

## CONCURSO ENTRE UNIVERSIDADES: MÉTODO PARA INTEGRAR A LOS ALUMNOS DE INGENIERÍA A LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

H. Hernández Tapia<sup>1</sup>  
B. Aguilar Juárez<sup>2</sup>

### RESUMEN

Ante la necesidad de fortalecer las competencias de los estudiantes de ingeniería para su integración al sector automotriz en México, Metrology School ha conformado un grupo de especialistas en mediciones de la industria automotriz, universidades y centros de investigación, con el fin de crear un concurso entre universitarios para evaluar sus habilidades y conocimientos en el diseño, desarrollo y validación de dispositivos de medición capaces de medir determinadas características de una pieza en el menor tiempo y costo posible. Por lo que se logró integrar a 110 estudiantes de 8 universidades de los estados de Guanajuato, Querétaro y Puebla; 4 empresas automotrices patrocinadoras de piezas, 3 Centros de Investigación y 8 empresas desarrolladoras de tecnología de medición.

El modelo de integración de Metrology School cubrió las expectativas esperadas de todos los involucrados, así como una buena opinión de las empresas automotrices participantes logrando su réplica para Junio de 2016 en las instalaciones del Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI) sede Nuevo León, ubicado en el Parque de Investigación e Innovación Tecnológica (PIIT) en el Estado de Nuevo León.

### ANTECEDENTES

Ante el crecimiento del sector automotriz y autopartes en los años recientes en la región bajío de nuestro país, se ha observado el incrementado en la demanda de recursos humanos altamente calificados con competencias técnicas para afrontar los retos de la manufactura de hoy en día.

La formación académica de los estudiantes de ingeniería en las Instituciones de Educación Superior es cada día más exigente, por ejemplo: un ingeniero que se desarrolla como ingeniero de calidad o de producción en la industria automotriz, debe conocer las tolerancias geométricas y dimensionales de una pieza, hacer estudios estadísticos, aplicar la solución de problemas, Core-Tools, y determinar los insumos de medición más adecuados para la línea de producción para satisfacer las necesidades y requerimientos de un cliente.

Una serie de limitantes que enfrentan las instituciones de educación superior en todo el país, por ejemplo: las prácticas en laboratorios especializados, la falta de contacto con problemas reales a los que se va a enfrentar en su vida profesional; ante esto ¿Qué se puede hacer para mejorar la formación de los ingenieros? ¿Cómo se puede tener contacto con la realidad? ¿Cómo integrar a las universidades con el sector industrial?

### Objetivo general

Desarrollar un medio que motive el desarrollo de las capacidades de invención en estudiantes de Ingeniería en México, integrando y vinculando a la Industria Automotriz, Centros de Investigación y Expertos en mediciones dimensionales.

<sup>1</sup> Coordinador y Director, Metrology School. metrology.school@gmail.com

<sup>2</sup> Profesor Investigador del Programa de Ingeniería y Tecnologías de Manufactura y responsable del Laboratorio de Metrología Dimensional, Universidad Politécnica de Guanajuato. baguilar@upgto.edu.mx

**Objetivos específicos**

1. Estimular la creatividad a través del diseño y desarrollo de mecanismos que son requeridos por la industria automotriz.
2. Generar el interés a estudiantes, profesores e industria para el desarrollo de sistemas de medición útiles a la industria automotriz.
3. Vincular al estudiante con la Industria Automotriz a partir del diseño y desarrollo de un dispositivo de medición para una pieza de producción real.
4. Generar una atmosfera sobre la importancia de las mediciones en las ingenierías relacionadas a la industria automotriz.
5. Propiciar el interés de la industria automotriz para la identificación de talento mexicano en el diseño de mecanismos y sistemas de medición.
6. Dar a conocer la capacidad inventiva y creativa a la industria automotriz de México.

**METODOLOGÍA**

Bajo un concepto de investigación cualitativa (Sampieri, 2010) donde se aborda el tema de desarrollo tecnológico por estudiantes de ingeniería en México para mediciones dimensionales en la industria automotriz, se realiza: 1) Búsqueda de información sobre la importancia de las mediciones en el sector automotriz y los requerimientos del mismo sector productivo hacia las Universidades, 2) Definición del conocimiento a desarrollar, 3) Establecimiento de objetivo del concurso, 4) lanzamiento de convocatoria, 5) integración de Universidades concursantes y 6) desarrollo de concurso. (Alonso, 2014)

**Necesidades metrológicas de la Industria Automotriz**

Una necesidad de la industria automotriz es asegurar que sus piezas producidas cumplen con especificaciones; por lo tanto, deben tener un sistema de medición que asegure con confiabilidad. Los sistemas de medición pueden ser comerciales, aquellos que se encuentran en el mercado, o fabricados a la medida de la empresa, por la complejidad de las piezas es imposible encontrar equipos comerciales por lo tanto se deben fabricar sistemas de medición para la medición en las líneas de producción.

**Búsqueda de información sobre la importancia de las mediciones en el sector automotriz y los requerimientos del mismo sector productivo a las Universidades**

Ante un crecimiento de 2.2 veces, el producto interno del sector automotriz en México en un periodo de 1994 a 2011 respecto al producto interno nacional (Solis, 2014), se vuelve un sector importante en direcciones económicas, educativas, tecnológicas y sociales.

El impacto nacional del sector automotriz abarca estados como Nuevo León, Baja California Norte, Sonora, Chihuahua, San Luis Potosí, Jalisco, Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, Estado de México, Puebla y Morelos. Trece de treinta y dos estados de México tienen como estrategia estatal el sector automotriz; por lo tanto, se vuelve una necesidad que los estudiantes que terminan una carrera aprendan temas de la industria automotriz (CONACYT, 2016).

Sin duda los temas que mayormente se requieren en la industria automotriz son: Manufactura, Calidad, Producción, Mecatrónica, Química, Metrología, Seguridad e higiene, entre otros. En el tema de calidad se contemplan las mediciones para validar que la producción cumple

con las especificaciones y la validación en líneas de producción se hace con dispositivos o sistemas de medición llamados checking fixture o gage (Tapia, 2010).

Los sistemas de medición en líneas de producción deben ser: robustos, fácil de utilizar, confiables para medir y adaptables a las necesidades de producción, comúnmente se nombran como “gage, fixture o checking fixture y en muchos casos son fabricados en Estados Unidos, Canadá, Taiwán o España.

En México hay empresas y Centros de Investigación que se dedican al desarrollo de sistemas de medición para la industria automotriz y requiere de conocimientos en diseño, ingeniería industrial y metrología.

### **Definición del conocimiento a desarrollar**

La metrología es importante en los dispositivos de medición porque deben cumplir con requerimientos metrológicos que aseguren la confiabilidad de las mediciones, por ejemplo un dispositivo debe ser al menos 10 veces más exacto que la tolerancia a medir (Group, 2016). Así mismo, se debe tener conocimientos en tolerado geométrico y dimensional para establecer referencias de medición y que pueda medirse la pieza de forma adecuada.

Finalmente para la liberación o aceptación de los dispositivos diseñados se deben aplicar pruebas estadísticas como estudios de repetibilidad, reproducibilidad, sesgo, linealidad, capacidad de medición (Cg) y habilidad de medición (Cgk), entre otras pruebas que pudiera requerir el cliente de la industria automotriz.

### **Ingenierías relacionadas a la Industria Automotriz**

Se han identificado una serie de carreras de la ingeniería que se están ligadas al sector automotriz en sus áreas de producción, calidad, ingeniería, manufactura y proyectos. Así mismo, los requerimientos académicos de la industria automotriz han sido temas a considerar en los planes de estudio de las ingenierías.

Las ingenierías más requeridas por la industria automotriz son: Industrial, mecánica, mecatrónica, electrónica, manufactura, robótica, química, entre otras. Así mismo, de estas ingenierías en 4 de 7 se enseña los diferentes enfoques de la metrología

### **Concurso**

Enseñar es el conjunto de conocimientos, principios, ideas que se enseñan a alguien (Española, 2016). Sin duda las acciones a realizar en la enseñanza, llevan a alguien del desconocimiento al conocimiento en un contexto de condiciones existentes, que exigen ser planteadas en conjunto con un objetivo que deberá especificar características que validen el logro o fracaso de la enseñanza.

Los expertos en temas de enseñanza establecen que no hay un método universal y que dependerá del conjunto de acciones que estimulen la actividad creadora, para desarrollar el nivel cognoscitivo que vincule la escuela con la vida, y en este sentido habrá que buscar aquellas actividades que rompen los esquemas rígidos y tradicionalistas para inclinarse por métodos sistematizados que preparen al alumnos para el trabajo en sociedad.

En la Figura 1 “Esquema genera para el desarrollo del Concurso Metrology School” se describe en términos generales la secuencia de actividades que se realizaron para desarrollar el concurso, primero se identifica la necesidad de competencia en los estudiantes, se integra al sector industrial y educativo para de ahí definir el objeto del concurso que es del desarrollo de un sistema de medición que le permita al alumno y docente adquirir experiencia, desarrollar conocimientos y generar un interés al interior de la institución y exterior de la misma.

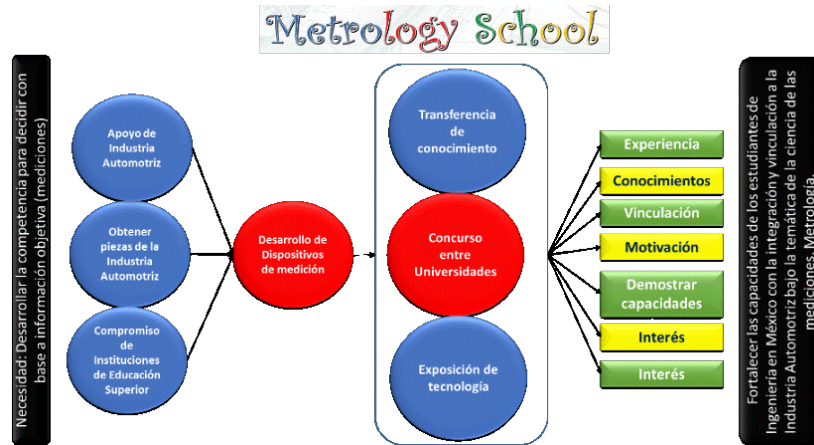


Figura 1. Esquema general para desarrollo del Concurso Metrology School

### Establecimiento de objetivo de concurso

El objetivo del concurso es diseñar un dispositivo de medición que calcule la mayor cantidad de características de calidad de una pieza en el menor tiempo y al menor costo. Las piezas que se proporcionaron por empresas automotrices fueron: un árbol de levas, triceta de la flecha de velocidad constante y sistemas del volante y asiento. En la Figura 2 se muestra el tipo de piezas que se proporcionaron; así como el nombre de las empresas y una reunión con los docentes de cada Universidad, donde se realizó el sorteo para la asignación de piezas.



Figura 2. Piezas prestadas por empresas para el diseño de dispositivos de medición.

### Lanzamiento de convocatoria

La invitación a las universidades se hizo por redes sociales, correos y por algunas amistades del ámbito metrológico que apoyaron en la difusión del Concurso. Y en el caso de las Universidades de la región Bajío de México que ofertan las carreras de Ingeniería Industrial,

Manufactura, Mecánica, Electromecánica, Mecatrónica y Automotriz, se les hizo llegar una invitación para participar en dicho concurso.

### **Integración de Universidades**

La dinámica de participación de las Universidades es formando equipos de 4 a 5 estudiantes que estén cursando la materia de metrología y/o que haya pasado un año de haber cursado. El equipo debe ser guiado por un profesor de la Universidad.

### **Desarrollo del Concurso**

La asignación de piezas es por sorteo, se evita que las piezas se repitan entre la institución participante. Para disminuir la incertidumbre sobre el funcionamiento de las piezas se programan visitas a las empresas para conocer la manufactura y funcionamiento en el vehículo, ver Figura 3.

En la Figura 3 se muestran las visitas a empresas para disminuir la incertidumbre y aumentar el conocimiento de la pieza asignada a cada Universidad. Se realizan visitas industriales para que los alumnos participantes conozcan el producto y su fabricación. La visita se realiza con el experto en metrología de la empresa y con el Gerente de Calidad para que pueda explicar sobre el funcionamiento de la pieza.



Figura 3. Visita de estudiantes concursantes a empresas

### **Ingeniería Inversa aplicada a metrología**

Un métodos para el diseño de dispositivos de medición es a partir de piezas fabricadas, es hacer un benchmark y requiere aplicar ingeniería inversa bajo el siguiente esquema: 1) dimensionar la pieza, 2) dibujar pieza, 3) investigar funcionalidad de la pieza, 4) definir características críticas o de calidad de la pieza, 5) diseñar dispositivo de medición, 6) fabricar dispositivo de medición para medir las características de las pieza y 7) validar el dispositivo de medición.

El dimensionamiento de la pieza servirá para asegurar que el dispositivo sea en una escala 1 a 1, así como identificar la dificultad de medir sus características con equipos de medición de longitud convencionales.

El dibujo de la pieza se hace en software de diseño mecánico, de preferencia similar al que se utiliza en la industria automotriz, por ejemplo Audocad, Solidworks, Solid edge, Inventor,



Catía, entre otros. Dibujar la pieza requiere que al menos un estudiante del equipo conozca y maneje de forma adecuada el software para diseño mecánico. Conocer la funcionalidad de la pieza es indispensable porque a partir de ésta, se define las características críticas y/o de calidad que se controlan en la pieza y que son motivo del diseño del dispositivo de medición.

### **Diseño de dispositivo de medición**

A partir de los elementos anteriores se conceptualiza la idea del dispositivo de medición hasta llegar al diseño y simulación de funcionamiento.

La validación de los dispositivos se hace con las referencias que utilizan en la industria automotriz, como lo son el manual de “Análisis de sistemas de medición” y/o el manual VDA 5.0 Se pide a los participantes que consideren como valor agregado hacer la validación al dispositivo de medición ya que puede ser un criterio de desempate.

### **Evaluación del dispositivo de medición**

Con base a la convocatoria, a cada evaluador se indican los criterios de evaluación. Los evaluadores son representantes de las empresas, por parte de Metrology School se define un observador que da seguimiento al proceso de evaluación, ver Figura 4.



Figura 4. Evaluación de dispositivos de medición

### **Actividades periféricas al concurso**

La integración de empresas del sector automotriz es fundamental para que se genere el interés de los alumnos por seguir participando, así mismo dar a conocer las ideas y propuestas materializadas en dispositivos de medición es parte del interés de metrology school; por tal motivo se realizaron cursos/taller gratuitos para las empresas automotrices de la región y realizó una exposición de tecnológicas de medición, así como de laboratorios de medición, calibración y prueba.

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

El concurso reunió a 110 alumnos de las carreras de ingeniería Industrial, Mecánica, Automotriz y Manufactura de 8 Universidades: 1) Universidad Politécnica de Guanajuato, 2) Universidad Politécnica de Santa Rosa Jáuregui, 3) Universidad Politécnica bicentenario,

4) Universidad Politécnica de Juventino Rosas, 5) Instituto Tecnológico de Celaya, 6) Instituto Tecnológico Superior de Guanajuato, 7) Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla y 8) Universidad UNITESBA; de 3 estados de la República Mexicana: 1) Guanajuato, 2) Querétaro y 3) Puebla.

Respecto al interés por fortalecer las competencias técnicas de los alumnos, se formaron que 24 equipos donde cada uno propuso un sistema de medición que desarrollo de acuerdo a su investigación y empeño, así mismo en cada propuesta se ven reflejada la participación del profesor que fue guiando a los alumnos.

La vinculación entre las Universidades, grupos de estudiantes y empresas fue real al estar en contacto con personas de empresas, visita a la manufactura y el manejo de piezas reales de la industria automotriz. El logro más palpable fue la integración de una de las propuestas a las líneas de producción de la empresa Elay de Celaya Guanajuato, ver Figura 5.



Figura 5. Equipo con mención honorífica en el que su propuesta se toma en cuenta para implementar en empresa Elay de Celaya Gto.

El tipo de propuestas que se realizan son de valor para los alumnos y para las empresas porque pueden encontrar opciones de medición realizadas por estudiantes innovadores, creadores y principalmente fuera del círculo de la “Ceguera de Taller”.

Se logró que 79 personas de empresas de la región Centro y Bajío de México vieran las propuestas de los alumnos concursantes, entre los que destaca las armadoras de vehículos Ford de Cuautitlán Izcalli y Volkswagen de Silao Guanajuato, ver Figura 6.

Se tuvo la participación del Centro Nacional de Metrología (CENAM), quien es la máxima referencia de mediciones en México, así como del Centro de Investigación y Desarrollo Industrial (CIDESI) que es un Centro CONACYT.

En la Figura 6 se muestran parte de cursos de capacitación que se ofrecen a las empresas del sector automotriz como parte de la integración del sector al evento, así mismo se motiva para que conozcan las aportaciones de los alumnos mostradas en ideas y propuestas de dispositivos de medición.



Figura 6. Cursos Taller para la industria del sector automotriz.

Derivado de los resultados exitosos del concurso, el Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial en su sede de Nuevo León (CIDESI – Nuevo León) realizará el próximo evento. En las Figura 7 se muestran los logotipos de las Universidades que estarán participando, siendo estas 15, así mismo se contará con la evaluación del concurso por parte del Instituto Volkswagen, el Centro de Ingeniería de General Motors ubicado en Toluca, entre otras empresas y centros de investigación.



Figura 7. Instituciones de Educación Superior Confirmadas para el Tercer Concurso Metrology School

## CONCLUSIONES

Lo anterior es una muestra del trabajo que se puede alcanzar trabajando en equipo y estableciendo un objetivo difícil de lograr, real y con valor al desarrollo profesional de las personas.

La ciencia de las mediciones genera valor y es una materia transversal de importancia para la toma de decisiones que habrá que inculcar en la juventud y sociedad en general, partiendo de equidad y justicia en todos los ámbitos de la vida, comercial, social, político e industrial.



Si bien, el concurso ha sido el método para motivar a las nuevas generaciones en interesarse por la metrología, también es un método que promueve el trabajo en equipo, la convivencia y diversión entre diferentes áreas de la sociedad, de la industria y de la ciencia.

Es importante recalcar que este trabajo es la suma de muchos esfuerzos generados por personas que creen en México y el desarrollo de la ciencia y tecnología, que por alguna razón también creen que la metrología puede ser un eje clave para la integración de capacidades industriales, académicos, científicos y de gobierno.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, J. R. (30 de junio de 2014). *Repositorio documental* - Universidad de Valladolid. Obtenida de: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/8007/1/TFM-G%20374.pdf>
- CONACYT. (05 de abril de 2016). *Agendas Estatales y Regionales de Innovación*. Obtenida: [http://www.agendasinnovacion.mx/?page\\_id=883](http://www.agendasinnovacion.mx/?page_id=883)
- Real Academia Española (s.f.). *Diccionario de la lengua española*. Obtenida de: <http://dle.rae.es/?id=FdHOWng>
- Group, A. I. (01 de marzo de 2016). *Measurement Systems Analysis*. Obtenida de: <https://www.aiag.org/docs/default-source/product/msa-4th-page-88-errata.pdf?sfvrsn=0>
- Sampieri, R. H. (2010). *Metodología de la Investigación*. México D.F: Mc Graw Hill.
- Solís, E. (09 de Julio de 2014). *Importancia de la Industria Automotriz*. Obtenida de: The International Council on Clean Transportation: <http://www.theicct.org/sites/default/files/%5B9%20July%5D%20Panel%201%20-%20Dr.%20Eduardo%20Solis,%20AMIA.pdf>
- Tapia, H. H. (27 a 29 de octubre de 2010). *Simposio de metrología 2010*: Obtenida de: <https://www.cenam.mx/sm2010/info/carteles/sm2010-c23.pdf>