

PROYECTOS RESOLUTIVOS VINCULADOS CON LA EMPRESA PARA INGENIEROS EN CIERNES

M. C. García Vargas¹
C. Alvarado González²

RESUMEN

Para hacer frente a las exigencias del mercado, que precisa de ingenieros competentes, se requiere integrar en el proceso enseñanza-aprendizaje conocimientos, desarrollo de habilidades y actitudes que van más allá de la teoría que se aborda en el aula. El presente artículo tiene como fin promover la vinculación escuela-empresas, mediante la difusión de las ventajas obtenidas por la implementación de proyectos resolutivos, entre los programas de Ingeniería industrial e Ingeniería Electromecánica del Instituto Tecnológico de Zitácuaro (ITZ), con una empresa del sector privado y los programas de Ingeniería Mecatrónica e Ingeniería Mecánica del Instituto Tecnológico de Saltillo (ITS) con el gobierno municipal. La estrategia fue poner en práctica proyectos integradores de tipo resolutivo, donde se aplicó la teoría vista en algunas asignaturas de manera articulada en un solo proyecto. Los resultados obtenidos beneficiaron a los estudiantes por el fortalecimiento de competencias genéricas y específicas; a los empresarios y a la organización gubernamental, por la resolución de problemas con la participación de la comunidad tecnológica (académicos y estudiantes); a los profesores, por la actualización en su especialidad y adquisición de experiencia que les permite dar una mejor cátedra; al Tecnológico Nacional de México (TecNM), porque los docentes pueden desarrollar programas educativos pertinentes y por último, pero no menos importante, a la sociedad en general, porque los recursos invertidos en la educación a nivel superior generan frutos al resolver problemas reales.

ANTECEDENTES

La vinculación de la universidad con los sectores productivo y social es una función sustantiva con la misma relevancia que la docencia e investigación. (Jaimez, 2015)

La vinculación entre Instituciones de Estudios Superiores con el sector empresarial y gubernamental se ha vuelto medular para la formación de ingenieros; además, para la academia es imprescindible actualizarse y entender los retos, las demandas y las necesidades que enfrentarán los futuros profesionistas en su vida laboral.

Para satisfacer las exigencias del mercado que precisa de ingenieros competentes, se requiere que se integre en el proceso enseñanza-aprendizaje, conocimientos, desarrollo y fortalecimiento de habilidades, y actitudes que van más allá de la teoría que se aborda en el aula. Es necesario que se intensifique la vinculación, (no solo durante las residencias profesionales y el servicio social que son las más socorridas en las dos instituciones donde se llevó a cabo la investigación), con el fin de reforzar el proceso de formación ingenieril mediante la resolución de problemas reales del entorno.

La vinculación, tanto como la docencia y la investigación, forma parte de los ejes rectores del Modelo Educativo del Siglo XIX, basado en competencias profesionales que actualmente está vigente, y es indispensable para el desarrollo de competencias profesionales acordes con las necesidades de los sectores productivos y sociales. En el Tecnológico Nacional de México (TecNM) se ha diseñado la estrategia de Proyectos Integradores, que permite fortalecer en

¹ Jefa de investigación de ingeniería industrial y docente del Instituto Tecnológico de Zitácuaro. migarcia97@hotmail.com

² Jefe de laboratorio de mecatrónica del Instituto Tecnológico de Saltillo. calvarado@itsaltillo.edu.mx

los estudiantes estas habilidades de desempeño a través de diversas asignaturas dentro de su retícula (TecNM, 2014).

Un proyecto integrador es una estrategia didáctica que consiste en realizar un conjunto de actividades relacionadas entre sí, con un inicio, un desarrollo y un final; con el propósito de identificar, interpretar, argumentar y resolver un problema del contexto, y contribuir a formar una o varias competencias del perfil de egreso; teniendo en cuenta el abordaje de un problema significativo del contexto disciplinar–investigativo, social, laboral–profesional, etc. (López, 2012).

Este tipo de proyectos pueden ser de dos tipos: formativo y resolutivo; los primeros son una estrategia general para formar y evaluar las competencias en los estudiantes, mediante la resolución de problemas pertinentes del contexto (personal, familiar, social, laboral-profesional, ambiental-ecológico, cultural, científico, artístico, recreativo, deportivo, etc.) con acciones de direccionamiento, planeación, actuación y comunicación de las actividades realizadas y de los productos logrados. Los proyectos integradores de carácter resolutivo, buscan solucionar problemas del contexto, bien sean del sector gubernamental, industrial, comercial y/o de servicios a través de la implementación de productos o medidas que incorporen las competencias de las diferentes asignaturas del programa de estudio (Chang, 2010).

El presente artículo tiene como fin promover la vinculación escuela-empresa durante la formación de ingenieros, mediante la difusión de las ventajas obtenidas por la implementación de proyectos relacionados entre los programas de Ingeniería Industrial e Ingeniería Electromecánica del Instituto Tecnológico de Zitácuaro (ITZ) con una empresa del sector privado, y los programas de Ingeniería Mecatrónica e Ingeniería Mecánica del Instituto Tecnológico de Saltillo (ITS) con el gobierno municipal.

Las preguntas que originaron la presente investigación son:

- ¿Cuáles son las ventajas que ofrecen los proyectos resolutivos en la formación de ingenieros?
- ¿Cuáles son las competencias específicas y genéricas desarrolladas por el estudiante en los proyectos resolutivos implementados?
- ¿Cuáles son las ventajas de la vinculación y quiénes son los beneficiados?

Los Institutos Tecnológicos de Zitácuaro y de Saltillo son instituciones educativas de nivel superior que pertenecen al TecNM. Entre los programas educativos, el ITZ oferta Ingeniería industrial e Ingeniería Electromecánica y el ITS, Ingeniería Mecatrónica e Ingeniería Mecánica. Los docentes de estas carreras han reconocido la importancia que tiene la práctica en entornos reales para la formación de ingenieros, relacionando su quehacer académico con dificultades o áreas de oportunidad que manifiestan las organizaciones gubernamentales y las pequeñas y medianas empresas.

Este acercamiento ha precisado que los profesores incluyan en su instrumentación didáctica, actividades de aprendizaje donde los estudiantes apliquen conocimientos e implementen propuestas en el mundo laboral, fungiendo como actores en el desarrollo regional sustentable.

En las dos instituciones educativas donde se realizó la investigación, existen diversas razones que han obstaculizado la vinculación, entre ellas, el desconocimiento por parte de empleadores de las alternativas de solución que, planteadas por la comunidad académica, haciéndose ese desconocimiento más enfático en las propuestas que pueden plantear estudiantes de nuevos programas de Ingeniería.

Otra limitante es la gestión que deben realizar las empresas en las escuelas, destacando la falta de coincidencia de los tiempos en los procesos administrativos.

En la parte académica, también surgieron algunas dificultades tales como empatar el trabajo colegiado, para articular los objetivos de las distintas asignaturas en un solo proyecto; la resistencia al cambio, dejando atrás la cátedra convencional; la indiferencia y/o el temor de docentes por participar como asesores de estudiantes y empresarios en proyectos reales y la desmotivación por tener que enfrentar los procesos administrativos.

Pese a las limitaciones mencionadas, los resultados obtenidos han sido un éxito para el aprendizaje y la formación de los estudiantes de ingeniería participantes, además de resultar favorecedor para la empresa y las autoridades municipales por los alcances logrados y la transferencia de tecnología dura y, por supuesto, para la actualización y el acercamiento de docentes con los sectores público y privado que redunda en una cátedra útil y acertada.

METODOLOGÍA

La metodología empleada fue la indicada para proyectos integradores para la formación y desarrollo de competencias profesionales (TecNM), 2014).

- A) Contextualización y/o diagnóstico. Se inicia la aproximación y reconocimiento de la realidad/situación del objeto de estudio. Se parte de la definición del proceso y los métodos de investigación documental, y de campo para la construcción de los instrumentos necesarios para capturar la información que permita realizar la descripción del ámbito, campo o escenario, donde se lleva a cabo el proyecto integrador. Los involucrados son docentes, empresarios, jefe del Departamento de Gestión Tecnológica y Vinculación y jefe del Programa de Ingeniería Industrial.
- B) Fundamentación. Marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación del objeto de estudio, para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo. Integra los saberes disciplinares y lo constituyen las teorías científicas, conceptos relevantes o procesos y procedimientos requeridos para la resolución de problemas. Proyectos integradores para la formación y desarrollo de competencias profesionales. Los involucrados son docentes, estudiantes y empresarios.
- C) Planeación. Con base en el diagnóstico, se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del profesor; implica planificar un proceso de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar, los recursos requeridos y el cronograma de trabajo. Los involucrados son docentes y estudiantes.
- D) Ejecución. Consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del profesor, es decir, en la intervención (social,

empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a formar. Los involucrados son docentes, estudiantes y empresarios.

- E) Evaluación. Es la última fase del desarrollo del proyecto integrador rica en saberes (saber conocer), producción e innovación (saber hacer) y experiencias (saber ser), fase que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesional, social e investigativo, siendo éste el espacio donde se realiza la evaluación del desempeño de las competencias a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar, se promueve el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la meta cognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes. Los involucrados son docentes, estudiantes y empresarios.
- F) Socialización. La comunicación y los procesos de divulgación son parte de la gestión de los proyectos integradores, es por ello necesario socializar los resultados de la aplicación de estos instrumentos con estudiantes, profesores y sociedad en general, a fin de darlos a conocer y conseguir mayor compromiso por parte de los actores para el reconocimiento de fortalezas y aspectos que requieran ser mejorados. Los involucrados siguen siendo docentes, estudiantes y empresarios.

RESULTADOS

Vinculación Instituto Tecnológico de Zitácuaro- CEDYCE S.C.

El primer caso se realizó entre docentes, con la participación de estudiantes del programa de Ingeniería Industrial e Ingeniería Electromecánica de las asignaturas de Taller de Investigación, Sistemas de Gestión Ambiental, Procesos de Manufactura, Dibujo y Lean-Six Sigma, y la empresa Centro de Desarrollo y Capacitación Empresarial, Sociedad Civil (CEDYCE S.C.)

El objetivo del trabajo conjunto fue desarrollar una estrategia de cómo recuperar los residuos sólidos provenientes de la agroindustria, sabiendo que en la región oriente de Michoacán existen 209,238 hectáreas (Centro Estatal de Tecnológicas de Información y Comunicaciones, 2015) dedicadas a la producción de cultivos agrícolas.

CEDYCE, empresa perteneciente al sector privado que es impulsora de nuevos proyectos, se interesó en el acopio y rescate del Polietileno de Baja Densidad (PEBD) residual, y manifestó su apoyo a los investigadores para que se diseñara un proceso capaz de lograr la recuperación de este plástico. Además, aportó los fondos necesarios para el desarrollo tecnológico de un prototipo de lavadora mecánica que estuviera por debajo del precio de las lavadoras ofertadas en el mercado. Su compromiso fue proveer los materiales para la construcción de un equipo de lavado con las especificaciones estipuladas en el proyecto.

Los logros obtenidos fueron

- ✓ El diseño de planta de recuperación del PEBD, incluyendo
 - El diseño del proceso
 - La identificación de actividades, aspectos e impactos ambientales taxativos
 - La evaluación de impacto ambiental
- ✓ La construcción del prototipo de máquina de lavado
- ✓ El diseño y la implementación de la estrategia de experimentación para minimizar los riesgos ambientales en el subproceso de lavado.

Estos resultados fueron presentados al empresario en un informe técnico final y se le entregó el prototipo.

En lo relacionado a formación de recursos humanos, se logró que 32 estudiantes y dos egresados participaran en este proyecto de investigación aplicada, bajo la dirección de los integrantes del Cuerpo Académico Procesos Industriales Sustentables, lo que redundó en: dos egresados del programa de Ingeniería Industrial se titularan; 25 estudiantes participaron en la construcción del prototipo de la máquina de lavado; 5 estudiantes colaboraron en la publicación de 4 memorias en extenso; 2 estudiantes realizaron los dibujos técnicos, (mismos que presentaron sus resultados en memorias en extenso, punto anterior); dos estudiantes participaron en el desarrollo de dos artículos enviados y publicados en revista arbitrada e indizada.

En la Tabla 1 se presenta una síntesis de los Resultados del proyecto para recuperación de polietileno de baja densidad residual proveniente de la agro-industria.

Tabla 1. Resultados del proyecto para recuperación de PEBD residual

Metas	Cantidad progra-mada	Cantidad lograda	Observaciones
Incorporación de estudiantes de licenciatura	2	32	Se incorporaron 25 estudiantes en la fabricación del prototipo Se incorporaron 5 estudiantes en la elaboración de memorias en extenso (de los cuales 2 elaboraron los planos técnicos) Se incorporaron 2 estudiantes en la elaboración de artículos
Titulaciones	2	2	Se titularon dos estudiantes de ing. industrial
Artículos científicos enviados en revistas indizadas	3	3	Se enviaron tres artículos. El primero fue presentado en el Congreso Internacional de CIM Orizaba 2018 y publicado con participación de estudiante. El segundo se envió Congreso Internacional de CIM, Orizaba 2018, no se publicó. El tercero se envió al <i>Academic Journal</i> como artículo, está en proceso de revisión y publicado con participación de estudiante.
Artículos de divulgación enviados	1	1	El artículo arbitrado de difusión se presentó en la XLV Conferencia Nacional de Ingeniería, la Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería intitulada La vinculación como estrategia en la formación de ingenieros
Memorias en extenso en congresos	6	5	Se enviaron 5 memorias en extenso de las 6 propuestas
Informes técnicos	1	1	Se entregó un informe técnico al empresario
Prototipo de máquina de lavado	1	1	Se diseñó y construyó una máquina de lavado para Polietileno de Baja Densidad (PEBD)

Nota: Fuente: Elaboración propia (2019)

Vinculación Instituto Tecnológico de Saltillo-Instituto Municipal de Planeación de Saltillo

El segundo caso presentado, se realizó entre la comunidad del ITS, con la participación de estudiantes de los programas de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Mecatrónica de las asignaturas de Diseño Asistido por computadora, Tópicos Selectos de Automatización, y Controladores Lógicos Programables, y el Gobierno Municipal de la ciudad de Saltillo específicamente con el Instituto Municipal de Planeación de Saltillo (IMPLAN).

IMPLAN es una dependencia de gobierno encargada de soportar y ayudar de forma eficaz y estratégica en el proceso de toma de decisiones, como un centro de reflexión e investigación con una orientación científica que realizará estudios, y preparará proyectos estratégicos municipales que requieren de continuidad y atención primordial del contexto regional y metropolitana, la cual se interesó en el acopio y rescate del Tereftalato de Polietileno (PET), como parte del desarrollo sustentable de la comunidad, que traerá grandes beneficios al medio ambiente, además, incentivar el comercio local, el cual se ha visto amenazado por las grandes compañías que se han instalado en la capital del Estado de Coahuila.

Por lo antes expuesto, IMPLAN decidió acercarse y solicitar el apoyo al Departamento de Ingeniería Mecánica – Mecatrónica, para que se diseñara una máquina capaz de compactar y almacenar PET y aluminio, sobre todo lograr que el desarrollo tecnológico de la compactadora estuviera por debajo del precio de las ofertadas en el mercado.

Otro reto, era generar un software o aplicación que permitiera un sistema de puntos en beneficio de los usuarios para incentivar el reciclaje, y que estos puntos fueran canjeados en negocios locales para aumentar su flujo de clientes. El compromiso fue buscar los apoyos necesarios (patrocinios) para la construcción de un equipo de compactado con las especificaciones estipuladas.

El proyecto resolutivo tiene varios objetivos relacionados con el quehacer del IMPLAN: generar un cambio cultural en el municipio a través de la recolección de envases vacíos de PET que se acopiaran en una máquina (diseñada por los académicos y estudiantes del ITS), y a cambio el usuario pudiera obtener descuentos en tiendas locales. Esto a su vez, promovería el comercio local.

Las actividades desarrolladas fueron las siguientes: identificación de actividades, selección del mecanismo de entrada del producto; el proceso de selección para diferenciar el PET y el aluminio; diseño del mecanismo de trituración; selección de interfaz para sistema de recompensa; el presupuesto para la construcción del prototipo. Los resultados fueron presentados en un informe técnico final para buscar el financiamiento para el desarrollo del prototipo.

En este proyecto se contó la participación de seis docentes de formación académica interdisciplinar, además de tres estudiantes que lograron liberar su residencia profesional, para después titularse por la opción de titulación integral. Uno de los estudiantes se encargó de la selección y simulación de los componentes mecánicos para la trituración del PET, los otros dos alumnos seleccionaron e integraron los componentes electrónicos para lograr la

sinergia con el dispositivo mecánico para el óptimo funcionamiento de la máquina. Los resultados se detallan en la tabla 2.

Tabla 2. Resultados del proyecto de diseño de máquina compactadora de PET

Metas	Cantidad programada	Cantidad lograda	Observaciones
Incorporación de estudiantes de licenciatura	2	3	Se incorporaron 3 estudiantes en la selección de componentes del prototipo, y en la elaboración de las memorias en extenso.
Titulaciones	2	3	Se titularon dos estudiantes de Ingeniería Mecatrónica y un estudiante de Ingeniería Mecánica por titulación integral
Incorporación de docentes de licenciatura	3	6	Se incorporaron 6 docentes 5 del departamento de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Mecatrónica y un docente del departamento de Ingeniería Electrónica. El trabajo desarrollado por los docentes fue asesorar en el diseño y selección de componentes para el desarrollo del prototipo.
Informes técnicos	1	1	Se entregó un informe técnico al empresario

Nota: Fuente: Elaboración propia (2019)

Para los estudiantes del ITZ, los proyectos constituyeron experiencias vivenciales para desarrollar competencias específicas de las asignaturas de Taller de investigación, Sistemas de Gestión Ambiental, Procesos de Fabricación y Dibujo:

- ✓ En Sistemas de Gestión Ambiental se desarrolló un sistema general de gestión que comprendió la estructura organizativa, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos para elaborar, aplicar, revisar y mantener la política ambiental de la empresa.
- ✓ En Six Sigma, se aplicó esta metodología para la optimización del proceso de lavado, a través del análisis cuantitativo y cualitativo del proceso, generando alternativas de solución y determinando la más adecuada.
- ✓ En Procesos de Fabricación se analizaron e implementaron diferentes procesos de cambio de forma de los materiales para definir el más adecuado en la fabricación de productos
- ✓ En Dibujo, se aplicaron los conocimientos de dibujo industrial para elaborar, interpretar y supervisar planos y especificaciones en la construcción de equipo especializado

Para los estudiantes del ITS, el participar por primera vez en un proyecto resolutivo, les permitió ampliar el panorama del impacto que pueden tener al aplicar las competencias adquiridas durante su formación en las diversas asignaturas en la solución de un problema real. Además, favorecer a la disminución de un problema ambiental y social.

Por la naturaleza de las ingenierías y su perfil de egreso, se puede llegar a pensar que el desarrollo profesional de un Ingeniero Mecánico o Ingeniero Mecatrónico está limitado a las industrias del sector automotriz o en sistemas de manufactura, cuando en realidad, las

competencias que se desarrollan en los ingenieros en formación del ITS, les permite tener una gama que va más allá, lo cual queda evidenciado con la alta captación de talento por parte de los sectores de servicio privado y público.

Por otro lado, la experiencia obtenida en los docentes que participaron en el proyecto, les permitió actualizarse en cuanto a herramientas de diseño, nuevos materiales, manufactura, tipos de sensores y demás mecanismos requeridos para el diseño de la máquina. Esto sin duda, impacta de primera mano a los estudiantes en las aulas, pudiendo otorgar conocimiento aplicable, pertinente y actual.

- ✓ En Diseño Asistido por Computadora se desarrolló y simuló el mecanismo seleccionado para la trituración de PET y de aluminio, así como el esqueleto y carcasa donde se integrarán los sistemas seleccionados para el funcionamiento de la máquina.
- ✓ En el caso de Tópicos Selectos de la Automatización se seleccionaron los dispositivos que conforman la máquina cumpliendo los requisitos técnicos y su funcionalidad.
- ✓ En Controladores Lógicos Programables seleccionan y programan el controlador para la interacción con los dispositivos mecánicos y electrónicos.

En cuanto a las competencias genéricas interpersonales, los estudiantes de ambas instituciones desarrollaron la habilidad para trabajar en un ambiente laboral, trabajaron en equipo y demostraron compromiso ético.

En lo relacionado a las competencias sistémicas aplicaron los conocimientos en la práctica y desarrollaron habilidades de investigación y comunicación oral y escrita.

CONCLUSIONES

La implementación de los proyectos resolutivos vinculados al sector privado y gubernamental, fue piedra angular para la formación de ingenieros dentro de los programas de Ingeniería Industrial e Ingeniería Electromecánica del ITZ y de Ingeniería Mecatrónica e Ingeniería Mecánica del ITS.

- En ambos casos los estudiantes desarrollaron competencias específicas y genéricas, acorde a lo señalado en los programas de cada asignatura involucrada en los proyectos resolutivos, aportando al perfil de egreso.
- Entre las competencias más relevantes se puede citar que:
 - ✓ Se aprendió a aprender
 - ✓ Se aplicaron conocimientos para la resolución de problemas de investigación en el ámbito empresarial y de gobierno
 - ✓ Se desarrolló tecnología dura
 - ✓ Se colaboró con estudiantes de otros programas desarrollando una visión interdisciplinaria.

Entre las partes que fueron beneficiadas están los estudiantes, por el fortalecimiento de su perfil de egreso; los empresarios por la resolución de problemas con la participación de académicos e ingenieros en ciernes; los docentes por la actualización en su especialidad y adquisición de experiencia, que les permite dar una mejor cátedra y, finalmente, aunque no menos importante, el sistema TecNM porque su comunidad docente puede proponer programas educativos pertinentes

BIBLIOGRAFÍA

Centro Estatal de Tecnológicas de Información y Comunicaciones. (04 de noviembre de 2015). *Plan de Desarrollo Integral del Estado de Michoacán 2015-2021*. Recuperado el 12 de junio de 2018, de Foros.michoacán.gon.mx/region-4/

Chang, C. H. (2010). El modelo de la triple hélice como un medio para la vinculación entre la universidad y la empresa. *Revista nacional de administración*, 85-94. Recuperado de: <http://profesores.universia.es/investigacion/spin-off/modelo-triple-helix/>

Jaimez O. J. (2015, 1 de enero). Vinculación universidad-empresa ¿Para qué?. *Milenio*. Recueperado de: <https://www.milenio.com/opinion/varios-autores/ciencia-tecnologia/vinculacion-universidad-empresa-para-que>

López, R. N. (2012). *El proyecto Integrador: Estrategia didáctica para la formación de competencias desde la perspectiva del enfoque socioformativo*. México: Gafra Editores.

Tecnológico Nacional de México (2014). *Proyectos integradores para la formación y desarrollo de competencias*. México: Tecnológico Nacional de México.