

LA FORMACIÓN DE INGENIEROS CON HABILIDADES PARA EL DESARROLLO TECNOLÓGICO POR MEDIO DEL PROYECTO INTEGRADOR

A. Hernández Rodríguez¹
R. Peña Gallardo²

RESUMEN

El presente trabajo describe las experiencias adquiridas por alumnos y profesores del Área Mecánica y Eléctrica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí en el desarrollo de proyectos tecnológicos, mediante la utilización de las habilidades adquiridas en la asignatura de Proyecto Integrador. Este curso se basa en la metodología de aprendizaje orientada a proyectos, con objetivos establecidos en el logro de un diseño mayor y el fortalecimiento de las competencias específicas, genéricas, disciplinares y profesionales que son requeridas en todos los alumnos del Área Mecánica y Eléctrica, esto en concordancia con el perfil de egreso. Además, de manera paralela y con el objetivo de fortalecer el equipamiento de los laboratorios, algunos de los proyectos desarrollados en la asignatura fueron encaminados al desarrollo e implementación de equipos de pruebas que son utilizados en las prácticas de laboratorio. En el curso de Proyecto Integrador, los alumnos fortalecen el análisis y la solución de problemas, el pensamiento crítico, el liderazgo, la comunicación y el trabajo en equipo, esto sin descuidar las competencias disciplinares, ya que es un primer paso de impacto a la ingeniería aplicada. A lo largo de 10 semestres en que se ha impartido la asignatura de Proyecto Integrador se han desarrollado un total de 83 proyectos, de los cuales el 69% han sido para su uso en los laboratorios. Lo anterior, ha generado un impacto positivo en la formación de los futuros ingenieros, ya que para los alumnos y profesores ha representado un reto constante el desarrollo de nuevos proyectos, en cuestión de innovación e investigación.

ANTECEDENTES

En 1998 la UNESCO, estableció en el documento “*Declaración Mundial sobre la Educación Superior en el siglo XXI: Visión y Acción*” que el estudiante debe ser el actor principal del proceso de aprendizaje, en un proceso que utilice enfoques educativos innovadores, que fortalezcan el desarrollo del pensamiento crítico y la creatividad. Algunas de las características que el estudiante debe adquirir durante su formación son definidas como competencias genéricas (UNESCO, 1998).

La enseñanza de la Ingeniería es sin duda un área que permite generar estos enfoques innovadores, creativos y favorece el desarrollo de proyectos que involucran el pensamiento crítico, y el desarrollo de las habilidades de diseño de componentes y sistemas. Esto sin olvidar que la función principal de la ingeniería es “la solución de problemas”; es también un proceso de toma de decisiones, en donde la combinación de las ciencias básicas y las ciencias de la ingeniería se aplican para convertir recursos en forma óptima y satisfacer un objetivo establecido.

La agencia acreditadora ABET (por sus siglas en inglés, Accreditation Board for Engineering and Technology) en sus procesos de evaluación, verifica que las instituciones forjen en los alumnos habilidades para el desarrollo y solución de problemas complejos de ingeniería, así

¹ Profesor Investigador y Coordinador. Ingeniería en Electricidad y Automatización. Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. aurelio.hernandez@uaslp.mx

² Profesor Investigador. Ingeniería en Electricidad y Automatización. Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. rafael.pena@uaslp.mx

como que sean capaces de llevar a cabo proyectos que involucren el diseño mayor (ABET, 2019).

Por otro lado, la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP) tiene como misión: “la formación integral de profesionales de la ingeniería, competitivos e innovadores, así como la realización de investigación y el desarrollo tecnológico de vanguardia en beneficio de la sociedad” (Facultad de Ingeniería, 2019a). Por lo que, la formación integral de ingenieros competentes requiere de los elementos anteriores y que esté claramente definida y sea pertinente con el sector económico, donde tendrá su desarrollo profesional. Esto sin perder de vista que, en el ajuste curricular aprobado en el año de 2013, se estableció la asignatura de Proyecto Integrador (PI), con la cual se buscaba apuntar a un enfoque cada vez más integrado, que permitiera fortalecer en los estudiantes el razonamiento analítico, las destrezas prácticas y el juicio profesional (Hernández y Peña, 2016).

METODOLOGÍA

Metodología utilizada en PI: aprendizaje orientado a proyectos

Para el desarrollo de la asignatura de PI se aplica la metodología de aprendizaje orientado a proyectos (POL). Esta técnica fue desarrollada en las Universidades de Holanda y Dinamarca para atender algunos problemas de la educación tradicional. Esta técnica ayuda a desarrollar algunas de las competencias transversales como son la comunicación, la organización y el trabajo en equipo. Con esta metodología se busca colocar al alumno en un ambiente similar al que puede vivir en su profesión (Hernández, Luna y Arellano, 2016).

Objetivo del presente trabajo

Dar a conocer la importancia del curso de PI en la formación de ingenieros con habilidades en el Desarrollo Tecnológico, y su impacto e influencia en el equipamiento e infraestructura de los Laboratorios del Área Mecánica y Eléctrica (AME).

Objetivos y atributos de egreso del programa de Ingeniería en Electricidad y Automatización

El programa de Ingeniería en Electricidad y Automatización (IEA) es uno de los cinco programas educativos del AME, tiene establecido en sus Objetivos Educativos que sus egresados logren al cabo de tres a cinco años de finalizar sus estudios.

- “Ser efectivos en el **diseño de soluciones tecnológicas** ingenieriles y su aplicación práctica a los sistemas eléctricos, de automatización y áreas relacionadas”.
- “Tengan la capacidad de **crear, innovar, asimilar y adaptarse** a los cambios tecnológicos”.
- “Que se conduzcan con **altos estándares de ética**, y consideren el **impacto de la ingeniería** en un contexto global”.
- Y por último que puedan “**liderar, comunicarse y trabajar en equipos multidisciplinarios** efectivamente” (IEA, 2019).

El logro de los Objetivos Educativos no es fortuito, ni se alcanza solo con buenos deseos, por lo que se tuvieron que desarrollar las competencias o atributos de egreso de los alumnos de

la carrera de IEA, esto a lo largo de todos los cursos que integran el plan de estudios vigente y que se culminan en el curso de PI (Hernández, Álvarez y Peña, 2018).

Algunos de los atributos de egreso definidos en el AME y que contribuyen a que se puedan desarrollar proyectos de desarrollo tecnológico son:

- a) Capacidad para aplicar conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería.
- b) Capacidad para diseñar sistemas, componentes o procesos para cumplir con las necesidades deseadas dentro de límites reales, tales como: económicos, sociales, políticos, éticos, de seguridad e higiene, fabricación y sustentabilidad.
- c) Capacidad para diseñar y realizar experimentos, así como para analizar e interpretar los datos.
- d) Capacidad para trabajar en equipos multidisciplinarios.
- e) Capacidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- f) Capacidad para utilizar técnicas, habilidades y herramientas modernas, necesarias para la práctica de la ingeniería.

Las competencias adquiridas por los estudiantes a lo largo de sus estudios deben ayudarle en su formación integral, con sólidos conocimientos disciplinares y genéricos, que le permitan al egresar incorporarse al sector productivo o laborar por su propia cuenta (Hernández, Peña y Luna, 2017).

Características del curso de PI

En este curso, los alumnos fortalecen todas las competencias transversales y disciplinares, ya que es un primer paso de impacto a la ingeniería aplicada. Este curso se ubica en el noveno semestre de la carrera, con antecedente obligatorio el curso de Administración de Proyectos y tener aprobados 315 créditos para poder cursarla (70% de avance en la carrera).

Objetivo del curso de PI

El curso de PI fue planeado para que los alumnos alcanzaran a desarrollar y fortalecer todas sus habilidades adquiridas en su formación previa. El objetivo de la asignatura fue establecido como:

Que el estudiante integre, desarrolle y fortalezca las competencias específicas y transversales declaradas en su programa académico, por medio de la realización de un proyecto en donde aplique los conocimientos teórico-prácticos adquiridos durante el transcurso de la carrera, obteniendo y desarrollando nuevos durante el proceso, hasta alcanzar la solución de un problema de ingeniería (IEA,2019).

Cada grupo de PI tiene un profesor asignado, el cual trabaja con los alumnos durante solo tres semanas, en un proceso tradicional en el salón de clase. En la primera semana los alumnos conocen el objetivo del curso, la metodología a seguir, las obligaciones, responsabilidades, las formas de evaluación, los tipos de proyectos, la integración de los equipos de trabajo y se formaliza la asignación de los proyectos.

Mientras que, en la segunda y tercera semana, los alumnos con apoyo del profesor realizan el análisis del proyecto, utilizando metodologías como el despliegue de la función de la calidad (QFD). También se considera la recopilación de la información, la propiedad intelectual, la conceptualización y generación creativa de ideas, se realizan análisis de

viabilidad y sensibilidad, pronósticos de funcionamiento, la generación de ingeniería básica y, por último, la elaboración de la propuesta que incluye la estimación de costos, tiempos de entrega y la propuesta final del proyecto.

Los proyectos se clasifican de acuerdo con el tipo de diseño en:

- a) Comercial.
- b) Didáctico.
- c) Industrial.
- d) De investigación.

Todos los proyectos se presentan y se evalúan en dos sesiones plenarias, ante un auditorio en sesión abierta al público y una evaluación final por equipo, en una sesión cerrada. La primera valoración que se realiza es en la cuarta semana del semestre, en una evaluación plenaria, en el auditorio de la Facultad, donde se presentan todos los equipos. Es importante mencionar que, en un tiempo de 8 minutos, los alumnos exponen su proyecto ante un grupo de sinodales que evalúan de forma integral su presentación, y al final de este tienen 4 minutos para responder cuestionamientos de los sinodales y público en general.

Todos los proyectos son evaluados por un mínimo de tres sinodales y en tres áreas: la parte técnica, la profesional y la complementaria. Los sinodales se apoyan para su juicio en una rúbrica que permite emitir una evaluación objetiva y transparente y a su vez, permite retroalimentar al alumno en sus fortalezas y debilidades observadas. Lo anterior permite tener una apreciación objetiva, integral y multidisciplinaria.

RESULTADOS

Hasta la fecha han cursado la asignatura de PI, un total de 1,123 alumnos del AME en 10 semestres que tiene esta actividad. En la Figura 1 se puede observar que, de los 258 proyectos desarrollados por los alumnos, el 64% han sido de tipo comercial, 26% de material didáctico y 10% de tipo industrial; aún no se han desarrollado proyectos de investigación.



Figura 1. Porcentaje de distribución de proyectos por aplicación.
Elaboración propia.

De los proyectos didácticos e industriales realizados, se hizo otra clasificación para medir el impacto de los proyectos que pueden ser útiles en los Laboratorios de la Facultad. Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 2. Como se puede observar, 69% de los proyectos realizados fueron donados a alguno de los laboratorios de la Facultad, lo cual es de gran valor, ya que permite mejorar la infraestructura con equipos caros y que en las actuales circunstancias que viven todas las instituciones de educación superior del país, no es posible comprar a los proveedores de equipo didáctico. También, es importante notar que un 9% de los proyectos son donados a otras instituciones de la ciudad, con lo cual la Facultad contribuye al desarrollo de la región.

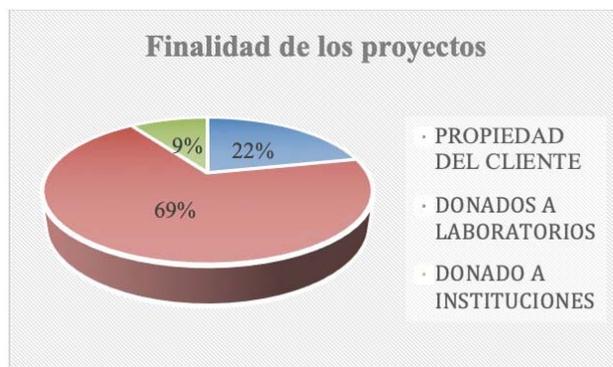


Figura 2. Porcentaje de distribución de proyectos por finalidad.
Elaboración propia.

A la fecha se han beneficiado del desarrollo de proyectos del curso PI 23 laboratorios. Esto se puede observar en la Figura 3, de los cuales 14 son del AME, lo que representa un 64% de los laboratorios del área.

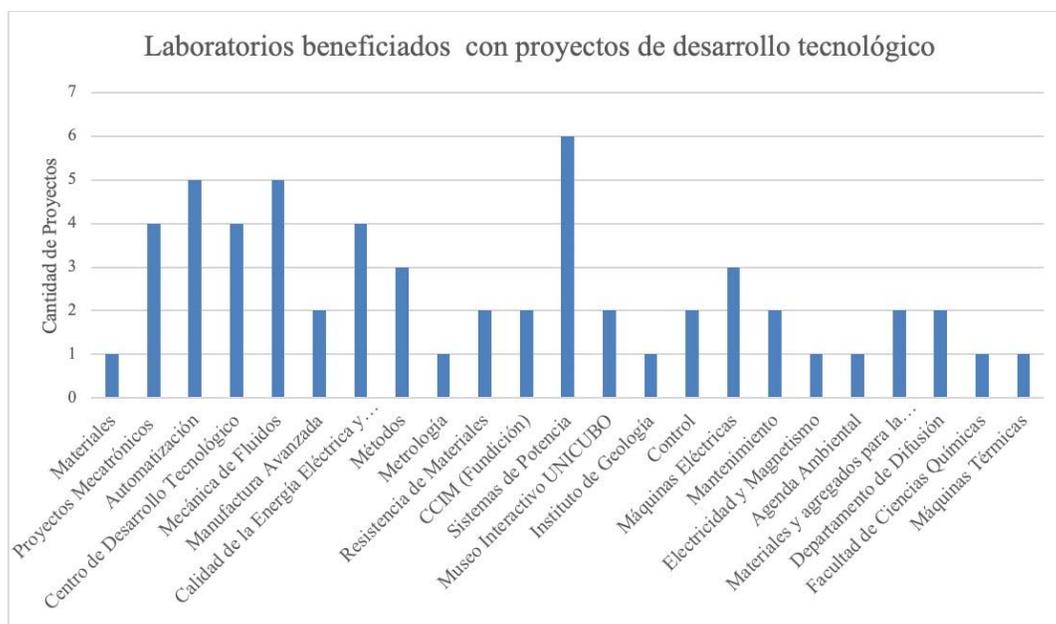


Figura 3. Laboratorios beneficiados con el desarrollo de proyectos tecnológicos.
Elaboración propia.

Los proyectos de desarrollo tecnológico que se han implementado son muy variados, como ejemplo se pueden mencionar:

- a) Robot móvil asistente multifuncional.
- b) Caminadora virtual CAVE.
- c) Actualización mecatrónica de una máquina de ensayo universal.
- d) Generador eólico de eje vertical.
- e) Sistema de manipulación XYZ.
- f) Inversor de IGBTs.
- g) Banco de pruebas para dinamómetro.
- h) Máquina rotativa para pruebas de fatiga.
- i) Instrumentación de turbina hidráulica.
- j) Módulo de línea de transmisión de 400 kV.
- k) Protección de distancia y localización de fallas de alta y baja impedancia en líneas de transmisión.
- l) Banco de prácticas DAQ.
- m) Digitalizador de fósiles.
- n) Banco de pruebas para motores de inducción con variador de frecuencia trifásico.

Al concluir cada uno de estos proyectos se otorga un reconocimiento a los alumnos y profesores que participaron en la construcción del dispositivo y se coloca una placa en él, para que las futuras generaciones vean el legado que han heredado de sus compañeros, y que ahora les permite fortalecer sus habilidades prácticas. La Figura 4 muestra varios ejemplos de equipo realizado en la asignatura de PI.

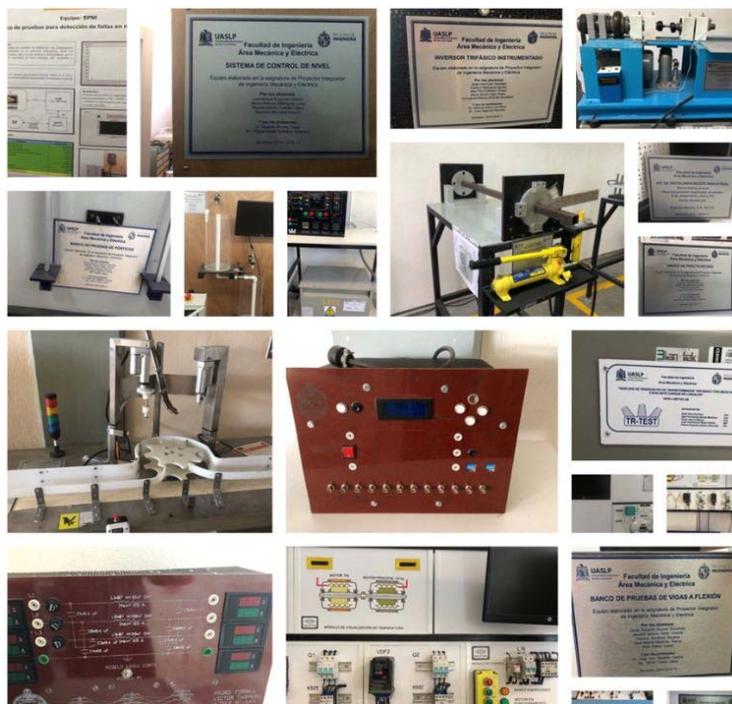


Figura 4. Ejemplos de proyectos y placas de reconocimiento.
Elaboración propia.

Al término de cada semestre se realiza la Expo Proyecto Integrador, donde los equipos muestran a toda la comunidad sus diseños concluidos, ese mismo día se realiza la valoración final por parte de los sinodales y, además, se realiza un concurso bajo diferentes categorías en donde los proyectos son evaluados por gente del sector industrial. Algunas fotos de este evento pueden ser observadas en la Figura 5.



Figura 5. Expo Proyecto Integrador. Elaboración propia.

CONCLUSIONES

En los diez semestres que tiene de realizarse la asignatura de PI, ha sido cursada por 1,123 alumnos de las 5 carreras del Área Mecánica y Eléctrica. A pesar de ser una asignatura de muy alta exigencia, el índice de reprobación es menor al 5%. Lo anterior representa un factor de impacto positivo en el aprendizaje y la formación de los futuros ingenieros, siendo un reto constante para los alumnos en cuestión de innovación e investigación.

El curso ha fortalecido la constante actualización de profesores que participan como asesores y evaluadores de proyectos, especialistas en las áreas de innovación e investigación. Asimismo, el curso ha tenido impacto en el equipamiento del 64% de los laboratorios de la Facultad, al desarrollarse equipos didácticos que han servido para la capacitación de las siguientes generaciones de ingenieros. Lo cual, ha permitido que con bajos costos de inversión se tenga un equipamiento con altos estándares de calidad y funcionalidad, de acuerdo con las necesidades propias de los programas educativos. Por último, y no menos importante, el curso ha tenido un impacto social, al implementar de forma continua equipamiento de rehabilitación física y psicomotriz que ha sido donado al Centro de Rehabilitación y Educación Especial (CREE) del Estado de San Luis Potosí para apoyo a personas con debilidad motriz.

La planeación adecuada de las actividades ha favorecido la excelente aceptación y participación de alumnos y de profesores en este proyecto, todo esto a su vez, ha permitido

disminuir las debilidades observadas y poder ser atendidas oportunamente, con el fin de formar profesionistas de la ingeniería altamente competentes en la UASLP.

BIBLIOGRAFÍA

Accreditation Board for Engineering and Technology (2019). *Criteria for Accreditation Engineering Program, 2019-2020*. Obtenido de: <https://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/criteria-for-accrediting-engineering-programs-2019-2020/>

Facultad de Ingeniería (2019). *Misión*. San Luis Potosí: UASLP. Obtenido de: <http://www.ingenieria.uaslp.mx/Paginas/INICIO.aspx>

Hernández, A. Álvarez, J. y Peña, R. (2018). Impacto de la vinculación en modificaciones curriculares del programa de Ingeniería en Electricidad y Automatización. *Revista ANFEI Digital, Vol. 9*. Obtenido de: <http://www.anfei.org.mx/revista/index.php/revista/article/view/481>

Hernández, A., Luna, S. y Arellano, J. (2016). La formación integral de estudiantes de ingeniería mecánica y eléctrica para desempeñarse en contextos globalizados. *Revista ANFEI Digital, Vol. (5)*. Obtenido de: <http://www.anfei.org.mx/revista/index.php/revista/article/view/317>

Hernández, A. y Peña, R. (2016). La acreditación internacional como parte del proceso de autoevaluación y mejora continua de la Facultad. *Revista ANFEI Digital, Vol. 2*. Obtenido de: <http://anfei.org.mx/revista/index.php/revista/article/view/155>

Hernández, A., Peña, R. y Luna, S. (2017). La formación de líderes mediante el plan de estudio y el curso de proyecto integrador. *Revista ANFEI Digital, Vol. (7)*. Obtenido de: <http://anfei.org.mx/revista/index.php/revista/article/view/403/1050>

Ingeniería en Electricidad y Automatización (2019). *Página de inicio*. Obtenida de: <http://ame.uaslp.mx/secciones/carreras/informacion.php?clvcar=18>

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (1998). *World declarations on higher education for the twenty-first century: vision and actions*. Francia: UNESCO. Retrieved from http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration_eng.hmt