

# PERSPECTIVAS DE LA METROLOGÍA EN EL ÁREA MECÁNICA Y ELÉCTRICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

Orlando Guarneros, Alejandro Arturo Pérez, Vicente Hernández, César Torres y Dora Erika Espericueta  
Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Facultad de Ingeniería. Área de mecánica y eléctrica  
Dr. Manuel Nava No.8, C.P.: 78290, San Luis Potosí, SLP. Teléfono: (+52) 444 8262330  
e-mail: [orlando.guarneros@uaslp.mx](mailto:orlando.guarneros@uaslp.mx)

**Resumen:** El presente trabajo está dirigido a las licenciaturas que se imparten en el área de mecánica y eléctrica de la facultad de ingeniería de la UASLP, donde se busca valorar el grado de implementación de la metrología en los diferentes planes de estudio de sus diferentes carreras. De igual manera se propone elaborar una metodología de toda una serie de actividades que se pueden ir implementando, con la intención de ir implicando a la metrología en la vida académica de la institución.

## 1. INTRODUCCIÓN

El impacto de las mediciones en nuestra sociedad se ve reflejado en un estudio realizado por el Washington Post y el Medical Laboratory Observer donde informa que entre el 25 % y el 30 % de las medidas relacionadas con la salud se realizan por repeticiones de ensayos, prevención y detección de errores. Es decir, que potencialmente alrededor de 10 a 30 mil millones de dólares se podrían ahorrar si las medidas fueran consistentes y garantizadas [1]. Esto nos da una idea del impacto económico que ello representa y la necesidad más apremiante de introducir a los estudiantes en el vasto mundo de la metrología, que muestra claramente sus grandes áreas de oportunidad al requerir personal especializado en las diferentes magnitudes (masa, tiempo, presión, etc.,)

Según lo expuesto por el Dr. Héctor Nava Jaimes en su artículo; "Reseña y perspectivas de las mediciones en México", y que dicta de la siguiente manera: "En México la carencia de recursos humanos especializados es uno de los grandes obstáculos que ha impedido una mejor integración del sistema", en el cual hace hincapié en la falta de metrologos en varias campos de la tecnología, y en donde se anima a sugerir: "una consistencia y colaboración con el sector académico" para proyectos en conjunto con un medio que parece un tanto ajeno al problema, y en el que admite la necesidad de acelerar la preparación de los recursos humanos en primera instancia del CENAM [2] y que por consiguiente sea aplicable también a los niveles de educación superior, por la demanda tan fuerte que hay y la respuesta tan pobre para cubrir este rubro. Pero hay que hacer notar que aún

cuando la demanda de personal especializado en metrología (en sus diferentes áreas) va en ascenso, por su relación directa con el cumplimiento de las normas en los últimos años, los esfuerzos por incorporar a la metrología como asignatura deberían ser analizados. La forma en que gestiona cada universidad sus modificaciones a los planes de estudio da muestras de ventajas y desventajas para dar cabida a nuevas asignaturas acordes a los cambios y requerimientos de la sociedad.

## 2. LA INDUSTRIA EN SAN LUIS POTOSÍ

Dado que la metrología es esencial para casi cualquier intercambio comercial, y que su campo de aplicación se manifiesta en muy diferentes y muy variadas áreas, hay que admitir que en algunos sectores sus requerimientos son más marcados, debido a la gran exigencia que la normalización de sus requisitos llegan a poner de manifiesto (p. ejem.: autopartes) aunado a ello uno de los sectores económicos con mayor auge en la ciudad de San Luis Potosí es la industria que debido a su situación geográfica que lo coloca en un corredor entre nuevo Laredo y la Ciudad de México, lo convierte en un lugar atractivo para el armado o ensamble de diferentes equipos o maquinaria. Por ello y tan sólo en el 2009, de toda la población económicamente activa en el estado la industria manufacturera representa el 16.1 % de los puestos de trabajo, y en relación al producto interno bruto (2006) la industria manufacturera representaba el 24.2 % estando al frente de todos los demás sectores [3]. Contando con una zona industrial que alberga empresas como; Bosch, Good Year, Continental Tires, Mabe, Thyssen Krupp, 3M, entre muchas otras, reflejando una necesidad por cubrir una gran gama de magnitudes a las cuales se les debe garantizar su

trazabilidad. Por ello no es de extrañarse que las empresas provenientes de la capital del país den servicios de calibración siendo que podrían crearse empresas hacia el interior del estado que cubran esta demanda. Por lo tanto la Universidad está en la mejor posición de iniciar a los estudiantes para que fueran quedando inmersos en el mundo de las mediciones, y comprender sus retos y sus grandes compromisos.

## **6. REQUERIMIENTOS DE SERVICIOS METROLÓGICOS EN LA REGIÓN DE SAN LUIS POTOSÍ**

Una de los motivos que crean las diferentes demandas en la educación, está en dependencia directa de los requerimientos de la sociedad, y en algunos casos a tratados de índole comercial con otros países que originan una necesidad cada vez más urgente por cubrir los servicios metrológicos más esenciales en la región, donde se pueda garantizar entre otras cosas la calibración y la trazabilidad. La industria manufacturera de autopartes situada en la región de la ciudad de San Luis Potosí requiere los servicios mencionados como única opción para poder ofertar sus productos a nivel nacional e internacional. A inicios del 2001 y según un análisis realizado por el CENAM [4] en la zona de San Luis Potosí se disponía de tan sólo un laboratorio acreditado y una gran parte estaba localizada en la zona metropolitana (60%) propiciando la solicitud de servicios que probablemente no serían cubiertos a la brevedad de tiempo necesaria. Todo lo anterior orillo a que muchos laboratorios que estaban brindando sus servicios tuvieran que añadir la acreditación como un valor necesario a sus productos, para lo cual tendrían que seguir una serie de lineamientos estrechamente ligados con los sistemas de gestión de calidad, así como la administración y competencia técnica de laboratorios de ensayo y prueba, lo que deriva en una gran gama de respuestas por parte del sector que van desde obtener la acreditación a la brevedad posible y hasta empresas que consideran a la calidad como un aparato burocrático que sólo entorpecería su labor, más sin embargo y cierto es que evidentemente las empresas prefieren aquellas acreditadas ante una que no lo sea, porque les da la posibilidad de respaldarse ante un tercero por el servicio otorgado. Si bien no se dispone de censos que cuantifiquen la magnitud de la demanda por los servicios brindados, en un laboratorio promedio se puede pensar que alrededor de un millón de pesos

anuales se invierten en este rubro, aunque hay empresas que sin problema podrían triplicar dicha cifra, todo lo anterior en conversaciones llevadas a cabo con empresas del ramo.

Considerando lo dicho con anterioridad es buen momento para comentar la gran trascendencia de la preparación en cuanto a metrología se refiere, si bien un número considerable de licenciaturas son ofertadas en cuestiones de "calidad" (llámese por ejem.: Ingeniería de Calidad) su plan de estudios varía considerablemente de las expectativas que pudieran cubrir los aspectos más esenciales para desempeñarse como metrólogo, debido en gran medida a las necesidades de laboratorios bien equipados, y de una preparación técnica en el alumnado por profesores considerados expertos en el medio que su competencia, lo que demuestra el desconocimiento y la falta de acciones educativas encaminadas en este rumbo, pero lo que se vuelve más delicado es el tipo de formación que se presenta en las personas dedicadas a la ciencia de las mediciones, basadas en una preparación directamente sobre el medio de su desempeño fundamentada en una experiencia previa y cursos breves o diplomados con el objetivo de enfatizar sólo algunos puntos importantes en su labor cotidiana, lo que descarta la formación sistemática y continua de personal dirigido y especializado en diferentes magnitudes, por lo tanto es muy común encontrar un grupo muy compacto de colaboradores que domina el área con una gran oferta laboral, pero que al no disponer de los medios para compartir sus conocimientos, los mantiene aislados del medio educativo y sin expectativas a mediano plazo de colaborar de manera conjunta.

## **3. EMA Y LOS GER**

Es importante comentar que la ema (entidad mexicana de acreditación) con los GER (Grupos Estratégicos Regionales de la zona) el pasado 4 de marzo han llevado a cabo en las instalaciones de la Universidad una serie de reuniones con el propósito de ir sumando a los diferentes sectores en materia de acreditación y certificación, y por ende de metrología. Como una iniciativa por parte de la ema reforzará e incentivará por un lado a la participación de la iniciativa privada, y podría abrir una puerta al desarrollo de proyectos de investigación conjunta, generando ingresos que actualizarán los equipos de medición y brindándole al alumno un escenario más acorde con los avances tecnológicos.

#### 4. LA EDUCACIÓN SUPERIOR Y LA METROLOGÍA

En la actualidad son varias las instituciones que han entendido la importancia de la metrología, y por ello la han incorporado con prontitud a sus planes y programas académicos, tal sería el caso del Instituto Tecnológico de San Luis Potosí [5], el ITESM campus San Luis Potosí, e inclusive sistemas nuevos como las universidades tecnológicas que coordinan sus programas a nivel nacional y que lo contemplan en sus primeros cuatrimestres, la constante comunicación y el acercamiento con las empresas les han permitido detectar la carencia y poder asistirlos. Por otro lado la Universidad tiene otra dinámica que le dificulta incorporar nuevas temáticas y que le representa una serie de pasos que requieren una considerable cantidad de tiempo. Por ello y con el propósito de darle a la metrología la dimensión que merece se tiene un tiempo estimado para hacer oficiales las prácticas de 6 meses y para convertirla en obligatoria e impartirla en los primeros semestres sería alrededor de dos años. Por consiguiente, aún cuando se sabe que es necesario impartir asignaturas relacionadas con la inyección de plásticos ó diseño de experimentos, tendrá que tomar su tiempo para que sean contempladas.

#### 5. ANÁLISIS DE LA METROLOGÍA COMO ASIGNATURA DENTRO DE LAS DIFERENTES CARRERAS DE LA FACULTAD

El presente análisis está dirigido a las licenciaturas que se imparten en el área de mecánica y eléctrica como son:

##### 1) Ingeniero mecánico

En dicha carrera destaca el hecho de ser la única, que la considera como una asignatura obligatoria con la desventaja de impartirse en el noveno semestre siendo que algunas otras materias como procesos de fabricación (que inician en el quinto semestre) requieren de sus conceptos para sus actividades más esenciales, y es aquí de donde se deriva la creación del primer laboratorio de metrología hacia el interior de nuestra casa de estudios cuya instalación a la fecha sigue en proceso.

##### 2) Ingeniero mecánico administrador

A diferencia de la anterior, no contempla a la metrología como una materia obligatoria sino como una materia optativa, y su impartición se deja hasta el décimo semestre, generando una serie de deficiencias para el uso e interpretación de equipos de medición de diferentes magnitudes físicas que son utilizados a lo largo de su preparación profesional.

##### 3) Ingeniero mecánico electricista

En esta carrera la materia de instrumentación suple la carencia, y procura dar las herramientas básicas para las magnitudes más esenciales, más sin embargo no es obligatoria, y se cursa en el octavo semestre.

##### 4) Ingeniero en electricidad y automatización así como Ingeniero en mecatrónica

Al igual que la carrera anterior se suman impartiendo "instrumentación" y con la ventaja de ser obligatoria en el octavo semestre [6].

De forma general y a lo largo de todas las carreras se deja a un lado las prácticas de ambas asignaturas, tanto de metrología como de instrumentación, y se desaprovecha la utilización de laboratorios no especializados que pudieran prestar el equipo o permitir desarrollar prácticas en sus respectivos espacios, lo que propicia la necesidad de considerar de forma oficial las prácticas y combinar su uso por el momento con varios laboratorios del área. Por otro lado ir dejando las materias para los últimos semestres desvirtúa la necesidad de utilizar equipos de medición en el transcurso de la carrera, tanto para el desarrollo de proyectos como para una mejor interpretación de la teoría. La propuesta sería brindarla alrededor del cuarto semestre como un antecedente para asignaturas que requieran su aplicación, que son a partir de aquí donde aproximadamente se conduce la carrera con la mayoría de materias procedentes del área de mecánica y eléctrica.

#### 6. INFRAESTRUCTURA Y EQUIPO

La facultad ha decidido asignar un área para dar inicio al laboratorio, así como la donación de equipo procedente de otras áreas que poco a poco van conformando el inventario de equipo. Con lo cual y en primera instancia la propuesta de la disposición del equipo se muestra a continuación (Fig. 1):

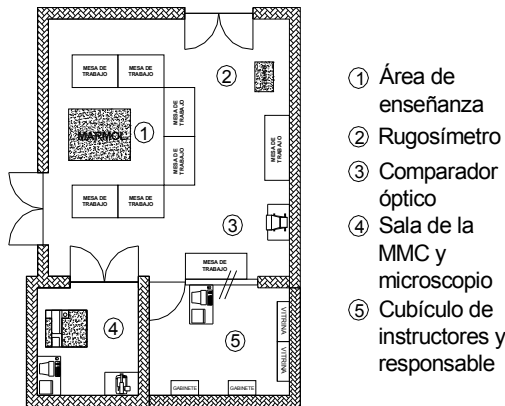


Fig. 1 Disposición del equipo para el Laboratorio de Metrología.

Dentro del inventario con el que actualmente dispone el equipo destaca:

- 1) Una máquina de medición por coordenadas.
- 2) Un comparador óptico.
- 3) Un rugosímetro.
- 4) Un juego de micrómetros de 3 puntos.
- 5) Dos calibradores de altura (uno digital y otro analógico).
- 6) Y equipo manual convencional.

Que son suficientes para planificar las prácticas más elementales para la comprensión de los fundamentos de la materia.

**7. GESTIÓN ADMINISTRATIVA**

El nuevo rol que confiere el hecho de ser responsable de un laboratorio, y profesor de una institución, estará íntimamente ligado con la gestión y obtención de recursos así como su equipamiento, que poco a poco vayan enriqueciendo las actividades hacia el interior del área de investigación, y ofrezcan herramientas de trabajo y de difusión de la tecnología, por ello sería conveniente participar en convocatorias de diferentes organismos que brindan la posibilidad de cubrir algunas carencias en los rubros de mayor demanda en nuestra institución. Este punto es sin duda uno de los más delicados a considerar, sustentado en el hecho de lo costoso que son los equipos de medición, más sin embargo en el punto en el que actualmente se encuentra la metrología en México, lejos de ser una desventaja ahora podría ser el momento más idóneo para combinar esfuerzos y proyectos con la iniciativa privada, para

establecer desde centros de capacitación para el trabajo, hasta laboratorios acreditados que brinden trazabilidad en diferentes magnitudes.

**8. PERSONAL DOCENTE**

El personal relacionado con la asignatura tiene el respaldo de una formación, y una experiencia que avalan su opinión, y que han sido de beneficio para el desarrollo del presente trabajo. Dentro del grupo de trabajo que se interesa en colaborar tenemos a los siguientes profesores con sus respectivas áreas de especialidad:

Profesor (a)	Área de especialización
Dora E. Espericueta González	Calidad e Ingeniería de Materiales
César Torres Ochoa	Diseño Mecánico y vibraciones
Alejandro Arturo Pérez Villegas	Diseño Mecánico y Educación en Ingeniería
Vicente Hernández García	Ingeniería de métodos y producción
Orlando Guarneros García	Metrología Dimensional y Calidad

**9. INCORPORACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE METROLOGÍA**

Los pasos a seguir para incorporar por el momento las prácticas de forma oficial a los planes de estudio depende de varios aspectos:

- 1) La aprobación por parte de la academia de diseño (que es la academia a la cual pertenece metrología) del documento que contiene las prácticas a realizar a lo largo del semestre.
- 2) Con la aprobación de la academia se solicita al consejo de la facultad permiso para implementar las actividades descritas en las prácticas.
- 3) A la par se tiene que conciliar en las carreras implicadas la introducción de los créditos para las prácticas, y para ello se tiene que balancear la carga académica de los alumnos, y mantener cierta cantidad de créditos. Más sin embargo aunque se ha manejado la posibilidad de incluir "sólo" la parte práctica en la asignatura, el hecho de estar dispuesta en las fases finales de la carrera ello no ha sido solucionado, porque bajo la opinión de los profesores del área sería necesario llevarla en semestres anteriores.

Finalmente varias cosas se encuentran pendientes; como convertir la materia obligatoria e incluirla en los planes de estudio de las diferentes carreras, procurando en alguna asignatura afin (como instrumentación) el contexto que le permita a los alumnos comprender el rumbo que las mediciones deben cumplir para que nuestra sociedad sea más equitativa y justa.

## 10. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La Universidad Autónoma de San Luis Potosí está tomando cartas en el asunto para darle a la metrología el lugar que el alumnado requiere para su formación profesional, sí bien es cierto que sus carencias para su impartición son notables, el asignar nuevos espacios, adquirir equipo y conformar un equipo de trabajo definen un rumbo para el área, con el cual partir de que los logros se medirán en base a la gestión y obtención de recursos, así como la posibilidad de colaborar con las empresas de la zona, en el entendido del auge que la ciudad sostiene en materia de su industria manufacturera. Por lo tanto analizar y proponer de que manera las diferentes carreras incluyen a la metrología en sus programas de estudio es otro paso adelante para que a futuro se consolide.

## 11. AGRADECIMIENTOS

Al Fondo de Apoyo a la Investigación (FAI) de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí a través del convenio C10-FAI-05-37.64 así como al PROMEP por el Apoyo de fomento a la generación y aplicación innovadora del conocimiento

## REFERENCIAS

- 
- [1] Robles J.A, Benyon R. *Metrología como ciencia de la medida y su impacto en la sociedad*. Presentación en la semana de la ciencia CEM 2007. Comisión de laboratorios asociados del consejo superior de Metrología.
- [2] Nava H. *Reseña y perspectivas de las mediciones en México*. Actas del Simposio de metrología 2001 pp: 1-5. CENAM Querétaro, México, mayo 2001
- [3] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. *Anuario Estadístico de San Luis Potosí 2009*. Tomo II, Gobierno de San Luis Potosí Aguascalientes México 2009. ISBN:978-607-494-002-2

- 
- [4] Hernández G. I. Calibraciones en metrología mecánica como oportunidad de negocios. CENAM. Memorias del Simposio de metrología 2002. Mayo 29 y 30. Cd. de Santiago, Qro.
- [5] Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, *Redícula de la carrera de Ingeniería Mecánica* <[http://www.itslp.edu.mx/itslp2/images/pdf/ret\\_mecanica.pdf](http://www.itslp.edu.mx/itslp2/images/pdf/ret_mecanica.pdf)>, fecha de consulta 12 de agosto 2010.
- [6] Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Ingeniería, fecha de consulta: 12 de agosto 2010. Planes de estudios de las carreras de ingeniería <<<http://ingenieria.uaslp.mx/>>>