

¿Metrólogo?

Las mediciones forman parte de la vida cotidiana del ser humano, han sido utilizadas desde hace muchos siglos y presumiblemente nunca terminarán. En la actualidad son aplicadas y desarrolladas por una gran diversidad de áreas de investigación, en las ciencias, y la industria, En cada una de las áreas indicadas emergen una gran cantidad de requisitos de acuerdo al campo de aplicación a ser utilizadas.



Las competencias en materia de mediciones involucra y posiona al individuo en un campo y aprendizaje especial, en el cual dichos campos pueden estar inherentemente subdivididos o ser más estrechos, no necesariamente por ser menos importante, si no todo lo contrario, por requerir mayores conocimientos y especialización.

USUARIOS DE LA METROLOGÍA

En la práctica, cualquier medición realizada nunca será o tendrá la exactitud perfecta, pero sí la requerida para los fines que se persiguen, la imperfección del conocimiento de dicha medición involucra equipo, conocimiento y costo.

Las necesidades de aplicación y uso de la metrología, no son solo un problema del presente, si no también del futuro, ya que cada uno de los sectores industriales y tecnológicos específicos demanda un interés de desarrollo particular en áreas y magnitudes de la metrología acordes con sus procesos, y a la vez los institutos nacionales de metrología, así como los laboratorios de referencia de cada país, tendrán que realizar sus estrategias de desarrollo de acuerdo a los sectores industriales y tecnológicos que existan en dicho país, con el objetivo de sustentar este desarrollo.

Somos su Relevo a la Calidad

La Guía MetAs, es el boletín periódico de MetAs & Metrólogos Asociados.

En *La Guía MetAs* se presentan noticias de la metrología, artículos e información técnica seleccionada por los colaboradores de MetAs & Metrólogos Asociados, que deseamos compartir con nuestros colegas, usuarios, clientes, amigos y con todos aquellos relacionados con la metrología técnica e industrial.

Calle: Jalisco # 313. Colonia: Centro
49 000, Cd. Guzmán, Zapotlán El Grande, Jalisco, México
Teléfono & Fax: 01 (341) 4 13 61 23 & 4 14 69 12 con tres líneas
E-mail: laguiametas@metas.com.mx. Web: www.metas.com.mx

Servicios Metroológicos:

Laboratorio de Calibración:

Presión, Alto Vacío, Temperatura, Humedad, Eléctrica, Vibraciones, Masa, Densidad, Volumen

Ingeniería:

Selección de Equipos, Desarrollo de Sistemas de Medición y Software, Reparación y Mantenimiento

Gestión Metroológica:

Subcontratación de Servicios, Outsourcing, Selección de Proveedores, Confirmación Metroológica

Consultoría:

Capacitación, Entrenamiento, Asesoría, Auditorías, Ensayos de Aptitud, Sistemas de Calidad

En la tabla 1 se muestra un resumen de diferentes áreas y magnitudes de la metrología y como cada una de éstas se relaciona con los diferentes sectores industriales y tecnológicos.

Sectores Industriales y Tecnológicos Específicos	Áreas y Magnitudes de la Metrología
Aeroespacial	Magnitudes dimensionales (longitud, geometrías, grandes dimensiones > 1 m), Magnitudes mecánicas (Masa, fuerza, presión acústica, aceleración, impacto, potencia ultrasónica), Materiales de referencia (cerámicos, polímeros, metálicos), Frecuencia (GPS), Radiofrecuencia (antenas), Presión y vacío (altímetros), Fotometría (Luces anticollisión).
Automotriz	Dureza, Esfuerzos residuales, Magnitudes dimensionales (longitud, geometrías, grandes dimensiones > 1 m), Magnitudes mecánicas (Masa, fuerza, presión acústica, aceleración, impacto, potencia ultrasónica), Electrónica (sensores y control automático), Mediciones ambientales (emisiones, MRC de gas).
Procesamientos Químicos (química, petroquímica, farmacéutica, alimentos)	Biotecnología (materiales de referencia), Mediciones clínicas (radiación, rayos X, materiales de referencia), Mediciones ambientales (materiales de referencia: orgánicos, radioactivos, metales, gas), Alimentos (materiales de referencia: trazas, nutrientes), Propiedades físico-químicas (gases, líquidos y sólidos), Magnitudes termodinámicas: (temperatura de contacto, temperatura de radiación, flujo de fluidos, velocidad del aire, presión, vacío absoluto), Radioactividad.
Comunicaciones (radio, televisión, telefonía, Internet, navegación, exploración)	Tiempo y frecuencia, Antenas (satélites, radar), Magnetismo (magnetoresistividad, material de referencia), Óptica (fibra óptica, optoelectrónica), Colorimetría de video (colorímetros, espectroradiómetros), Materiales de referencia: cerámicos, dieléctricos.
Computadoras	Materiales de referencia, Escalas nanométricas, Magnetismo (magnetoresistividad, material de referencia), Software de metrología (mediciones y adquisición de datos), Software de metrología (cálculos, incertidumbres, estadística, matemáticas).
Construcción	Caracterización de materiales (fuerza, densidad, corrosión), Concreto (fuerza, durabilidad), HVAC&R (calefacción, ventilación, aire acondicionado y refrigeración) (calidad del aire: presión, temperatura, humedad, velocidad del aire, niveles de polvo).
Electrónica y Semiconductores	Materiales de referencia (polímeros fotoresistivos, dieléctricos semiconductores, soldadura microelectrónica), Potencia y energía LASER, Resistencia y otros parámetros eléctricos, Termometría (temperatura de respuesta rápida, bajas concentraciones de humedad, microcalorímetros), Fugas y flujo de gas, Vacío absoluto, Dimensional (nanometrología para wafer, planicidad, microsúperficies), Efecto Hall, Magnetismo (magnetodinámica, película delgada, magnetoresistividad), Fotometría y colorimetría (Color de alta exactitud para pantallas, litografía ultravioleta profundo y extremo), Caracterización de materiales (propiedades: térmicas, eléctricas, mecánicas), Radiación (rayos X, espectrómetros de rayos X, microscopia electrónica).
Uso y Conservación de Energía	Electricidad (baja frecuencia, potencia y energía), Combustibles (materiales de referencia, propiedades físico-químicas, contenido de azufre, emisiones), Fluidos (temperatura, presión, flujo, composición), Radiaciones ionizantes (rayos X, rayos gama, electrones, neutrones, partículas cargadas energéticamente), radioactividad, dosimetría, Ambiente (fugas de aire, contaminantes del aire, calor, humedad).
Cuidado de la Salud	Materiales de referencia (clínicos, dentales, biomateriales, vitaminas, nutrientes), Rayos X, Tensión eléctrica (generación de rayos X), Radioactividad isotópica.
Seguridad Nacional y Patrimonial	Materiales: nucleares, radiológicos y explosivos, Detección (medición) de sustancias tóxicas: químicas, biológicas, radiológicas y nucleares, Inspección: rayos X, rayos gama, infrarrojos, biometrías, Seguridad de construcciones (ver sector de construcción), Materiales: prevención de incendios, Contaminación ambiental (aire, gases, aguas, tierra, desechos), Metrología forense (DNA).
Fabricación y Manufactura	Ver sectores de manufactura industrial específicos (aeroespacial, automotriz, procesamientos químicos, comunicaciones, computadoras, construcción, electrónica/semiconductores, cuidado de la salud), Caracterización ("calibración" de maquinaria), Materiales (cerámicos, plásticos y aleaciones metálicas, diagramas de fase), Caracterización y prueba de materiales (deformación, fractura, corrosión, dureza), Magnitudes dimensionales (sub-milímetro, longitud y geometrías, grandes longitudes > 1 m), Magnitudes mecánicas (Masa, fuerza, presión acústica, aceleración, impacto, ultrasonido), Magnitudes termodinámicas: (temperatura de contacto, temperatura de radiación, flujo de líquidos, velocidad del aire, presión, vacío absoluto), Propiedades físico-químicas (fluidos, refrigerantes, combustibles).

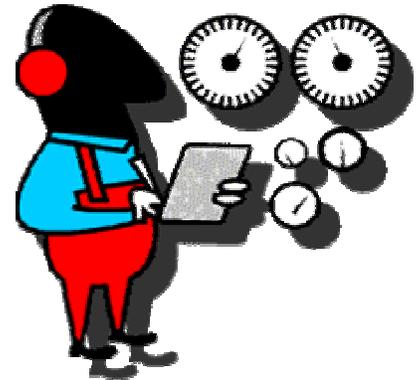
Tabla 1

Como resultado de la anterior clasificación indicada en la tabla 1, se puede observar que dependiendo del área de aplicación del uso de las mediciones, se encontrará que existen diferentes niveles de complejidad y que ésta se encuentra directamente relacionada con la aplicación e incertidumbre final requerida.

NATURALEZA DEL TRABAJO EN METROLOGÍA

La ciencia es completamente dependiente de la medición, la disponibilidad de habilitar, desarrollar e implementar sistemas de medición que combinados con los conocimientos, generan la ciencia de las mediciones, la metrología.

La metrología se puede describir como un iceberg con una pequeña superficie, conocida y aplicada por todos y con una gran parte oculta, investigada y aplicada únicamente por unos cuantos.



Es importante reconocer que existen diferentes niveles de la metrología, y estos niveles se pueden clasificar de diferentes maneras, y el conocimiento de la metrología dependerá en gran medida del nivel de la capacidad de medición, que puede ser expresada como incertidumbre de la medición.

Efectuar una medición involucra los siguientes elementos, sea cual sea la complejidad de dicha medición:

$$\text{Medición} = \text{Conocimiento} + \text{Equipo} + \text{Procedimiento de medición}$$

Cada uno de los anteriores elementos que integran la medición, juegan un papel fundamental de acuerdo al área de aplicación en que se desarrolla dicha medición, en el diagrama esquemático 1, se muestran diferentes niveles de la metrología, en donde se busca como objetivo conocer las herramientas metrológicas que se requieren para desarrollar mejor las actividades asignadas, donde cada nivel tienen el mismo propósito, la medición pero con diferente aplicación.

Nota: La interpretación que se mostrara solo considera como base las mediciones requeridas para alcanzar las incertidumbres que se proporcionan en el nivel indicado, en ningún momento se cuestiona ni se involucra dichas mediciones con las capacidades.

Medición
=
Conocimiento
+
Equipo
+
Procedimientos

Niveles De La Metrología

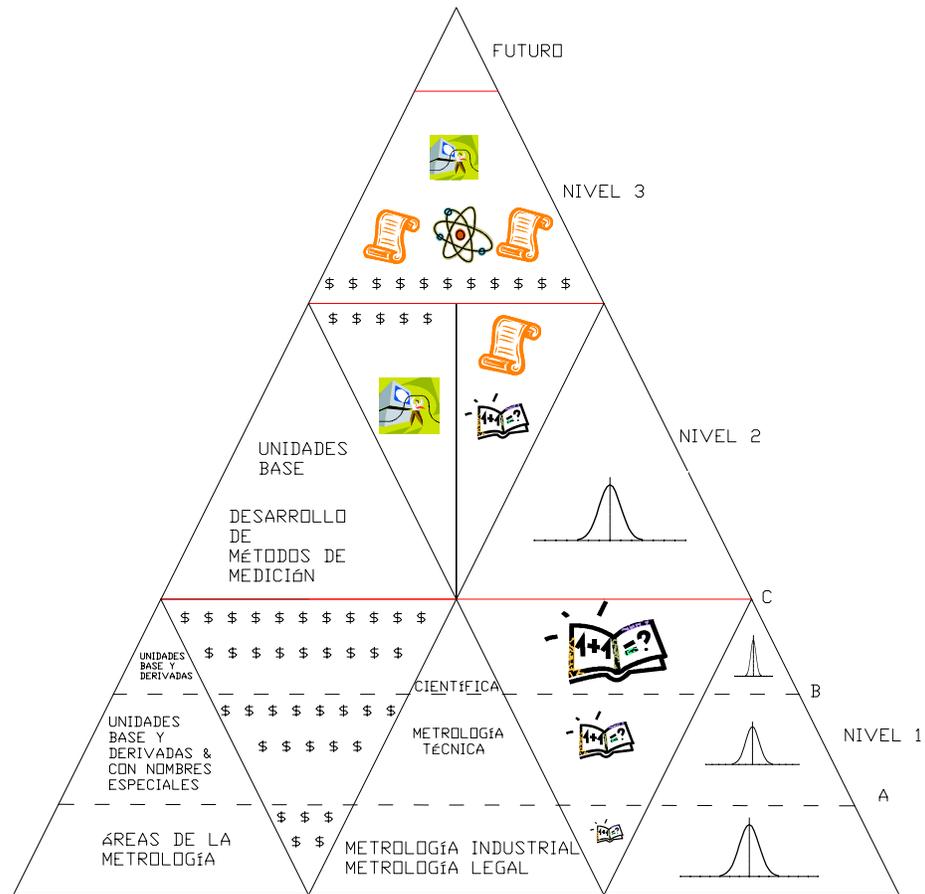


Diagrama esquemático 1

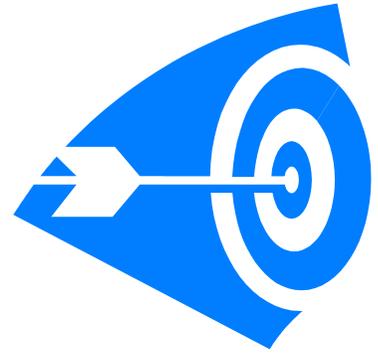
Interpretando de manera general el diagrama esquemático 1, se puede observar que existe una correspondencia entre las incertidumbres y los costos, entre más alto sea el nivel se requiere de mejores equipos, mayor capacitación, un ejemplo sería el uso de una báscula comercial, implica una inversión de poco costo, requiere muy poco conocimiento para su uso, y la incertidumbre esperada será relativamente muy grande pero adecuada a su aplicación. Continuando con la misma interpretación llegamos a puntos de unión entre los niveles en donde el nivel inmediato inferior es la plataforma del nuevo nivel.

Ante todo esto empieza a surgir la figura del personal (metrólogo) que realiza la mediciones así como la interrogante de las competencias técnicas necesarias mínimas requeridas para poder dar cumplimiento a los propósitos de las organizaciones e instituciones, de acuerdo al nivel en donde se aplique y se requiera dicha medición.

Nivel 1. Se puede observar que se pueden considerar tres sub-niveles, que para su mejor interpretación los nombraremos A,B,C.

Nivel 1 A.- Este nivel es la totalidad de la diversidad de las áreas de la metrología, corresponde a la utilización en uso industrial y legal como transacciones comerciales, donde sólo aplica conocer la utilización e interpretación de la magnitud en cuestión para usos específicos.

La competencia técnica requerida en este nivel, se focaliza a la aplicación de métodos de medición, métodos de calibración, todo esto para ser utilizado en equipos y sistemas de medición ya establecidos, probados y validados. En base a lo anterior la función de un metrologo se encuentra enmarcada desde aplicaciones directas de medición en procesos, hasta la actividades de primera parte como laboratorio de calibración y prueba, es importante mencionar que en este nivel el metrologo se hace uso de una gran cantidad de áreas de la metrología sin llegar a profundizar en estas.



Dado lo anterior a las empresas no les interesa desarrollar la metrología, pero si requieren hacer uso adecuado de la misma, de tal manera que las competencias técnicas que requieren de sus metrologos, se las proporcionan con capacitación y entrenamiento, tomando como base perfiles de dicho personal con estudios técnicos o de ingeniería.

Nivel 1B

Este nivel mejora la capacidad de medición, pero a la vez disminuye la diversidad de las áreas de aplicación del metrologo, corresponde a un laboratorio de calibración o prueba (industrial o de tercera parte), es aquí donde surge otra modalidad del metrologo, ya que los requerimientos en este nivel demandan competencias técnicas mayores, se busca la especialización por magnitud.

La competencia técnica se focaliza para este metrologo, en conocimiento e interpretación de fenómenos físicos, aplicación de métodos de medición, métodos de calibración, utilización de recomendaciones internacionales, aplicación de normas técnicas y de calidad, así como la aplicación de todo este conocimiento para la mejoras de la capacidad de medición.

Ya que la actividad principal de las empresas que se encuentran posesionadas en este nivel de la metrología, su objetivo fundamental es el desarrollar continuamente los procesos de medición, es aquí en este punto donde empieza a surgir la preocupación en materia de capacitación.



Dadas las actividades y funciones del metrologo, empieza a este nivel la problemática de desarrollar las competencias técnicas del personal, para tal fin es necesario partir de un perfil de nivel de ingeniería, en donde en base a capacitación, entrenamiento, desarrollo, podrán alcanzar las competencias requeridas, en este nivel generalmente las competencias son evaluadas, lo que permite establecer que el personal evaluado satisface los requerimientos para su capacidad de medición reportada o asignada, dada la importancia de dicha capacidad de medición, y observando la correlación que ha venido prevaleciendo entre el conocimiento e inversiones en equipamiento, no sería aventurado pensar que un objetivo sería que se clasificaran los laboratorios de calibración y pruebas por tipos o clases de acuerdo a sus capacidades de medición, lo que correlacionaría directamente los aspectos fundamentales de la medición, equipo y la competencia técnica de quienes los operan.

Especialización
Por
Magnitud

Nivel 1 C

Este nivel es el del metrologo especialista, como principio un centro de especialistas en medición, parte funcional y operativa de un instituto nacional de metrología en donde tendrá como funciones básicas la de diseminación de las unidades del SI, y la base fundamental de regulaciones del gobierno, metrología legal y formulaciones técnicas de competencias de laboratorios de calibración y prueba.



La competencia técnica en estos niveles puede resultar diversa, pero con el propósito de ser los expertos en la magnitud de referencia, para lo cual deberá desarrollar el metrologo competencias especiales.

El nivel de complejidad de las mediciones en este nivel se incrementa, la interpretación de los fenómenos físicos se verán aplicados en los procedimientos y técnicas de medición, permitiendo con esto tomar acciones para poder tener mejor incertidumbre que los laboratorios de calibración demandantes de estos servicios.

Lo anterior induce a contar con personal con un perfil profesional mínimo de ingeniería, o una maestría, que serán complementados con entrenamientos, capacitación y experiencias, dado que no existen programas actuales especiales para el desarrollo de la metrología en estos niveles, surge la importancia de las bases y perfiles de los metrologos mencionados anteriormente, ya que en éstos recaerá la responsabilidad de estar trabajando continuamente en los diferentes elementos que afectan los procesos de medición, podemos entonces mencionar con certeza, que las competencias técnicas de un instituto de metrología deberán ser siempre las mejores.

Nivel 2.

Este nivel se encuentran los institutos nacionales de metrología, que desarrollan métodos, investigan los principios de medición, son responsables de la realización física de las unidades básicas del sistema internacional, todo focalizado a la determinación de dichas unidades con mejores capacidades de medición, y puedan sobre todo orientar y aplicar las tecnologías desarrolladas en el nivel inmediato superior.

Para poder aplicar lo anterior ya no podemos hablar de la existencia de un metrologo especialista, estamos en el contexto de un nivel en donde se encuentran los científicos, personal especialista en mediciones pero con un perfil académico que le proporcione las herramientas necesarias para proponer argumentos para entendimiento, validación y comprobación de modelos matemáticos.

En este nivel, la complejidad para poder adquirir las habilidades o competencia técnica para los propósitos buscados es más evidente, surgen entonces las colaboraciones internacionales de trabajo, entrenamientos en otros institutos, obligación de generar documentos técnicos con revisión internacional que les permitan evaluar de una manera crítica y positiva los trabajos internos de desarrollo, es precisamente en este nivel en donde surge en este nivel la combinación del metrologo, con el científico.



Nivel 3

En este nivel se encuentran los científicos que buscan soluciones a problemas relacionados con la teoría física, en donde las disciplinas en que se desarrollan requieren dar respuesta a problemas actuales, su objetivo se focaliza a mejorar y desarrollar mejores equipos.

FUTURO

Es la visión del hombre hacia las interrogantes de lo desconocido, y que como científico buscará nuevas herramientas y tecnologías que le den respuesta, a dichas interrogantes. Es el mundo de la investigación científica, la que presumiblemente siempre existirá...

OBSERVACIONES

Podemos asignar el título de metrologo, a toda aquella persona que realice mediciones y cumpla los requisitos mínimos indispensables que requiere la metrología para dar validez a los valores determinados, observando los niveles anteriormente indicados en el diagrama esquemático 1, se puede decir que la figura del metrologo surge cuando ya es necesario determinar incertidumbres de medición, y a lo largo de todo el esquema esta figura se mantiene, lo anterior nos lleva a decir que existen diferentes niveles de metrologos, y éstos se clasifican dependiendo del nivel en donde se apliquen las mediciones.

Existen en algunos países la clasificación del metrologo, y están determinadas en base a la naturaleza del trabajo a ser desarrollado.

REFERENCIAS

- SEP Documento 10, Subsecretaría de Educación e Investigación Tecnológicas (1994).
 Martin Halaj, Peter Gabko, Eva Kurekova, Rudolf Palencar, Project for the modern education tool in measurement and metrology 2003.
 CIPM National and international needs relating to metrology: International collaborations and the role of BIPM, 1988.
 Howarth, Preben. Y Redgrave, Fiona. Metrology – in short. Segunda edición, EUROMET Project 673, 2003.
 ISO 31-1. Quantities and units – Part 1: Space and time. International Standard. ISO, International Organization for Standardization. Ginebra, Suiza, 1992.
 OIML G 13 (ex P 7). Planning of metrology and testing laboratories. OIML, Organisation Internationale de Métrologie Légale. Paris, Francia, 1989.
 Peirce, Charles S. (1902). Una clasificación detallada de las ciencias. Traducción castellana: Vevia, Fernando C. (1997). <http://www.unav.es/gep/OnScienceAndNatural>.
 Nava Jaimes Héctor O. Una Decada trabajando para el fortalecimiento metrológico de México. Simposio de Metrología, Querétaro, México 2004.
 La Guía MetAs. Clasificación y Áreas de la Metrología. MetAs & Metrologos Asociados. Cd. Guzmán, Jalisco, México, junio 2006.
 La Guía MetAs. Gestión de la Calidad en Formación de Personal. MetAs & Metrologos Asociados. Cd. Guzmán, Jalisco, México, mayo 2005.