



MODELO VINCULADO CON LA INDUSTRIA PARA LA FORMACIÓN DE POSGRADUADOS EN INGENIERÍA: EL CASO DEL PICYT

INDUSTRY LINKED MODEL FOR ENGINEERING POSTGRADUATE TRAINING: THE CASE OF PICYT

Fátima Gabriela Ordóñez de la Cruz

Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C., Guadalajara (México)

Resumen

En el presente escrito se muestra la experiencia del Posgrado Interinstitucional en Ciencia y Tecnología (PICYT), programa de corte ingenieril que desde hace quince años lo imparten en México siete centros pertenecientes al Sistema de Centros Públicos de Investigación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt).

En primera instancia se describen aspectos generales del programa, desarrollo histórico y estructura académico-administrativa. En segunda instancia, se aborda su principal característica curricular, un modelo académico de formación vinculado con el sector productivo, el cual está orientado a la captación de recursos públicos y privados para el desarrollo de soluciones a problemas del sector productivo. Esta configuración se constituye como un mecanismo articulador para transformar demandas productivas en soluciones tecnológicas, así como la formación de recursos humanos de alto nivel en el área de ingeniería.

Palabras claves: Posgrados en ingeniería; vinculación con el sector productivo; colaboración interinstitucional, formación de recursos humanos

Abstract

In this paper is shown the experience of the Inter-Institutional graduate program in Science and Technology (PICYT) that is offered in Mexico since fifteen years ago by seven public centers of investigation that belong to the National Council of Science and Technology (Conacyt).

In first place, are described the general aspects of the program, historical development and academic and administrative structure. In second instance, is shown its main curricular feature: an academic

training model linked to the productive sector, which is aimed to attract public and private funds to develop technological solutions to the productive sector and other segments of interest. This configuration works as a coordinating mechanism able to transform productive demands in technology while trains high-level human resources in the field of engineering.

Keywords: Engineering postgraduate programs; productive linking; inter-institutional work; human resources training

Introducción

Desde su origen, la educación superior se ha asociado a las universidades. Sin embargo, en América Latina, a partir de la década de los setenta y debido al crecimiento exponencial de la matrícula, se diversificaron los centros de enseñanza superior (Rubio, 2006; Fresán & Torga, 1998). Las ciencias aplicadas y la ingeniería han sido un terreno particularmente fértil para estos nuevos tipos de instituciones de educación superior, ya que institutos tecnológicos, universidades politécnicas y centros de investigación han generado modelos innovadores de formación para responder a las crecientes demandas de los sectores productivo y social (Silva, 2006). Esto se debe en gran medida a que, a diferencia de otras áreas del conocimiento, los ingenieros requieren una formación que los vincule con las necesidades tecnológicas del entorno (Reyes, 2006). Estas estrategias están encaminadas a incrementar la calidad de la inserción laboral de los egresados y a validar la pertinencia de los programas educativos en pro de reducir las asimetrías entre la formación en educación superior y el mercado laboral (Salas y Murillo, 2013).

Una de las principales características con las que deben contar estos modelos es la vinculación con el sector productivo, que encuentra su principal fortaleza en el desarrollo de la investigación aplicada y la generación y adaptación de tecnología (Ordóñez, Salas & Fuentes, 2012). Existen múltiples estrategias de vinculación cuyos objetivos directa e indirectamente están encaminados a contribuir a la formación de ingenieros a partir de la identificación y solución de problemas técnicos y tecnológicos que se presentan en su entorno (Tirado, Estrada, Ortiz, Solano, González et al., 2006). Entre ellas, podemos mencionar: estudios de pertinencia o mercado, firma de convenios, seguimiento de egresados y opinión de empleadores, estudios de impacto, implementación de políticas y programas (Flores, 2014; Martín, Rabadán

& Hernández, 2013; Anzaldo, Bonilla, Cuevas, Martínez & Vásquez, 2012; Ríos, Cruz, Rodríguez & Chaparro, 2010; Alcántar y Arcos, 2004). Estas acciones constituyen la materia prima para adecuar los planes de estudios. Sin embargo, en raras ocasiones conducen al acceso de financiamiento extraordinario (Salas, 2012; Cabrero, Cárdenas, Arellano & Ramírez, 2011). Esta situación potencialmente ocasiona que la vinculación sea un aspecto vulnerable y meramente nominativo, si se consideran las necesidades de infraestructura e insumos que requiere una formación basada en la aplicación y adaptación de la tecnología para la búsqueda de soluciones (Flores, 2014).

Por otra parte, el desarrollo del sector ingenieril es prioritario para los países emergentes, pues la dependencia tecnológica no podrá abatirse si no se cuenta con un importante cuerpo de ingenieros habilitados con altos niveles de formación, preferentemente con estudios de posgrado. Organismos internacionales como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2013) y el Banco Mundial (2003) señalan que la educación terciaria y particularmente el posgrado incrementan el grado de bienestar de las personas y contribuye en buena medida al desarrollo económico. En este sentido, en Latinoamérica se han implementado políticas públicas para incrementar el número de estudiantes en este nivel de formación. En el caso mexicano, el Conacyt, a través del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) busca asegurar la calidad del posgrado enfatizando en el desarrollo de capacidades científicas, tecnológicas, sociales, humanísticas y de innovación. Con base en el sistema de consultas del PNPC, a principios de 2014 operaban 373 de los 1.684 programas reconocidos por su calidad y pertenecientes al área de ingeniería, es decir, el 22 % del total. Este grupo representa la mayor participación, seguido por los programas de ciencias sociales con un 20 % (333 programas), lo cual habla de una clara intención por generar las condiciones

necesarias para la formación de recursos humanos de alto nivel, cuyo aporte a la sociedad sea en términos del desarrollo y la aplicación de tecnología para la solución de problemas específicos.

Considerando lo anterior, se busca rescatar la experiencia del Picyt como un programa que, a lo largo de sus quince años de existencia, ha favorecido la vinculación industria-academia, habilitando una masa crítica de maestros y doctores en ingeniería en bien de la competitividad del país. Cabe destacar que este programa es operado por siete Centros Públicos de Investigación que dependen del Gobierno federal a través del Conacyt.

Desarrollo

Antecedentes

El Sistema de Centros Públicos de Investigación (CPI) del Conacyt fue instituido en México por decreto presidencial del 1.º de marzo de 1992, para integrar a 27 instituciones (16 centros, cuatro colegios, cuatro institutos, dos fideicomisos y una sociedad anónima) que fueron creadas durante la década de los setenta, con el objetivo de contribuir a la descentralización de la actividad científica y tecnológica. Actualmente, el sistema constituye la segunda fuerza de investigación y personal académico del país, sólo después de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Una de sus principales características es que desarrolla el 75 % de la investigación que se realiza fuera del Distrito Federal. En concordancia con lo anterior, tiene presencia en 25 estados y 49 ciudades y se clasifica de acuerdo con la orientación de los centros, en tres categorías:

1. Ciencias sociales y humanidades.
2. Ciencias exactas y naturales.
3. Desarrollo tecnológico.

Si bien, la misión de los CPI se enfoca al desarrollo de la investigación científica, su quehacer contempla también la formación de recursos humanos de alto nivel. Por ello, se han generado programas de licenciatura y posgrado que respondan a su naturaleza de investigación y desarrollo tecnológico. En este sentido, 9 de los 27 CPI (7 de desarrollo tecnológico y 2 de ciencias exactas y naturales) crearon en 1997

un programa de posgrado de corte ingenieril, con el objetivo de formar recursos humanos de alto nivel, e igualmente fomentar el desarrollo de los sectores productivos del país mediante una estrategia de vinculación integral. Es decir, atender necesidades reales, surgidas de la industria o del sector gubernamental y a la vez incorporar estudiantes que en ocasiones eran empleados de las mismas empresas, para el desarrollo de proyectos focalizados.

Este programa fue planteado por iniciativa de un grupo de investigadores del Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (Cidesi) y se concretó con la firma del acuerdo de colaboración interinstitucional el Picyt firmado en Puerto Vallarta (México) por los directores de los nueve centros participantes:

1. Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas (Ciatec).
2. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (Ciatej).
3. Centro de Tecnología Avanzada (Ciateq).
4. Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (Cidesi).
5. Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica (Cideteq).
6. Corporación Mexicana de Investigaciones en Materiales, S.A de C.V. (Comimsa).
7. Centro de Investigaciones en Óptica (CIO).
8. Centro de Investigación en Matemáticas (Cimat).
9. Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA).

Un año más tarde, los dos últimos centros se retiraron del acuerdo de colaboración, y quedaron solamente siete centros en el posterior desarrollo del posgrado.

El Picyt se ofertó en los niveles de maestría y doctorado en once opciones terminales, las cuales estaban en función de las áreas temáticas de los centros participantes:

1. Biotecnología de productos naturales (actualmente, biotecnología productiva).
2. Control automático.
3. Diseño y desarrollo de sistemas mecánicos.
4. Electroquímica.
5. Ingeniería ambiental.
6. Ingeniería industrial y de manufactura.
7. Ingeniería óptica.

8. Mecatrónica.
9. Metrología (sólo maestría).
10. Procesos agroindustriales.
11. Sistemas de manufactura avanzada.

Desde su concepción, el Picyt fue pensado para gente relacionada con el sector industrial. El modelo de formación planteado permite adquirir las competencias teóricas por medio de un esquema tradicional, es decir, clases y seminarios de investigación, complementado por el desarrollo de competencias prácticas mediante la realización de un proyecto de investigación supervisado, aplicado al sector productivo. Este proceso estaría acompañado por dos figuras complementarias: el tutor académico, preferentemente un investigador de los centros participantes que, valiéndose de su experiencia en investigación, ayudaría al estudiante a definir los aspectos teórico-conceptuales del desarrollo planteado y del tutor en planta, preferentemente el jefe o supervisor del estudiante, que con su experiencia en el sector industrial, complementaría el alcance del proyecto con una visión orientada a la solución de problemas. Cabe señalar que, si bien este modelo no ha tenido modificaciones conceptuales, su gestión se ha ajustado a la naturaleza de los estudiantes inscritos y sus proyectos, los cuales han respondido en gran medida a la política de ciencia y tecnología en turno.

Para efectos de análisis, se distinguen tres etapas para caracterizar la evolución del Picyt. La primera, que comprende el periodo de 1998 a 2001, contó con un número reducido de estudiantes que trabajaban en pequeñas o medianas empresas cuya dedicación era de tiempo parcial. Estos primeros alumnos tenían con amplia experiencia en las áreas desarrolladas y aportaron sus conocimientos a la solución de problemas reales surgidos en sus centros de trabajo. Durante este periodo no se contó con el reconocimiento de calidad que otorgaba el Conacyt, el cual se estableció en 1991 para diferenciar los posgrados que cumplían con un conjunto de requisitos deseables desde un enfoque académico. Esto último le impidió al Picyt competir en igualdad de condiciones por su enfoque mayormente pragmático, lo cual desmotivó a algunos aspirantes al programa, pues a pesar del prestigio de los centros participantes no se contaba con un reconocimiento manifiesto sobre la calidad de la

educación ofertada. Así mismo, este reconocimiento se convirtió en un mecanismo de negociación para que las instituciones públicas pudieran acceder a mayores recursos económicos para su quehacer institucional. Por tal razón, en el año 2000 se hicieron los primeros esfuerzos para que el Picyt lograra ese reconocimiento. En 2001 se concretaron las acciones con la incorporación de la maestría y el doctorado al Programa de Fortalecimiento al Posgrado (PIFOP 1.0).

En una segunda etapa, derivado de la obtención del reconocimiento de calidad, se da un incremento exponencial del número de estudiantes, dado que existía la posibilidad de competir por una beca nacional para dedicarse exclusivamente al programa. Esta etapa se desarrolló de 2002 a 2008 y se caracterizó por el equilibrio entre estudiantes de tiempo parcial y estudiantes de tiempo completo. Los primeros desarrollaron proyectos dentro de su empresa en coordinación con el CPI de adscripción, mientras que los segundos se incorporaron a proyectos financiados por fondos públicos provenientes de convocatorias gubernamentales o a través de contratos de colaboración con el sector productivo. Con esta dinámica se mantuvo el modelo de formación vinculado, incorporando a estudiantes en proyectos, garantizando los insumos y recursos requeridos para su desarrollo. Durante esta etapa, los centros participantes ofrecieron programas de posgrado propios para atender nichos específicos de una creciente demanda de estudiantes. Especialidades, maestrías y doctorados en áreas diversas se consolidaron e impactaron positivamente en la oferta de formación científica y tecnológica del país. Sin embargo, en las evaluaciones para renovar el reconocimiento de calidad se hizo evidente la necesidad de elevar el número de estudiantes de tiempo completo sobre los de tiempo parcial como parte de la lógica en la asignación de recursos del Conacyt.

La tercera etapa, que se inició en 2009, se ha caracterizado por el predominio de estudiantes de tiempo completo sobre los de tiempo parcial, y el incremento del número de proyectos financiados por fondos públicos y privados. Sin embargo, a partir de 2012 la política pública en ciencia y tecnología da un giro importante al lanzar una convocatoria que reconoce y apoya programas de posgrado orientados a la

industria. Es importante señalar que estos programas plantean un esquema similar al del Picyt en su primera etapa. Esto ha obligado al posgrado a replantear su estrategia, y a asumir un profundo proceso de reconceptualización, lo que permitirá un desarrollo más estable y potencialmente más diversificado para fortalecer su modelo de formación, ya que son reconocidas simultáneamente las orientaciones escolarizada y hacia la industria.

Aspectos académico-administrativos

En lo que se refiere a los aspectos académicos, el Picyt está compuesto por un programa de maestría con orientación profesionalizante y un programa de doctorado directo con orientación hacia la investigación, los cuales, de acuerdo con su estructura curricular, contemplan una distribución de créditos académicos, tal como se ilustra en la tabla 1.

Tabla 1. Distribución de créditos del Picyt.

Actividad	Maestría	Doctorado
Asignaturas	38	56
Proyecto de investigación	57	91
Tesis y examen de grado	45	45
Actividades complementarias	-----	48
Total de créditos	140	240

En lo que respecta a las asignaturas, los estudiantes de maestría y doctorado cursan cinco obligatorias, orientadas a brindar las bases matemáticas con las que todo posgraduado en el área de la ingeniería debe contar. De estas asignaturas obligatorias, tres son comunes para todo el programa: Matemáticas avanzadas, Diseño de experimentos y Análisis numérico. Las dos restantes están en función de la opción terminal seleccionada y se enfocan a la rama de la ingeniería en que se desarrollan. Entre ellas podemos mencionar: Introducción a la mecatrónica, Modelación y simulación computacional, Sistemas lineales, Modelado de sistemas, Instrumentación para el control, Redes industriales de comunicación, Estadística industrial, Investigación de operaciones, Modelación y simulación de procesos de manufactura, Metodología y herramientas de apoyo a la innovación y Bases para el diseño preliminar, Dimensionamiento y predimensionamiento de los sistemas mecánicos en diseño interactivo, Termodinámica electroquímica, Cinética electroquímica, Probabilidad, estadística y estimación de incertidumbre, Metrología, normalización y relación con sistemas de calidad, Instrumentación y procesos de medición, Gestión ambiental, Evaluación de la contaminación ambiental, Introducción a la biotecnología, Técnicas de gestión de la ciencia y la tecnología, Química de alimentos, Fisicoquímica de alimentos, Óptica clásica y óptica moderna, Ingeniería concurrente, Industrialización de productos y diseño

de manufactura. Del mismo modo, se contemplan asignaturas optativas (dos para maestría y cinco para doctorado) que estarán encaminadas a fortalecer el proyecto de investigación desarrollado por cada estudiante, para lo cual existe una oferta de 161 temas selectos.

Por otra parte, el proyecto de investigación se constituye como la columna vertebral del programa, ya que es la actividad de formación con mayor valor curricular: representa el 40 % de los créditos para maestría y el 37 % para doctorado. Adicionalmente, si sumamos el valor en créditos asignado a la tesis y el examen de grado, que es el producto del proyecto, los porcentajes se elevan al 72 % y 57 %, respectivamente. Lo anterior confirma el valor que tiene el proyecto de investigación como elemento fundamental en la formación de recursos humanos.

Cabe destacar que los proyectos se evalúan periódicamente a través de seminarios, en los cuales los estudiantes presentan sus avances ante un comité tutorial o un panel de evaluadores expertos en el tema. Cada seminario tiene el valor curricular de un crédito, y se deben cursar tres para maestría y siete para doctorado. En estos mismos seminarios se evalúan los avances en los requisitos de egreso del programa (dominio del idioma inglés avalado por la presentación del examen TOEFL ITP, 450 puntos

para maestría y 500 para doctorado, y la publicación de un artículo o memoria en extenso para maestría y un artículo indizado o patente más una memoria en extenso para doctorado).

Los seminarios de avance se clasifican en locales y nacionales. Los primeros se presentan en la sede en la que el estudiante está inscrito y los evalúan los integrantes del comité tutorial. Los segundos se realizan una vez al año, en uno de los centros participantes, y a los estudiantes los evalúan expertos independientes de su comité tutorial con la intención de recoger una visión externa para enriquecer los proyectos, salvo que estén implicados derechos de propiedad intelectual debido a su relevancia y aplicabilidad. Cabe destacar que durante los últimos tres seminarios (Ciatej 2011, Cideteq 2012 y Ciateq 2013) se publicaron memorias con ISBN, lo que les confiere validez interna a los trabajos y validez externa al programa.

Finalmente, las actividades complementarias hacen referencia a la formación que un doctor en ciencias debe adquirir en términos de habilidades y competencias para la investigación. Cabe señalar que estas actividades sólo son aplicables a los estudiantes de doctorado y se consideran presentaciones en congresos, asesorías a estudiantes, impartición de cursos, estancias en industrias o sectores de interés, entre otras.

En lo que respecta a los asuntos administrativos, es importante recalcar que al ser un posgrado interinstitucional, la toma de decisiones y seguimiento de acuerdos se hace a través de instancias colegiadas. Para el Picyt existen cinco niveles de cuerpos colegiados que trabajan paralelamente para la formación de los estudiantes:

1. Consejo Directivo. Lo integran los directores de los centros participantes. Su objetivo es establecer las políticas de desarrollo de los estudios de maestría y doctorado, así como definir la asignación de recursos para los programas que se establezcan conforme a los planes y programas de estudio vigentes (Reglamento del Consejo Directivo, 1997).
2. Consejo de Posgrado. Lo conforman los coordinadores de posgrado de cada centro participante. Tiene

como objetivo promover, actualizar y vigilar el desarrollo de los estudios de maestría y doctorado. Está facultado para sancionar el desarrollo de los estudios según los lineamientos que se hallan en los reglamentos vigentes, además de constituirse como comité de admisión, evaluación y seguimiento de aspirantes y estudiantes (Reglamento General del Picyt, 2007).

3. Comités académicos. A cargo de investigadores del programa que promueven la actualización y seguimiento de los contenidos y sugieren aspectos para fortalecer el desarrollo académico.
4. Comités tutoriales. Constituidos por un tutor académico, un tutor de planta y los asesores de proyecto. Son los responsables de elaborar el Programa Académico Personalizado (PAP) del estudiante. Así mismo, sugieren actividades de formación orientadas al cumplimiento los objetivos planteados en los proyectos de investigación.
5. Jurado de examen. Integrado por cinco investigadores con estudios de maestría o doctorado, los cuales no debieron formar parte del comité tutorial a excepción del director de tesis, quien funge como vocal. Generalmente son evaluadores externos que validan la pertinencia de los proyectos de investigación, lo cual deriva en la obtención del grado de los estudiantes.

Estas cinco instancias se constituyen como los grupos colegiados que contribuyen desde distintos ámbitos a la formación de los estudiantes. Igualmente, se comparte un registro único ante la Dirección General de Profesiones (DGP) y el Conacyt, por lo cual administrativamente existe un posgrado que opera en siete sedes, con decisiones grupales e infraestructura y personal compartido, para optimizar los recursos existentes e integrar distintas visiones hacia un objetivo común.

El modelo de formación vinculada

De acuerdo con el modelo de formación del Picyt, un estudiante de posgrado no puede desarrollar sus estudios si no está claramente identificado un problema o necesidad de la industria o sector de interés, susceptible de ser financiada por fuentes públicas o privadas. Una vez que se cuenta con proyectos aprobados o contratados, los responsables del área de posgrado se dan a la tarea de promocionar

el posgrado con el objetivo de reclutar estudiantes que estén interesados en esta lógica de trabajo, ya que, a diferencia de otros programas de carácter más académico, los estudiantes no propondrán un tema original si no se incorporan a un proyecto en curso. Este punto es particularmente complejo, ya que es preciso reclutar estudiantes interesados en esta dinámica de trabajo, que se sientan atraídos por los temas además de contar con las aptitudes académicas para aprobar un riguroso proceso de selección. Sin embargo, si se encuentran los elementos adecuados se generan sinergias en beneficio de todos, como se ha podido constatar con los 290 graduados del programa.

Lo anterior dota a los estudiantes de competencias para la generación de innovación y desarrollo tecnológico, entre las cuales figuran:

1. Trabajo en equipo, dado que el estudiante se inserta en un equipo de trabajo y no es un ente aislado que trata de dar respuesta de manera solitaria. En ese sentido, se crean intrincadas interacciones que contribuyen a la solución de problemas complejos.
2. El desarrollo real de investigación multi, inter y transdisciplinaria, debido a que las soluciones requieren distintos enfoques para concretarse.
3. Inmersión en la lógica de financiamiento, debido a que los estudiantes se insertan en las dinámicas de la gestión de la ciencia y la tecnología. En otras

palabras, comprenden los mecanismos para la obtención de recursos destinados al desarrollo de futuros proyectos.

En relación con esto último, la gestión de fondos se lleva a cabo por tres vías. La primera se refiere a la participación en convocatorias para recaudar fondos nacionales e internacionales; éstas pueden ser gubernamentales, de asociaciones y fundaciones privadas o de agencias internacionales. La segunda es a través de contratos específicos con empresas que requieren soluciones específicas: mejorar una tecnología, desarrollar un nuevo sistema, proceso o producto, etc. La tercera es una modalidad mixta que en fechas recientes ha cobrado fuerza, donde consiste en que el gobierno apoya a una empresa para desarrollar tecnología de manera conjunta con instituciones de educación superior y centros públicos de investigación. Este tipo de fondos ha contribuido al acercamiento de las industrias potenciando modelos vinculados como el del propio Picyt.

Buscando integrar los elementos del modelo de formación vinculado del Picyt, se destaca la gestión de fondos, públicos y privados, por parte de los investigadores de los centros participantes y la captación de talento humano a cargo de los responsables del posgrado para iniciar un proceso que ofrecerá a los agentes involucrados mayor competitividad, tal como se ilustra en la figura 1.

Figura 1. Modelo de formación vinculada del Picyt.



Conclusiones

La diversificación del sistema de educación superior ha traído como consecuencia un enriquecimiento de esquemas de formación que coexisten y se complementan para el beneficio de la calidad de la educación. En este contexto, los CPI de desarrollo tecnológico del sistema Conacyt generaron un modelo de formación que propicia la obtención de fondos, a la vez que forma recursos humanos de alto nivel que permiten sentar las bases para el desarrollo tecnológico de la industria mexicana. Independientemente de que el núcleo duro de su creación no era la vinculación sino el cumplimiento de indicadores como ingresos, graduados, transferencia, entre otros, que evidencian el manejo eficiente de los escasos recursos.

En términos del caso presentado en este escrito, el Picyt se constituye como un caso de éxito de un modelo de formación vinculado con las necesidades del sector productivo. Sus características permiten

convertir fondos públicos y privados en desarrollo tecnológico puntual, a la vez que contribuyen a elevar el nivel de habilitación de la población. En este sentido, la principal fortaleza de este modelo es su capacidad para articular cinco aspectos nodales en términos de ciencia y tecnología: desarrollo de investigación aplicada, formación de recursos humanos de alto nivel, gestión de fuentes de financiamiento, colaboración interinstitucional y creación de nexos entre los sectores público y privado.

Tal es el impacto de este modelo, que a partir de 2012 su estructura es lanzada como política pública por el Conacyt a través del programa “Posgrados en la industria”, el cual busca que otras instituciones, incluyendo universidades e institutos tecnológicos, contribuyan a la conversión tecnológica del país mediante la formación de empleados en proyectos de su empresa. Lo anterior hace evidente que este programa, que surgió hace quince años, se adelantó a su tiempo.

Referencias

- Alcántar, V. & Arcos, J. (2004). La vinculación como instrumento de imagen y posicionamiento de las instituciones de educación superior. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 6(1), pp. 1-12.
- Anzaldo, M., Bonilla, M., Cuevas, I., Martínez, R. & Vázquez, G. (2012). “Efectos de las políticas institucionales en el posgrado” en Serna, M. & Pérez, R. (Coords.) *Logros e innovación en el posgrado*. Morelia: Consejo Mexicano de Estudios de Posgrado.
- Banco Mundial (2003). *Construir sociedades de conocimiento: nuevos desafíos para la educación terciaria*. Washington: Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento / Banco Mundial.
- Cabrero, E., Cárdenas, S., Arellano, D., & Ramírez, E. (2011). La vinculación entre la universidad y la industria en México. Una revisión a los hallazgos de la Encuesta Nacional de Vinculación. *Perfiles Educativos*, (23), pp. 186-199.
- Flores, L. (2014). Políticas de vinculación para instituciones de educación tecnológica: el caso del Centro de Enseñanza Técnica Industrial (CETI). *Revista Internacional de Estudios sobre Sistemas Educativos*, 1(3), pp. 1-21.
- Fresán, M., & Taborga, H. (1998). *Tipología de instituciones de educación superior*. México D. F.: Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior.
- Martín, M., Rabadán, A. & Hernández, J. (2013). Desajustes entre formación y empleo en el ámbito de las enseñanzas técnicas universitarias: la visión de los empleadores de la comunidad de Madrid. *Revista de Educación*, (360), pp. 244-267.
- OCDE (2013). *Education at a Glance 2013. OECD indicators*. París: OCDE.
- Ordóñez, F., Salas, I. & Fuentes, J. (2012). “Innovaciones en la formación de científicos y tecnólogos” en Serna, M., & Pérez, R. (Coords.) *Logros e innovación en el posgrado*. Morelia: Consejo Mexicano de Estudios de Posgrado.
- Reyes, F. (2006). Diez factores de éxito para la formación de competencias en ingeniería a partir de una experiencia práctica. *Revista Educación en Ingeniería*, (1), pp. 37-49.
- Ríos, A., Cruz, A., Rodríguez, L. & Chaparro, J. (2010). La ingeniería biomédica en Colombia: una perspectiva desde la formación del pregrado. *Revista Ingeniería Biomédica*, 4(7), pp. 23-34.
- Rubio, J. (2006). *La política educativa y la educación superior en México 1995-2006: un balance*. México

- D. F.: Secretaría de Educación Pública / Fondo de Cultura Económica.
- Salas, I. & Murillo, F. (2013). Los profesionistas universitarios y el mercado laboral mexicano: convergencias y asimetrías. *Revista de la Educación Superior*, 42(165), pp. 63-81.
- Salas, I. (2012). La problemática de la vinculación entre instituciones de educación superior y el sector productivo: el caso de un centro de enseñanza tecnológico. *Revista Iberoamericana de Educación*, 60(4), pp. 1-13.
- Silva, M. (2006). *La calidad educativa de las universidades tecnológicas. Su relevancia, su proceso de formación y sus resultados*. México D. F.: Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior.
- Tirado, L., Estrada, J., Ortiz, R., Solano, H., González, J., Alfonso, D., Restrepo, G., Delgado, J., & Ortiz, D. (2006). Competencias profesionales: una estrategia para el desempeño exitoso de los ingenieros industriales. *Revista Educación en Ingeniería*, (1), pp. 1-11.

Sobre la autora

Fátima Gabriela Ordóñez de la Cruz

Licenciada en Ciencias de la Educación, Especialista en Ciencias Antropológicas y Maestra en Gestión y Políticas de la Educación Superior. Coordinadora de posgrados del Centro de Investigación y Asistencia

en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. e integrante del Consejo de Posgrado del PICYT. Av. Normalistas 800, Colinas de la Normal. C. P. 44270. Guadalajara, Jalisco. posgrado@ciatej.mx

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.