

UNA DÉCADA DE PROYECTOS UNIVERSIDAD-INDUSTRIA CON AUSPICIO DE GOBIERNO: VINCULACIÓN DONDE TODOS GANAN

H. G. Pérez González¹
R. M. Martínez García²
F. E. Martínez Pérez³
G. Mariel Cárdenas⁴

RESUMEN

En México, el desarrollo de la industria basada en tecnología depende de múltiples factores, uno de ellos es la vinculación universidad-industria. Esta relación se puede dar en diversos niveles, desde la concertación de visitas guiadas a la empresa por parte de grupos de estudiantes, hasta el establecimiento de contratos específicos de desarrollo, pasando por asistencia técnica, consultoría, estancias académicas, etc.

Este artículo presenta una serie de lineamientos para maximizar el éxito de proyectos de vinculación entre la universidad y la industria. Lo anterior, apoyado por recursos provenientes del gobierno federal a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

La primera sección de antecedentes contextualiza el escenario, describe los programas de Estímulo a la Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación del CONACYT. A continuación, se describe la serie de lineamientos que ha establecido la Facultad de Ingeniería (FI) de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP).

Finalmente, se muestran los resultados del establecimiento de dichos lineamientos de 2010 a 2018 y sus conclusiones.

ANTECEDENTES

En México, así como en el mundo, las políticas gubernamentales están cambiando constantemente. Lo anterior derivado de los crecimientos y avances científicos y tecnológicos desarrollados por universidades, como se plantea en Shinn & Lamy (2006). Específicamente en México, los programas gubernamentales de apoyo a empresas tales como el Programa de Estímulos a la Investigación (PEI) de CONACYT han fomentado desde su inicio una vinculación sin precedentes en el país. Específicamente el PEI es un instrumento a través del cual el CONACYT destina recursos a las empresas para fomentar la inversión en PROYECTOS de innovación tecnológica, que se traduzca en Oportunidades de Negocio vinculadas al sector educativo y de investigación, de tal forma que los apoyos tengan el mayor impacto en la economía nacional (CONACYT, 2018).

La Facultad de Ingeniería (FI) de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), alineada a los objetivos nacionales estableció en 2009, un proyecto para beneficiar a los estudiantes, al personal académico y a la sociedad de la potencial vinculación obtenida con su participación en proyectos PEI. El objetivo general del proyecto referido FI-UASLP-PEI es la obtención de beneficios principalmente, aunque no exclusivamente de tipo académico para los alumnos de la institución. Los objetivos particulares del proyecto se traducen en

¹ Jefe del Área de Ciencias de la Computación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. hectorgerardo@uaslp.mx

² Jefa del Departamento de Difusión y Divulgación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. rosma@uaslp.mx

³ Coordinador de Carrera Ingeniería en Computación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. eduardo.perez@uaslp.mx

⁴ Jefe de la División de Vinculación de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. gylmar.mariel@uaslp.mx

mejorar la formación del estudiante y fomentar la actualización del personal docente y su vinculación con la industria a través de la maximización de probabilidades de éxito al someter proyectos al PEI-CONACYT por parte de empresas de base tecnológica asociadas a la FI-UASLP.

Las siguientes secciones presentan las características del Programa de estímulo a la investigación, desarrollo tecnológico e innovación (PEI) del CONACYT, como marco de referencia del proyecto FI-UASLP-PEI.

Programa de estímulo a la investigación enfocado en desarrollo tecnológico e innovación

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) en la Revisión de la Política de Innovación en México (2018), propuso en 2009, cambiar el sistema de incentivos fiscales indirectos y aumentar el volumen de apoyo directo a las empresas a través de esquemas competitivos, para *así mejorar la combinación de instrumentos de política en apoyo a la Investigación y Desarrollo e Innovación empresarial* (OECD, 2018).

Como resultado de lo anterior, el gobierno federal a través del CONACYT y de la Secretaría de Economía, desarrolló tres modalidades del Programa de Estímulo a la Innovación las cuales se explican a continuación (CONACYT, 2018):

1. Innovación Tecnológica para la micro, pequeña y mediana empresa (INNOVAPYME). Este programa contó con un monto de 600 millones de pesos y su objetivo fue dar incentivos a la inversión en investigación y desarrollo tecnológico a las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES), mediante el otorgamiento de estímulos económicos complementarios a las empresas que realicen actividades relacionadas con la investigación y desarrollo tecnológico, con la finalidad de incrementar su competitividad, la creación de nuevos empleos de calidad e impulsar el crecimiento económico del país. La forma de presentar las propuestas es de manera individual, vinculadas con Instituciones de Educación Superior (IES), Centros de Investigación (CI) o con ambos.
2. Innovación Tecnológica para las grandes Empresas (INNOVATEC). Este es el fondo que contó con la mayor cantidad de recursos: mil 200 millones de pesos. El objetivo de éste fue el dar incentivos a la inversión en investigación y desarrollo tecnológico (IDT) de las grandes empresas innovadoras, mediante el otorgamiento de estímulos económicos complementarios a las que realicen actividades relacionadas con la investigación y desarrollo tecnológico, con la finalidad de incrementar su competitividad, la creación de nuevos empleos de calidad e impulsar el crecimiento económico del país. La forma de presentar las propuestas es de manera individual, vinculadas con IES, CI o con ambos.
3. Proyectos en red orientados a la Innovación (PROINNOVA). La bolsa de este programa fue de 700 millones de pesos y pretendió fomentar la inversión en investigación y desarrollo tecnológico de las empresas, mediante el otorgamiento de estímulos económicos complementarios para aquellas que realicen actividades relacionadas con la investigación y el desarrollo tecnológico en colaboración con centros educativos y de investigación, de forma que los apoyos tengan el mayor impacto posible sobre la competitividad de la economía. La forma de presentar las propuestas es que se presenten en vinculación con al menos dos IES, dos CI o con uno de cada uno.

Estos programas fueron presentados en agosto de 2009 en su primera versión, y en abril de 2010 en su versión actual.

La Facultad de Ingeniería de la UASLP identificó las oportunidades que se podrían derivar de estos programas y estableció una metodología de trabajo para ello. Las siguientes secciones describen esta metodología y los resultados que ha obtenido.

METODOLOGÍA

Como se mencionó anteriormente, el propósito de implementar los proyectos PEI en la Facultad es el de mejorar la formación del estudiante, y fomentar la actualización del personal docente y su vinculación con la industria.

Personal Docente

La FI de la UASLP a través de su departamento de vinculación comenzó, sensibilizando e identificando al Personal Docente que impartiesen materias relacionadas con proyectos, así como con características en donde existiesen metodologías de desarrollo de proyectos como las presentadas en Wieggers & Joy (1999). Posteriormente, se estableció la siguiente serie de lineamientos para maximizar las probabilidades de éxito de las propuestas presentadas al PEI-CONACYT:

1. Cursos de capacitación para la presentación de proyectos
2. Reuniones de inmersión en las propuestas
3. Enriquecimiento de propuesta de proyectos con instancias múltiples
4. Seguimiento de convocatoria
5. Seguimiento de Resultados.

Tras cuatro años de experiencia se estableció la siguiente metodología basada en los lineamientos iniciales:

1. **Asistencia a cursos de capacitación para la presentación de proyectos:** De manera independiente a las convocatorias PEI y sus fechas, se estableció un calendario sistemático de cursos de inducción a dichos proyectos ofrecidos, tanto por la misma facultad como por el Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología, y por la Secretaría de Economía de Gobierno del Estado.
2. **Reuniones de inmersión en las propuestas:** El departamento de vinculación de la Facultad realiza reuniones con los cuerpos académicos de la misma y presenta los planteamientos que las diferentes empresas del estado tienen, y que de manera permanente recibe dicho departamento, ya sea en los cursos del punto uno o en reuniones de vinculación de la universidad.
3. **Enriquecimiento de propuesta de proyectos con instancias múltiples:** Una vez que los cuerpos académicos han mostrado interés en algún proyecto de la industria, el departamento de vinculación plantea la posibilidad de participación de otras dependencias universitarias (no solo académicas, sino también administrativas) o incluso de otras instituciones educativas o no educativas.
Se establecen reuniones con todos los potenciales participantes
Se depura el grupo, manteniendo los participantes capaces, interesados y motivados.
Se define el sub-grupo de enlace con la empresa que tendrá las siguientes responsabilidades:

- a) Enlace de comunicación Empresa-Universidad

- b) Colaboración con la empresa para el llenado de solicitud PEI
 - c) Planeación de los gastos de la parte del proyecto que le corresponderá a la universidad
 - d) Desarrollo del planteamiento de la parte del proyecto que le corresponderá a la universidad y de sus costos.
 - e) Asignación de presupuesto obtenido para infraestructura de la FI-UASLP.
4. **Seguimiento de convocatoria:** Se realizan reuniones mensuales con todos los subgrupos involucrados y el departamento de vinculación de la FI-UASLP para mantener contacto con las empresas postulantes y conservar un estado de seguimiento permanente a las convocatorias y resultados.
5. **Seguimiento de Resultados:** Una vez que se han dado los resultados, el departamento de vinculación de la FI-UASLP:
- a) Establece contacto con los cuerpos académicos involucrados.
 - b) Ofrece colaboración para la formalización de convenios.
 - c) Coadyuva en la generación de facturas de la Universidad.
 - d) Permanece en contacto frecuente y cercano con los cuerpos académicos involucrados hasta que los proyectos son concluidos.

Formación de Estudiantes

Las acreditaciones de las carreras de la FI han motivado a cada una de ellas a realizar ajustes curriculares apegados a las instituciones acreditadoras como ABET y CACEI, entre otras. Dentro de las normatividades de las instituciones acreditadoras, se fomenta el involucramiento de IES e Industria. En este sentido, se han creado materias de desarrollo de proyectos como lo es *Proyecto Integrador*. Uno de los requisitos de esta materia es la conformación de equipos de trabajo, el seguimiento de una metodología de desarrollo de proyectos, y el desarrollo de proyectos relacionados con la industria.

Los proyectos PEI que participan en la materia de proyecto integrador son seleccionados y divididos en varias etapas. Esta división se realiza para asegurar el logro de los objetivos de cada uno de ellos, bajo la asesoría de un grupo de docentes expertos involucrados en el proyecto PEI. Por lo que no todos los proyectos de la materia están relacionados con un proyecto PEI.

El impacto de la materia de Proyecto Integrador ha sido satisfactorio en varios sentidos, derivado de que cada Área de la FI realiza, al finalizar el semestre, una exposición abierta en la cual se invita a las empresas participantes a evaluar y observar los desarrollos tecnológicos realizados por los estudiantes como se presenta en la Figura 1.

Uno de los impactos es que el estudiante que participa en los proyectos PEI, la gran mayoría de las veces continúa laborando en la empresa. Por lo que estos estudiantes logran tener un empleo antes de terminar la carrera. Otro de los impactos en el estudiante es que aprenden y utilizan una metodología de desarrollo de proyectos, subsanando los comentarios de las empresas tales como: *...sus alumnos traen mejores bases que otras universidades sin embargo adolecen en la elaboración de diseños y en la falta de seguimiento de una metodología de proyectos...*

Otro de los comentarios fue: ...sus alumnos se distinguen de otras universidades, resuelven problemas, pero el trabajo en equipo no se les da...



Figura 1. Expo-Proyecto Integrador

a) Evaluación de posters de proyectos, b) Empresa participante con estudiantes involucrados en el proyecto, c) Presentación de proyecto ante un jurado, d) Alumnos de la FI mostrando una App para manipular sistema de riego.

El estricto uso de esta metodología ha dado resultados satisfactorios, donde todos los participantes (Estudiantes, Profesores, Universidad e Industria) obtienen importantes beneficios, los cuales se detallan en la siguiente sección.

Proyectos donde todos ganan

Para la realización de este tipo de proyectos, la universidad planteó internamente el establecimiento de un costo directo que incluyera los elementos de infraestructura a adquirirse para el mismo, becas para estudiantes o sueldos para egresados contratados, y compensaciones para profesores investigadores con participación. A partir de este costo directo, se agregó un porcentaje de costo indirecto (20%), para la universidad por uso de la infraestructura existente y un porcentaje de utilidad variable (del 10% al 40 %), de acuerdo con la complejidad del proyecto y su oportunidad de mercado.

Condiciones para ganar

Las condiciones consideradas para que en caso de ser cumplidas se reconociera una situación de ganar (Win conditions), fueron tomadas del trabajo de Boehm *et al.* (1998). La Tabla 1 muestra el grupo de dichas condiciones.

Tabla 1. *Condiciones de ganar.*

Participantes	Condiciones de ganar
Universidad (Estudiantes)	Conocimientos y habilidades con valor a largo plazo
	Habilidades y experiencia con valor para el mercado a corto plazo
	Evaluación académica
Industria	Experiencia social e intelectual
	Conocimientos y habilidades con valor a largo plazo
	Habilidades y experiencia relevantes a corto plazo
	Cobertura de espectro completo de las habilidades del ciclo completo de la disciplina. (personas, economía y dominio)

La Tabla 1 muestra las condiciones generales consideradas suficientes para ubicarse en situación de ganar. A continuación, se analizan a mayor detalle cuáles son los participantes, tanto del dominio del problema como de la solución antes de evaluar el cumplimiento de estas condiciones.

Participantes, actividades y beneficios

Por parte de la empresa, se cuenta siempre con un líder de proyecto que se mantiene en permanente comunicación con el equipo de desarrollo. Un experto en los productos de la empresa y el director del departamento de investigación. Por parte de la universidad se cuenta en cada proyecto con un doctor en ciencias o maestro, quien funge como líder del proyecto por la parte desarrolladora, así como un equipo de docentes expertos en los temas.

El líder de proyecto por parte de la empresa cuenta con amplia experiencia en el ámbito del proyecto, lo cual juega un papel relevante en la consecución del éxito del mismo.

Al margen de la capacidad de ambas partes (cliente y desarrollador) e independientemente de la complejidad de los proyectos, se identificaron como factores para la consecución del éxito de los mismos las siguientes fortalezas:

- Desarrollo técnico del proyecto
 - Claridad en los requerimientos
 - Participación permanente del cliente
- Beneficios empresariales
 - Mejora de productos
 - Mayor competitividad
- Beneficios académicos
 - Generación de nuevo conocimiento
 - Desarrollo profesional y de investigación
 - Actualización de planta académica
 - Preparación de estudiantes

- Generación de tesis de posgrado
- Beneficios económicos para la empresa
 - Incremento de ventas de productos
- Beneficios económicos para la universidad
 - Obtención de fondos para inversión en equipo y material de laboratorio
- Beneficios económicos para desarrolladores
 - Compensaciones para académicos
 - Salario para estudiantes y egresados

Esta lista de fortalezas identificadas (2003) en el proyecto llevan a la consecución de la Tabla 2. Esta tabla muestra la evaluación de los resultados de los proyectos.

Tabla 2. *Condiciones objetivo y evaluación.*

Condiciones de ganar	Evaluación
Conocimientos y habilidades con valor a largo plazo	Logrado por el desarrollo
Habilidades y experiencia con valor para el mercado a corto plazo	Por producto terminado
Evaluación académica	Tesis posgrado
Experiencia social e intelectual	Por evaluarse
Cobertura de espectro completo de habilidades del ciclo completo de la disciplina. (personas, economía y dominio)	Parcialmente logrado, proyecto sin tamaño suficiente

Como se observa, los conocimientos y habilidades con valor a largo plazo y habilidades y experiencia con valor para el mercado a corto plazo se logran regularmente debido a la dimensión y trascendencia de los proyectos mismos. Finalmente, la experiencia social e intelectual está por evaluarse.

RESULTADOS

Debido al uso de la metodología expuesta se han venido incrementando los proyectos PEI vinculados con la UASLP.

Como se observa en la Figura 2, el número de proyectos y el monto total de los mismos se ha venido incrementando, partiendo de un proyecto de 4.5 millones de pesos, llegando a un máximo en 2016 de 10 proyectos con un total de más de 12 millones de pesos.

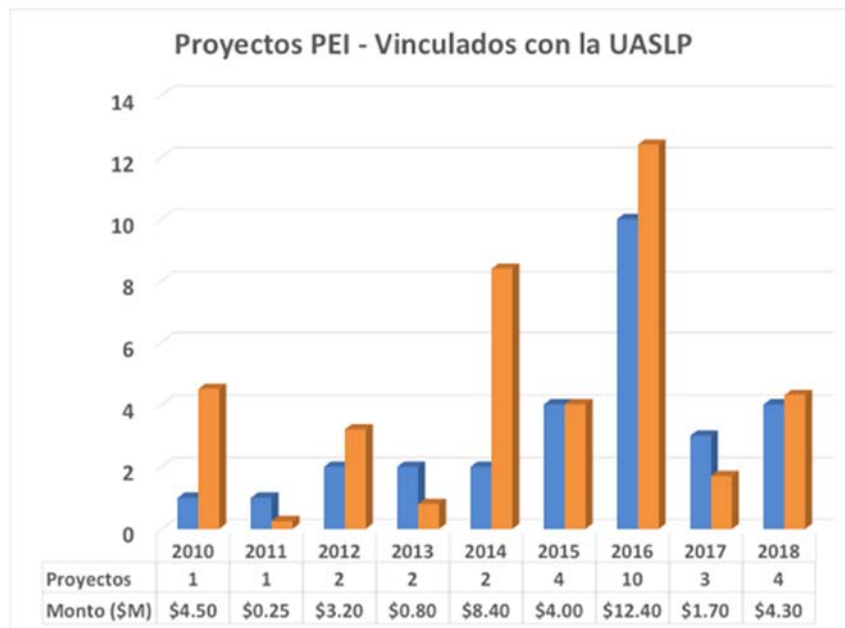


Figura 2. Número de proyectos y el monto total de inversión.

Se observa que en 2017 y 2018 en su primera convocatoria se aprobó una cantidad aceptable de proyectos, pero con montos menores a los logrados en 2016.

Se concluye que el incremento en el número de proyectos aprobados se ha logrado debido a la sistematización expuesta.

CONCLUSIONES

El desarrollo de proyectos tradicionales de vinculación universidad-industria presenta una serie de obstáculos entre los que destacan por parte del lado universitario, la carga de trabajo académico (Cursos, asesorías, tutorías, etc.), la incertidumbre en los beneficios académicos y económicos como producto del proyecto, la falta de compromiso, y en consecuencia de apoyo por parte de las autoridades.

Estos proyectos logran el éxito a pesar de cargas de trabajo académico considerables, debido a la claridad en la planeación, el establecimiento de reglas claras, lineamientos e información de los recursos a obtener. Así, los desarrolladores reciben una retribución al nivel de ingenieros experimentados, los académicos con nivel de doctorado reciben una considerable compensación a su sueldo por las horas invertidas en el proyecto y la utilidad (40%) obtenida por la universidad se invierte exclusivamente en proyectos de investigación, material y viáticos de congresos de los líderes académicos del proyecto y de sus cuerpos académicos.

Se concluye, además, que los alumnos adquieren habilidades y experiencia en el desarrollo de proyectos, y prueba de ellos es la contratación de estos por parte de las empresas participantes en proyectos PEI. Con la participación de alumnos en proyectos PEI y la creación de la materia de Proyecto Integrador se subsanan las deficiencias de nuestros alumnos reportadas por las empresas. Por lo que, con la metodología presentada en este artículo se cumple la condición donde todos ganan.

BIBLIOGRAFÍA

- Boehm, B., Egyed, A., Port, D., Shah, A., Kwan, J., & Madachy, R. (1998). A stakeholder win-win approach to software engineering education. *Annals of Software Engineering*, 6(1-4), 295-321. <https://doi.org/10.1023/A:1018988827405>
- CONACYT (2018). Programa de Estímulos a la Innovación (PEI). Retrieved April 10, 2018, from <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/fondos-y-apoyos/programa-de-estimulos-a-la-innovacion>
- OECD (2018). *La innovación: piedra de toque del desarrollo mexicano*. Retrieved April 11, 2018, from <http://www.oecd.org/mexico/lainnovacionpiedradetoquedeldesarrollomexicano.htm>
- Shinn, T., & Lamy, E. (2006). Paths of commercial knowledge: Forms and consequences of university-enterprise synergy in scientist-sponsored firms. *Research Policy*, 35(10), 1465-1476. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2006.09.024>
- Wieggers, K. E., & Joy, B. (1999). *Software Requirements, Microsoft. Managing* (Third). <https://doi.org/10.3362/9781780449357>