

EXPERIENCIAS DE VINCULACIÓN ACADEMIA-INDUSTRIA ADOPTANDO LA FILOSOFÍA DE LA TRIPLE HÉLICE

M. Hinojosa Rivera¹
L. Leduc Lezama²
J. A. Cázares Yeveverino³

RESUMEN

Actualmente existen en México más de 900 programas educativos de ingeniería acreditados nacionalmente y un número creciente de instituciones están evolucionando hacia estándares globales y buscando el reconocimiento internacional, al tiempo que se evoluciona de modelos basados en contenidos a los basados en competencias. Estos avances van aparejados por esfuerzos por incorporar metodologías vanguardistas en la enseñanza de la ingeniería, que sin embargo parece ser todavía esencialmente tradicionalista.

El ecosistema industrial que prevalece y evoluciona de manera constante en la región norte del país y en particular en el estado de Nuevo León proporciona un escenario muy prometedor para el desarrollo de una vinculación efectiva entre sectores clave de la sociedad. La Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) y en un caso de éxito la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (FIME), ha desarrollado efectivos mecanismos de cooperación con el sector industrial y gubernamental que permitan adoptar el concepto de la triple hélice con la firme intención de formación de capital humano acorde a las necesidades y perfiles requeridos. La FIME ha sumado esfuerzos a través de la consolidación de acuerdos de cooperación con empresas de nivel internacional, lo que ha resultado en un número significativo de proyectos de investigación básica y aplicada, así como de innovación tecnológica. Los cuales se han beneficiado de la aplicación a fondos institucionales, estatales y federales de organismos tales como la misma UANL, el Instituto de Innovación y Transferencia de Tecnología (I2T2) a nivel estatal, la Secretaría de Economía, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) a nivel federal, etc. En este trabajo se discuten dos exitosas experiencias concretas de colaboración bajo este modelo, en las que la industria ha estado representada por dos empresas de perfil internacional, la FIME ha contribuido con sus profesores, estudiantes, programas e infraestructura y el sector gubernamental ha aportado estímulos y becas. En un primer caso relacionado con la industria metalmeccánica se ha logrado implementar un proyecto estructurado en el que se han formado doctores y maestros en ciencias que han desarrollado tecnología de la mano con tecnólogos de la empresa, en un segundo caso relacionado con la manufactura de componentes automotrices, se ha logrado desarrollar altas capacidades a través de la investigación de los fenómenos implícitos en la fabricación de sofisticadas tarjetas de circuitos impresos, al tiempo que se desarrollan especialistas tecnólogos de nivel de maestría y doctorado. Como resultados concretos de estos dos casos específicos, se han formado tres doctores y cinco maestros en ciencias, se han presentado más de diez trabajos en foros nacionales e internacionales y se han publicado cinco artículos científicos. Estamos convencidos de que este modelo de la triple hélice sinergiza los esfuerzos de colaboración, optimiza recursos y garantiza la pertinencia del desarrollo de competencias en los estudiantes tanto de licenciatura como de posgrados en ingeniería que los facultan para enfrentar los retos globales.

ANTECEDENTES

Uno de los rasgos casi universalmente presentes en el perfil de egreso de las carreras de ingeniería es la capacidad de conducir y ejecutar proyectos de Ingeniería en la industria, lo cual puede considerarse como una respuesta a la necesidad de que la formación de los estudiantes de ingeniería los prepare para enfrentar los retos globales. Por ello, es altamente

¹ Subdirector de Innovación, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León.
hinojosamoises@yahoo.fr

² Profesor de tiempo completo, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León.
leducluis@gmail.com

³ Profesor de tiempo completo, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León.
acayeve@gmail.com

deseable que estos proyectos sean reales o por lo menos realistas. Otro factor de gran importancia es la pertinencia, entendida como la congruencia de los conocimientos y habilidades desarrolladas en los estudios con las necesidades presentes y futuras del entorno. Por ejemplo, una carrera con énfasis en la Ingeniería de manufactura es más pertinente en una región eminentemente industrial que en una región minera.

En la búsqueda de lograr y mantener la pertinencia de los programas educativos, una de las estrategias que se han desplegado con intensidad en años recientes es la promoción de la vinculación entre la academia y la industria (Kuri-Harcuch, 2008; Becerra, 2000). Así, las universidades buscan firmar convenios con empresas para que sus estudiantes realicen estancias o prácticas profesionales o bien que efectúen su servicio social, en ocasiones la estancia está ligada a un proyecto terminal en forma de tesina, reporte o tesis de licenciatura. A nivel de maestría y doctorado, en general es requisito escribir una tesis, pero es menos común que el tema esté estrechamente relacionado con un problema industrial real.

La vinculación entre las universidades y empresas normalmente tiene una fuerte componente de gestión y es deseable que incluya una interacción técnica entre profesores y los ingenieros de las empresas, esto a su vez requiere por los menos de: (a) actores con capacidad de interlocución, (b) altos niveles de dominio de las especialidades en los profesores y (c) condiciones y facilidades logísticas para profesores y estudiantes.

Más allá de los modelos de vinculación que están prácticamente imbuidos de manera universal en las escuelas de ingeniería de cierta calidad hacia arriba, conviene considerar y aplicar otros modelos como el de la triple hélice.

En la Figura 1, se muestra esta conceptualización (Leyderdorff y Eitzkowitz, 1998; Eitzkowitz 2000 y 2007) que involucra tres actores: la academia (1), la industria (2) y sectores del gobierno (3), interactuando en distintas formas, representadas por los traslapes dobles o triples en la figura. La zona de interacción 1-2 representa la vinculación entre empresas e industrias como normalmente se práctica, generalmente implica convenios de colaboración que cobijan las prácticas profesionales, servicio social, algunos servicios y cursos de capacitación. La zona 1-3 representa la interacción entre las universidades y el gobierno, que se manifiesta en diversas maneras relativamente obvias (marcos normativos, registros de validez, financiamientos, fondos de apoyos especiales, becas, entre otros). La zona 2-3 implica las diversas interacciones industria-gobierno de las cuales son de interés para nuestros propósitos los estímulos y programas que entidades como SEP, Conacyt y la Secretaría de Economía dirigen hacia las industrias.

Cuando estas componentes se ensamblan y sincronizan, se logra el modelo de la triple hélice, que da origen a la zona clave 1-2-3, en la que confluyen los esfuerzos, recursos e innovaciones aportados por las tres partes en beneficio mutuo.

En lo sucesivo discutiremos como casos de estudios dos ejemplos de la aplicación de este modelo, centrandó la atención en cómo puede contribuir al desarrollo de competencias en los ingenieros mexicanos y desde el punto de vista de los profesores como los actores universitario

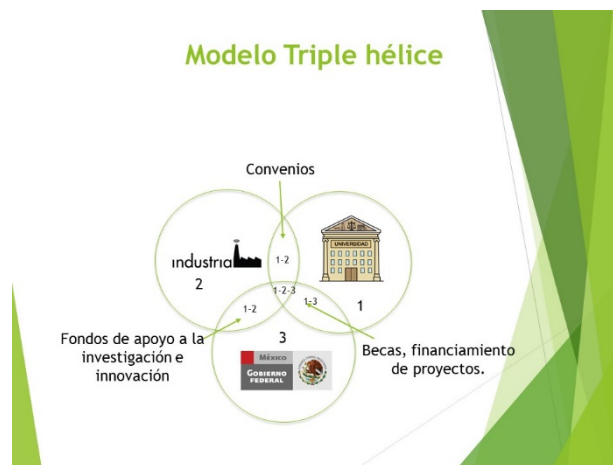


Figura 1. Modelo de la triple hélice mostrando las zonas de interacción entre la academia (1), industria (2) y gobierno (3).

METODOLOGÍA

Los casos de éxito aquí estudiados fueron monitoreados desde su inicio y hasta etapas avanzadas en las que se obtuvieron productos concretos al cabo de periodos de tiempo del orden de cinco años en ambos casos.

Estos dos ejemplos, Figura 2, tienen en común que implican proyectos y situaciones reales, una fase exploratoria, la participación de estudiantes (de licenciatura, posgrado e incluso de nivel medio superior), estancias en la industria, convenios formales y publicaciones.



Figura 2. Modelos de la triple hélice para el caso de la Cátedra Ternium-UANL (izquierda) y el caso FIME-Yazaki (derecha).

Caso 1.- La cátedra Ternium – UANL.

Para contextualizar este caso, revisemos brevemente los antecedentes de colaboración. La empresa Ternium se origina a partir de la adquisición por el grupo Techint en 2005 de la compañía regiomontana Hylsa. Hylsa había sido fundada en 1942 y estuvo dedicada a la producción primaria de acero así como de productos rolados de aceros al carbono trabajados en frío y en caliente básicamente. Esta compañía tiene largos antecedentes de

colaboración con la FIME-UANL. A nivel de Investigación y Desarrollo, el antecedente de vinculación más formal se remonta a 1986, cuando Hylsa, junto con otras empresas regiomontanas, apoyó la creación de los programas doctorales de la FIME-UANL patrocinando proyectos reales realizados por los tesis, dirigidos por investigadores de la facultad. Esta colaboración se mantuvo exitosamente al paso del tiempo y tiempo después de la adquisición de Hylsa por parte de Ternium se acuerda la creación de la Cátedra Ternium-UANL, que es el caso de estudio aquí presentado. La iniciativa original fue planteada por las altas autoridades tanto de la empresa como de la UANL con la visión de apoyar proyectos de investigación, desarrollo e innovación a través de la ejecución de proyectos viables para tesis doctorales y de maestría en ciencias.

La metodología para la creación puesta en marcha y ejecución de la Cátedra, a través de proyectos específicos fue como sigue:

Reuniones técnicas con expertos de ambas partes: La Dirección de Vinculación de la UANL en coordinación con la Dirección de la FIME-UANL y la Gerencia de Investigación y Desarrollo de Ternium organizó reuniones técnicas en las que participaron ingenieros y tecnólogos expertos directamente relacionados con las operaciones de producción de Ternium en sus diferentes plantas ubicadas en el área metropolitana de Monterrey, por el lado de la FIME-UANL, participaron investigadores miembros del SNI coordinados por la Subdirección de Posgrado y que incluían expertos en ramas de la ingeniería de materiales y la ingeniería eléctrica. Como resultado de estas reuniones se identificaron los temas de investigación de interés para Ternium en particular en los campos de desarrollo de nuevos productos y el proceso de laminación. También se logró acotar alcance de los proyectos para adecuarlos a tesis de Maestría o Doctorado. Una vez definidos los temas generales de Tesis se tomaron las siguientes acciones: Invitación a los profesores más indicados de acuerdo al tema, lanzamiento de una convocatoria a estudiantes de tiempo completo y selección de los candidatos a través de los procesos normales de admisión en FIME UANL y de contratación en Ternium.

Se determinó como objetivo la formación de Recursos Humanos en especialidades de tecnología aplicable a Ternium y formar células de conocimiento en temas siderúrgicos importantes para la empresa, la selección de los candidatos a desarrollar las tesis tomó en cuenta los siguientes criterios generales: los estudiantes deberán contar con promedio sobresaliente, sin materias reprobadas, con vocación de trabajar en la industria, con perfil de investigador y/o especialista y que deseen realizar una maestría o doctorado en Ingeniería de Materiales.

Caso 2. Desarrollo de capacidades y recursos humanos de alto nivel para la empresa Yazaki Services.

En este caso, no existen antecedentes formales de colaboración entre la empresa y la FIME-UANL, más allá las acciones de vinculación básicas que tienen que ver con el servicio de reclutamiento o bolsa de trabajo, así como la gestión de plazas de prácticas profesionales.

El primer acercamiento se dio en 2011 y fue motivado por una necesidad técnica relacionada con el procesamiento de autopartes poliméricas. La empresa contactó a investigadores especialistas en materiales y se dio el servicio de consultoría solicitado que

derivó además en un servicio de y caracterización de materiales, relacionado con las propiedades térmicas de materias primas. Dada la satisfacción de la empresa se planteó por parte de los investigadores, la posibilidad de explorar un acuerdo de colaboración. Se siguió una mecánica similar a la aplicada en el caso Ternium, si bien a una escala más modesta, dados los incipientes antecedentes de colaboración.

Exploración, visitas a planta, confidencialidad, necesidades de la empresa, lluvias de ideas. Propuestas del equipo. Desarrollo de RH y capacidades tecnológicas de alto nivel.

Las reuniones exploratorias entre expertos de ambas partes incluyeron diversas visitas a la planta y sus distintas líneas, previo acuerdo de confidencialidad, las lluvias de ideas poco a poco se enfocaron esencialmente en las áreas de oportunidad detectadas por la empresa en sus procesos de manufactura de tarjetas de circuitos impresos de uso automotriz. Se acordó entonces trabajar en dos frentes en términos de temporalidad: proyectos con visión de mediano plazo y servicios a corto plazo.

En la visión de mediano plazo, se planteó como objetivo el desarrollo de recursos humanos de alto nivel en las tecnologías de la empresa, que les permitan mantener una alta competitividad a la escala global e incluso elevar sus capacidades para evolucionar hacia relaciones de auténtica colaboración, superando la etapa de dependencia casi total de los desarrollos efectuados en los centros de ingeniería de la empresa, localizados en Japón y Estados Unidos. Igualmente, se determinó definir proyectos específicos para tesis de maestría y doctorado, sin descartar proyectos más cortos en los que pueden participar estudiantes de licenciatura e incluso de preparatoria técnica.

A corto plazo, se acordó ofrecer cursos de capacitación en las temáticas identificadas como clave, así mismo se acordó que la FIME-UANL brindaría los servicios de consultoría y de caracterización de materiales a través de una comunicación fluida y directa.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Caso 1.- Cátedra Ternium-UANL

En el marco de la Triple Hélice, la firma del convenio y el arranque de operaciones se ajustó tomando en cuenta las etapas o componentes complementarias. Parte vital fue la etapa de exploración técnica, en la que la FIME y la empresa designaron equipos técnicos encabezados por expertos, para plantear y discutir temáticas de investigación pertinentes, de alto nivel tecnológico o científico y viable en términos temporales y presupuestales.

Los estudiantes participantes de posgrado son de tiempo completo, por lo que cuentan con beca Conacyt de manutención. Algunos temas recibieron apoyo también en base a proyectos de diversas modalidades de apoyo por parte del Conacyt.

A la fecha (primavera 2016), la Cátedra ha funcionado durante más de tres años y se tienen ya catorce presentaciones en congresos, trece de ellas hechas por los estudiantes. Los cinco participantes estudiantes han tenido ya al menos una experiencia como autores y como coautores, han participado además nueve profesores de FIME y nueve como ingenieros como contraparte tecnológica por Ternium. Se han publicado además dos artículos en revistas internacionales (International Journal of Electrochemical Science and Applied Soft

Computing). Para dar una idea del éxito de la cátedra en términos de productividad, amplitud y profundidad de los proyectos en la Tabla 1 se listan los títulos de los trabajos presentados en congresos, en todos los casos hay coautoría entre actores de la empresa y de la FIME-UANL:

Tabla 1. Trabajos derivados de la cátedra Ternium-UANL

<p>On the Influence of Environment and Chemistry of Corrosion Inhibitor on the Rate of Surface Degradation of Galvanized Steels, XXII IMRC, NACE “Corrosion and Metallurgy, Agosto 2013.</p> <p>Physical modelling of the influence of the environment and the nature of corrosion inhibitors on the degradation of galvanised steel strip, 9th International Conference on Zinc and Zinc Alloy Coated Steel Sheet (GALVATECH 2013) 2nd Asia-Pacific Galvanizing Conference (APGalva 2013; Septiembre 2013</p> <p>Evaluación de inhibidores en aceros galvanizados mediante pruebas de corrosión acelerada en modelo experimental, CONAC 2014, AIST, Monterrey, Nuevo León, México, Marzo 2014</p> <p>Physical modelling of the influence of the environment and the nature of corrosion inhibitors on the degradation of galvanised steel strip, XXIII IMRC Corrosion and Metallurgy 17 al 22 de Agosto 2014</p> <p>Electrochemical Study and Evaluation of Corrosion Products of Painted Galvanized Steel, XXII IMRC, NACE “Corrosion and Metallurgy, Agosto 2013</p> <p>Electrochemical Study and Evaluation of Corrosion Products of Painted Galvanized Steel, 4th Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry; Septiembre 2013</p> <p>Estudio de la cinética de corrosión de acero galvanizado y pintado, CONAC 2014, AIST, Monterrey, Nuevo León, México, Marzo 2014</p> <p>Corrosion behavior of painted galvanized steel under different atmospheric conditions, XXIII IMRC Corrosion and Metallurgy, Agosto 2014</p> <p>The Effect of Mesh Density and Element Type in a Finite Element Model of a 4-High Rolling Tandem Mill, IMRC, “Advances in Computational Materials Science” Agosto 2013</p> <p>Strip flatness prediction in a 4 high tandem mill using a dynamic model, Simulia Community : Providence, RI, USA , May 2014</p> <p>Variables involved in the shape control of a cold rolled strip, XXIII IMRC, Agosto 2014</p> <p>Strip shape produced by 4 High cold rolling process simplified with a static model. Simulia Community, Berlin, Germany, may 2015</p> <p>A mathematical model of a cold rolling mill by symbolic regression alpha–beta, Genetic and Evolutionary Computation Conference 2014” Vancouver, Canada, July, 2014.</p> <p>Study of friction during cold rolling of steel in a four-high reversible mill, MS&T14, Pittsburgh, Pa, USA, October 2014</p> <p>Characterization of Corrosion Behavior of Painted Galvanized Steel under Accelerated Conditions., International Journal of Electrochemical Science, 10 (2015) 4654 – 4665</p>

Caso 2.- Colaboración con Yazaki Services.

En este segundo caso de éxito, desarrollado prácticamente “desde cero”, dada la ausencia de antecedentes, las acciones de colaboración han tenido una dinámica paulatina pero con

resultados concretos, se iniciaron dos proyectos específicos, uno de nivel de tesis doctoral en el tema “Propiedades térmicas y desempeño termomecánico de los materiales compuestos para tarjetas de circuito impreso” y un proyecto de tesis de maestría: “Simulación de la transferencia de calor en tarjetas de circuitos impresos durante el proceso de reflujo”. Cada uno de estos proyectos es co-dirigido por investigadores de la FIME-UANL con un experto como contraparte de la empresa Yazaki. Ambos proyectos están en fase final y de ellos se han derivado trabajos como los siguientes:

- Simulación Térmica de las Tarjetas de Circuito Impreso FR-4 Mediante el Análisis de Elementos Finitos, Memorias del 37 Congreso Internacional de Metalurgia y Materiales, Nov. 2015
- Materials Properties and Thermomechanical Performance of Printed Circuit Boards, XXIV International Materials Research Congress, August 2015, Cancún, México
- Thermal Properties of Fr-4 Laminates used in the Automotive Industry, Advanced Structural Materials Symposium at the XXIII International Materials Research Congress, August 2014.
- Thermal Properties of Printed Circuit Boards Composite Materials. Congreso Internacional de Metalurgia y Materiales, 2014

Adicionalmente, durante el desarrollo de este proyecto se estableció una colaboración internacional con el *Center for Advanced Life Cycle Engineering Department of Mechanical Engineering*, de la Universidad de Maryland, en donde el tesista de doctorado fue recibido para una estancia que le permitió avanzar rápidamente en las primeras etapas, logrando una exitosa transferencia de *know-how* tanto hacia la empresa como a la FIME-UANL, al tiempo que avanzó la experimentación asociada a su tesis.

CONCLUSIONES

Hemos presentado dos exitosos casos de colaboración conceptualizada en el marco del modelo de la triple hélice. En ambos casos la participación de la universidad abarcó el apoyo institucional administrativo, a través de sus instancias de vinculación, además de contar con la flexibilidad y apertura para que los profesores y estudiantes tuvieran contacto directo ajustándose a la dinámica de la empresas involucradas, fue importante también la apertura para considerar la posibilidad de generar y compartir o ceder la propiedad intelectual, lo que facilitó la formalización de las colaboraciones a través de los respectivos convenios. La participación de las empresas se dio gracias a su apertura y confianza hacia la universidad y sus investigadores, la buena comunicación se facilitó al contar con acuerdos apropiados de confidencialidad. Otra clave para la fluidez de la colaboración fue la disposición de las empresas para el financiamiento oportuno de los proyectos planteados en sus diferentes rubros. Completando la hélice, la participación de instancias del gobierno como CONACYT se dio en forma de apoyos a los estudiantes, apoyos para proyectos presentados por los profesores y por las empresas y los nuevos marcos que permiten que las empresas generen desarrollos susceptibles de protección aprovechando los incentivos a la investigación y la innovación.

Estamos convencidos, en base a resultados, que la vinculación exitosa academia-empresa-gobierno no solo es posible sino que puede ser una herramienta muy útil ya que permite sinergizar los esfuerzos de colaboración, optimiza recursos y garantiza la pertinencia del

desarrollo de competencias en los estudiantes de ingeniería, tanto de licenciatura como de posgrado, que los facultan para enfrentar los retos globales.

En los casos aquí discutidos permitió el desarrollo de proyectos de cierta complejidad con participación de estudiantes que adquirieron y desplegaron competencias sofisticadas. Un factor clave que contribuye al éxito de estas colaboraciones es la capacidad en los actores de la academia y la industria para establecer una efectiva comunicación multidireccional. Una dimensión pendiente es la concerniente a la propiedad industrial o intelectual, ya que si bien esos aspectos se consideraron en ambos casos desde las pláticas iniciales, a la fecha no se han iniciado el proceso de solicitud de patentes.

Agradecimientos: A las autoridades de la administración central de la UANL (J.M. Adame, G. Ramírez y la Dirección de la FIME (E. Báez, J. Castillo, F. Banda), autoridades de la empresa Ternium (M. Ruiz), de Yazaki (L. Montes, V. Salinas), así como a los investigadores y tecnólogos participantes, en particular al Dr. J. Morales.

BIBLIOGRAFÍA

- Kuri-Harcuch W. (2006), La cooperación academia-industria. ¿Es posible en México?, revista Cinvestav enero-marzo 2006, 44-49.
- Becerra Rodríguez N. (2008), Nuevas Formas de Vinculación Academia-Empresa: la Visión de las Empresas, tesis de maestría, Universidad Autónoma Metropolitana.
- Etzkowitz H., Leydesdorff L. (2000), The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode2” to a Triple Helix of university–industry–government relations, *Research Policy* 29, pp. 109–123
- Etzkowitz H., Dzisah J., Ranga M. y Zhou Ch. (2007), The triple helix model of innovation, *University-industry-government interaction TECH MONITOR*, 14-23
- Leydesdorff L. y Etzkowitz H. (1998), The Triple Helix as a model for innovation studies, *Science and Public Policy*, volume 25, number 3, pag. 195-203.