y edita semana con semana, en conjunto con investigadores morelenses convencidos del valor del conocimiento científico para el desarrollo social y económico de Morelos. Desde la Academia de Ciencias de Morelos externamos nuestra preocupación por el vacío que genera la extinción de la Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología dentro del ecosistema de innovación estatal que se debilita sin la participación del Gobierno del Estado.



FIGURA 1. **MEDICIONES** en la vida diaria. (Figura editada en Canva por los autores).

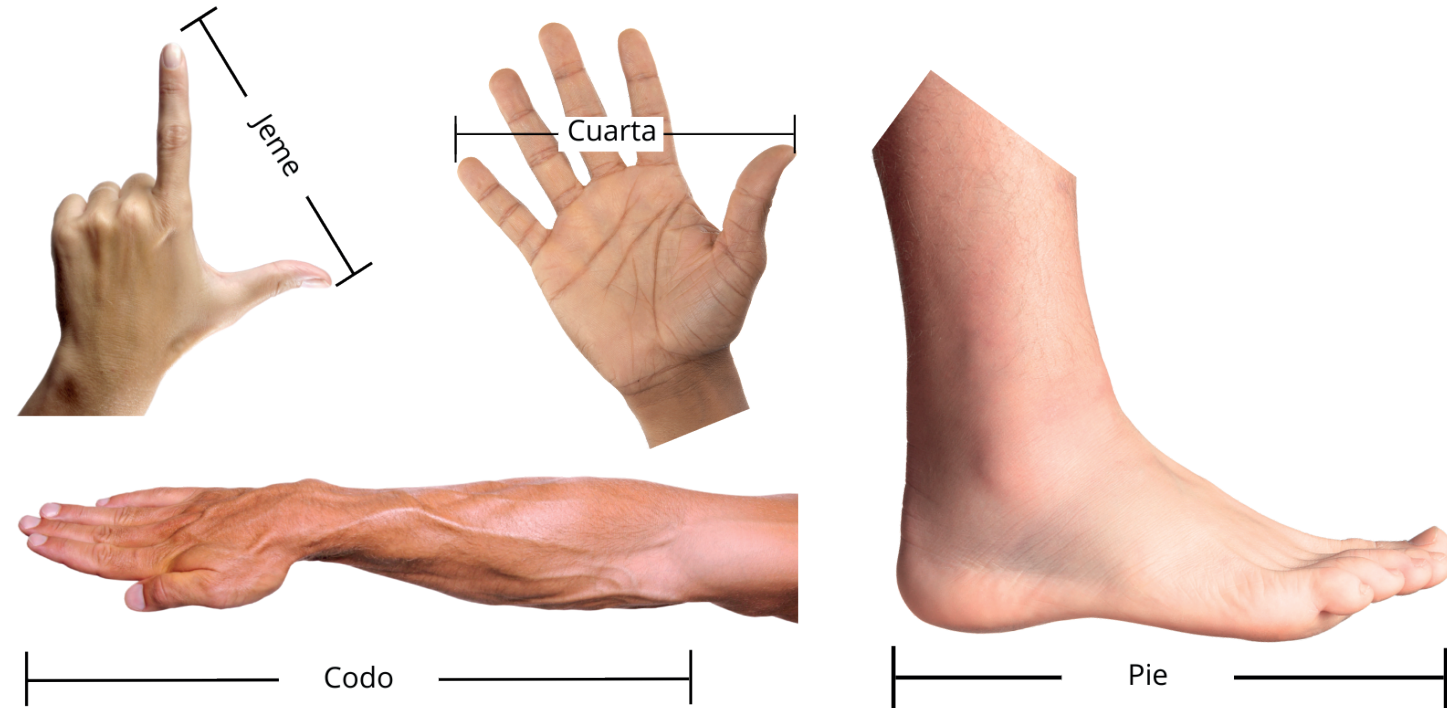


FIGURA 5. **SISTEMA** de unidades corporal. (Figura editada en Canva por los autores).