

IMPACTO DE LA FORMACIÓN DEL INGENIERO INDUSTRIAL EN LA PRÁCTICA: LABORATORIO INTEGRAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

M. Hanel González¹
M. A. López Ontiveros²
J. Loyo Quijada³

RESUMEN

Desde su creación, en 1974, el Plan de Estudios de la licenciatura en Ingeniería Industrial de la Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, buscó contar con espacios para la práctica, pues los ingenieros necesitan de una componente significativa de habilidades empíricas y aplicaciones prácticas de la profesión. En un principio, se contó con un laboratorio para la impartición de algunas materias del programa. Sin embargo, al paso de los años, este espacio se volvió obsoleto. En la acreditación del programa de estudios del 2002 por el Consejo de Acreditación de Enseñanza de la Ingeniería (CACEI), se indicó que era necesaria actualización y renovación del equipo de los laboratorios. En la re-acreditación del 2008 se insistió en que una de las debilidades más significativas era la falta de laboratorios y talleres propios de la licenciatura en Ingeniería Industrial. Era eminente la necesidad de llevar a cabo adecuaciones en el laboratorio. Para materializar el proyecto de modernización y actualización, se propuso la creación de un *laboratorio Integral de Ingeniería Industrial -LIII-*. En éste se podría asumir el proceso de enseñanza-aprendizaje con la ayuda de los medios y métodos didácticos contemporáneos e innovadores, necesarios para la actividad experimental, que coadyuvaran a la formación integral del ingeniero industrial. En la actualidad, el LIII es una realidad. Hoy trabaja atendiendo diversas materias del plan de estudios. Da servicio a un importante número de alumnos, es autogestivo y en él se desarrollan las tres funciones sustantivas de la Universidad: docencia, investigación y difusión (vinculación).

ANTECEDENTES

En la actualidad, los ingenieros industriales son necesarios en cualquier situación, donde hay una necesidad de emplear recursos limitados de la manera más eficiente posible (Gallwey, 1992), su tarea se asocia tradicionalmente con los procesos de fabricación. Hoy en día, la Ingeniería Industrial juega un papel muy importante en el soporte de la industria y los servicios nacionales, contribuyendo a su modernización y mejorando su nivel competitivo, tanto en el mercado interno como en los mercados internacionales.

El ingeniero industrial debe ser, ante todo, un ingeniero, es decir, debe ser capaz de analizar, modelar, diseñar, implementar y mejorar los sistemas complejos conformados por personas, materiales, dinero, información, máquinas, tecnología y energía, con el fin de ofrecer productos y servicios en el menor tiempo y con la mayor productividad, calidad, fiabilidad y eficiencia posible (ABET y EUR-ACE, 2007; Chen Jiang, y Hsu, 2005; Gallwey, 1992; Maynard y Zandin, 2005).

Esta necesidad, se aplica a casi todas las actividades empresariales en el mundo occidental. La razón principal de esto, es la globalización de los mercados y la creciente competencia

¹ Profesora Investigadora y Coordinadora de Docencia de la Unidad. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco. mhanel@azc.uam.mx.

² Profesor Investigador y Coordinador de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Industrial. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco. mlopez@azc.uam.mx.

³ Profesor Investigador y Coordinador de Laboratorios del Departamento de Sistemas. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco. lqj@azc.uam.mx.

de los productos y servicios que se trasladó a los países con bajos niveles salariales (Gallwey, 1992:). La situación se agrava por el hecho de que las empresas de los países que compiten sólo en función de los costos están teniendo éxito en el aumento de su productividad, al mismo tiempo que el logro de los avances tecnológicos hacen posible que se ofrezcan una mayor calidad en los productos y servicios e incluso sean innovadores. Dentro de este contexto, una manera de establecer una ventaja competitiva es proporcionar a la sociedad ingenieros industriales que sean capaces de trabajar dentro de entornos complejos e interdependientes, aprovechando la tecnología actual y canalizar la energía de los individuos de los que son responsables.

Sin embargo, el ingeniero industrial también es capaz de diagnosticar problemas y analizarlos, lo que sugiere posibilidades de mejora y decidir cuál de las herramientas de gestión de operaciones es la mejor a ser utilizada o no. Entre éstas herramientas empleadas para mejorar procesos, destacan las siguientes: gestión del conocimiento, estandarización de procesos, gestión visual, gestión de personal, la gestión estratégica de operaciones, contabilidad de costos, Lean Manufacturing, JIT, Kanban, TPM, TQM, los clientes y su relación con los proveedores, diseño integrado en la fabricación, selección de la tecnología de fabricación, SMED, industria limpia, entre otros.

Todas estas herramientas son empleadas de manera sistémica en una organización, por lo que se debe buscar el trasladarlas a un espacio de docencia con un enfoque holístico de todas las herramientas de gestión de operaciones actualmente empleadas por los ingenieros industriales.

Por último, se debe hacer hincapié en las competencias específicas que el laboratorio integral de Ingeniería Industrial.

Este espacio de docencia práctica, debe contribuir a desarrollar en los futuros Ingenieros Industriales, competencias específicas que los diferencian de otros ingenieros. En particular, estas competencias tienen relación con conocimientos de mejora continua, de distribución de líneas de montaje, de programación de la producción, de reducción de los tiempos de cambio, de optimización de inventarios, de análisis de estaciones de trabajo, de gestión del conocimiento, de Seis Sigma, de mantenimiento productivo, de gestión de la cadena de suministro, de simulación, entre otros.

METODOLOGÍA

La necesidad de contar con un laboratorio para la carrera de Ingeniería Industrial, en el que se practiquen las temáticas medulares de dicha disciplina, no es nuevo. Desde su creación, en 1974, el Plan de Estudios de la licenciatura en Ingeniería Industrial de la Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, buscó contar con espacios para la práctica, pues los ingenieros necesitan de una componente significativa de habilidades empíricas y aplicaciones prácticas de la profesión. En un principio, se contó con un laboratorio para la impartición de algunas materias del programa. Sin embargo, al paso de los años, este espacio se volvió obsoleto.

En el 2002, el programa de estudios fue sometido, por primera vez, a la evaluación del Consejo de Acreditación de Enseñanza de la Ingeniería (CACEI). El dictamen indicó, entre

otros asuntos, lo siguiente: *Establecer un programa de actualización y renovación del equipo de los laboratorios que dan servicio al Programa.*

Era eminente la necesidad de llevar a cabo adecuaciones en el laboratorio, por lo que desde el 2003, se planteó la necesidad de contar con un espacio suficiente y adecuado para la docencia, que garantizara el acceso de los alumnos a las actividades experimentales. Sin embargo, el proyecto de un nuevo laboratorio se vio detenido puesto que, como en toda institución de educación superior, el presupuesto siempre es restringido, existen urgencias y otras prioridades que deben ser atendidas.

En la re-acreditación de parte del CACEI, en el 2008, se insistió en que una de las debilidades más significativas del Plan de Estudios de Ingeniería Industrial, era la falta de laboratorios y talleres propios de la licenciatura, específicos para los estudiantes de este programa. El dictamen emitido por CACEI resultó de gran ayuda para justificar, nuevamente, la necesidad de un nuevo laboratorio para la carrera y retomar la propuesta.

Para materializar el proyecto de modernización y actualización, se propuso la creación de un *laboratorio Integral de Ingeniería Industrial –LIII-*. En éste se podría asumir el proceso de enseñanza-aprendizaje con la ayuda de los medios y métodos didácticos contemporáneos e innovadores, específicamente aquellos que se diseñaron para apoyar el aprendizaje por medio de experiencias vivenciales, mediante el análisis de casos y la solución de problemas de procesos productivos y de servicios que coadyuvan a la formación integral del ingeniero industrial.

Como un elemento mas para la justificación de la creación del LIII, se planteó, entre otros elementos, que durante los trimestres finales de la carrera de Ingeniería Industrial, los alumnos cursan varias asignaturas cuyos contenidos corresponden con aplicaciones prácticas de la profesión. En el plan de estudios se incluye varias asignaturas experimentales —no compartidas con otros planes de estudio— que necesitan de instalaciones especiales para la docencia. En el Tronco Básico Profesional y Área de Concentración, se pueden mencionar las unidades-enseñanza-aprendizaje (uea) obligatorias de Control de Calidad y Confiabilidad, Laboratorio de Estudio del Método de Trabajo, Laboratorio de Medición del trabajo, así como varias uea optativas con una fuerte componente experimental: Procesos de Mejora Continúa, Seguridad e Higiene Industrial, Análisis y Diseño de Experimentos en Ingeniería, Manufactura Esbelta. Por otro lado, existe un núcleo de uea obligatorias entre las que se encuentran Diseño de Instalaciones y Manejo de Materiales; Estudio del Método de Trabajo y Estudio de la Medición del Trabajo, Planeación de la Producción, Administración de la Producción, y Organización Industrial las cuales son fundamentales para el perfil de egreso del Ingeniero Industrial.

Estas uea son de vital importancia para la carrera de Ingeniería Industrial y sin embargo se continuaban utilizando métodos y medios didácticos obsoletos para abordar el correspondiente proceso de enseñanza-aprendizaje. Por estas razones se sugirió la necesidad de dotar de más y mejores recursos a los profesores que se responsabilizan de la impartición de estas uea.

Por otra parte, se hizo hincapié en que la formación que el estudiante adquiriría en estos cursos carecía de vínculos suficientes con las aplicaciones en el sector productivo y de servicios. Por consiguiente, los egresados tenían desventajas para insertarse en el mercado laboral y acoplarse a los modos actuales de trabajo. Las carencias en el proceso de enseñanza aprendizaje repercuten en un mayor esfuerzo de los estudiantes, bajos índices de titulación, una baja autoestima profesional y dificultad para incorporarse al medio laboral.

Proyecto: Laboratorio Integral de Ingeniería Industrial -LIII-

El LIII es un conjunto de sistemas interdependientes basados en la integración de instrumentos. Las acciones y actividades del laboratorio están controladas por una red de datos multimedia y multitareas que permite que sus diversas secciones puedan establecer entre si. En conjunto, el laboratorio recrea un ambiente similar a una línea de producción con aplicación semi-industrial.

El objetivo del Proyecto –LIII- es implantar un laboratorio que permita reforzar la formación profesional del ingeniero industrial a través de un enfoque multidisciplinario e interdependiente.

Objetivos particulares

- Desarrollar prácticas integrales de ingeniería industrial
- Simular procesos productivos y de servicios
- Fomentar el trabajo en equipo
- Desarrollar competencias en los alumnos
- Desarrollar el aprendizaje autónomo
- Proporcionar capacitación externa
- Desarrollar innovación tecnológica
- Apoyar proyectos terminales (tesis)

Requisitos para el LIII

Para poder fraguar el proyecto del LIII, se tenían diversos requisitos: a) un espacio adecuado y suficiente que dependería, en primera instancia del número y tipo de secciones de trabajo que se adquirirían y b) secciones de trabajo, las cuales se definieron después del análisis de requerimientos.

Como parte del análisis para la definición del tipo de secciones que sería conveniente para el LIII, se visitaron las instalaciones de los laboratorios de diversas Instituciones de Educación Superior: Instituto Politécnico Nacional, ITESM Campus Ciudad de México, Universidad Iberoamericana Cd. de México, entre otras.

Se trabajo con el proveedor quien contaba con estaciones prediseñadas (módulos) para la realización de algunas experiencias particulares, así como la simulación de ciertas aplicaciones prácticas.

Se decidió adquirí, en un primer momento, algunos módulos prediseñados, sin embargo, el grupo de trabajo de la UAM propuso algunos diseños particulares para satisfacer ciertas necesidades específicas que el proveedor desarrollo ex profeso para la UAM-A.

Las secciones que se adquirieron son: sección de ensamble manual, sección de proceso semiautomático, sección estación de calidad, sección estación de diseño de trabajo y sección de estación de análisis antropométrico, biomecánico y ergonómico. Cada una de estas secciones requiere de mobiliario y equipo diseñado para realizar las actividades el cual se indicará más adelante.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El Laboratorio Integral de Ingeniería Industrial hoy en día

Instalaciones. El Laboratorio de Ingeniería Industrial está localizado en la Planta Baja del Edificio W, dentro de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco ubicada en Avenida San Pablo #180, Colonia Reynosa Tamaulipas, C.P. 02200, Azcapotzalco, México D.F. (Figura 1)



Figura 1. Edificio W - Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco

Cuenta con una superficie de 176 m², dividida en tres áreas:

- Área de Realización de Prácticas con cinco secciones (155 m²).
- Almacén (10.5 m²).
- Cubículo de Servicio Social (10.5 m²).

Descripción de las áreas de realización de prácticas:

a) Grupos de trabajo con propósito dedicado:

Estos equipos pueden simular entornos productivos reales, tales como líneas productivas, línea de ensamble, así como eficientarlas con las herramientas más comunes (7 herramientas estadísticas, manufactura esbelta, Diseño de Experimentos, Six Sigma, etc.).

a.1) Grupo de trabajo: Ensamble Manual:

En esta grupo de trabajo se aplica el conocimiento adquirido sobre manufactura Básica, en temas como MRP, Balanceo de Líneas, Análisis de Diagramas, Teoría de Restricciones, 5S, Evaluación de Liderazgo. Ver Figura 2



Figura 2. Mesas de Trabajo, Ensamble Manual

a.2) Grupo de trabajo Proceso Semiautomático:

Se aprenden a utilizar las herramientas clásicas para mejora de procesos: manufactura esbelta, Justo a tiempo, Andones, etc. (Figura 3). Incluye una banda transportadora. En este grupo de trabajo los usuarios comienzan a vincularse con herramienta de trabajo y un enfoque de producción más completo que en el primer grupo de trabajo.



Figura 3. Estaciones de Trabajo y Bandas Transportadoras, Procesos Semiautomáticos

b) Estación de Calidad:

Se aplican las técnicas aprendidas en cursos de control estadístico de procesos, como las 7 herramientas estadísticas (Diagramas Ishikawa, Pareto y dispersión, así como listas de verificación, gráficos de control, diagramas de flujo e histogramas). Figura 4



Figura 4. Estación de Control de Calidad

c) Estación de diseño de trabajo:

Mediante fotogrametría (conocimiento de las dimensiones y posición de objetos en el espacio mediante un modelo digital en 2D). Se utiliza para el diseño y ajuste de estaciones de trabajo ergonómicas y confortables, buscando la salud y comodidad del personal para obtener una mayor productividad. Figura 5

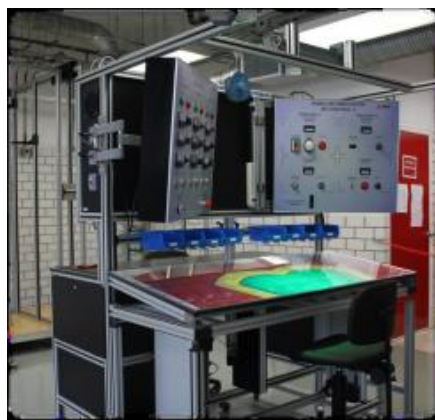


Figura 5. Estación de Diseño de Lugar de Trabajo

d) Estación de Análisis Antropométrico, Biomecánico y Ergonómico –EABE-:

Esta estación se utiliza para medir las características, capacidades y necesidades laborales humanas, enfocadas en la aplicación de teorías, principios y métodos para diseñar o adaptar los espacios, tareas, herramientas y productos a fin de optimizar el rendimiento laboral humano siguiendo los principios fundamentales de la ergonomía y el bienestar laboral. Figura 6



Figura 6. Estación de Análisis Antropométrico, Biomecánico y Ergonómico

La EABE esta constituida por 4 módulos:

- A. Sección de Medición de Alturas.
- B. Sección de medición de Anchuras y Peso.
- C. Sección de medición de alcances por Fotogrametría.
- D. Sección para el diseño y ajuste de Espacios de trabajo.
- e) Estación de fometría y cálculo de esfuerzos.

En este croquis (Figura 7) se muestran las diferentes áreas del laboratorio LIII.

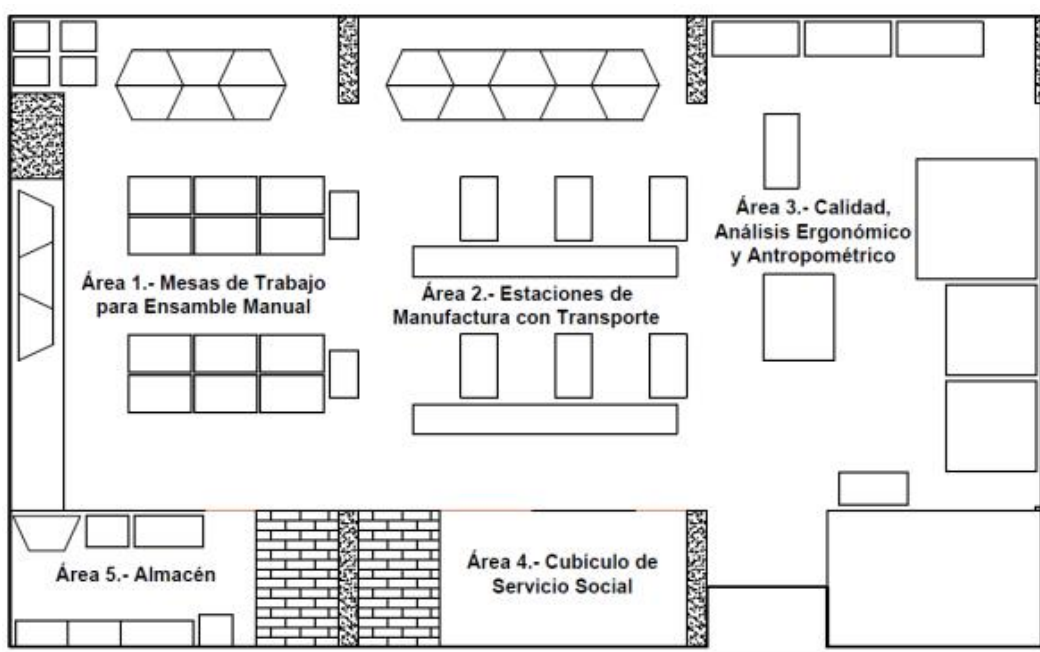


Figura 7. Clasificación de las Áreas del Laboratorio de Ingeniería Industrial

Las características del mobiliario de las diferentes secciones del LIII son:

Mobiliario Móvil: cuenta con ruedas en las bases para poder moverlo fácilmente con la finalidad de simular diferentes ubicaciones de las estaciones de trabajo dentro de una línea de producción.

Mobiliario Fijo: se refiere principalmente a las mesas de trabajo en donde los alumnos realizan anotaciones o análisis propios de las prácticas; los estantes localizados dentro del almacén y algunas estaciones para estudios determinados.

A continuación se hace un listado del mobiliario y equipo con el que cuenta el LIII

- 12 Mesas de Trabajo.
- 6 Estaciones de Trabajo.
- 2 Bandas Transportadoras.
- 1 Estación de Diseño de Lugar de Trabajo.
- 1 Estación de Análisis Antropométrico.
- 3 Estaciones de Antropometría.
- 3 Estaciones de Control de Calidad.
- Instrumentos Electrónicos de Medición.
- Instrumentos Analógicos de Medición.
- Cámara termográfica.
- Equipos de Cómputo con Software Determinado.

La inversión inicial para poner en marcha el LIII fue elevada, aproximadamente tres millones cuatrocientos mil pesos Sin embargo, a casi cinco años de su arranque, el costo anual del mismo ha sido mínimo. El mantenimiento que requiere el LIII es muy reducido, aproximadamente \$4000.00 anuales. Es un laboratorio autogestivo, es decir, no requiere de mas personal que los profesores que en el realizan su docencia o investigación. Trabaja bajo el principio de las 5”s”, lo cual lo convierte en un espacio muy sencillo de mantener ordenado y limpio.

El LIII hoy en día, trabaja atendiendo diversas materias del plan de estudios: Laboratorio de Estudio del Método del Trabajo, Laboratorio de Estudio de la Medición del Trabajo, Manufactura Esbelta, Diseño de Instalaciones y Manejo de Materiales, Ergonomía Laboral, Diseño y desarrollo de nuevos productos, Seguridad e Higiene Industrial, entre otras.

El laboratorio se encuentra abierto de lunes a viernes de 7:00 a 19:00 hrs. Atendiendo un promedio de 300 alumnos por trimestre. (Informe Coordinación de Licenciatura en Ingeniería Industrial, 2015).

Además de las prácticas para las uea, dentro del laboratorio, se desarrollan proyectos de integración de distintas carreras. Las licenciaturas a las que se atiende mayoritariamente son: Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Química.

Impactos en la Docencia. Este Laboratorio ha permitido dar una formación sistémica de las uea medulares de la licenciatura en Ingeniería Industrial. Así como la aplicación de los conocimientos adquiridos en estas uea. Como se puede observar el la Tabla 1 y, en

particular, en la Figura 8, en los 4 últimos trimestres, los alumnos atendidos por semana en el LIII, han ido en aumento (Informe Coordinación de Ingeniería Industrial, 2014).

Tabla 1. Número de grupos impartidos y alumnos atendidos por semana

| Trimestre | UEA | No. de Grupos | No. de Alumnos | Total de alumnos |
|-----------|-------|---------------|----------------|------------------|
| 14-I | LEMT1 | 5 | 107 | 135 |
| | LEMT2 | 2 | 28 | |
| 14-P | LEMT1 | 4 | 89 | 148 |
| | LEMT2 | 3 | 46 | |
| | SME | 1 | 13 | |
| 14-O | LEMT1 | 3 | 65 | 152 |
| | LEMT2 | 4 | 87 | |
| 15-I | LEMT1 | 5 | 100 | 177 |
| | LEMT2 | 3 | 62 | |
| | SME | 1 | 15 | |

| | UEA |
|-------|---|
| LEMT1 | Laboratorio de Estudio del Método del Trabajo |
| LEMT2 | Laboratorio de Estudio de la Medición del Trabajo |
| SME | Sistemas de Manufactura Esbelta |

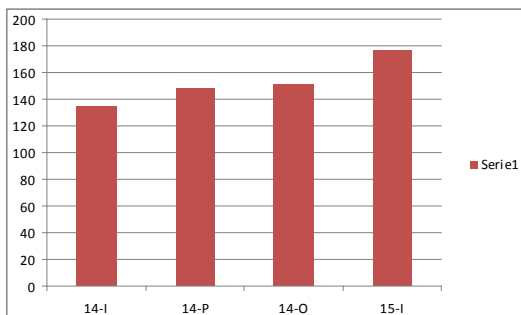


Figura 8. Alumnos atendidos semanalmente

Se proyecta que en un lapso no mayor a dos años, el número de alumnos atendidos se duplique, ya que se ofrecerán, además de las uea que hasta hoy se han ofrecido, las siguientes: Ergonomía Laboral, Seguridad e Higiene Industrial, Control de Calidad, entre otras.

Por otra parte, el LIII ha servido de apoyo al desarrollo de proyectos de integración (tesis) de la carrera.

| Proyectos de Integración de Ingeniería Industrial | | |
|---|--------------|--------------------|
| Nombre | Núm. alumnos | Institución |
| “Implementación de la Metodología de las 5 S en un Laboratorio de Docencia” | 2 | UAM-Azc |
| “Propuesta de rediseño de la estructura de dos productos remanufacturables” | 2 | UAM-Azc |
| Tesis de Maestría | | |
| Nombre | Núm. alumnos | Institución |
| Protocolo de tesis: Diseño de Productos | 1 | UNAM FES Aragón |

Impactos en la investigación. El Laboratorio Integral de Ingeniería Industrial ha contribuido al fortalecimiento de la investigación en el Área de Innovación Tecnológica en la Ingeniería de Productos y Procesos desarrollados por alumnos y profesores de la licenciatura de Ingeniería Industrial.

Como ejemplo, se puede comentar que durante el 2013 se desarrolló un proyecto de investigación de micro movimientos para la empresa Evenflo, el cual, a grandes rasgos consistió en medir en que momento se comienzan a fatigar (calentar) las articulaciones de las falanges de los dedos de las trabajadoras ya que el proceso de ensamble del chupón en la mamila se hace de manera manual y se ensamblan 75,000 mamilas por día. Esto ayudó a la empresa a conocer en que momento se debe interrumpir el trabajo y dar descanso a las trabajadoras para hacer ejercicios de relajación para las articulaciones.

Actualmente se tiene un proyecto de investigación vigente, aprobado por el Consejo Divisional de CBI, titulado:

“Técnicas de visualización para el estudio de micro movimientos”. En este proyecto están trabajando dos alumnos de la licenciatura en Ingeniería Industrial de la UAM-Azc.

Impactos en la Vinculación. El laboratorio ha servido y servirá como plataforma para la vinculación con empresas de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, en el desarrollo de proyectos de mejora de productos y procesos. Estos proyectos pueden abarcar temáticas como: Ergonomía, mejora de procesos, Control de Calidad, Diseño de Estaciones de Trabajo. Asimismo, permitirá que la universidad y las empresas innoven en productos patentables que contribuyan al desarrollo sustentable del país.

También se pueden impartir cursos de Capacitación adaptados a las necesidades de las empresas del sector industrial y de servicios. Como ejemplo, durante la segunda quincena de enero del 2015 se ofreció un Curso-Taller de Kanban para personal encargado del control de inventarios y producción de MiPyMES.

Así mismo, se proyecta ofrecer cursos inter-trimestrales para los alumnos de Kanban, SMED, Control Estadístico de Procesos.

CONCLUSIONES

Formar ingenieros sin una fuerte componente de actividad experimental es como formar médicos sin práctica hospitalaria.

La práctica experimental es fundamental en la formación de un ingeniero. Se requiere contar con espacios dignos, suficientes y adecuados para la docencia experimental en Ingeniería Industrial, en donde alumnos y docentes de la licenciatura encuentren los recursos y el ambiente propicio para su estancia, convivencia y formación académica en espacios destinados para la actividad experimental. Durante la práctica experimental, se logra una interacción recíproca entre el docente y el alumno en la que se desarrollan conocimientos, habilidades y actitudes para responder con éxito en la sociedad del conocimiento.

La consolidación del Laboratorio Integral de Ingeniería Industrial fue una labor que llevó varios años. La justificación de la necesidad del laboratorio fue apoyada, de manera importante, por el dictamen que en la evaluación del Plan de Estudios el CACEI hizo a la institución. El LIII ha sido un esfuerzo importante para la División de Ciencias Básicas e Ingeniería de La UAM-A. Para su implementación se hizo una inversión económica importante para la adquisición de los equipos así como una inversión de espacios para destinar un lugar adecuado y suficiente lo cual requirió de largas horas de negociación y convencimiento. El LIII ha tenido impactos importantes en la docencia, la investigación y la vinculación del Plan de Estudios de Ingeniería Industrial.

Estamos convencido que aun se le puede dar un mayor aprovechamiento a este espacio de práctica docente, de investigación y vinculación. Aun hay áreas de oportunidad por desarrollar, se pretende abrir nuevas líneas de investigación que sentarán las bases para el diseño de metodologías en temáticas de mejora continua, distribución de líneas de montaje, programación de la producción, reducción de los tiempos de cambio, optimización de inventarios, análisis de estaciones de trabajo, gestión del conocimiento, Seis Sigma, mantenimiento productivo, gestión de la cadena de suministro, simulación, industria limpia, Eco-Diseño, entre otros. Sin embargo, hoy contamos ya con lo más importante: un espacio destinado a la práctica experimental en ingeniería industrial.

BIBLIOGRAFÍA

- ABET:EUR-ACE (2007). *Criteria for accrediting engineering programs*. Chen, C., Jiang, B.C., Hsu. K. (2005). *An empirical study of industrial engineering and management curriculum reform in fostering students creativity*. European Journal of Engineering Education
- Gallwey, T.J. (1997). *Europe Needs Industrial Engineering Degrees in Order to Enhance Its Competitiveness*. European Journal of Engineering Education.
- Maynard, Zandin K.(2005). *Manual del Ingeniero Industrial*, McGraw-Hill, 5° Edición.
- Informe de la Coordinación de Ingeniería Industrial, (2014), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco.