

## INTERCAMBIO SOBRE METROLOGÍA. CIENCIA DE LAS MEDICIONES Y SUS APLICACIONES

Ysabel Reyes Ponce



El 12 de agosto del año en curso, en el bello teatro del Gobierno Municipal de La Habana Vieja, La Habana, Cuba, se efectuó un acontecimiento relevante para la comunidad de metrologos del país. Por vez primera investigadores, académicos, especialistas de diferentes niveles y directivos, tuvieron el privilegio de escuchar la conferencia La Metrología y su impacto para la Industria y la Sociedad, dictada por el Prof. Dr. Joachim Hermann Ullrich, presidente desde 2012 de uno de los Institutos Nacionales de Metrología de elevado prestigio en el mundo, el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), de Alemania.

El profesor Ullrich nació en 1956 en Edenkoben, en 1983 se graduó en la especialidad de Geofísica y Física, en la Universidad de Frankfurt y recibió el doctorado en 1987 en el tema de Espectroscopia. Inventó el microscopio de reacción que permite experimentos cinemáticamente completos mediante la detección de iones y electrones de reacciones atómicas y moleculares. Entre sus logros importantes a nivel internacional está el desarrollo de un instrumento de medición de usos múltiples, que combina un microscopio de reacción con detectores de semiconductores de rayos X, para la formación de imágenes de los cada vez más complejos sistemas clúster y muestras biológicas como los virus, entre otras aplicaciones; y más recientemente obtuvo logros especiales en el uso de láseres de electrones libres - las fuentes de alta intensidad de los rayos X - con una intensidad y calidad no antes alcanzada.

Fue investigador de la Universidad del Estado de Kansas, profesor visitante en la Universidad de Missouri en 1995, se le ofreció la cátedra de física experimental en la Universidad de Friburgo en 1997, contribuyó activamente a la enseñanza en la Universidad de Heidelberg como Profesor Honorífico a partir de 2002; es Profesor Consultor de la Universidad Fudan de Shanghai desde 2003

Fue galardonado con el Premio Wilhelm Leibniz de la Fundación Alemana de Investigación en 1999 y en el año 2006, con el Premio de Investigación de Philip Morris con Robert Moshhammer.

El Dr. Ullrich es miembro de varios comités en las conferencias internacionales. Es presidente de varios Consejos de Fundaciones, por ejemplo la Werner von Siemens Anillo y la Helmholtz-Fonds que promueve la investigación y el desarrollo en los campos de trabajo del PTB. En el 2013, fue elegido vicepresidente segundo de la Junta Presidencial del Instituto Alemán de Normalización y miembro de la Academia Nacional Alemana de Ciencia e Ingeniería.

En el marco de la Convención del Metro, es miembro del Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM), y desde inicios de 2014, Presidente del Comité Consultivo de Unidades (CCU).

El tema presentado: *La Metrología y su impacto para la Industria y la Sociedad*, divulga con el más alto rigor científico, aspectos de esta ciencia, como su definición y las razones por las cuales necesitamos de la metrología, sobre todo de la metrología legal, por su repercusión en la sociedad, que requiere dispositivos fiables para mediciones correctas, desde el punto de vista global, como contribución a la eliminación de barreras técnicas al comercio.

Muy interesantes resultaron las informaciones brindadas por el Dr. Ullrich sobre el PTB y el desarrollo de la metrología. Desde 1871 se creó en Alemania una oficina para la metrología legal. En 1887 se fundó el PTB, para investigaciones y formas de medición. Desde el inicio relevantes científicos han estado vinculados con la gestión del PTB. Helmholtz, identificado como el Canciller Imperial de la Ciencia, fue el primer presidente del PTB y Siemens, el industrial más importante de la época, creador del dinamo para generar electricidad, fue el gestor de la necesidad de contar con equipos patrones.

En esa época la Junta Consultiva del PTB contaba con científicos de gran prestigio, la institución contaba en aquel entonces con 14 premios Nobel, ahora tienen solo tres. En ella, participan además representantes de la industria, fundaciones de negocios, pequeñas y medianas empresas, representantes de la metrología legal y de varios ministerios, cada quien con sus diversos intereses.

El PTB como Instituto Nacional de Metrología de Alemania, es motor impulsor para la ciencia y accionista para el futuro.

Trabajan en metrología básica, estas investigaciones puras son ejemplos del vínculo de la metrología con las ciencias básicas, por ejemplo, realizan la unidad de tiempo, el segundo. Obtienen una incertidumbre de medición muy pequeña ( $10^{-18}$ ) en la frecuencia de los relojes patrones, aspecto en el que trabajan solo tres lugares.

Logran la transmisión de la señal de un reloj a otro, por fibra óptica, con una exactitud de  $10^{-17}$  s lo cual constituye un record mundial.

Realizan trabajos importantes para la creación del nuevo Sistema Internacional de Unidades (SI), en correspondencia con los acuerdos de la Conferencia Internacional de Pesas y Medidas, donde las siete unidades básicas estarán definidas a partir desiete constantes físicas:

1. La frecuencia de la transición entre los dos niveles hiperfinos del nivel principal del átomo  $^{133}\text{Cs}$ ,  $\Delta\nu(^{133}\text{Cs})_{\text{hfs}}$ , es exactamente 9 192 631 770 hertz, Hz (Unidad Básica, segundo)
2. La velocidad de la luz en el vacío  $c$  es exactamente 299 792 458 metros por segundo,  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (Unidad Básica, metro)
3. La constante de Plank  $h$  es exactamente  $6,626\ 06 \times 10^{-34}$  joule segundo, J·s (Unidad Básica, kilogramo)
4. La intensidad radiante de una radiación monocromática de frecuencia  $540 \times 10^{12}$  hertz es exactamente igual a 683 lumen por watt,  $\text{lm}\cdot\text{W}^{-1}$ (Unidad Básica, candela)
5. La carga elemental  $e$  es igual a  $1,602\ 17 \times 10^{-19}$  coulomb, C (Unidad básica, ampere)
6. La constante de Boltzman,  $k_B$ , es exactamente  $1,380\ 65 \times 10^{-23}$  joule por kelvin,  $\text{J}\cdot\text{K}^{-1}$ (Unidad Básica, kelvin)
7. El número de Avogadro,  $N_A$ , es exactamente igual a  $6,022\ 14 \times 10^{23}$   $\text{mol}^{-1}$ (Unidad Básica, mole)

Avanzan fundamentalmente en la definición del kilogramo, lo que implicará, a su vez, la redefinición de las otras unidades básicas que dependen del kilogramo, como el ampere, el mole y la candela.

El PTB además del trabajo en metrología básica, tributa a la garantía de mediciones confiables en la sociedad y en la industria, son ejemplos el laboratorio de hematología, de referencia para ensayos de aptitud, único de su tipo en el mundo, mediciones en la salud para prevenir daños al personal durante mediciones en tomografía de resonancia magnética, neurotransmisores del cerebro para la cuantificación de enfermedades neuronales, han reportado el menor campo magnético de la tierra y del universo, realizan mediciones de partículas nanomagnéticas, pudiendo obtener imágenes. Una de las aplicaciones es en medicina, a partir de la medición del campo magnético del corazón de la madre y del bebé, con la aplicación de la matemática, se puede conocer si el corazón del bebé tiene problemas.

En el campo de la contaminación ambiental, desarrollan nuevas técnicas ópticas, y poluciones de referencia. La Unión Europea tiene una nueva regulación que establece el tamaño de la partícula de hollín, la cual no puede ser medida con los equipos que poseen actualmente; ellos están desarrollando el equipo que permitirá hacerlo y son responsables de la aprobación de modelo de ese tipo de instrumento, como paso previo para su producción.

Para la industria, han desarrollado mediciones para la calibración de grandes fuerzas, del orden de los meganewton, de igual forma, trabajan fuerzas muy pequeñas, del orden de nanonewton, por ejemplo la fuerza que se ejerce por un señalador láser que incide sobre una persona, la cual no es capaz de sentir su empuje.

Trabajan la metrología para el futuro. En el campo de la energía renovable, la obtención de energía eólica midiendo parámetros del viento; desarrollan leds solares para simulación de celdas metrológicas que permitan la calibración de estos tipos de dispositivos. Los servicios de salud utilizan las TICS para facilitar el control metrológico legal de los equipos a partir de la accesibilidad de los datos emitidos por los sensores, independientemente del lugar donde se encuentren los metrólogos y los equipos médicos, lo cual permite la utilización de dicha información por diferentes instituciones

Al PTB, como Instituto Nacional de Metrología de Alemania, le corresponde garantizar datos confiables, por ejemplo en debe garantizar que los contadores inteligentes trabajen bien en el proceso de envasado en las industrias, que la información de las transferencias bancarias esté, disponible en microsegundos, porque a partir de ello se tienen beneficios.

Fueron diversas e interesantes las informaciones recibidas, que permitieron a los metrólogos cubanos percibir de manera directa el nivel de desarrollo metrológico alcanzado por el PTB y lo importante que para el desarrollo económico y social de un país es la garantía de mediciones confiables, seguras y comparables.

## **Autora**

### **Dra.C.Ysabel Reyes Ponce**

Académico de Mérito

Academia de Ciencias de Cuba.

Coordinadora Sección de Ciencias Técnicas.

Grupo Promoción de la Ciencia.

Email: [ysabel@academiaciencias.cu](mailto:ysabel@academiaciencias.cu)

Agradecimiento ala MSc. Alejandra Regla Hernández Leonard por la contribución de la foto y sugerencias para mejor comprensión del material.

Sitios recomendados: <http://www.ptb.de> y <http://www.oiml.org>

*Presentado: 8 de noviembre de 2016*

*Aprobado para publicación: 26 de diciembre de 2016*