

## ACCIONES DE MEJORA CONTINUA BASADAS EN EL SEGUIMIENTO A EGRESADOS Y RESULTADOS DE EMPLEADORES

G. Mejía Rodríguez<sup>1</sup>  
C. F. F. Méndez Barrios<sup>2</sup>  
A. Sánchez Flores<sup>3</sup>

### RESUMEN

Este trabajo muestra las acciones implementadas en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, y en particular en la carrera Ingeniero en Mecatrónica, para estimar el desempeño de nuestros egresados y el tiempo que les toma encontrar un trabajo afín a su carrera, así como la pertinencia que considera la industria para contratarlos. Para lograr lo anterior se analizaron encuestas las cuales son aplicadas a nuestros egresados y sus empleadores. Además se analizó la bolsa de trabajo de nuestra Facultad, en la que vacantes son ofertadas a nuestros egresados IMT. A partir de lo anterior se tomaron una serie de acciones para atacar el problema, y se proponen una serie de acciones futuras de mejora continua. Las principales acciones que se han implementado son la creación de nuevos cursos y laboratorios, o la mejora de algunos ya existentes. Como resultado, se ha logrado una buena aceptación del sector industrial, logrando que los estudiantes encuentren una posición laboral en aproximadamente 2 meses después de haber egresado. Se cree que las acciones tomadas para la carrera IMT, no solo pueden aplicar para la UASLP, sino que estas pueden ser replicadas para la preparación de estudiantes en otras Instituciones de Educación Superior.

### ANTECEDENTES

Una de las principales inquietudes que surgen en los estudiantes universitarios próximos a egresar, es la de encontrar un trabajo que sea afín a su carrera en el menor tiempo posible. En particular, esta preocupación es un poco más crítica para estudiantes de Mecatrónica, y la razón se debe a que esta carrera ha sido una de las más ofertadas por las universidades en la última década, así como también por la falta de información de la industria acerca del campo de trabajo de un Ingeniero en Mecatrónica.

La Facultad de Ingeniería (FI) de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP, campus SLP), como práctica de mejora continua, cuenta desde hace varios años con un plan para recibir retroalimentación por parte de los diferentes sectores laborales en los que se conoce trabajan la mayor parte de sus egresados. Tal plan contempla la realización de encuestas aplicadas tanto a los representantes de las empresas, como a los egresados que desempeñan alguna actividad de forma definitiva o realizan (o realizaron) una estancia.

Otra herramienta que ha sido de utilidad es la lista de vacantes que las empresas e instituciones publican en la bolsa de trabajo de la UASLP. El perfil que se pide definen los empleadores ayuda a determinar las características en general que debe tener un recién egresado, así como también ayuda a determinar que tan conocida es la carrera de Ingeniero en Mecatrónica (IMT), y si los IMTs representan una opción para los empleadores. Si se habla un poco sobre la carrera IMT, se puede decir y considerar que esta es de reciente creación, dado que la primera generación de alumnos IMT egresó en el año 2012. Desde ésta fecha han egresado aproximadamente 50 alumnos, y el análisis presentado en este

<sup>1</sup> Docente Investigador de Tiempo Completo. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. [gilberto.mejia@uaslp.mx](mailto:gilberto.mejia@uaslp.mx).

<sup>2</sup> Docente Investigador de Tiempo Completo. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. [fernando.barrios@uaslp.mx](mailto:fernando.barrios@uaslp.mx).

<sup>3</sup> Docente Investigador de Tiempo Completo. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. [alejandra.sanchez@uaslp.mx](mailto:alejandra.sanchez@uaslp.mx).

trabajo corresponde a las estadísticas arrojadas de las encuestas aplicadas a estos 50 egresados, y sus correspondientes empleadores.

Motivados por las observaciones anteriores, el cuerpo académico de la carrera de Ingeniero en Mecatrónica de la UASLP consideró realizar un análisis sobre las encuestas antes mencionadas, buscando por un lado estimar el periodo que le toma a un egresado encontrar un trabajo afín a su carrera, y por otro lado la pertinencia que considera la industria de contratar un mecatrónico, además de tomar acciones de mejora continua futuras.

El presente trabajo se estructuró de la siguiente manera: la segunda sección presenta la parte metodológica del artículo, la cual consta de dos subsecciones. En la primera subsección se presentan los elementos estadísticos que se emplearon para medir el desempeño del egresado en la industria, así como también la satisfacción del egresado con respecto a su carrera. En base al análisis de las encuestas y a las observaciones hechas en estas, en la segunda subsección se presentan las acciones correctivas para atender las recomendaciones reflejadas en las encuestas realizadas.

Finalmente, en la última sección se analizan los resultados obtenidos de las acciones de mejora tomadas, así como también se plantean las futuras acciones a tomar.

## **METODOLOGÍA**

Tal como se mencionó en la introducción, la FI cuenta un sistema de medición de satisfacción del egresado y del empleador, y a partir de esta información, en la carrera de IMT se tomó la decisión de valorar el desempeño que tiene el egresado IMT en la industria. A continuación se presentan dos subsecciones, Datos estadísticos y Mecanismos de mejora, en los cuales se presenta la información de las encuestas y las acciones tomadas, respectivamente.

### **Datos estadísticos**

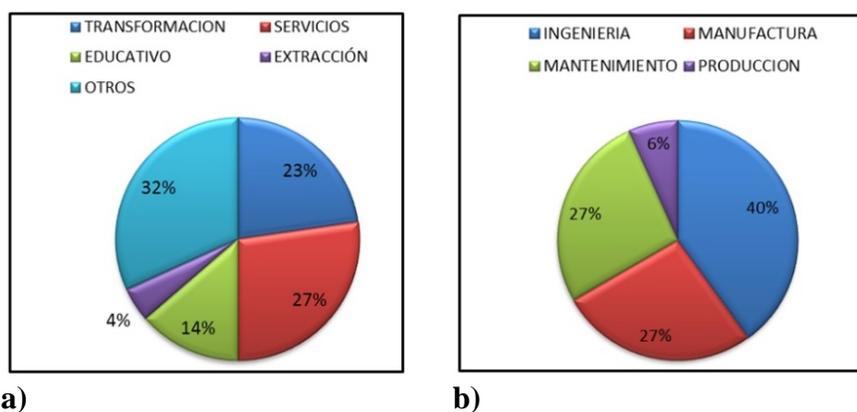
Con la finalidad de implementar una serie de mecanismos de mejora, los cuales puedan ayudar a resolver la problemática planteada anteriormente, se analizaron las encuestas que se mencionan a continuación:

- Encuestas a empleadores. Estas encuestas tienen por objetivo medir los siguientes criterios (Mejía Rodríguez, 2013):
  - Habilidades del futuro/recién egresado.
  - Conocimientos del futuro/recién egresado.
  - Desempeño del futuro/recién egresado.
  - Percepción del empleador sobre las funciones que puede desarrollar un mecatrónico.
  - Áreas de mayor oferta laboral y sus requisitos correspondientes.
- Encuestas a egresados. Estas encuestas tienen por objetivo medir los siguientes criterios:
  - Tiempo que les tomó conseguir un empleo.
  - Puesto y actividades que desempeñó.

- Fortalezas de su carrera.
- Áreas de oportunidad de la carrera.

Con la totalidad de la información obtenida de las encuestas, se agruparon los resultados en: a) Mercado laboral en que se han posicionado los IMT, b) Actividades desempeñadas en el puesto declarado en la encuesta, c) Satisfacción profesional y tiempo para obtener empleo del egresado, d) Características y habilidades deseables por el empleador un IMT, e) Desempeño de los IMT en el puesto, f) Oportunidades de mejora en el programa IMT.

**Mercado laboral del IMT.** En la Figura 1.a se muestran los tipos de compañías donde nuestros egresados trabajan. Se observa que el campo de trabajo es diverso, pero la mayoría de las compañías que contratan a nuestros egresados pertenecen a la industria manufacturera y de servicios. En la Figura 1.b, dentro de las empresas, los departamentos en los que trabajan, están dominados por el área de ingeniería, y en segundo lugar por el área de producción y mantenimiento.



**Figura 1. a) Tipos de compañías donde han empleado IMTs. b) Área o departamento al que reportan**

**Actividades desempeñadas.** Las funciones que nuestros egresados realizan en sus trabajos son muy diversas, como podemos ver a continuación:

- Modelaje CAD de piezas y ensambles.
- Servicio a robots, PLC y CNC.
- Programación, de MPS, OTS, TPM'S.
- Planeación de proyectos.
- Programación de robots.
- Actualización de diagramas eléctricos.
- Programación de software para visión.
- Mejora de procesos.
- Implementación de talleres.
- Análisis de protocolos de comunicación.
- Controlar especificaciones críticas del cliente en el producto.
- Supervisar a proveedores.
- Procedimientos de mantenimiento.
- Diseño de dispositivos (de error proofing) para actividades de ensamble.

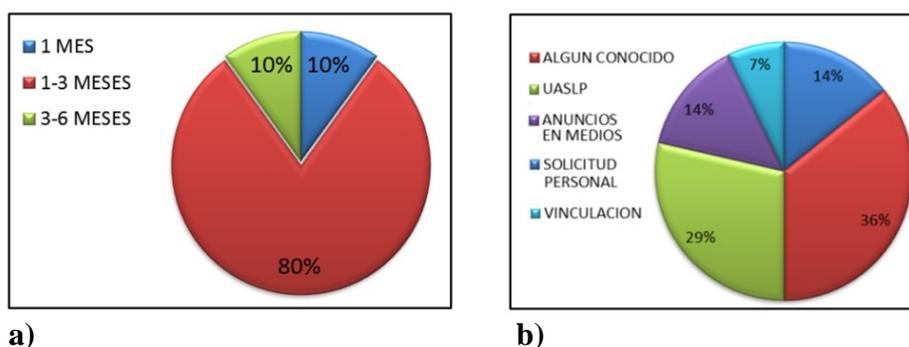
Las actividades arriba mencionadas, las podemos englobar en las disciplinas siguientes: Modelado CAD, Robótica, Programación, Automatización, Circuitos Eléctricos, y Control y Mejora de Sistemas de Producción.

El perfil de egreso de la carrera IMT, está definido como el que un egresado estará preparado para:

- Diseñar y desarrollar máquinas, equipos, procesos o productos de alta tecnología que involucren una o varias de las disciplinas que conforman la Mecatrónica;
- Seleccionar, integrar y proponer soluciones tecnológicas de gran escala, bajo costo y que respeten la ecología de su entorno;
- Desarrollar y utilizar programas informáticos para aplicaciones en automatización de equipos, máquinas y procesos industriales.

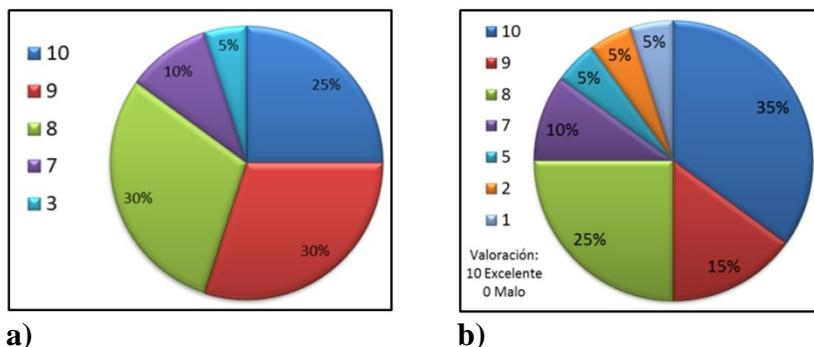
Considerando el perfil de egreso anteriormente mencionado se puede observar que las actividades que desarrollan nuestros egresados en general coinciden con el perfil de egreso.

**Inserción laboral.** En esta sección se presentan varios resultados ligados con la experiencia del egresado al introducirse a una actividad laboral. En la Figura 2 se presenta el tiempo que le tomó al alumno encontrar el puesto que declara en la encuesta y cuál fue el medio por el cual se enteró de la vacante. El primer resultado evidencia que los IMTs se ubican fácilmente en un puesto. La segunda por su parte, muestra que los IMT supieron de su puesto principalmente por referencia.



**Figura 2. a) Tiempo que le llevó encontrar trabajo. b) ¿Cómo se enteraron de la vacante?**

En la Figura 3 se presenta la percepción del egresado sobre su formación de IMT de acuerdo a su recién adquirida experiencia laboral, la cual se puede observar que en general es buena.



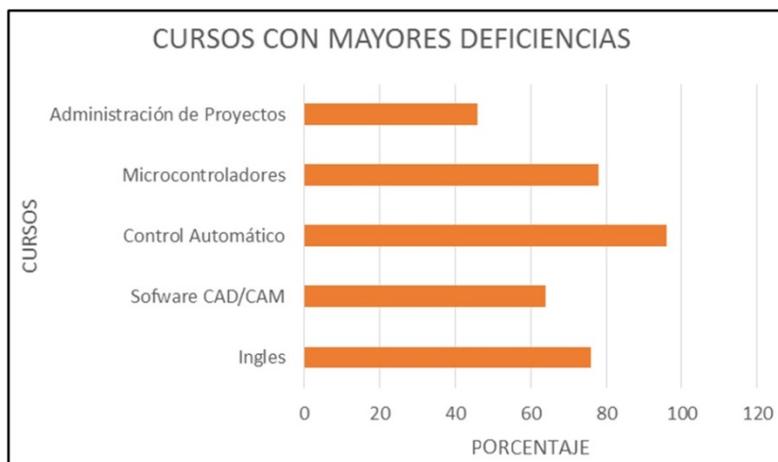
**Figura 3. Resultados de preguntas a egresados. a) ¿Cómo calificas tu satisfacción general de haber estudiado el programa de IMT? b) ¿Mis estudios de licenciatura coinciden con mi actividad laboral?**

**Características y habilidades deseables en un IMT.** Por parte de los empleadores, los requisitos necesarios para desempeñar un puesto como ingeniero se presentan en la Figura 4, los cuales se pueden observar son muy diversos (Mejía Rodríguez, 2013):



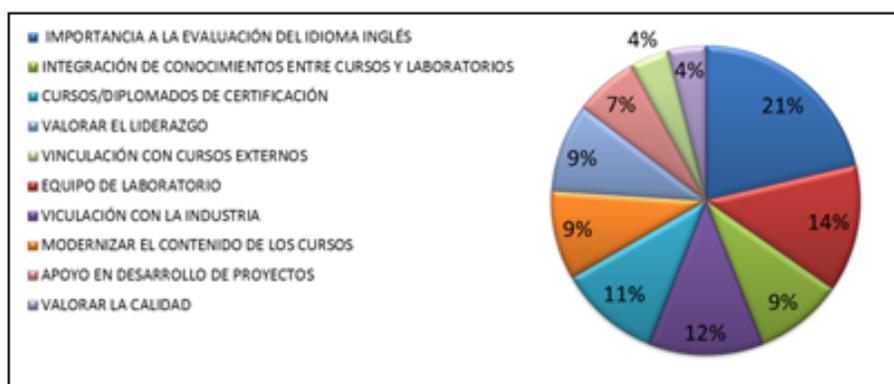
**Figura 4. De acuerdo a los empleadores, las características y habilidades que un ingeniero debe tener**

Por parte de los futuros egresados, se les cuestionó cuales eran las áreas de oportunidad que tiene la carrera IMT sobre las materias que cursaron, los resultados de le encuesta se ilustran en la Figura 5.



**Figura 5. Cursos a fortalecer para alumnos de IMT**

En resumen, entre las preguntas a egresados y a empleadores, se obtienen las recomendaciones que son mostradas en la Figura 6.



**Figura 6. Oportunidades de mejora en el programa IMT**

### Mecanismos de mejora

En base al análisis de las encuestas y a las observaciones hechas en estas, a continuación se presentan las acciones correctivas para atender las recomendaciones reflejadas en las encuestas realizadas (Méndez Azúa, 2013).

**Introducir en la materia de Ingeniería Asistida por Computadora la enseñanza del software SolidWorks.** Con el objetivo de impartir un curso CAD, se consultó primeramente a los profesores del área Mecánica-Eléctrica, los cuales en base a su experiencia propusieron los siguientes programas:

- Autodesk (AutoCAD-Inventor)
- PTC Pro-Engineer
- SolidWorks
- SolidEdge
- NX

Se investigó a profundidad los programas anteriores, recabando la siguiente información (Méndez Azúa, 2011):

- Autodesk. Utilizado únicamente por una minoría de las empresas (menos del 10%).
- PTC. No se encontraron referencias de empresas que lo utilicen (en San Luis Potosí, capital).
- SolidWorks. Está más orientado a empresas de mediana escala.
- SolidEdge. Utilizado únicamente por una minoría de las empresas (menos del 10%).
- NX. Es el más utilizado en empresas de gran escala (General Motors, Metalsa, SIPA, entre otros).

Tomando en cuenta lo anterior, y adicionalmente considerando otros factores como: números de licencias, costos, material didáctico para profesores, posibilidad de instalar en computadoras personales de profesores y/o alumnos, soporte técnico; se optó por adquirir SolidWorks y poner en marcha la materia de Dibujo Asistido por Computadora.

**Introducir en la primera parte del curso Proyecto Integrador IMT, temas sobre Administración y Formulación de Proyectos.** Dado que en el curso de Proyecto Mecatrónico se percibía que el alumno tenía dificultades sobre el cómo iniciar el proyecto, cómo organizarlo, y cómo darle seguimiento, se introdujeron en la primera cuarta parte del curso, sesiones sobre el cómo formular y desarrollar proyectos, y sobre metodologías de diseño.

**Reestructurar la rama de computación en la carrera.** Se vio la necesidad de reestructurar la rama de computación en la carrera, dado que algunas de las aplicaciones en Mecatrónica involucran el uso de software que adquiere datos y controla directamente dispositivos electrónicos, por ejemplo en aplicaciones industriales o en aplicaciones en vehículos de diferentes tipos. Por lo tanto, es necesario que los alumnos conozcan y manejen conceptos relacionados con la programación de computadoras y dispositivos electrónicos, incluyendo el control en tiempo real y la construcción de software que permita la recuperación de fallos.

Dado que la materia que se tenía no cubría con lo deseado, además de que el índice de reprobación de la materia era muy alto, esta se sustituyó por dos nuevas materias ubicadas en niveles estratégicos en el plan de estudio, con las cuales se deseaba desarrollar algunas competencias tales como:

- Entendimiento y aplicación de la lógica de programación
- Conocimiento y manejo adecuado de un lenguaje de programación
- Comprensión de la arquitectura de las computadoras
- Programación de microcontroladores
- Manejo de la comunicación entre dispositivos

**Separar Electrónica Digital en Diseño de Sistemas Digitales y Microcontroladores.** Considerando los resultados ilustrados en la Figura 5, se observó que el estudiante IMT presentaba una deficiencia en la rama de electrónica digital. El tiempo propuesto para el

curso era de 4 hrs. /semana de teoría, lo cual era insuficiente para ver la parte de Procesamiento Digital de Señales (PDS) y Microcontroladores. Por tal razón estas dos disciplinas se separaron en dos cursos de 3 hrs/semana de teoría. Más precisamente, lo que se buscó fue enfatizar todo la parte de electrónica digital dejando esta parte en el curso de PDS, y por separado la parte de Microcontroladores, para que en este último curso se alcancen a ver aplicaciones de los  $\mu\text{C}$  al control de motores, manejo de displays, adquisición de señales, interfaces, comunicación entre  $\mu\text{Cs}$ , y al mismo tiempo ligar su aplicación en el curso de Control Digital.

**Implementar Prácticas Profesionales con Créditos.** Se notaba que los alumnos no tenían las habilidades de redactar reportes técnicos y de que no planeaban de manera adecuada sus prácticas profesionales. Por lo tanto con la implementación de esta materias, se buscaba que la totalidad los alumnos realizaran prácticas profesionales, y si posible que estas fueran por más de un periodo (6 meses). Además se buscaba que los alumnos mejoraran sus habilidades de redacción de reportes técnicos, al encargarles que reportaran sus actividades de manera periódica.

El número de créditos para esta asignatura es 15, acreditándose con un número mínimo de 240 hrs. de práctica, reportándose la calificación del curso como AC o NA. Para que el alumno pueda aprobar la materia será necesario que él entregue un reporte acompañado de un cuestionario que deberá llenar su asesor (empleador) en la empresa que se encuentre laborando. La asignatura será optativa y las prácticas tendrán una duración mínima de 2 meses y un máximo de 4 meses.

**Crear el laboratorio de Proyecto Mecatrónico.** Los alumnos mostraban la inquietud de que no integraban los conocimientos adquiridos en alguna materia o algún proyecto.

Con esta materia se pretende que el alumno haga converger la mayor parte de los conocimientos adquiridos a través de su carrera al aplicarlos a un proyecto vinculado con la industria; o un proyecto desarrollado en forma conjunta con el posgrado de Ingeniería Mecánica; o con algún investigador de otros Institutos o en el último de los casos un proyecto propuesto por el Profesor que imparta la materia. Además se pretende crearle la necesidad al alumno de estudiar de manera independiente (autoaprendizaje) temas que no haya visto en su carrera (realizar consultas en la biblioteca, asistir de manera presencial a alguna materia del área o de otras áreas sin estar inscrito en ella, apoyarse con alumnos de otras carreras, etc.) con el fin de hacerle ver que en su vida profesional tendrá la necesidad de seguir estudiando para poder realizar algún proyecto. Y finalmente, dependiendo del proyecto, éste puede servir como material para presentarse posteriormente como un Trabajo Recepcional para titularse.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### Resultados

Como resultado de la implementación de las acciones de mejora mencionadas en la sección anterior, se ha logrado una buena aceptación del sector industrial de la región, logrando que la mayoría de los alumnos se logre insertar en el mercado laboral en aproximadamente 2 meses después de haber egresado. Los resultados de las acciones correctivas mencionadas en la sección anterior se muestran a continuación.

**Introducción en la materia de Ingeniería Asistida por Computadora la enseñanza del software SolidWorks.** Se ha observado en las últimas encuestas tanto del egresado como del empleador, que el egresado se siente capaz de interactuar inmediatamente en los proyectos relacionado con el diseño asistido por computadora. Lo cuales son congruentes con la opinión actual de los empleadores.

**Introducción en la primera parte del curso Proyecto Integrador IMT temas sobre Administración y Formulación de Proyectos.** Los alumnos sienten que han integrado todos los conocimientos en un proyecto, los cuales les han dado la idea sobre la problemática que involucra el desarrollar un proyecto.

Actualmente se percibe que la problemática ha disminuido, y que lo estudiantes logran llevar el desarrollo del proyecto de una manera más ordenada y sistemática, lo cual les ha permitido aprovechar de mejor manera los tiempos.

**Reestructuración de la rama de computación en la carrera.** Con los cambios realizados, ahora el índice de reprobación es menor entre los estudiantes, además de que ahora desarrollan las competencias deseadas en el tiempo adecuado, para ser usadas posteriormente cursos más avanzados.

**Separación de Electrónica Digital en Diseño de Sistemas Digitales y Microcontroladores.** Las encuestas de satisfacción de egresados indican que el cambio tuvo un efecto positivo. Esto ha sido constatado por los profesores que imparten la materia.

**Implementación de Prácticas Profesionales con créditos.** Se ha notado que los alumnos planean de mejor manera sus prácticas profesionales para el último semestre, y que además estas les han servido para mejorar sus habilidades de redacción de reportes técnicos.

**Creación del laboratorio de Proyecto Mecatrónico.** Actualmente se percibe que el alumno está conforme con el hecho de que pone en práctica los conocimientos adquiridos en las diferentes ramas de la Mecatrónica con la realización de un proyecto de aplicación práctica. Además los comentarios del alumno dan a entender que este reafirma las competencias adquiridas y obtiene la competencia de realización de proyectos del tipo mecatrónico.

### **Acciones por implementar**

En este proceso de mejoramiento de la carrera, hemos realizado acciones correctivas quedando pendientes algunas otras.

**Crear un vínculo directo Carrera IMT-Empleador.** En el aspecto de vinculación con las empresas nuestro objetivo es el de crear un lazo más estrecho con los sectores de la industria, servicios y educación para conocer de cerca las actividades que un ingeniero en Mecatrónica debe realizar. Con tal información, proponer reestructuraciones al programa de IMT. Como primer punto, la carrera de IMT debe estar al tanto de la nueva tecnología que se usa en la industria y que aún no es parte del programa de la carrera. En segundo lugar, en las encuestas se muestra la inquietud sobre Desarrollo de Proyectos, en este aspecto se busca proponer proyectos que vinculen al alumnado con la industria para familiarizar al alumnado con el desarrollo de proyectos. Así también la preocupación sobre procesos en el

área de calidad, dará pie a adquirir conocimiento sobre las más comunes certificaciones y procesos de calidad, y proponer que alumnos realicen las prácticas profesionales como auxiliares en el proceso de certificación de las empresas.

**Ampliar temas sobre calidad en proceso de producción.** Continuamente en las encuestas de empleadores y egresados se percibe la gran importancia que se le dan a los conocimientos y habilidades de calidad, y se especifica que es deseable se ahonde más en estos temas. Nuestros alumnos solamente están obligados a tomar una materia obligatoria de control estadístico de calidad, la cual al parecer resulta ser no suficiente para cubrir las necesidades de la industria.

Dado lo anterior se recomienda se ofrezcan dos cursos obligatorios de calidad en el plan de estudios, en los que se profundice en temas los cuales son de práctica común en la zona industrial, tales como AMEF (análisis del modo y efecto de fallas), APQP (planificación avanzada de la calidad del producto), SPC (Control estadístico de proceso), MSA (Análisis del sistema de medición), Hojas de Proceso, Planes de control, Diagramas de Flujo, Árboles de causas y efecto.

**Continuar con la adquisición de equipo industrial.** En este punto, consideramos importante continuar fortalecer equipo experimental: Péndulos Invertidos, Péndulos de Furuta, Procesadores Digitales de Señales (DSP), Multitrotores, Osciloscopios, entre otros. Cabe mencionar que estos equipos, son los más comúnmente utilizados en el área de control (para mayores detalles véanse por ejemplo (Ogata, 2010), (Dorf & Bishop, 2005) o (Bolton, 2013), por mencionar algunos). De tal manera que estos equipos permitan fortalecer al área de control, motivando los aspectos teóricos vistos en los cursos, a través de implementaciones reales.

**Fortalecer el área de control.** La Figura 5 ilustra una deficiencia en la rama de control. Por tal motivo, dentro de las acciones que se consideran implementar a corto plazo, es la reestructuración de esta rama. Adicionalmente a lo observado en la encuesta ilustrada por la figura antes mencionada, dentro de la Academia de Control de la Facultad de Ingeniería, había surgido la inquietud de realizar dicha reestructuración, ya que a pesar de que el concepto de Mecatrónica menciona que esta carrera es la intersección de las áreas de Control, Mecánica, Electrónica y Computación, en la carrera consta únicamente de dos cursos de 3h/semana (de teoría), quedando esta área en desequilibrio con respecto a las restantes.

**Fortalecer la enseñanza del idioma inglés.** Indudablemente uno de los requisitos más importantes por los empleadores, y el cual es marcado por los mismos egresados como una deficiencia, es el dominio del idioma inglés.

En la facultad de ingeniería se ofrecen 5 cursos de inglés (5 hrs. /semana) los cuales tienen cero créditos, y los alumnos pueden cursar cuando ellos lo deseen. Es notorio que estos cursos de inglés no están funcionando dados los comentarios del egresado. Para que el alumno egrese con un mejor nivel de inglés, se puede hacer lo siguiente:

- Motivar al estudiante al asignarle créditos a los cursos de inglés.
- Establecer como requisito de egreso que el alumno demuestre tener un mínimo puntaje en el TOEFL.

## CONCLUSIONES Y/O RECOMENDACIONES

En este trabajo se presentaron las acciones de mejora continua que se han implementado en la carrera de Ingeniero en Mecatrónica de la UASLP para propiciar una rápida inserción laboral en un área de trabajo adecuada para un egresado de la carrera IMT. Los resultados indican que los mecanismos implementados han ayudado al egresado a que el objetivo se cumpla, quedando algunas acciones por implementar: equipamiento del laboratorio de Control, reestructuración de la rama de Control Automático, mejorar la enseñanza del inglés, mejorar el vínculo carrera IMT-Empleador, ampliar los cursos relacionados con Calidad y Administración de Proyectos.

## BIBLIOGRAFÍA

Mejía Rodríguez, G. (2013). *Análisis de información de reclutadores de Ingenieros en Mecatrónica*. San Luis Potosí, S.L.P., México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Méndez Azúa, H., Pérez-Gutiérrez F.G., Arellano González, J.C., Méndez Ontiveros, M. (2013). Implementación de estrategias en educación superior para el desarrollo de competencias profesionales. *Congreso Internacional de Investigación de Academia Journals.com*. Celaya, Guanajuato, 06-09 Nov.

Méndez Azúa, H. (2011). *Reporte Interno de la UASLP: Elección de programa CAD*. San Luis Potosí, S.L.P., México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Ogata, K. (2010). *Ingeniería de Control Moderno*, Pearson, 5ª Ed.

Dorf, R.C. y Bishop, R.H. (2005). *Sistemas De Control Moderno*, Pearson, 10ª Ed.

Bolton, W. (2013). *Mecatrónica: Sistemas de Control Electrónico en la Ingeniería Mecánica y Eléctrica*, Alfaomega Grupo Editor, 5ª Ed.