REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Consideraciones acerca del desempeño metrológico en unidades de salud

Statements about the metrological performance in health units

Ernesto López Gonzalez[1] Marle Pérez de Armas[2] Yolanda Cabrera Macias[1] Ernesto López Cabrera[3] Tatiana de las Mercedes Escoriza Martínez[4] Ana María Gálvez González[5]

[1] Universidad de Ciencias Médicas de Cienfuegos, Cuba
[2] Universidad Carlos Rafael Rodríguez de Cienfuegos, Cuba
[3] Hospital Pediátrico Universitario Paquito González Cueto, Cienfuegos, Cienfuegos, Cuba
[4] Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Santa Clara, Villa Clara, Cuba
[5] Escuela Nacional de Salud Pública, La Habana, La Habana, Cuba

Cómo citar este artículo:
López-Gonzalez E, Pérez-de-Armas M, Cabrera-Macias Y, López-Cabrera E, Escoriza-Martínez T, Gálvez-González A. Consideraciones acerca del desempeño metrológico en unidades de salud. **Medisur** [revista en Internet]. 2021 [citado 2026 Nov 7]; 19(1):[aprox. 14 p.]. Disponible en: https://medisur.sld.cu/index.php/medisur/article/view/4530

Resumen

Los métodos utilizados para el sistema de gestión de las mediciones van desde la verificación del equipo hasta la aplicación de técnicas estadísticas en el control del proceso de medición. En el sector salud se desarrolla básicamente la confirmación metrológica. En dicho sector, sirve para verificar que las mediciones de los equipos sean confiables, tanto los de diagnóstico como los de terapia, lo que redunda directamente en la seguridad del paciente. El empleo de metodologías para la construcción y aplicación de un indicador de desempeño con enfoque de gestión es lo más acertado en estos tiempos. El objetivo de este trabajo es explicar cómo la evaluación del desempeño metrológico es esencial para la evaluación de la calidad en las unidades de salud, sustentado en procedimientos actualizados para contribuir a crear una cultura metrológica en las organizaciones de dicho sector.

Palabras clave: mediciones, métodos y teorías, técnicas, medidas, equipos de medición, evaluación de procesos, atención de salud

Abstract

The methods used for the measurement management system range from the verification of the equipment to the application of statistical techniques in the control of the measurement process. In the health sector, metrological confirmation is basically developed. In this sector, it serves to verify that the measurements of the equipment are reliable, both those of diagnosis and those of therapy, which directly results in the safety of the patient. The use of methodologies for the construction and application of a performance indicator with a management approach is the most successful in these times. The objective of this work is to explain how the evaluation of metrological performance is essential for the evaluation of quality in health units, based on updated procedures to contribute to create a metrological culture in organizations of this sector.

Key words: measurements, methods and theories, techniques, measures, measurement equipment, process assesment, health care

Aprobado: 2020-10-14 10:22:23

Correspondencia: Ernesto López Gonzalez. Universidad de Ciencias Médicas de Cienfuegos. asesorf@ucm.cfg.sld.cu

INTRODUCCIÓN

La metrología, como la ciencia que estudia los aspectos teóricos y prácticos referidos a la medición de todas las magnitudes, presenta en su tratamiento un alto grado de complejidad como un proceso que atraviesa y afecta a toda la organización. El conocimiento sobre su aplicación es fundamental en la práctica de todas las profesiones con sustrato científico.

La metrología es una ciencia muy antigua y se ha desarrollado en función de las necesidades de la sociedad.[1]

Es también una herramienta que incide sobre los procesos y políticas macroeconómicas de cualquier sociedad y sobre la actitud de las personas frente al manejo de los recursos naturales, materiales y financieros.[2]

El Sistema de Gestión de las Mediciones necesita ser evaluado en las unidades de salud, por lo que la conceptualización de este constructo se asume como la determinación sistemática del mérito, el valor y el significado de algo o alguien en función de unos criterios respecto a un conjunto de normas.

En su forma más simple, la evaluación conduce a un juicio sobre el valor de algo y se expresa mediante la opinión de que ese algo es significativo. Se llega a este juicio calificando qué tan bien un objeto reúne un conjunto de estándares o criterios. Así, la evaluación es esencialmente comparativa.[3]

La Organización Mundial de la Salud, en el informe de su secretaría en 2000, describe el marco para la evaluación del desempeño; los indicadores, métodos y datos utilizados para dicha evaluación; la preparación de un informe inicial sobre el desempeño de los sistemas de salud en el mundo.[4]

La evaluación del rendimiento exige la existencia de indicadores claramente definidos para cada resultado, de métodos para medirlos, de estrategias para reunir datos y de procedimientos para la síntesis y la notificación regular de los resultados.[4]

Un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) proporciona un marco de referencia para planificar, ejecutar, realizar el seguimiento y mejorar el desempeño de las actividades de gestión de la calidad; no necesita ser complicado, más bien es necesario que refleje de manera precisa las necesidades de la organización.[5]

Uno de los principios de gestión establecidos en la Norma Internacional ISO 9001 trata el enfoque basado en procesos. Los procesos de medición deberían considerarse como procesos específicos cuyo objetivo es apoyar la calidad de los productos elaborados o servicios prestados por la organización.

La implementación de un modelo de gestión de la calidad en los establecimientos de atención a la salud contribuirá a ofertar una atención médica con calidad.[6]

Según datos de la Oficina Nacional de Normalización[7] al cierre del 2018, en Cuba, dentro del sector salud, solo tres entidades se encuentran certificadas en SGC. Las mismas son: Clínica Internacional Camilo Cienfuegos, Clínica Central Cira García y Centro Nacional Coordinador de Ensayos Clínicos (CENCEC). Las dos primeras logran la certificación del Sistema Integrado de Gestión (SIG).

En el territorio de Cienfuegos, veinte organizaciones se encuentran certificadas en SGC al cierre de igual período.[7] Ninguna de ellas se encuentra dentro del sector salud.

La actividad de gestión de la calidad no tiene una estructura creada en los centros de salud territoriales excepto en el Hospital Provincial Universitario Dr. Gustavo Aldereguía Lima.

En Cuba, dentro del sector salud, estudiosos del tema como Tamargo y Jiménez[8] en 2009, Tamargo, Jiménez, Gutiérrez y Mora[9] en 2012 han desarrollado investigaciones acerca de la evaluación del desempeño hospitalario.

Las unidades de salud en el territorio tienen bajo su control todo tipo de instrumentación y equipo existente en cada uno de sus procesos a través del “Levantamiento Metrológico”. De igual forma cuentan con sus planes de verificación y calibración bien concebidos. La contratación con los laboratorios de calibración del territorio y fuera de este se mantiene actualizada.

No obstante aún no se ha logrado que se refleje explícitamente en la planificación del presupuesto anual una partida específica para los gastos de la actividad metrológica (Financiamiento, orientado por el Ministerio de Salud Pública [MINSAP] desde el 2013). Además

solo existe plaza para un especialista en metrología por municipio. Los centros de subordinación provincial si tienen su metrólogo específico por unidad. Esto confirma que evidentemente existen problemas conceptuales en el sector salud acerca de la importancia de la actividad metrológica en la prestación de un servicio de calidad.

Por tales razones el objetivo de este trabajo es explicar cómo la evaluación del desempeño metrológico es esencial para la evaluación de la calidad en las unidades de salud, sustentado en procedimientos actualizados.

DESARROLLO

Apuntes epistemológicos acerca del proceso metrológico

La palabra metrología proviene del griego μετρνο medida y λογοζ tratado, por lo que puede definirse como una ciencia, una rama de la física teórica; como el campo del conocimiento concerniente a las mediciones.[10]

La metrología es la ciencia de las mediciones y sus aplicaciones. Este concepto incluye todos los aspectos teóricos y prácticos de las mediciones cualesquiera que sean su incertidumbre de medición y campo de aplicación. Esta ciencia constituye uno de los componentes de la infraestructura de calidad. Los resultados afectan decisiones en muchas disciplinas.[11]

Los procesos de medición, métodos y procedimientos de medición, instrumentación, calibración, determinación de sistemas de medición, verificación, precisión de medición, error de medición, adquisición de datos, evaluación de resultados de medición, formación de evaluaciones estadísticas y determinaciones de calidad son los temas principales de metrología.[12]

Se asume que la metrología puede definirse como la ciencia de las mediciones, los métodos y los medios de medición (instrumentos), que garantizan la uniformidad y precisión requeridas en el arte de medir.

Propiedades o características fundamentales del proceso metrológico

Importancia de la metrología

Molina expresa que obtener mediciones exactas y confiables es un requisito fundamental para toda organización, fundamentado en las siguientes razones:[13]

- Base de los conocimientos científicos, del desarrollo de la tecnología, la automatización y la normalización.
- Necesaria en procesos de producción, investigación científica, en el transporte y la comunicación.
- Protege la salud y la seguridad del ciudadano, así como los intereses del consumidor y del país.

El equipo del proyecto científico técnico de la Oficina Nacional de Normalización (ONN) en el Compendio del Metrólogo Cubano explicita que: "La importancia de la metrología radica en que tanto empresarios como consumidores necesitan saber con suficiente exactitud cuál es el contenido exacto de un determinado producto. En este sentido, las empresas deben contar con buenos instrumentos de medición (balanzas, termómetros, reglas, pesas, etc.) para obtener medidas confiables y garantizar buenos resultados en el proceso de fabricación de un producto.[14]

Reyes en 2009 sustenta la importancia de la metrología en lo siguiente: las mediciones son importantes para garantizar la optimización y calidad de los procesos tecnológicos, son las principales fuentes de información sobre la eficiencia de los procesos tecnológicos, constituyen la base sobre la cual se fundamentan todas las transacciones comerciales, desempeñan un papel decisivo en la salud y en la protección del medio ambiente y coadyuvan a la obtención de las evidencias científicas válidas para la credibilidad de los resultados de la investigación científica.[10]

Es, asimismo, una herramienta esencial para muchas disciplinas como la medicina (resonancias magnéticas, electrocardiógrafos, radioterapia y un sinfín de instrumentos precisan de la metrología); donde un error puede suponer entrar en tratamiento o no o en sobretratar a un paciente o extralimitarnos en la dosis necesaria.

Se asume que las mediciones desempeñan un papel relevante en las actividades técnicas, productivas, científicas y de servicios en la economía, porque ellas contribuyen a garantizar que se obtengan, como resultado de dichos

procesos, productos y servicios con una alta calidad competitiva.

Conceptos clave del proceso metrológico

Se deben definir algunos términos claves o básicos sin los cuales no se puede hablar de esta ciencia, apegados al Vocabulario Internacional de Metrología (VIM) del Comité Conjunto de Guías en Metrología.[15] Los mismos son los siguientes:

La palabra "medida" puede tener distintos significados en lengua española. Se ha introducido la palabra "medición" para describir la acción de medir, sin provocar ambigüedad. Eso no significa que la utilización de la palabra "medición" en lugar de "medida" en estos términos no sea aceptable, si se encuentra conveniente hacerlo.

Alta dirección: persona o grupo de personas que dirige y controla una organización al más alto nivel.

Medición: medida, proceso que consiste en obtener experimentalmente uno o varios valores que pueden atribuirse razonablemente a una magnitud. Las mediciones no son de aplicación a las propiedades cualitativas. Una medición supone una comparación de magnitudes o el conteo de entidades. Una medición supone una descripción de la magnitud compatible con el uso previsto de un resultado de medida, un procedimiento de medida y un sistema de medida calibrado conforme a un procedimiento de medida especificado, incluyendo las condiciones de medida.

Magnitud: propiedad de un fenómeno, cuerpo o sustancia, que puede expresarse cuantitativamente mediante un número y una referencia.

Mensurando: magnitud que se desea medir.

Unidad de medida: magnitud escalar real, definida y adoptada por convenio, con la que se puede comparar cualquier otra magnitud de la misma naturaleza para expresar la relación entre ambas mediante un número.

Instrumento de medición: dispositivo utilizado para realizar mediciones, solo o asociado a uno o varios dispositivos suplementarios.

Método de medición: descripción genérica de la secuencia lógica de operaciones utilizadas en una medición. Pueden clasificarse como: método de sustitución, método diferencial, método de cero, método directo, método indirecto. (Ver IEC 60050-300:2001).

Procedimiento de medición: descripción detallada de una medición conforme a uno o más principios de medida y a un método de medida dado, basado en un modelo de medida y que incluye los cálculos necesarios para obtener un resultado de medida.

Un procedimiento de medida se documenta habitualmente con suficiente detalle para que un operador pueda realizar una medición. Un procedimiento de medida puede incluir una incertidumbre de medida objetivo. El procedimiento de medida a veces se denomina *standard operating procedure* (SOP, en inglés), o *mode operatoire de mesure*, en francés. Esta terminología no se utiliza en español.

Resultado de medición: conjunto de valores de una magnitud atribuidos a un mensurando, acompañados de cualquier otra información relevante disponible.

Dos condiciones deben complementarse para realiza mediciones significativas:[16]

a. La medición debe ser precisa, lo cual significa que el proceso de medición debe dar esencialmente el mismo valor en cualquier lugar. La diferencia entre valores dados repetidos es la precisión. Mientras más pequeña es la diferencia, más alta es la precisión.
b. La medición debe ser exacta, lo cual significa que el valor logrado debe ser tan cercano al valor real o al valor correcto como sea posible; por ejemplo el valor obtenido por un proceso de medición cercano al valor obtenido por otro proceso de medición.

Institucionalización de la metrología a nivel regional

Las organizaciones regionales de metrología (RMO) son asociaciones regionales de institutos nacionales de metrología. Tienen una amplia gama de actividades dentro del marco del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (CIPM-MRA, por sus siglas en inglés).[17]

Actualmente se reconocen seis RMO que son:[17]

- Sistema de metrología intraafricana (AFRIMETS).
- Programa de Metrología de Asia Pacífico (APMP).
- Cooperación Euroasiática de las Instituciones Metrológicas Nacionales (COOMET). Cuba participa en ella con el Instituto Nacional de Investigaciones en Metrología (INIMET).[18]
- Asociación Europea de Institutos de Metrología (EURAMET).
- Asociación del Golfo para Metrología (GULFMET).
- Sistema Interamericano de Metrología (SIM) .

Infraestructura Nacional de Calidad

La Infraestructura Nacional de Calidad constituye la base del Sistema Nacional de Normalización, Metrología, Calidad y Acreditación, formado además por el soporte técnico-material, y está integrada por la Normalización, la Metrología y la Acreditación como elementos vitales que garantizan la conformidad de bienes y servicios. Es dirigida por el Estado y la integran todas sus instituciones, el sistema empresarial y demás formas de gestión. Para la implementación de la infraestructura de calidad el país dispone de la Oficina Nacional de Normalización (ONN) y el Órgano Nacional de Acreditación de la República de Cuba (ONARC) como organizaciones gubernamentales.

La ONN[19]es una organización gubernamental, adscripta al Ministerio de Ciencias, Tecnología y Medio Ambiente y según el acuerdo 5179 del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros, es la institución creada para proponer, organizar y ejecutar, según corresponda, la aplicación de la política estatal en materia de normalización y calidad y en razón de dicho objetivo su sistema organiza, coordina, ejecuta y controla el trabajo de normalización nacional y planificación de las actividades vinculadas con la normalización y la calidad; es el órgano principal de la Inspección supervisión estatal de la calidad , es el Órgano Nacional de Certificación; en relación con la Metrología es la autoridad nacional en metrología y en relación con ello establece los principios y regulaciones generales para la organización y régimen jurídico de la actividad metrológica en Cuba. Es la entidad coordinadora del Sistema Nacional de Control de Alimentos.

Las actividades de normalización, metrología, calidad y acreditación se sustentan en los resultados del trabajo de la normalización internacional que armonizan los requisitos y buenas prácticas en estas materias y Cuba participa en estas actividades. En este contexto las normas desempeñan el rol fundamental de establecer los requisitos que deben cumplir los bienes y servicios, la gestión de las organizaciones, los ensayos y en los últimos años, incursionan entre sus prioridades en los riesgos, los recursos energéticos, el medio ambiente, la economía, finanzas, certificación de los activos, cadena global de suministros y calidad e infraestructura de los gobiernos locales que las hacen imprescindibles en el desempeño de todas las ramas y sectores de la sociedad para trabajar con eficacia, eficiencia y competitividad, coadyuvando al desarrollo de la economía, el comercio y la calidad de vida de los ciudadanos.

Acercamiento al Servicio Nacional Metrológico

Para la contextualización del tema en Cuba, se necesita esbozar brevemente algunos aspectos acerca del Servicio Nacional Metrológico.[10]

El Servicio Nacional de Metrología (SENAMET) de la República de Cuba está integrado por:[10]

1. La Oficina Nacional de Normalización como autoridad nacional de metrología y órgano de dirección.

2. El Instituto Nacional de Investigaciones en Metrología (INIMET), como INM, y los laboratorios designados Centro de Isotopos (CENTIS) y el Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones (CPHR), responsables de garantizar la trazabilidad metrológica y diseminar las unidades del SI.

3. Los centros territoriales y laboratorios provinciales de metrología pertenecientes a la oficina, son las autoridades locales de metrología y ejecutan las actividades del Servicio Nacional de Metrología en el territorio de su competencia.

4. Los laboratorios acreditados y autorizados de calibración y ensayos de instrumentos de medición de los organismos y empresas de la economía.

5. Autoridades de supervisión (inspectores) metrológica.

Las funciones del Servicio Nacional de Metrología

son las siguientes:[10]

1. Mantener actualizado y controlar el uso de las unidades de pesas y medidas.

2. Establecer y conservar los patrones nacionales de las unidades de medida legales y garantizar su trazabilidad con los patrones internacionales.

3. Establecer los esquemas de trazabilidad de los instrumentos de medida y controlar la vigencia del certificado de los patrones.

4. Disponer de la base de patrones de adecuada exactitud, para garantizar la trazabilidad de las unidades de medida.

5. Establecer la política y organización de la reparación de los instrumentos de medida patrones.

6. Elaborar las disposiciones legales relacionadas con la metrología.

7. Regular y controlar lo relacionado con los instrumentos de medida y métodos de medida que respalden la salud pública, el medio ambiente, la seguridad técnica, los usos postales y fiscales, las transacciones comerciales y las evaluaciones legales.

8. Organizar y ejecutar la actividad de metrología legal y el control metrológico.

9. Organizar el sistema de materiales de referencia y los materiales de referencia certificados, así como regular los datos de referencia normalizados.

10. Elaborar y mantener actualizadas las normas cubanas relacionadas con la metrología.

11. Promover y divulgar lo concerniente a la información vinculada a la metrología.

12. Regular, supervisar y controlar los aspectos metrológicos de la fabricación, importación, venta, arrendamiento y reparación de los instrumentos de medida.

13. Evaluar, registrar y supervisar los laboratorios de calibración y ensayos de instrumentos de medida, según los procedimientos reglamentados.

14. Participar a instancias de partes interesadas u oficio en las investigaciones periciales y oficiales sobre los instrumentos de medida y equipos, su uso, resultados de las mediciones, ensayos o mediciones especiales con vista a detectar los fraudes.

15. Representar al país, a través de la Oficina, en las actividades internacionales relacionadas con la metrología.

16. Promover la enseñanza de la metrología.

17. Dirigir, ejecutar y coordinar las investigaciones y actividades científicas para el desarrollo de la metrología.

Entre sus principales resultados se encuentran:[10]

- Ejecución de más de 800 000 servicios de verificación y calibración a sistemas e instrumentos de medida.
- Reconocimiento desde 2008 por parte de COOMET de que los sistemas de gestión de calidad del INIMET, CENTIS y CPHR cumplen con los requisitos de la ISO/IEC 17025:2005.
- Publicadas más de 100 segmentos de CMC en la base KCDB del BIPM.
- Aprobados y registrados más de 450 modelos de familias de sistema e instrumentos de medida.
- Evaluados y emitidos los requerimientos de metrología de más de 100 inversiones en todo el país.

El Servicio Nacional Metrológico[10] alcanza a todo el territorio nacional a través de sus centros territoriales y sus Laboratorios de Metrología provinciales.

Metrología en el sector salud

Las mejoras en la esperanza de vida y la salud de las personas han sido impulsadas por la innovación constante en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades y afecciones médicas. La asistencia sanitaria de alta calidad se basa en las mediciones físicas, químicas y biológicas precisas que se utilizan para diagnosticar afecciones de salud y garantizar que las terapias se administren de manera segura y efectiva.[20]

Por lo general, las decisiones médicas, a menudo, se basan en estadísticas, análisis y conclusiones de estudios clínicos. Las medidas se incorporan dentro de estos estudios correlacionadas con otros hallazgos médicos. Por lo tanto las medidas médicas son solo piezas dentro del complejo

proceso de toma de decisiones médicas en general, pero contribuyen de manera relevante al desarrollo del mismo.[21]

La metrología en el sector salud se encarga de asegurar que los equipos empleados en un proceso asistencial operen dentro de los límites de calidad establecidos por los fabricantes, para las magnitudes fisiológicas asociadas a los dispositivos. Esto brinda confianza a los profesionales de la salud, en los resultados diagnósticos, en la intervención y el tratamiento de los pacientes.[22]

Generalmente en los equipos biomédicos se encuentran instrumentos para medir magnitudes físicas y fisiológicas. A continuación se relacionan algunas:[23]

Magnitudes físicas: voltaje, corriente, impedancia, frecuencia, capacitancia, energía, presión, flujo, temperatura, masa (instrumento de pesar).

Magnitudes fisiológicas: gasto cardíaco, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, presión invasiva, presión no invasiva, temperatura.

Es importante el papel que desempeña la metrología en la salud y el medio ambiente por la utilización y apoyo al método clínico, en el tratamiento de los pacientes así como en los procesos docentes e investigativos.

A tenor de lo anterior y dada la importancia de elevar la cultura general en metrología, es propósito presentar sus bases legales en Cuba y las perspectivas de desarrollo en el Sistema Nacional de Salud (SNS).

Al mencionar el marco político de la metrología en Cuba, se evidencia que la misma está refrendada en los Lineamientos 135 y 216 de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución.[23]

Es necesaria una mirada de actualidad desde la metrología al Sistema Nacional de Salud (SNS) y sus perspectivas. La metrología es costosa, lo que repercute en el alcance de sus capacidades. Son innumerables los esfuerzos que se realizan para contribuir a su desarrollo en correspondencia con las prioridades y necesidades a través de inversiones, la utilización de resultados de la ciencia e innovaciones.

A pesar de lo avanzado, se requiere desarrollar esta actividad teniendo en cuenta la puesta en marcha de cientos de equipos e instrumentos de medición con tecnologías muy avanzadas en función de los servicios de salud.

El aseguramiento metrológico de la tecnología utilizada en el sector ha estado soportada, fundamentalmente, por el Servicio Nacional de Metrología (SENAMET), además, el SNS tiene una red de servicios de electromedicina, que dentro de sus funciones tiene la de reparar y calibrar equipos e instrumentos de medición, con un determinado alcance.

Uno de los elementos importantes de la metrología en la práctica médica es en la medicina nuclear. En ese sentido el Centro de Isótopos (CENTIS) ha diseñado y construido tecnologías apropiadas en fase de introducción en el país; además de ofrecer de manera sistemática asesoría, así como capacitaciones impartiendo el curso "Prácticas de calidad para las mediciones de actividad con activímetros en medicina nuclear".

El desarrollo y establecimiento de patrones de medición de la actividad de emisores de radiaciones gamma, beta-gamma y beta puros, permite garantizar el aseguramiento metrológico de las mediciones y calibraciones de los radionúclidos en los procesos de la producción y la aplicación de los productos radiofarmacéuticos, así como de las mediciones ambientales de estos emisores de radiaciones ionizantes.

Las capacidades de medición y calibración del CENTIS para emisores gamma y beta puros han sido reconocidas por el Buró Internacional de Pesas y Medidas (BIPM). Como elemento de importancia estratégica, se desarrollan proyectos científicos-técnicos, para continuar fortaleciendo la metrología de radionúclidos y ofrecer respuesta consecuente a los requerimientos del desarrollo previsible, sobre todo en la medicina nuclear y la radioterapia.

Como parte de la Estrategia Nacional de Gestión de la Calidad en el sector de la salud, se han adoptado un conjunto de medidas y acciones con vistas a desarrollar la metrología en función de garantizar la trazabilidad, uniformidad y confiabilidad de las mediciones e incrementar la calidad de los servicios. Para el logro de estos fines se ha trabajado en la organización de la estructura y los procesos relacionados con la metrología lo que incluye la formación y

superación de los recursos humanos, las inversiones y el control de lo establecido legalmente para esta materia.

Se diseñó el organigrama, se formaron especialistas, se declararon las funciones contextualizadas a los servicios que brinda el sector de la salud y en correspondencia con lo establecido en la Resolución 77/2009 del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social todo lo cual favorece la cobertura de las unidades y territorios con personal capacitado, garantiza el control y cumplimiento de las legislaciones vigentes para esta actividad.

Con el objetivo de contribuir al control de los estados de aptitudes de los equipos e instrumentos de medición que se disponen, se diseñó una base de datos para ser implementada en las unidades de salud, la cual está en concordancia con lo establecido en la Norma Cubana NC Guía 857 "Organización y Ejecución de Programas de Aseguramiento" en sus dos partes.

Para incrementar la cultura, en el personal de la salud, en materia de metrología se implementa una estrategia educativa en cascada, además se incluyó la disciplina "Metrología, Normalización y Gestión de la Calidad" en el currículo para la formación de licenciados en tecnologías de la salud en seis de sus perfiles y se han diseñado postgrados y proyectos de investigación para formar capacidades en esta materia.

El MINSAP en coordinación con el Ministerio de Educación Superior (MES) en 2019, proyecta las bases para la apertura de la carrera de Ingeniero Metrólogo de ciclo corto con duración de 2 años, para incrementar la competencia de los metrólogos de la salud.

Leyes que rigen el proceso metrológico

La metrología se apoya en la Física (es tal vez la más antigua de todas las disciplinas académicas, ya que la astronomía es una de sus subdisciplinas; no es sólo una ciencia teórica; es también una ciencia experimental; se le puede considerar la ciencia fundamental o central, ya que incluye dentro de su campo de estudio a la química, la biología y la electrónica, además de explicar sus fenómenos; incentiva competencias, métodos y una cultura científica que permiten comprender nuestro mundo físico y viviente; contribuye a la conservación y preservación de recursos, facilitando la toma de conciencia y la participación efectiva y sostenida de la sociedad en la resolución de sus propios problemas).

La metrología desde lo procedimental, incluyendo lo conceptual y lo valorativo se sustenta en las leyes que gobiernan el Universo que han sido un objetivo central de la física desde tiempos remotos, como la ley de la gravitación universal y la mecánica clásica de Newton, la comprensión de la naturaleza de la electricidad y su relación con el magnetismo, la teoría de la relatividad general de Einstein, el desarrollo de la termodinámica y el modelo de la mecánica cuántica a los niveles de la física atómica y subatómica.

La Convención del Metro a través de la Organización Internacional de Metrología Legal (OILM) de conjunto con el Comité Conjunto de Guías en Metrología (JCGM) suministra una base común internacional para la elaboración de leyes y reglamentos nacionales (dirigidos esencialmente a las seis organizaciones regionales de metrología (RMO) en el marco del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (CIPM-MRA) ligados con la metrología. Los países institucionalizan y organizan la metrología a través del marco legal correspondiente y con redes de laboratorios dirigidas a garantizar la metrología en todas sus tendencias.

Según Akdogan en las normas se consideran referencias de medición. Los estándares básicos sobre metrología son la base de la trazabilidad, que se define como una medida por la cual el resultado puede relacionarse con una referencia a través de una cadena ininterrumpida de calibraciones. El uso de sistemas de unidades estandarizados internacionalmente, *Vocabulary of Metrology* (VIM), *Guide to the International Uncertainty Measurements* (GUM) o *Internationally Standardized Measurement Management Systems* ayuda a mejorar la confiabilidad de los resultados.[12]

Según Mejías et al.[23]en Cuba, incluyendo el SNS, desde el punto de vista legal la metrología está soportada por las normas jurídicas siguientes:

El Decreto Ley No. 62. De la implantación del sistema internacional de unidades del 30 de diciembre de 1982.

El Decreto Ley No. 183 del 23 de febrero de 1998 "De la Metrología", constituye…la legislación sobre el Servicio Nacional de Metrología.

Decreto No.271/2001 del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros del 10 de enero del 2001 "Contravenciones de las regulaciones establecidas sobre metrología".

Disposición General 01, de noviembre de 2012 "Instrumentos de medición sujetos a la verificación y a los campos de aplicación donde serán utilizados"

Ley No. 41 de la Salud Pública establece en sus Disposiciones Generales, Artículo 12, Capítulo XI, Artículos 180 y 181.

La Resolución 60 de la Contraloría General de la República de Cuba establece Capítulo tercero, Sección tercera, Actividades de control, Artículo 12.

La importancia de la Metrología Biomédica[24] radica en que tiene como fin asegurar la confiabilidad de las mediciones de los equipos biomédicos que se utilizan en las entidades prestadoras de servicios de salud.

La metrología tiene un alto valor en los sistemas de calidad y en la confirmación de los valores entregados por diferentes equipos con el fin de obtener los resultados adecuados. Pero cuando ese resultado esperado tiene que ver con la salud de un paciente adquiere una relevancia más alta, ya que todo equipo biomédico debe dar la seguridad suficiente a los profesionales, o pacientes de que se puede confiar en ellos.[24]

En el sistema de salud se dispone de una diversidad de instrumentos de medición para realizar diagnóstico y terapia a los pacientes. Algunos elementos pueden tener una influencia significativa en los datos obtenidos pudiendo presentar variabilidad con respecto a las condiciones reales de salud de los pacientes, lo que se puede reflejar en información incorrecta que provoque la toma de decisiones equivocadas al momento de diagnosticar y proporcionar terapias a los pacientes. Lo anterior puede deteriorar la salud de los pacientes atendidos y, por consecuencia, su calidad de vida.[25]

En la práctica, la metrología puede evitar:[25]

- Falsos diagnósticos: habitualmente, el médico toma datos del paciente para el diagnóstico como son presión arterial, peso, temperatura, frecuencia cardiaca y respiratoria y otros según sea el caso.

En el caso de la presión arterial, el médico usa un tensiómetro o un monitor de signos vitales para tomar la presión arterial del paciente y verificar en qué rango se encuentra. Puede medicarlo entonces como hipertenso o hipotenso por un error del equipo que no fue tomado en cuenta a la hora de la toma de datos.

- Terapias inapropiadas: existen diversos equipos biomédicos que se utilizan para brindar terapia o realizar algún tratamiento a los pacientes, como ventiladores pulmonares, desfibriladores, flujómetros, electro-bisturís, etc.

Los ventiladores pulmonares cuentan con parámetros ajustables para la terapia de pacientes como son: fracción inspirada de oxígeno FiO2, presión de la vía aérea, volumen corriente, volumen total, presión al final de la espiración (PEEP), flujo y frecuencia. Los parámetros ventilatorios son ajustados según las indicaciones del médico para el tratamiento ventilatorio de los pacientes.

Si el ventilador pulmonar presenta desajustes considerables respecto a las tolerancias establecidas para el tratamiento de los pacientes, se pueden presentar complicaciones asociadas al uso de los mismos como el volutrauma, atelectrauma, entre otros.

Por esta razón es necesario que las instituciones prestadoras del servicio garanticen resultados confiables de las medidas tomadas y que los resultados de las mediciones tengan una referencia a través de procedimientos continuos y documentados de calibraciones. Ya que el envejecimiento de los componentes, los cambios de temperatura y humedad y el estrés mecánico y electrónico que soportan los equipos médicos, deterioran poco a poco su funcionamiento. Cuando esto sucede, las mediciones comienzan a perder confianza y se refleja tanto en el diseño como en la calidad del producto y/o servicio que ofrece. Este tipo de situaciones puede ser evitado, por medio del proceso de calibración.

Pero la calibración por sí sola no sirve, el ingeniero biomédico o personal encargado en conjunto con el personal asistencial, debe establecer tolerancias en sus procesos y verificar los resultados de cada uno de sus equipos, para poder lograr:[25]

- Mejorar la seguridad del paciente.
- Contar con resultados confiables para la toma

de decisiones en el proceso médico asistencial.
- Cumplir con los requisitos exigidos en la normatividad técnica internacional.
- Incrementar la credibilidad de la institución.
- Reducir los márgenes de error.
- Incrementar la confiabilidad en la prestación de servicios de salud.
- Optimizar recursos y tiempo.
- Reducir costos de no calidad.
- Contar con un nivel apropiado de calidad de las mediciones.
- Contar con credibilidad de las mediciones relativas a los controles oficiales a la salud.

Internacionalmente existen diferentes organizaciones relacionadas con la metrología, el desarrollo científico y la competencia de los laboratorios clínicos como el Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM), la Federación Internacional de Química Clínica y Medicina de Laboratorio (IFCC) y la Cooperación Internacional de Laboratorios Acreditados(ILAC) que han desarrollado una infraestructura que ha permitido garantizar las mediciones que se realizan en los distintos ensayos realizados por laboratorios clínicos, las cuales resultan ser muy críticas y se deben asegurar que sean trazables para contribuir a la confiabilidad de las mismas.[25]

Las organizaciones internacionales relacionadas a la metrología y a la competencia de los laboratorios clínicos, trabajan promoviendo una plataforma que permita la comparabilidad de mediciones realizadas en esta área, además en muchos países se han desarrollado guías técnicas que proporcionan a los laboratorios clínicos fundamentos y conocimiento para aplicar la trazabilidad en cada una de sus mediciones.

En el caso puntual de laboratorios clínicos, para su implementación se usa la Guía ILAC G13: 2000, la cual se encuentra basada en las Normas ISO 9001 y 17025, razón por la cual es necesario iniciar con la aplicación de estas normas para lograr una implementación de un sistema de gestión de calidad adecuado que permita un control de procesos, tener un cronograma de calibración de los equipos utilizados, el uso adecuado de materiales de referencia certificados, la detección de no conformidades y obliga a los laboratorios acreditados a tener descrito protocolos frente a la identificación y solución de errores en los distintos procesos que se desarrollan en los laboratorios clínicos.[25]

Contextualización de las actividades de Normalización, Metrología y Calidad en servicios de salud de Cienfuegos

No se puede hablar de calidad en los servicios de salud en Cienfuegos sin mencionar en apretada síntesis estos antecedentes:

En el Hospital Provincial Docente Gustavo Aldereguía Lima de Cienfuegos (HGAL), desde el año 2005 se logró establecer un Sistema de Gestión de la Calidad por la ISO 9001 con alcance a seis (6) servicios que son: Servicios de sistencia de Cuidados Intensivos Polivalente; Servicios asistenciales de Neonatología; Servicios de Cirugía Oftalmológica, Servicios Asistenciales de Cardiología, Servicios de Diagnósticos por Imágenes (ultrasonido, tomografía mono- y multicorte y resonancia magnética) y Servicios de Atención a la Población e Información, de los 35 que realmente están relacionados con la atención al paciente. La última certificación se realizó en Abril/09. En el 2013 no se solicitó la recertificación por no existir condiciones objetivas para el cumplimiento de los requisitos (Se perdió la certificación por problemas en la contabilidad del Centro Especializado Ambulatorio (CEA) que es un apéndice del HGAL.

En noviembre 2012 se inició la capacitación de los recursos humanos que participarían en la elaboración de la documentación para la implantación del SGC y la Certificación ISO 9001 de un servicio, al menos, del Hospital Psiquiátrico de Cienfuegos. Se contrataron los servicios de expertos de Registro Cubano de Buques (RCB). No se apoyó correctamente el trabajo y se paralizó el proceso.

La alta dirección del Hospital Pediátrico Universitario Paquito González Cueto (HPU) planificó comenzar en enero del 2013 la capacitación del personal que intervendría en la elaboración de la documentación para la implementación del SGC y la certificación de dos servicios como mínimo. Se contrataron los servicios de expertos de (RCB). No se le dio continuidad al trabajo y se perdió.

En las unidades de salud del territorio se pone énfasis en el proceso de Acreditación Hospitalaria por la Junta de Acreditación de Salud (JUNAS) y no por las normas ISO de Gestión de la Calidad con los siguientes estándares: estándares centrados en la atención y seguridad del paciente, estándares de gestión y seguridad hospitalaria y estándares de docencia e investigación. Se aspira a incorporar al Hospital

Psiquiátrico Provincial (HPP) a este movimiento. Esto responde al objetivo 4 de la Estrategia nacional de gestión de la calidad en salud.

En el Banco de Sangre provincial de Cienfuegos en febrero 2013 se solicitó la Certificación por la ONN del SGI (SGC-SGA- SGSST) con un alcance a los tres (3) procesos claves del centro, siendo los mismos los siguientes: proceso de producción de componentes, proceso de donación de sangre, proceso de certificación de sangre y liberación de componentes. No se logró pues existieron brechas en el Sistema Económico. En 2017 se logró la Certificación de Buenas Prácticas para Establecimientos de Sangre por la autoridad reguladora de medicamentos (CECMED) para la comercialización de sus productos.

En la Universidad de Ciencias Médicas de Cienfuegos (UCM), Consultores Asociados (CONAS) desarrolló la etapa de diagnóstico para comenzar el diseño del SGC. No se continuó el trabajo. La evaluación externa por la Junta de Acreditación Nacional (JAN) del Ministerio de Educación Superior a este centro ocurrió del 13 al 16 de octubre del 2015, otorgándosele a la UCM la evaluación de IES Calificada. La carrera de Estomatología resultó certificada de Excelencia en el curso 2013-2014, debiendo reevaluarse nuevamente en 2023.

De igual forma en octubre de 2019 la UCM logra la acreditación por la JAN de tres especialidades de postgrado como son Medicina Interna, Terapia Intensiva y Pediatría. Las dos primeras obtienen Categoría Excelente y la última Certificada.

En resumen la metrología es una ciencia crucial que incluye sus estándares, sistemas de unidades, instrumentos, procedimientos de calibración, incertidumbres, inspección y temas de control de calidad en muchas industrias y en muchas ciencias como la natural y ciencias aplicadas en diferentes tamaños como micro y nanometrología que sirven para mejoras sostenibles. Al igual que hoy, siempre habrá investigaciones valiosas en el campo de la metrología, con la ayuda de desarrollos tecnológicos para apoyar las investigaciones científicas en el futuro. El cuidado tomado en la confiabilidad de las mediciones y su trazabilidad siempre será crucial. La metrología es muy útil para la humanidad si se realiza de acuerdo con sus normas y estándares internacionales.[12]

Evaluación del desempeño metrológico

Silenis et al.,[26] en 2008, coinciden con el criterio expuesto por Beltrán,[27] en 2006 planteando que para lograr un impacto de las actividades metrológicas en el resto de los procesos de la organización requiere la estructuración de procedimientos para la evaluación sistemática del desempeño, analizando adecuadamente sus requisitos y gestionando los procesos que van a garantizar la calidad desde enfoques de eficacia y eficiencia. La evaluación del desempeño se define como el estudio que se realiza con el objetivo de demostrar que las características funcionales o de desempeño del diagnosticado responden al propósito para el que fue diseñado.

Autores como Dolan et al.,[28] en 2007 sugieren que la evaluación del desempeño se define como un procedimiento estructural y sistemático para medir, evaluar e influir sobre los atributos, comportamientos y resultados relacionados con el trabajo, con el fin de descubrir en qué medida es productivo el empleado, y si se puede mejorar su rendimiento futuro.

Sánchez y Bustamante[29] en 2008 señalan que "Las organizaciones necesitan conocer cómo están desempeñando sus labores los empleados, a fin de identificar quiénes efectivamente agregan valor y cuáles no, para esto se lleva a cabo la evaluación del desempeño, en donde es posible asignar calificaciones a los empleados, para que de esta forma se pueda discriminar entre empleados efectivos e inefectivos."

Existe consenso entre los autores mencionados en relación con el concepto de evaluación de desempeño, centrándose en la forma de medir el aporte de cada trabajador al logro de objetivos.

En resumen, la evaluación de desempeño se considera un proceso sistemático y periódico de estimación cuantitativa y cualitativa del grado de eficacia con el que las personas llevan a cabo las actividades y responsabilidades de los puestos que desarrollan. Su finalidad es juzgar o estimar el valor, la excelencia y las cualidades de un proceso y, sobre todo, su contribución a la organización.

Se asume que la evaluación del desempeño metrológico es un procedimiento de valoración estructurado, sistemático y periódico de estimación cualitativa y cuantitativa, que permite determinar la capacidad del proceso metrológico para gestionar adecuadamente sus recursos en concordancia con los objetivos y metas establecidas, lo que coincide con González y

Barrera.[30]

De las definiciones anteriores se evidencia la necesidad de establecer indicadores que permitan de forma efectiva evaluar el desempeño, demostrando su evolución a lo largo del tiempo y permitiendo su comparación con referenciales internos y externos.

En este sentido autores como Gabriel et al.[31] en 2011 elaboran indicadores mediante ejes conductores que apuntan a la necesidad de considerar las políticas a tratar teniendo en cuenta la experiencia de los expertos involucrados en el proceso para luego ser identificados bajo tres grupos: indicadores de proceso, de estructuras y resultados.

En México, el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL)[32] en 2014 parte, para la creación de indicadores, del análisis de la capacidad de definición de objetivos de la empresa, para así orientar la acción de estos en metas de desempeño, vinculando estos indicadores con los propósitos esenciales de la organización, mediante un ciclo básico compuesto por diez pasos: identificación y/o revisión de: misión: productos clientes y objetivos estratégicos; establecer las medidas de desempeño claves: eficacia, resultados finales e intermedios, eficiencia, economía, procesos, calidad y productos; asignar las responsabilidades; establecer los indicadores en cada nivel de la organización; establecer los referentes comparativos; construir las fórmulas; recolectar los datos y generar sistemas de información; validar los indicadores; analizar e interpretar los resultados; comunicar e informar.

Al consultar las diferentes fuentes bibliográficas se demuestra la necesidad de elaborar indicadores para evaluar el desempeño de un proceso, lo que debe ser aplicado al campo de la metrología, siendo esta temática escasa en la literatura analizada.

La implementación de la evaluación del desempeño metrológico (EDM) se realiza en correspondencia con lo establecido en la ISO 10012:2003, basada en el ciclo de Deming, lo que le ofrece un alto nivel de interacción con el resto de las normas ISO correspondientes a los diferentes sistemas de gestión. Este proceso comienza con la planificación de la evaluación, donde se seleccionan los indicadores a utilizar. Luego se recopilan los datos y se analizan los resultados, para ser comunicados a la alta dirección.[30]

A pesar de la relevante presencia de la metrología en los modelos normalizados de gestión, se ha observado, que es habitual encontrar organizaciones que desconocen lo perjudicial que resulta la no evaluación metrológica de los procesos.

En los años 2011 y 2013 se aprobaron las dos partes de la norma guía cubana NC Guía 857 para la organización y ejecución de los programas de aseguramiento metrológico (PAM, NC Norma Guía 857-1:2011 y NC Norma Guía 857-2:2013 Organización y ejecución de los programas de aseguramiento metrológico). Estas normas guía son el producto de una combinación exitosa del conocimiento tácito y concreto con el conocimiento estructurable y generalizable, que fue evaluado, convertido en normas de proceso, circulado y diseminado mediante acciones de capacitación impartidas al personal técnico y directivo relacionado con las mediciones en el sector empresarial.[2]

El precitado documento asume como definición del término “programa de aseguramiento metrológico de una organización o estructura organizativa superior”, el conjunto de medidas organizativas, técnicas, científicas, económicas y financieras, dirigidas al aseguramiento de la uniformidad y exactitud requeridas de las mediciones realizadas en los procesos productivos, de investigación y de servicio. La propia naturaleza del aseguramiento metrológico y los objetivos previstos en el documento normativo antes mencionado, presuponen un enfoque de sistemas y de innovación tecnológica y organizacional, que permita elevar en las organizaciones las competencias.[2]

Con frecuencia se comete el error de emplear indistintamente los términos desempeño y competencia, por lo que es imprescindible el esclarecimiento conceptual de los mismos:

Competencia:[1]pericia, aptitud o idoneidad para hacer algo o intervenir en un asunto determinado.

La dirección de la función metrológica debe asegurarse de que el personal involucrado en el sistema de gestión de las mediciones demuestre su aptitud para efectuar las tareas que se le asignen. Debe especificarse cualquier habilidad especial que se requiera.[34]

La dirección de la función metrológica debe

asegurarse de que se provea la formación para responder a las necesidades identificadas, que se mantengan registros de las actividades de formación y que su eficacia sea evaluada y registrada. Debe hacerse que el personal tome conciencia de sus obligaciones y responsabilidades, así como del impacto de sus actividades en la eficacia del sistema de gestión de las mediciones y en la calidad del producto.[34]

La competencia puede lograrse mediante la educación, formación, y experiencia, y demostrarse por pruebas u observaciones de su desempeño.

Desempeño:[33] acción y efecto de desempeñar o desempeñarse. Ejercer las obligaciones inherentes a una profesión, cargo u oficio.

Valencia et al.[35] en 2016 explican que la evaluación del desempeño de un sistema no puede estar sobre la base del análisis neto de indicadores. Esta situación puede llevar a conclusiones erradas sobre el verdadero funcionamiento, convirtiéndose en medidas puntuales y determinísticas. Por lo que se recomienda la utilización de variables asociadas con el proceso y variables latentes (variables que no se pueden medir de forma directa) pero que resulta factible valorar teniendo en cuenta las variables asociadas.

La evaluación del desempeño de un proceso es una metodología de trabajo, donde con realizar un levantamiento y monitoreo se pueden determinar los puntos significativos y requisitos de calidad. Estos constituyen rasgos de los parámetros distintivos de un proceso, aspectos que les permiten evaluar cualitativa y cuantitativamente el desempeño del mismo.

CONCLUSIONES

La metrología es la ciencia de la medición, abraza las determinaciones experimentales y teóricas en cualquier nivel de incertidumbre, en cualquier campo de la ciencia y la tecnología.

Todos los conceptos, principios y sus interrelaciones deberían verse como un conjunto y no aislados unos de otros. Un concepto o principio individual no es más importante que otro. En cada momento es crítico encontrar un balance correcto en su aplicación.

La evaluación del desempeño metrológico es un proceso sistemático y periódico de evaluación de los resultados metrológicos de una organización. Se apoya en un conjunto de conocimientos o tecnologías, donde se incluye un sistema de indicadores que debe permitir retroalimentar la gestión metrológica y orientar el proceso de toma de decisiones en las organizaciones.

Conflicto de intereses:

Los autores plantean que no tienen conflicto de intereses.

Contribuciones de los autores:

Conceptualización: Ernesto José López González; Marle Pérez de Armas.
Metodología: Yolanda Cabrera Macías.
Visualización: Ernesto López Cabrera; Tatiana de las Mercedes Escoriza Martínez.
Redacción del borrador original: Ernesto José López González; Yolanda
Cabrera Macías; Ana María Gálvez González.
Redacción, revisión y edición: Ernesto José López González; Tatiana de las Mercedes Escoriza Martínez, Marle Pérez de Armas.

Financiación:

Universidad de Ciencias Médicas de Cienfuegos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Comisión de Laboratorios Asociados. La metrología científica en España y en su entorno europeo [Internet]. Madrid: Consejo Superior de Metrología. Centro Español de Metrología; 2007. [cited 12 Oct 2019] Available from: https://www.cem.es/sites/default/files/metrologiacientificaesprev1.pdf.

2. Hernández A, Filguieras M, Rodríguez J. Generalización de la formación de competencias para organizar y ejecutar el aseguramiento metrológico. Revista de Ingeniería Energética. 2018 ; 39 (3): 168-75.

3. de la Garza E. La evaluación educativa. Revista Mexicana de Investigación Educativa. 2004 ; 9 (23): 807-16.

4. Organización Mundial de la Salud. Informe de la Secretaría. Evaluación del desempeño de los sistemas de salud. 107ª reunión del Consejo Ejecutivo. Ginebra: OMS; 2000.

5. Oficina Nacional de Normalización. NC-ISO 9000:2015. Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario. La Habana: ONN; 2015.

6. Alvis N, Valenzuela MT. Los QALYs y DALYs como indicadores sintéticos de salud. Rev Méd Chile. 2010 [cited 21 May 2017] ; 138 (Suppl 2): 83-7.

7. Oficina Nacional de Normalización. Registro de Certificación de Sistemas de Gestión. La Habana: ONN; 2018.

8. Tamargo TO, Jiménez RE. El ajuste por riesgo en la evaluación del desempeño hospitalario. Rev Cubana Salud Pública [revista en Internet]. 2009 [cited 13 Ago 2009] ; 35 (3): [aprox. 8p]. Available from: http://bvs.sld.cu/revistas/spu/vol35_3_09/spu10309.htm.

9. Tamargo TO, Jiménez RE, Gutiérrez ÁR, Mora I. Dos procedimientos de ajuste por riesgo para la estadía hospitalaria como indicador de desempeño. Hospital Clinicoquirúrgico Hermanos Ameijeiras. Rev Cubana Salud Pública. 2012 ; 38 (1): 29-44.

10. Reyes Ponce Y, Hernández Leonard AR, Hernández Ruiz AD. Universidad para todos. Curso Metrología para la vida. Parte 1. Suplemento especial. La Habana: Editorial Academia; 2009.

11. Sanetra C, Marban RM. Enfrentando el desafío global de la calidad: una infraestructura nacional de la calidad. Washington, DC: Organization of the American States; 2007.

12. Akdogan A. Introductory Chapter: Metrology [Internet]. London: Intech Open Limited; 2018. [cited 5 Nov 2019] Available from: https://www.intechopen.com/books/metrology/introductory-chapter-metrology.

13. Molina G. Introducción a la metrología: Historia y conceptos básicos. Curso Conceptos básicos de Metrología-Lacomet [Internet]. San José: Ministerio de Economía, Industria y Comercio. Laboratorio Costarricense de Metrología; 2017. [cited 7 Oct 2019] Available from: https://docplayer.es/53154785-Introduccion-a-la-metrologia-historia-y-conceptos-basicos-ing-gabriel-molina-castro-metrologia-quimica-lacomet.html.

14. Oficina Nacional de Normalización. Compendio del Metrólogo Cubano. La Habana: SENAMET. Ministerio de Ciencias, Tecnología y Medio Ambiente; 2010.

15. Centro Español de Metrología. Vocabulario Internacional de Metrología. Conceptos fundamentales y generales y términos asociados [Internet]. Madrid: Centro Español de Metrología; 2012. [cited 7 Oct 2019] Available from: https://docplayer.es/53154785-Introduccion-a-la-metrologia-historia-y-conceptos-basicos-ing-gabriel-molina-castro-metrologia-quimica-lacomet.

16. Boletín periódico. Metas y metrólogos asociados. Guía Meta [revista en Internet]. 2006 [cited 7 Oct 2019] ; 6 (8): [aprox. 4p]. Available from: http://www.metas.com.mx.

17. Bureau International des Poids et Mesures. Organizaciones regionales de metrología (RMO) reconocidas en el marco del CIPM MRA [Internet]. Sévres Cedex: BIPM; 2019. [cited 7 Oct 2019] Available from: https://www.bipm.org/en/worldwide-metrology/regional/.

18. Bureau International des Poids et Mesures. Cooperación Euroasiática de las Instituciones Metrológicas Nacionales (COOMET) [Internet]. Sévres Cedex: BIPM; 2019. [cited 7 Oct 2019] Available from: https://www.bipm.org/en/worldwide-metrology/regional/coomet.html.

19. Oficina Nacional de Normalización. Folleto [Internet]. La Habana: ONN; 2016. [cited 12 Oct 2019] Available from: http://www.citma.gob.cu/Documentos/ONN CITMA .pdf.

20. EURAMET. Metrology for health [Internet]. Braunschweig: EURAMET; 2018. [cited 7 Oct 2019] Available from: https://www.euramet.org/metrology-for-societys-challenges/metrology-for-health/.

21. Do Céu Ferreira M. El papel de la metrología en el campo de los dispositivos médicos. J metrol Qual Ing. 2011 ; 2: 135-40.

22. Acuña Valderrama FJ. Metrología Biomédica. Bol Inst Nac Salud. 2015 ; 21 (1-2): 10-4.

23. Mejías Y, Morales I, Perera S. Bases legales y proyecciones de desarrollo de la metrología en el Sistema Nacional de Salud. Rev Cubana Salud

Pública [revista en Internet]. 2013 [cited 12 Oct 2019] ; 39 (4): [aprox. 7p]. Available from: https://www.scielosp.org/scielo.php?pid=S0864-34662015000100017&script=sci_arttext&tlng=pt.

24. Giraldo B. ¿Cuál es la importancia de la metrología en el sector salud?. Ingeniería Biomédica [revista en Internet]. 2016 [cited 17 Oct 2019] ; 4: [aprox. 4p]. Available from: https://www.ingbiomedica.com/blog/cual-es-la-importancia-de-la-metrologia-en-el-sector-salud.

25. Vasco E. La Metrología en el área de la salud. Metrología [revista en Internet]. 2017 [cited 17 Oct 2019] ; 5: [aprox. 1p]. Available from: http://inenmetrologia.blogspot.com/2017/01/la-metrologia-en-el-area-de-la-salud.html.

26. Silenis A, Hernández R, Silvestre K, Gómez O. Análisis de los elementos que conforman la responsabilidad social corporativa. Formación Gerencial. 2008 ; 2: 55-62.

27. Beltrán J. Análisis de un modelo de autoevaluación y de un proceso de auditoría de los sistemas de gestión de las mediciones basados en la norma UNE- EN ISO 10012:2003 [Tesis doctoral]. Madrid: UNED; 2006.

28. Dolan S, Valle R, Jackson S, Schuler R. La gestión de los recursos humanos. Madrid: McGraw-Hill; 2007.

29. Sánchez J, Bustamante K. Auditoría al proceso de evaluación del desempeño. Contabilidad y Auditoría. 2008 (198): 105-33.

30. González JA, Barrera A. Evaluación del desempeño metrológico de empresas del sector de la energía basada en índices de riesgo. Caso: Empresa Termoeléctrica Cienfuegos [Tesis]. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos; 2018.

31. Gabriel C, Da Costa A, Rossi MR, Bernardes FL, Prado MT. Utilización de indicadores de desempeño en servicio de enfermería de hospital público. Rev Latino-Am Enfermagem. 2011 ; 19 (5): 23-7.

32. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Manual para el Diseño y la Construcción de Indicadores. Instrumentos principales para el monitoreo de programas sociales de México [Internet]. México DF: CONEVAL; 2014. [cited 6 Oct 2019] Available from: https://www.coneval.org.mx.

33. Real Academia Española. Competencia-Desempeño. Diccionario de la Lengua Española. Edición del Tricentenario. Madrid: RAE; 2019.

34. Oficina Nacional de Normalización. NC ISO 10012:2007. Sistemas de gestión de las mediciones- requisitos para los procesos de medición y los equipos de medición. (La traducción oficial de la Norma Internacional ISO 10012:2003) [Internet]. Mexico DF: ONN; 2007. Available from: https://vdocuments.mx/nc-iso-10012pdf.html.

35. Valencia M, Restrepo JA. Evaluación de la gestión financiera usando variables latentes en modelos estocásticos de fronteras eficientes. Dyna. 2016 ; 83 (199): 35-40.