

CREACIÓN DE UNA BASE DOCUMENTAL PARA PENSAR Y HACER METROLOGÍA

CREATION OF A DOCUMENTAL BASE TO THINK AND MAKE METROLOGY

Ysabel Reyes Ponce

Academia de Ciencias de Cuba, La Habana, Cuba. ysabel@academiaciencias.cu

Fecha de recibido: 13/06/2019

Fecha de aceptado: 27/11/2019

Resumen

La identificación de insuficiencias en la formación profesional, la existencia de problemas para el desempeño de la Gestión Metroológica en el ámbito productivo y empresarial, y la pobre percepción pública de la Metrología como ciencia, determinó la necesidad de buscar las evidencias científicas válidas que permitieran identificar propuestas para la solución de estos problemas. Encontradas estas, se diseñaron estrategias de trabajo que desde el punto de vista conceptual teórico y funcional permitieron tributar a la mejora de los hallazgos. En el trabajo, se dan a conocer los resultados más importantes obtenidos, fundamentalmente en la creación de una base material nacional, en Metrología y el rol de la misma para la preparación de los recursos humanos y su divulgación a los ciudadanos.

Palabras claves: Base documental para metrología, Formación en metrología, Diagnóstico metroológico.

Abstract

The identification of inadequacies in vocational training, the existence of problems for the performance of Metrological Management in the productive and business field, and the poor public perception of Metrology as a science, determined the need to search for valid scientific evidence that would identify proposals for the solution of these problems. Once these were found, work strategies were designed that, from the theoretical and functional conceptual point of view, allowed for the improvement of the findings. In the work, the most important results obtained are disclosed, mainly in the creation of a national material base, in Metrology and the role of the same for the preparation of human resources and their dissemination to citizens.

Keywords: Documentary base for metrology, Training in metrology, Metrological diagnosis.

Introducción

Es prácticamente imposible describir una actividad en la que esté vinculado el hombre o la naturaleza, sin referirse a la Metrología, ciencia de las mediciones y sus aplicaciones¹, su etimología, proviene del griego μέτρον, medida y λόγος, tratado. Su rol es preponderante en el desarrollo de la sociedad, su incidencia es determinante en las actividades científicas, industriales, comerciales y jurídicas, así como en la respuesta a las exigencias crecientes de la salud y el monitoreo medioambiental.

CREACIÓN DE UNA BASE DOCUMENTAL PARA PENSAR Y HACER METROLOGÍA

Si se repasa el desempeño cotidiano, se aprecia que el ser humano, desde su despertar, está relacionado con esta ciencia a través de diferentes magnitudes físicas. Abre los ojos y mira el reloj para ver la hora, se relaciona con el tiempo, quizás ingiere algún medicamento, cuantifica entonces la cantidad que debe tomar, si es líquido, se relaciona con el volumen, y con este también si decide completar en la gasolinera determinado nivel de combustible para el auto. Antes de salir de la casa le informan que han colocado un termómetro a un familiar para cuantificar la fiebre, en este caso, es la magnitud temperatura la que está relacionada; y si entra al mercado a comprar algún producto, al determinarse el peso se está relacionado con la magnitud masa. Así, pudieran citarse innumerables ejemplos de la vinculación del hombre con la Metrología, sin que siempre éste tenga adecuada percepción de ello.

Sobre la metrología, D.I.Mendeleiev, eminente científico ruso, expresó: *La ciencia comienza donde empiezan las mediciones*. Esta expresión se encuentra también escrita como: *La ciencia comienza donde empieza la medición, no siendo posible la ciencia exacta en ausencia de mediciones*.

En su definición, el Vocabulario Internacional de Metrología-Conceptos Fundamentales y Generales, y Términos Asociados,¹ adiciona una nota para señalar que: La metrología incluye todos los aspectos técnicos y teóricos de las mediciones, cualesquiera que sean su incertidumbre de medición y su campo de aplicación. El término incertidumbre que aparece en la nota explicativa, se refiere a la duda que existe sobre la ejecución de la medición, en el sentido de si han sido consideradas todas las fuentes que pueden ser motivo de error. Para fines prácticos, la incertidumbre brinda información sobre cuán bien se ha medido, o sea sobre la calidad del resultado de la medición.

En la medida que crece el desarrollo industrial de una nación, mayor debe ser su capacidad de medición. Los países reconocen la necesidad de tener a escala nacional, una infraestructura coherente en la cual se organicen todos los aspectos de la metrología, valorándose el nivel de desarrollo integral (económico, político, tecnológico, social, entre otros) a partir de la capacidad de medición instalada, de aquí que su impacto, cuando esta se realiza de manera segura, confiable y comparable, tenga una repercusión directa en el mismo; tan es así, que en diversas situaciones se tiende a medir dicho desarrollo a partir del desarrollo que tengan en la Metrología.

La metrología en dependencia del campo de aplicación se identifica como: Metrología Científica, Metrología industrial y Metrología Legal. La metrología científica brinda las bases para las mediciones, asegura trazabilidad consistente al Sistema Internacional de Unidades (SI), sistema de unidades legales en Cuba. Actualmente, este concepto se amplía para dar cabida a la trazabilidad no solo al SI, sino además a otras referencias, teniendo en cuenta el vertiginoso desarrollo de otros tipos de mediciones, como químicas, biológicas y microbiológicas, entre otras.

La Metrología industrial es llamada por algunos autores, por ejemplo, Johnston, Calibración y Trazabilidad. Ella se ocupa de las mediciones realizadas para aplicaciones específicas por ejemplo en magnitudes físicas como tiempo, masa y longitud; magnitudes químicas u otras. Está presente en el control de la calidad de procesos de todo tipo.

La Metrología Legal es la rama de la metrología relacionada con las actividades que resultan de los requisitos regulatorios que se aplican a las mediciones, unidades de medida, instrumentos de medición y métodos de medición, ejecutados por órganos competentes. Para fines prácticos, se puede expresar,

CREACIÓN DE UNA BASE DOCUMENTAL PARA PENSAR Y HACER METROLOGÍA

que la metrología legal se ocupa de las obligaciones técnicas y requisitos legales para asegurar la garantía pública; esto es, asegurar la exactitud de los resultados de mediciones que sean interés del Estado, garantizar su calidad.

En el mundo globalizado de hoy, que alcanza también a la Metrología, las barreras al comercio impuestas por los países desarrollados han ido evolucionando de forma negativa para los países del tercer mundo, ya que actualmente estas se establecen, en gran medida, sobre la base de requisitos técnicos y de un consistente Sistema de Gestión de las mediciones,² que de manera obligada deben ser cumplidos si se quiere alcanzar competitividad internacional. En este caso, para tales países, el impacto de la Metrología toma dimensiones relevantes porque es determinante para apoyar las tareas de perfeccionamiento de la economía, como contribución a elevar su gestión, prestigio internacional y calidad de vida de la población.

En el artículo, primeramente se muestran los antecedentes, el diagnóstico y la importancia de la formación en Metrología, lo que constituye el objetivo trazado. Posteriormente se muestran los resultados del análisis desplegado.

Métodos de investigación

Se aplicaron encuestas, y entrevistas, a directivos y técnicos, sesiones de trabajo en las entidades, para conocer los procesos, y el análisis de documentos organizativos y técnicos de los mismos. Se usan técnicas estadísticas. En el proyecto participaron siete importantes empresas de la capital, tres de producciones y cuatro de servicios. Mediante un diseño teórico conceptual y de experimentación, sobre base científica, con validación estadística de la encuesta utilizando el método Alfa de Cronbach⁵ y validación funcional del método mediante introducción en estudio de casos; se identificaron fortalezas y debilidades en las empresas y se proyectaron acciones necesarias para la mejora en materia de metrología, del personal y de la gestión, al poder contribuir al incremento del aseguramiento metrológico de las mismas, la preparación del personal y la eficiencia y eficacia de los procesos de la organización.

Durante la investigación, debido a la heterogeneidad de las empresas y personas participantes, se hizo evidente que la población utilizada para identificar las necesidades de capacitación en materia de Metrología, podía constituir una muestra significativa de la sociedad, por lo que las acciones realizadas para elevar la cultura metrológica en las empresas beneficiarias del proyecto, podían extrapolarse al resto de la comunidad, lo cual permitió además, la identificación de acciones para contribuir a elevar la percepción de la metrología, en la población.

Antecedentes y diagnóstico

La información obtenida en la interacción con diversas entidades, el análisis de sus métodos y estilos de trabajo para lograr calidad competitiva, las características de las acciones de capacitación para la formación del capital humano vinculado a esta ciencia, y el conocimiento de una pobre percepción pública de los ciudadanos sobre la misma,³ evidenciaron la necesidad de identificar y desarrollar una base documental que tributara a la formación de personal de diferentes niveles, al desarrollo de habilidades para la gestión metrológica y a la elevación de una cultura general integral de los

CREACIÓN DE UNA BASE DOCUMENTAL PARA PENSAR Y HACER METROLOGÍA

Debe además poder consolidar la información obtenida, interpretar correctamente los resultados, elaborar el informe de los mismos, considerando la estimación de la incertidumbre de la medición, como expresión de su calidad.

Resultados y Discusión

Entre los resultados más relevantes obtenidos en la divulgación y creación de una cultura metroológica en Cuba se encuentran:

- Elaboración del Manual de Instrucción para la ejecución del Diagnóstico Metroológico⁶
- Elaboración de los Tabloides⁷⁻⁸ partes I y II correspondientes al curso.
- Diseño, preparación e impartición del curso Metrología para la vida; de Universidad para Todos. Curso con grabación de dos discos como producto bibliográfico.⁹
- Elaboración del libro de divulgación científica Metrología para la Vida.¹⁰
- Elaboración del libro científico técnico Fundamentos de Metrología partes I y II para la enseñanza técnico profesional.¹¹ La portada se muestra en la Figura 2.

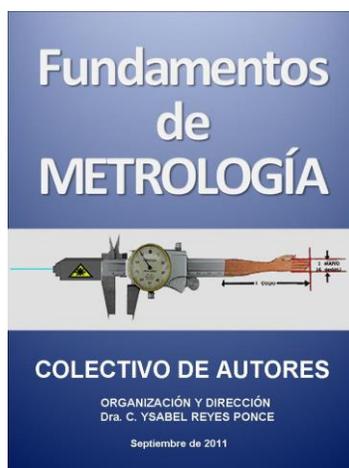


Figura 2. Portada del libro Fundamentos de Metrología

- Revisión del Folleto Informativo sobre el Sistema Internacional de Unidades, SI. Unidades Legales en Cuba.¹²
- Diseño y preparación de los módulos sobre metrología a impartir en la Maestría de Metrología, en la Maestría de Calidad y Medioambiental, y en la Disciplina Normalización.
- Preparación e impartición de cursos de la asignatura Introducción a la Metrología en la facultad de Física de la Universidad de La Habana, el diplomado en Metrología, en dos ediciones en el INIMET. Y los cursos del programa de capacitación del INIMET sobre aspectos generales de Metrología.

Entre los resultados más relevantes alcanzados en la bibliografía de Metrología se encuentra el Manual de Instrucción para la ejecución del Diagnóstico Metroológico. Este manual, brindó los elementos de carácter metodológico organizativo y científico técnico, con las herramientas necesarias para obtener la información requerida con vista a la proyección de la mejora en la empresa. Este manual, con Registro

CREACIÓN DE UNA BASE DOCUMENTAL PARA PENSAR Y HACER METROLOGÍA

número 141-2007 en el Centro de Derecho de Autor (CENDA), sirvió de base para la elaboración de la norma cubana guía parte II, para el Aseguramiento Metrológico en la industria.¹³

Entre los impactos de este resultado se encuentran:

- Establecidos los indicadores de autocontrol de la gestión metrológica orientada a la satisfacción de los clientes y a la protección de los consumidores.
- Incrementada la Cultura en Metrología del personal involucrado mediante los intercambios personales, cursos y talleres.
- Cambio positivo en la mentalidad de los directivos en cuanto a los temas tratados, que se manifestó en la calidad de los planes de mejora elaborados para sus organizaciones.

Otro resultado de mucho valor lo constituyó el Curso Metrología para la Vida y Tabloides acompañantes. Este Curso consta con 16 clases, en 2 DVD, fue transmitido por la Televisión Cubana, en el Canal Educativo, con frecuencia semanal de una hora, como uno de los cursos de Universidad para Todos. Se impartió en el año 2009 y a solicitud, fue retransmitido en el año 2010. El curso incluye la presentación de los temas desarrollados en el libro del mismo nombre, en su vinculación con la vida económica y social del país y videos de apoyo a la actividad docente, filmados en el INIMET y en otros centros especializados.

Los tabloides acompañantes, en dos partes de 16 páginas cada uno, tienen el mismo contenido del curso, con la adición de los temas Diagnóstico Metrológico, Impacto de la Metrología para la Vida y Curiosidades. Fue puesto a disposición de la población cubana en todos los estanquillos de periódicos del país y estuvieron disponibles en el sitio web

www.libreroonline.com>librosdeCuba

El Libro Metrología para la Vida con Registro en CENDA No. 950-2009, cuenta con tres ediciones, la primera edición se publicó en el año 2009, tuvo una edición digital en el año 2012, por la Editorial Académica Española, ISBN 978-3-659-05249-1, en el sitio: <http://www.morebooks.com>; y una segunda edición en Cuba, en el año 2013. Actualmente está lista una cuarta edición del libro, actualizada, y se gestiona su publicación en el 2020. Contiene los temas:

- Acercamiento a la Metrología.
- Metrología Legal y Protección al Consumidor.
- Los Ensayos a Productos una garantía para el Consumidor.
- Sistema Internacional de Unidades en la República de Cuba. Pasado, Presente y Futuro.
- Calibración y trazabilidad.
- Incertidumbre de la Medición.
- Aseguramiento Metrológico a la Economía Nacional.

El Libro Fundamentos de Metrología con Registro en CENDA No. 2472-2011, publicado en noviembre de 2014, cuenta con primera, segunda y tercera reimpresiones en los años 2016, 2017 y 2018, respectivamente. Es un libro de texto de Metrología, con un contenido más allá de su fundamento. En sus 731 páginas se incluyen 22 temas sobre magnitudes tradicionales de amplio uso en la economía, algunos temas emergentes e informaciones sobre la gestión metrológica, que por su

CREACIÓN DE UNA BASE DOCUMENTAL PARA PENSAR Y HACER METROLOGÍA

importancia y nivel de actualidad son de interés para la formación y elevación de la cultura general integral en Metrología, de educandos y profesores. Se ha mantenido por el Ministerio de Educación, la publicación gradual del libro según el número de ejemplares previstos.

Contiene, para la comprensión de dichos temas y su consolidación, ejemplos y ejercicios, además de una bibliografía variada y actual que permite profundizar y enriquecer los conocimientos. Sus temas son:

- Metrología general.
- Errores de medición.
- Incertidumbre de medición.
- Magnitud.
- Medición.
- Métodos de medición.
- Equipos de medición.
- Mediciones dimensionales.
- Mediciones de masa.
- Mediciones de fuerza y dureza.
- Mediciones de presión.
- Mediciones de volumen y flujo.
- Mediciones de temperatura.
- Mediciones eléctricas.
- Mediciones magnéticas.
- Mediciones de tiempo y frecuencia.
- Mediciones químicas.
- Mediciones de radiaciones ionizantes.
- Automatización y control de procesos industriales.
- Nanotecnología.
- Competencia técnica de los laboratorios de ensayo y de calibración.
- Calidad de las mediciones.
- Infraestructura legal y normativa en Metrología.

La base documental elaborada, la incorporación de acciones y actividades realizadas por un número significativo de investigadores de varias entidades del país, para la elevación de la cultura metrológica, ha tenido un impacto positivo, en la formación en metrología, de estudiantes de nivel medio, de nivel técnico superior y universitario, en la formación de directivos, y profesionales en general, y además, un valor agregado con la posibilidad de mejora de los ciudadanos en la identificación de esta ciencia.¹⁴

Diferentes componentes del resultado, han recibido reconocimientos, a nivel de base, municipio, provincia y nación, por el Movimiento del Fórum de Ciencia y Técnica, la Asociación de Economistas de Cuba, el Premio Provincial a la Innovación del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, y el Premio Nacional Anual de la Academia de Ciencias de Cuba, en el año 2015.¹⁵

CREACIÓN DE UNA BASE DOCUMENTAL PARA PENSAR Y HACER METROLOGÍA

Conclusiones

La documentación resultante es una contribución a la implementación de los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución de la República de Cuba, relacionados con la formación y capacitación continuas del personal técnico y los cuadros y la mejoría de la infraestructura técnica, en este caso, relativa al capital humano, en las áreas de normalización, metrología y calidad.

Una mayor divulgación de estos resultados, contribuirá a la formación de profesores y educandos, como elemento fundamental para el pensar y hacer, en metrología; y también, a la elevación de la cultura general integral de los ciudadanos, para mayor comprensión de los procesos de la vida en los que ella juega un papel determinante.

Agradecimiento

A la MCs. Alejandra Regla Hernández Leonard, por valiosas precisiones para la comprensión del contenido.

Referencias bibliográficas

1. NC Oficina Nacional de Normalización. Norma cubana NC OIML V2:2012 (Publicada por la OIML en 2010). *Vocabulario Internacional de Metrología-Conceptos Fundamentales y Generales, y Términos Asociados*. ICP: 17.020; 01.040.17. Segunda edición. La Habana, Cuba; 2012.
2. NC Oficina Nacional de Normalización. Norma cubana NC ISO 10012: 2007 Sistema de Gestión de las mediciones. Requisitos para los procesos de medición y equipos de medición.
3. Reyes P.Y, Hernández L. AR. Public perception of metrology in the Republic of Cuba. *OIML Bulletin* 2010; LI (2): 30-34.
4. BIPM Bureau International des Poids et Mesures. 9. Edición del Brochure del Sistema Internacional de Unidades (SI); [consultado 20 mayo 2019] 2019. Disponible en: <https://www.bipm.org/en/publications/si-brochure/BIPM>
5. Oviedo C.H.; Campos-Arias, A. Aproximación al uso del coeficiente Alfa de Cronbach. *Rev. Col. Psiqui.* 2005; XXXIV (4): 527-580.
6. Reyes P.Y., Hernández L. A.R., Hernández A. M., et al Manual de Instrucción para la ejecución del Diagnóstico Metrológico, *Boletín Científico Técnico INIMET al servicio de la Metrología cubana*, 2008; (2): 25-29.
7. Reyes P.Y., Hernández L. A.R., Hernández R.A.D. Tabloides Curso Metrología para la Vida. Partes I. ISBN 978-959-270-142-7 (Obra completa). Primera edición, La Habana: Editorial Academia; 2009.
8. Reyes P.Y., Hernández L. A.R., Hernández R.A.D. Tabloides Curso Metrología para la Vida. Partes II. ISBN 978-959-270-142-7 (Obra completa). Primera edición, La Habana: Editorial Academia; 2009.
9. Curso Universidad para Todos. Curso grabado con evidencia de dos discos como producto bibliográfico.
10. Reyes P. Y., Hernández L. A.R., Hernández R.A.D. Metrología para la Vida. ISBN 978-959-05-0687-1. . Segunda edición, La Habana: Editorial Científico Técnica; 2013.

CREACIÓN DE UNA BASE DOCUMENTAL PARA PENSAR Y HACER METROLOGÍA

11. Reyes P.Y., et al (21) . Fundamentos de Metrología, Partes I y II. . ISBN 978-959-13-2601-0. (Obra completa). Tercera reimpresión, La Habana: Editorial Pueblo y Educación; 2018.
12. Reyes P.Y. Sistema Internacional de Unidades. Unidades Legales en Cuba. Revisión. (Coautora). Editado en La Habana, Cuba; 2017.
13. NC Oficina Nacional de Normalización. Norma cubana NC Guía 857-2:2013. *Organización y Ejecución de Programas de Aseguramiento Metrológico. Parte 2: Elaboración y Aprobación de los Programas de Aseguramiento Metrológico*. ICS: 01.140.20. Primera edición. La Habana, Cuba; 2013.
14. Reyes P.Y., Hernández L. A.R. Advances in Public Perception of Metrology in the Republic of Cuba. National Metrology Research Institute (INIMET), Cuba. *Sociology and Anthropology*. [consultado 10 diciembre 2018] 2016; 4 (3): 167-173 Disponible en: <http://www.hrpub.org/download/201602229/SA4/19605328.pdf>
15. Reyes P.Y., Hernández L. A.R. Contribuciones a la Metrología, ciencia de las mediciones, y acciones para la capacitación del personal técnico y directivo y la diseminación social de este conocimiento. *Revista Anales* ISSN 2304-0105. Premio Nacional Anual de la ACC, 2015; 2016 (6)3.