

Estudios Previos para el Conocimiento de la Metrología

La metrología tiene una posición clave en las áreas de las ciencias, investigación, producción industrial, pruebas de calidad del producto y certificación. Las aplicaciones podemos visualizarlas desde su investigación y desarrollo en sofisticados laboratorios operados por personal altamente especializado, hasta el uso cotidiano de nuestra vida diaria.

*Del la del metrologia scienza del é no,
incubo del un del é.*

**La metrología no es una ciencia;
es una pesadilla.**

- G. De Sanctis

Hoy en nuestros días, los sistemas de calidad desempeñan un papel cada vez más significativo en el desarrollo de una base sustentable nacional, que permite realizar de una manera sana la promoción de un comercio nacional como internacional, y dentro de tales sistemas, la metrología tiene un papel especial dentro de estas estrategias. Pero nos preguntamos: ¿Por qué la metrología? , ¿Por qué ahora ? , Para dar respuesta a dichas preguntas se muestran tres líneas de acción como un aspecto importante dentro de la lista de actividades que relacionan la economía moderna:

- 1.- Globalización comercial, investigación y manufactura.
- 2.- El desarrollo de normas internacionales para todos los tipos de mercancías y servicios.
- 3.- El explosivo crecimiento de la alta tecnología en casi todos los sectores de la economía.

Cada una de estas líneas han incrementando la demanda de los requerimientos metroológicos, así como las competencias y conocimientos técnicos de las personas que trabajan en dichas áreas.

Somos su Relevo a la Calidad

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

En *La Guía MetAs* se presentan noticias de la metrología, artículos e información técnica seleccionada por los colaboradores de MetAs & Metrologos 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 y Volumen

Ingeniería:

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

Gestión Metroológica:

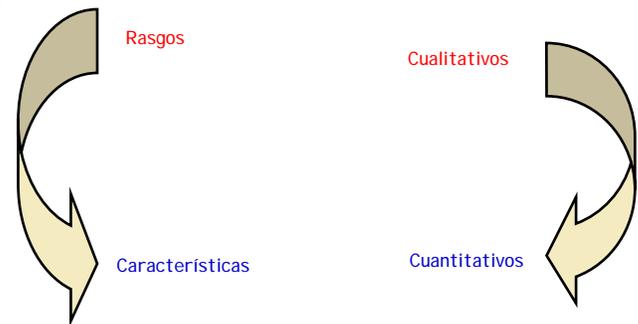
Subcontratación de Servicios, Outsourcing, Selección de Proveedores, Confirmación Metroológica

Consultoría:

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

Las necesidades de entrenamientos en metrología se han visto incrementados en los años recientes a consecuencia de los requerimientos de las normas ISO 9001 e ISO 17 025, con lo anterior las empresas privadas y del gobierno han recurrido a diferentes organizaciones del sector público y privado para buscar entrenamientos y capacitación de su personal de acuerdo a los objetivos específicos que requieren cubrir en las áreas de la metrología.

¿Cómo evolucionan las empresas?



Con lo anterior surgen algunos cuestionamientos o dudas razonables cuando se trata de seleccionar un proveedor de servicio de capacitación o entrenamiento en los campos de la metrología, alguna de estas preguntas pueden ser: ¿Quiénes ofrecen capacitación en Metrología?, ¿Cuales son las habilidades y competencias que el personal de acuerdo a sus actividades debe de poseer?, ¿Qué debería contener un programa de capacitación en metrología?, ¿Qué tipo de capacitación requiero? ¿Se requiere una capacitación de especialidad por área?

¿QUIÉNES OFRECEN CAPACITACIÓN EN METROLOGÍA?

La capacitación en metrología es proporcionada por Colegios de Educación Pública, Universidades Técnicas, en países como Australia, Inglaterra, Francia, Estados Unidos, Canada, etc... en México, algunas universidades y tecnológicos han ya incluido dentro de la retícula de carreras de ingeniería, materias de metrología.

La capacitación también es proporcionada por Organizaciones Internacionales de Referencia, como el National Institute of Standards and Technology (NIST), Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Centro Nacional de Metrología (CENAM), International Organization for Standardization (ISO), International Organization of Legal Metrology (OIML), etc...

Por organizaciones profesionales como: American Society Of Mechanical Engineers (ASME), ASQ (American Society for Quality) etc...

Empresas comercializadoras de equipo de medición, empresas individuales consultantes como: Agilent T & M Measurement, MetAs, etc...

¿CUALES SON LA HABILIDADES Y COMPETENCIAS QUE EL PERSONAL DE ACUERDO A SUS ACTIVIDADES DEBE POSEER?

Lo deseable que buscan las empresas industriales, es que su personal tenga competencias en los siguientes rubros:

- ✓ Conocimiento de las mediciones básicas (principios y prácticas),
- ✓ Conocimiento de las definiciones de trazabilidad, consistencia, conformidad, repetibilidad, reproducibilidad, incertidumbres,
- ✓ Conocimiento de los métodos de calibración, patrones y su trazabilidad,
- ✓ Habilidades para leer interpretar y trabajar con mediciones de referencia (nacionales e internacionales),

¿Cómo evolucionan las empresas?

Competencias deseables en el personal

- Conocimiento
- Habilidades
- Criterio

- ✓ Operación y calibración de equipo de monitoreo, así como efectuar informes de dichas actividades,
- ✓ Programas y rutinas de seguimiento de actividades de las calibración del laboratorio,
- ✓ Calibración de los principales equipos de medición con que cuenta la empresa de acuerdo al área en que de desempeña,
- ✓ Inspección, liberación de producto conforme,
- ✓ Identificación de equipo no conforme y productos,
- ✓ Habilidad de comunicación utilizando el Vocabulario Internacional de Metrología,
- ✓ Elaboración de informes, procedimientos, organización y logística requeridas en los laboratorios,
- ✓ Conocimiento de normas internacionales en sistemas de gestión de la calidad (ISO 9001, ISO 14 001, ISO 17 025 etc...),
- ✓ Uso de las matemáticas para resolver problemas de medición,
- ✓ Determinar causas de errores de medición y elementos que pueden ser atribuidos a estos errores,
- ✓ Conocimiento de métodos estadísticos (análisis de datos, aseguramiento de las mediciones).



Con lo anterior se puede observar que las competencias deseables requeridas en la mayoría de los casos no las encontraremos en el personal asignado a tareas de la metrología, surge ahora entonces la necesidad de establecer y buscar cuales son las competencias requeridas de acuerdo a la actividad que desempeñarán dentro de la empresa y de acuerdo a esto, se puede ahora establecer programas de entrenamientos en metrología que sistemáticamente vayan cubriendo los puntos requeridos por la organización. De tal forma que el siguiente paso será:

¿QUÉ DEBE CONTENER UN PROGRAMA DE CAPACITACIÓN EN METROLOGÍA?

El tema de los programas de capacitación en metrología no son nuevos, y se han generado investigaciones en estos conceptos, por ejemplo existe una propuesta desarrollada en 1996 generada por National Science Foundation Metrology (DACUM), en donde reúne a un grupo de experimentados metrologos de US (comercio, defensa e industria) así como educadores tecnológicos trabajaron en conjunto para identificar las competencias de necesidades metrologicas para la industria moderna.



De manera general se muestra en la tabla 1 los resultados, el estudio arrojó una lista del conocimiento de temas generales que constituirían un programa de entrenamiento para una mejor aprovechamiento en el estudio de la metrología.

ACADÉMICOS	Matemáticas	Algebra, Geometría, Trigonometría, Estadística, Cálculo
	Física	Física, Química
	Español	Lectura y Redacción, Gramática, Elaboración de documentos técnicos
	Computación	Procesadores de Texto, Hojas de cálculo, Bases de datos, Programación
METROLOGÍA BASE	Metrología General	Principios de medición, Análisis de incertidumbres, Trazabilidad, Calibración
	Administración, Acreditación	Prácticas de laboratorio, Ética y estándares de conducta, Informes, Certificados, Organización metrológica, Documentación entrenamientos
	Seguridad	Laboratorios, Industrial
	Sistemas Aseguramiento Calidad	Control estadístico de procesos, Aseguramiento de las mediciones, ISO 9001, ISO 17 025
ESPECIALIDAD EN METROLOGÍA	Mecánica	
	Eléctrica /Electrónica	
	Óptica	
	Electro-óptica	
	Química /Ambiental	
	Termodinámica	
	Nuclear	

Tabla 1

Los actuales conceptos han hecho que los programas de capacitación sean integrales en metrología, de tal manera que la metrología base se encuentra integrada con programas de especialización.

Existen otras investigaciones recientes como las realizadas por Bagley (2000) y DeRuntz (2004), en donde concluyen que los intereses de desarrollo de las personas que han mantenido su trabajo y actividades en el campo de la metrología, muestran ahora sus intereses en :

- ✓ Técnicas de calibración,
- ✓ Acreditaciones ISO,
- ✓ Metrología dimensional,
- ✓ Control de calidad y aseguramiento de la calidad.

¿QUÉ TIPO DE CAPACITACIÓN REQUIERO?

Las responsabilidades a las que un puesto esta sujeto así como los objetivos planteados por la organización son los que podrán determinar las competencias que deberá tener su personal para poder obtener resultados satisfactorios. En la tabla 2 se muestran tres niveles de responsabilidades y algunas competencias exigidas para cada una de estas.

Responsabilidad	Auxiliar Técnico	Responsable Laboratorio	Coordinador Metrología
Inspeccionar, calibrar, medir, prueba de equipo en una área de la metrología	☺	☺	☺
Mantenimiento y calibración de equipo primario	☺	☺	☺
Mantenimiento y calibración de equipo secundario, patrones de trabajo	☺	☺	☺
Desarrollo de procedimientos y métodos de calibración, de acuerdo con especificaciones y requerimientos técnicos		☺	☺
Medir, registrar, y evaluar datos durante la calibración	☺	☺	☺
Analizar los datos de medición para identificar desviaciones, tendencias y predicciones de valores futuros	☺	☺	☺
Identificar equipos fuera de tolerancia, conocimiento y desarrollo de acciones preventivas como ajuste, reemplazo, factores de corrección etc.	☺	☺	☺
Identificar y corregir errores de medición, así como su aplicación	☺	☺	☺
Elaborar los informes de calibración	☺	☺	☺
Evaluación y preparación de nuevos servicios de calibración		☺	☺
Recomendaciones para selección y uso de equipo de acuerdo a la aplicación	☺	☺	☺
Recomendación de patrones de trabajo para calibración		☺	☺
Adaptación de los sistemas de calibración para ser utilizados en tareas de medición para lo cual no son su principal uso			☺
Aplicación del conocimiento de Ingeniería para el diseño y desarrollo de métodos de calibración fijos en sistemas de medición no disponibles comercialmente		☺	☺
Desarrollo y mantenimiento de sistemas de calibración y procedimientos, basados en principios de medición, análisis técnico de problemas de medición		☺	☺
Realización y evaluación de presupuestos de incertidumbre de medición y calibración		☺	☺
Diseñar y documentar las verificaciones de los patrones del laboratorio de calibración		☺	☺
Conducir las auditorías técnicas internas			☺
Desarrollo de software para mantenimiento y calibración			☺
Entrenamiento a subordinados en conceptos de calibración y procedimientos	☺	☺	☺
Asistencia técnica del personal		☺	☺
Mantenimiento del laboratorio para acreditación /reconocimiento	☺	☺	☺
Mantenimiento de instalaciones del laboratorio	☺	☺	☺
Proveer información técnica a otros departamentos organización	☺	☺	☺

Tabla 2

¿Qué actividades desempeño?

Conociendo las actividades de responsabilidad que se requieren, ahora es importante conocer los conocimientos previos que se requieren para una mejor comprensión del conocimiento de la metrología.

En la tabla 3, se muestra los conocimientos esenciales básicos y los conocimientos deseables y/o a desarrollar.

Conocimiento	Auxiliar Técnico	Responsable Laboratorio	Coordinador Metrología
Álgebra	Esencial	Esencial	Esencial
Trigonometría	Deseable	Esencial	Esencial
Geometría analítica	Deseable	Esencial	Esencial
Cálculo		Esencial	Esencial
Conocimientos básicos de manejo computadora	Esencial	Esencial	Esencial
Programación		Deseable	Esencial
Física	Deseable	Esencial	Deseable
Electrónica básica	Esencial	Esencial	Esencial
Electrónica Avanzada (análisis de circuitos)	Deseable	Deseable	Deseable
Ingeniería eléctrica		Deseable	Deseable
Ingeniería mecánica		Deseable	Deseable
Ingeniería de sistemas			
Ciencias de la medición	Deseable	Esencial	Esencial
Tolerancias y dimensiones geométricas	Deseable	Deseable	Deseable
Estadística básica	Deseable	Esencial	Esencial
Estadística avanzada		Deseable	Deseable
Elaboración de reportes técnicos	Deseable	Esencial	Esencial
Sistemas de administración de la calidad (Series ISO)	Deseable	Esencial	Esencial

Tabla 3

¿SE REQUIERE DE UNA CAPACITACIÓN DE ESPECIALIDAD POR ÁREA?

El propósito de una capacitación en metrología deberá estar basado de acuerdo a lo mostrado en la tabla 1, donde existen dos primeras fases que son esenciales y que a su vez sirven de plataforma para poder incursionar con programas de capacitación específicos o de especialidad (técnicos). Es ahora el usuario de la metrología que en base a los sectores industriales y tecnológicos en los que se desenvuelve, establecer cuales serán las especialidades que requiere para de esa forma dirigir su capacitación de metrología. En la tabla 4 se muestra de forma general las diferentes áreas en las cuales se requiere de la metrología.

Medición
=
Conocimiento
+
Equipo
+
Procedimientos

Sectores Industriales y Tecnológicos Específicos
Aeroespacial
Automotriz
Procesamientos Químicos (química, petroquímica, farmacéutica, alimentos)
Comunicaciones (radio, televisión, telefonía, Internet, navegación, exploración)
Computadoras
Construcción
Electrónica y Semiconductores
Uso y Conservación de Energía
Cuidado de la Salud
Seguridad Nacional y Patrimonial
Fabricación y Manufactura

Tabla 4

LA METROLOGÍA, ¿UNA INVERSIÓN CAPITALIZABLE?

En la gran mayoría de procesos industriales y de operaciones, la calidad y la eficacia de los productos y servicios generados dependen de la integridad metrológica de los equipos o sistemas de medición.

Las inversiones de la capacitación serán capitalizables cuando estas hayan sido realizadas dado un proceso identificado de necesidades y se vayan desarrollado de acuerdo a lo planeado para alcanzar las competencias requeridas, y no resulten a causa de cumplimiento de requisitos aislados exigidos en sistemas de gestión de la calidad.

CONCLUSIONES

Para un buen desarrollo de las competencias de la metrología, es necesario conocer la ruta crítica del proceso de aprendizaje, de tal forma que esta se desarrolle sistemáticamente, los estudios previos para el conocimiento de la metrología se encuentran básicamente enfocados a ir estableciendo fundamentos que permitan garantizar el siguiente paso, sin que con esto se quiera buscar rutas alternas para llegar directamente a la especialización, una analogía puede resultar entre cursar la primaria, y posteriormente cursar la preparatoria, sin cursar en nivel de secundaria, los resultados esperados serían que habrá actividades que se puedan desarrollar y definitivamente otras que se sabrán que existen pero no podrán ser implementadas ni aplicadas, generando un resultado infructuoso en los resultados de la capacitación.



La industria ha reforzado su demanda para la educación de la metrología, y las instituciones, organizaciones y consultores tendrán que aumentar sus ofertas para satisfacer estas demandas.

Capitalizar
las
Competencias

REFERENCIAS

DeSanto, James, (1998) "Metrology Training for the 21st Century." Proceedings of the 1998 NCSL Workshop and Symposium.

J. Lyle Bagley (2000) "Metrology Education in the new Millennium", Tidewater Community College.

Mohamed Belebna, (2004), "Metrology Training at the Technical Education and Vocational Training Level" The 3rd Saudi Technical Conference and Exhibition, Riyadh, Kingdom of Saudi Arabia.

ASQ (2006) "American Society fo Quality Metrology Job Description Study Survey Results", Division Measurement Quality

SEP (1994) Documento 10, Subsecretaría de Educación e Investigación Tecnológicas

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.