

Derechos reservados de El Colegio de Sonora, ISSN 1870-3925

## La academia y el sector productivo en Baja California. Los actores y su capacidad de vinculación para la producción, difusión y transferencia del conocimiento y la innovación

Minerva Celaya Tentori\*  
María del Rosio Barajas E.\*\*

Resumen: en el artículo se analizan las capacidades de vinculación de las instituciones de educación superior y los centros científicos de Baja California con el sector productivo, enfocadas a incentivar los procesos de producción, difundir y transferir conocimiento, promover la innovación, así como generar la competitividad de las empresas ahí localizadas. Se parte de la perspectiva teórica de Edith Penrose (1980) sobre el llamado *resource-based view*, donde las capacidades y recursos son elementos esenciales para el desarrollo de las empresas en una región, ya que funcionan como base para apropiar, sistematizar, divulgar y aplicar conocimiento científico nuevo, y así generar innovación. Se busca identificar las condiciones que permiten que la cooperación entre las empresas y las universidades se produzca de manera regular, formal y continua. Para la operacionalización de esta teoría, las autoras se apoyan en el trabajo realizado

\* Estudiante de doctorado en ciencias sociales con especialidad en estudios regionales, en El Colegio de la Frontera Norte (COLEF). Correo electrónico: mine.celaya@gmail.com

\*\* Profesora-investigadora de El Departamento de Estudios Sociales del COLEF. Correo electrónico: rbarajas@colef.mx

por Araya y Chaparro (2005) sobre las capacidades de vinculación de instituciones educativas en Chile.

*Palabras clave:* transferencia del conocimiento, innovación, vinculación.

*Abstract:* this article analyzes the capabilities of higher education institutions and research centers to link with the productive sector in order to boost production processes, disseminate and transfer knowledge, foster innovation, as well as generate competitiveness among the businesses in the region. The theoretical perspective used in this article is based on Edith Penrose's (1980) "resource-based view," where capabilities and resources are essential elements for business development in a region, since they serve as the foundation for the appropriation, organization, dissemination and application of new scientific knowledge to generate innovation. This article seeks to identify conditions that may allow companies and universities to cooperate formally and continuously. For the operationalization of this theory, the authors rely on the work done by Araya and Chaparro (2005) on the collaboration capabilities of educational institutions in Chile.

*Key words:* knowledge transfer, innovation, linking.

## Introducción

El propósito de este artículo es analizar las capacidades con que cuentan las instituciones de educación superior (IES) y los centros científicos (CC) de Baja California, en Tijuana y Ensenada, para llevar a cabo acciones de vinculación con el sector productivo, con objeto de generar procesos de producción, difusión y transferencia del conocimiento (capacitación especializada, servicios tecnológicos de

alto nivel, entre otros) e innovación (en productos y procesos), y que apoyen la competitividad de las empresas.

El punto de partida es el aporte teórico de Edith Penrose sobre el llamado *resource-based view* o perspectiva de capacidades y recursos, que destaca la importancia de las capacidades de las instituciones educativas y de investigación para vincularse con el sector productivo, sobre todo el industrial. En su análisis sobre el crecimiento de las firmas, Penrose (1980)<sup>1</sup> señala que dichas capacidades y recursos son el elemento esencial para el desarrollo de las empresas en una región, ya que funcionan como base para apropiar, sistematizar, divulgar y aplicar conocimiento científico nuevo y generar innovación, lo que a su vez permite a la región volverse competitiva para responder a las necesidades del sector productivo, y para atraer empresas de mayor valor agregado.

En principio, este análisis se basa en la metodología desarrollada por Araya y Chaparro (2005), para analizar las capacidades de vinculación de instituciones educativas en Chile, con base en la teoría mencionada de Penrose (1980). Con el propósito de desagregar los contenidos de las variables que estos autores trabajan, en el presente estudio éstas se consideran como dimensiones de las capacidades de vinculación, que contienen un conjunto de indicadores que representan a dicha dimensión. Y, para diferenciar las capacidades, se clasificarán en bajas, medias y altas. Para ello se realizará un recuento de los recursos y medios con los que cuentan las IES y los CC para satisfacer las necesidades de conocimiento del sector empresarial, con el propósito de facilitar la transferencia de conocimiento e incentivar la innovación, aspectos clave para estimular tanto la vinculación entre el ámbito académico y el productivo, como la participación del sector público, en su papel de facilitador.

La importancia de este análisis radica en que existe poca información disponible que permita a las empresas conocer el potencial de beneficios que se pueden obtener de un incremento en las interacciones universidad-empresa. En la región de estudio, la mayoría de las iniciativas de vinculación se caracterizan por arreglos basados en

<sup>1</sup> La primera impresión del libro *The Theory of the Growth of the Firm* fue en 1959, por Basil Blackwell Publisher. En lo sucesivo se hará referencia a la edición de 1980.

contratos esporádicos y poco formales, lo cual no favorece el establecimiento de vínculos fuertes y duraderos. Por ello, es importante identificar las condiciones que permitan que la cooperación entre las empresas y las universidades se produzca de manera regular, formal y continua. Esta colaboración deberá usarse para implementar proyectos encaminados a la integración de tecnología en nuevos productos o servicios exitosos en el mercado.

En este trabajo, primero se presentan los conceptos centrales que guiaron el estudio, y que se relacionan con el proceso de producción, difusión y transferencia del conocimiento y la innovación, así como con el desarrollo de capacidades y recursos de las instituciones. En segundo término, se contextualiza el problema de la vinculación entre las universidades, los centros de investigación y el sector productivo, sobre todo el industrial. En tercer lugar, se presenta la base del diseño metodológico y se explica el modelo empírico construido y, por último, se exponen los resultados y las consideraciones finales.

## La vinculación universidad-empresa para la producción, difusión y transferencia de conocimiento y de innovación

Para analizar la interacción entre los sectores de ciencia y tecnología y productivo, es necesario precisar su finalidad, lo que busca, lo que se desea crear. El presente estudio se centró en examinar las capacidades y recursos de vinculación con que cuentan las IES y los CC, para difundir sus actividades de investigación y desarrollo tecnológico en la región; esto, a través de procesos tanto de producción y difusión de conocimiento como de innovación, para contribuir a la solución de problemas del ramo productivo. Con base en lo anterior, la estructura de esta revisión teórica pretende dar sustento al desarrollo de las capacidades y recursos de vinculación de las IES y los CC en Baja California.

Debido a la índole de este fenómeno y a los diversos factores que en él intervienen, el análisis de la vinculación entre quienes consti-

tuyen las fuentes de conocimiento y quienes realizan su aplicación resulta complejo. Por lo tanto, primero se precisarán de manera breve los conceptos básicos de producción y difusión de conocimiento e innovación, y el ámbito de su desarrollo. Después se discutirá la perspectiva teórica de capacidades y recursos de las firmas, con el fin de entender el papel que juega en el desarrollo de las instituciones, sus capacidades y recursos, que aquí se aplican a la vinculación universidad-industria.

De acuerdo con David y Foray (2002, 473), la producción y difusión del conocimiento están ligados a la capacitación, educación, investigación y desarrollo, transmisión de información y coordinación. Se pueden precisar diversas corrientes de pensamiento para explicar las formas, tipos y mecanismos de vinculación y difusión del conocimiento, que se generan en ambientes dinámicos de innovación. La teoría económica neoclásica ubica al ambiente de innovación en la firma, mientras que la económica evolucionista coloca a las fuentes de innovación en el entorno que rodea a las firmas; sostiene que se genera dentro de un entorno económico, político y social en el cual interactúan las IES y los centros de investigación, el sector productivo y el gobierno, y se reconoce la capacidad de todos estos actores para crear un entorno que promueva la innovación.

Es posible decir que los primeros estudios sobre la interrelación entre las IES y los CC con el sector productivo tuvieron un enfoque interactivo y evolutivo, dentro de lo que se llamó procesos de innovación. Entre los autores que desarrollaron esta vertiente están Kline y Rosenberg (1968); Nelson y Winter (1982), ellos parten de la agrupación funcional de los elementos que intervienen, considerando diversos entornos y sus dinámicas, en particular en relación con las formas de conocimiento en que se basa una actividad. Sobre esta base se define una serie de eventos necesarios para ofrecer al mercado nuevos productos o para modificar su proceso de innovación.

En desarrollos posteriores, la economía evolucionista se centró en el estudio de las formas y modalidades en las que interactúa una región, estado o país para innovar, enfatizando el análisis del papel de los actores, a través de lo que se ha llamado *sistema innovación*, concepto desarrollado por Freeman y Lundvall (1988), y continuado por Johnson y Lundvall (1994); Edquist y Johnson (1997); Freeman

(1995 y 2001) y Cook (2001), cuya aportación fue importante al desagregar este concepto a escala nacional o regional, para identificar las interacciones entre los agentes del sistema de innovación y el proceso de cooperación que surge entre actores de las instituciones educativas y del sector productivo, lo cual permite conocer las capacidades de aprendizaje tecnológico, organizacional e institucional, que se establecen en un territorio delimitado.<sup>2</sup>

En este trabajo se utiliza el concepto de innovación de Freeman (1982), visto como “proceso de integración de la tecnología existente y los inventos para crear o mejorar un producto, un proceso o un sistema”, de tal forma que la innovación se produce cuando el proceso o el producto se introducen con éxito en el mercado.

Según David y Foray (2002) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD 2001), la importancia de la vinculación entre las IES y la industria está dada por la posibilidad de incrementar la competitividad de las firmas; ya que la capacidad innovativa está influida por las instituciones que se dedican a la investigación científica y desarrollo de tecnología, sobre todo las universidades. Por tanto, el desarrollo económico regional es el resultado, entre otras cosas, de la interacción entre las IES con el sector productivo para la generación de innovaciones.

En este contexto, la producción, difusión y transferencia del conocimiento se convierten en los recursos más importantes para el desarrollo económico y social de un país, desplazando la importancia de la tierra, el capital y el trabajo. Así mismo, según esta perspectiva, la innovación es vista como un bien o servicio que se comercializa o se vende y compra como cualquier otro producto en el mercado. Por consiguiente, el papel que desempeñan las IES y los CC en la región es clave, ya que intervienen en la producción, la trasmisión y la transferencia del conocimiento.

Bell y Pavitt (1992) han hecho una contribución importante en el estudio de las capacidades tecnológicas y organizacionales en el

<sup>2</sup> En la teoría del desarrollo endógeno se hace referencia al “entorno innovador” o los *milieux innovateurs*. De acuerdo con Camagni (1991), esta perspectiva se basa en una nueva teorización del espacio económico, que abre las puertas a distintas formas para interpretar las dinámicas económicas en términos de las relaciones territoriales.

ramo industrial; consideran que existe una visión errónea acerca de la posibilidad de que los países en desarrollo puedan generar un cambio tecnológico, sólo por el hecho de adoptar tecnologías de países desarrollados. Para Bell y Pavitt (1995), es importante la acumulación de capacidades tecnológicas en el proceso de industrialización, toda vez que la “complejidad tecnológica” está compuesta de manera parcial por conocimiento codificado o por capital físico. Se requiere contar con un conjunto de “aptitudes” que permitan combinar, explotar y gestionar de forma apropiada los recursos de una empresa y su entorno, para convertirlos en algo útil y luego en una *capacidad*. Así mismo, los autores clasifican a las empresas de acuerdo con sus capacidades de aprendizaje tecnológico y organizacional en cuatro niveles: básicas, intermedias básicas, intermedias avanzadas y avanzadas.<sup>3</sup>

Por su parte, Lall (1992) identifica tres tipos de capacidades: de inversión, de producción y de vinculación. Define esta última como necesaria para el intercambio de información, tecnología y destrezas entre proveedores, subcontratistas y consultores.

En esta misma línea, de entender el papel de la producción de conocimiento y su difusión para el desarrollo económico de una región, resulta pertinente recuperar la perspectiva teórica de capacidades y recursos atribuida a Edith Penrose (1980), expuesta en la obra que mayor reconocimiento le ha merecido, *The Theory of the Growth of the Firm*. Penrose señala que cada firma va a tener un desempeño distinto dependiendo de las capacidades y recursos con los que cuente, y que serán la base de su expansión. Su trabajo se centra en analizar cómo se produce la determinación de los precios y la asignación de los recursos en distintos usos, y sostiene que dichas combinaciones van a dar diferentes resultados, y es por ello que la autora pone especial atención al estudio de las capacidades que acumula una firma o institución y los recursos que tiene.

La perspectiva teórica de Penrose (1980) se ha utilizado para analizar experiencias de firmas e instituciones, destacan las de Wel-

<sup>3</sup> Barajas et al. (2007) retoman esta tipología para establecer los niveles de capacidades tecno-productivas en la industria maquiladora de exportación (IME) en México.

nerfelt (1984); Barney (1991); Collis (1994); Collis y Montgomery (1995). Para estos autores, las firmas son heterogéneas, por lo tanto sus capacidades son distintas, pero siempre tendrán la posibilidad de desarrollar algunas nuevas.

Elina y Korsunsky (2003) analizan el concepto de capacidades de vinculación y transferencia de conocimiento universidad-empresa, caracterizan las modalidades de transmisión de conocimientos científicos y tecnológicos mediante el uso de indicadores. El Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior, en Argentina, aplica esta perspectiva a través del proyecto “Impacto social de la ciencia y la tecnología. Conceptualización y estrategias para su medición”, y los indicadores propuestos son los de actividad (incluye indicador de actividad total y de nivel de actividad de transferencia); de orientación (incluye indicador del tipo de orientación de transferencia y de forma de transferencia), y se aplican en los distintos niveles que agrupan a los productores de conocimiento científico.

Otros trabajos realizados en México, de orden cualitativo, orientados a explicar las relaciones de vinculación universidad-sector productivo, son los de Acuña (1993), quien analiza las razones que conllevan a las instituciones a vincularse, las limitaciones para hacerlo, el modo de operar de la universidad, las formas, los factores de éxito, los beneficios derivados de la vinculación y las ventajas para el sector productivo. Pavón et al. (2007) aplicaron la perspectiva de capacidades y recursos al estudio de los beneficios de la vinculación universidad-sector productivo, tomando como referencia la vinculación entre la Facultad de Química de la Universidad Autónoma del Estado de México y la industria de alimentos en dicha entidad. Alvarado (2009) analizó las capacidades de vinculación universidad-empresa y su contribución al desarrollo regional.

Destaca también el trabajo de León et al. (2009), quienes a través de una amplia encuesta entre profesores-investigadores de instituciones que se dedican a la investigación científica y tecnológica en Sonora, determinaron las actividades asociadas a la vinculación y transferencia de conocimiento, considerando los recursos y capacidades de los grupos de investigación. Presentan una revisión interesante sobre diversos estudios que involucran la participación de dichos actores en procesos de transferencia de conocimiento.



En lo que respecta a estudios relacionados con la capacidad de vinculación e interacción de IES y los CC, para difundir sus actividades de investigación y desarrollo tecnológico en la región, se encontraron algunos que examinan los modelos de vinculación universidad-empresa, como los de Fracasso y Santos (1992); Rothwell (1994) y Audy et al. (2003), que analizan los mecanismos de vinculación, como los centros de investigación cooperativa, los parques tecnológicos, las incubadoras de empresas de base tecnológica o a través de la asociación entre universidad-empresa, para buscar un equilibrio entre la investigación, el desarrollo y las necesidades del mercado.

Merece la pena mencionar la experiencia de vinculación de la Universidad de Sonora con el sector productivo, analizada por González (2006), quien examina los principales mecanismos utilizados por dicha institución para propiciar la colaboración, para lo cual elaboró el índice de madurez de la vinculación (IMV) y el índice de debilidades de la vinculación (IDV), y analiza los resultados. La autora parte de vincular a la innovación como elemento central del proceso de desarrollo económico, y recupera la visión expresada en una publicación de Lundvall et al. (1977), (citados en González 2006, 12), en la que los autores sostienen que el desarrollo del capital humano y las interacciones entre los actores de la vinculación necesariamente ocurre a partir de redes regionales de innovación. También hace referencia al esquema propuesto por Lin (2005) (citada en González 2006) sobre el círculo virtuoso del sistema de innovación entre universidades, gobierno, institutos de desarrollo tecnológico y empresas industriales (Ibid., 13).

Araya y Chaparro (2005) y Araya et al. (2006)<sup>4</sup> llevan a cabo un análisis centrado en la identificación de recursos y medios, los cuales generan capacidades que deben poseer los organismos estudiados en ámbitos específicos, para satisfacer las necesidades del entorno social que les rodea. Ellos retoman la perspectiva teórica

<sup>4</sup> Araya pertenece al Grupo de Ingeniería de Organización, Administración de Empresas y Estadística de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros en Telecomunicación de la Universidad Politécnica, de Madrid, y Chaparro, al Departamento de Sistemas de Información de la Universidad del Bio-Bio, en Chile, y ambos forman parte del grupo de trabajo sobre vinculación universidad-industria.

de capacidades y recursos de las firmas de Penrose, y la aplican para analizar las capacidades de vinculación universidad-industria, que aquí sirve de base al desarrollo del modelo empírico. Otros trabajos del mismo grupo de investigación son los de Núñez et al. (2010) y Núñez y Rodríguez (2010).

De acuerdo con Araya y Chaparro (2005) y Araya et al. (2006), el primer nivel general de capacidad de vinculación en recursos representa el *capital intangible*;<sup>5</sup> donde se encuentran los recursos relacionados con la *organización y apoyo de la institución*,<sup>6</sup> así como los *recursos humanos*<sup>7</sup> y *recursos materiales, tecnológicos y financieros*.<sup>8</sup> Con base en estos autores, la combinación apropiada de los recursos genera una capacidad; por ejemplo, los recursos humanos altamente calificados en un tema específico, aunados a una cultura organizacional y prestigio, además de recursos materiales y tecnológicos, genera la capacidad de crear, desarrollar y transmitir conocimiento en el tema correspondiente.

En resumen, la importancia de analizar las capacidades de las IES y los CC para vincularse con el sector productivo radica en que la transferencia del conocimiento y los procesos de innovación se orientan al desarrollo de nuevos productos y procesos, como resultado de un intercambio de conocimiento entre la academia y el sector empresarial para desarrollar capacidades propias, que permitan generar, transferir y manejar conocimiento económicamente útil en una región determinada, que posibilite la competitividad internacional.

<sup>5</sup> Araya y Chaparro (2005) consideran como recursos intangibles los vinculados con la cultura organizacional, clima institucional global de relaciones humanas, conocimiento de temas de calidad relacionados con el mejoramiento de la calidad, la evaluación y otras experiencias en este tema como son la tradición, el prestigio y el reconocimiento (imagen); aspectos que se van adquiriendo con el tiempo y el desempeño de la institución. Véase también Núñez y Rodríguez (2010).

<sup>6</sup> Los autores aluden a los acuerdos de colaboración, la cooperación con organizaciones, el conocimiento de las necesidades empresariales e institucionales, así como las relaciones y contactos con el entorno y los canales de comunicación interna y externa (Araya y Chaparro 2005).

<sup>7</sup> Son representados por el capital humano altamente calificado, como docente, investigador, técnico, directivos y administrativos (Ibid.).

<sup>8</sup> Son los sistemas de información especializados y específicos, para apoyar procesos de docencia, investigación y gestión e infraestructura física (Ibid.).

## El contexto de las relaciones entre las instituciones educativas y de investigación y el sector productivo en Baja California

La vinculación universidad-industria, como medio para generar y transmitir conocimiento e introducir la innovación en productos o procesos, ha sido una preocupación constante entre IES y los CC en Baja California. La importancia del desarrollo industrial en la región, así como la demanda creciente de mano de obra calificada ha obligado a muchas instituciones educativas a revisar su oferta docente, las competencias que ofrece, así como actualizarla de manera constante y determinar su pertinencia.

Para explicar el proceso de vinculación universidad-empresa, es necesario analizar el sistema educativo de nivel superior y de posgrado en Baja California, la forma de incorporación de nuevos perfiles profesionales en áreas de conocimiento, susceptibles de ser instrumento de la vinculación con la industria, y la creación de proyectos novedosos de investigación aplicada. En contraparte, también se requiere examinar cómo se configura el sector productivo en el estado, destacando el desarrollo del sector industrial, a través de la industria maquiladora, y de otras actividades apoyadas desde la academia, como la biotecnología y la acuicultura.

### El sistema de educación superior y de apoyo a la investigación y el desarrollo en Baja California

La incursión de la región en procesos educativos y de investigación científica se ubica en la segunda parte del siglo xx. El Sistema Educativo Estatal de Baja California surge oficialmente en 1952, y cuatro años más tarde se publica la primera Ley Estatal de Educación, que establece el compromiso del estado de impartir la educación como parte del servicio público. En 1957, y en el marco de la ley mencionada, se establece la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), acontecimiento de gran importancia para la entidad, toda vez que con ello inicia un periodo de formación de profesionales (Gómez Morín 2000).

Resulta importante señalar que a finales de los años sesenta, 90 por ciento de las investigaciones sobre problemas o recursos asociados a Baja California se llevaban a cabo en Estados Unidos, sobre todo en La Jolla, California. Fue a principios de la década de 1970 cuando se realizaron las primeras actividades de investigación y desarrollo, en el área de la oceanografía, producto de una alianza binacional entre la UABC, el Scripps Institution of Oceanography, en La Jolla, y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Asimismo, en 1973, y por iniciativa del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), se fundó en Ensenada el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior (CICESE), como organismo público descentralizado e independiente con patrimonio propio, primero en el estado con estas características.

Por su parte, la UNAM también jugó un papel importante en la descentralización de la ciencia en Baja California, con la instalación del Instituto de Astronomía y Geofísica, en Ensenada. En tanto, la UABC, campus Tijuana, Mexicali y Ensenada, se ha posicionado en la formación profesional de un buen número de áreas como la ingeniería, y también en investigación en el de Ensenada, a través de la Escuela de Ciencias Marinas.

Resulta relevante que las carreras que albergan diversos campos de conocimiento en Baja California se han diversificado para apoyar actividades productivas dominantes, como la IME, así como las consideradas por el gobierno como vocaciones naturales del estado: la biotecnología y la acuicultura, cuyo fortalecimiento se vio claramente reflejado en la oferta que en 2007 tenía Baja California en licenciaturas, ingenierías, maestrías y doctorados, los cuales han respondido en cierto grado a esa demanda.

Al analizar la relación existente entre el crecimiento y desarrollo de la industria y del conocimiento en Mexicali, Tijuana y Ensenada, la primera ciudad se caracteriza por contar con desarrollo en áreas como la industria aeroespacial, en la cual participan las ramas metalmeccánica, del plástico y la industria eléctrica y electrónica. Entre algunos de los productos ensamblados y fabricados en el estado se encuentran el PVC, los cables y arneses, las válvulas hidráulicas, así como diversas piezas metálicas, sellos y empaques, por mencionar

algunos. De acuerdo con datos del Centro de Inteligencia Estratégica: PRODUCEN (2006), en 2006 en Mexicali se empleaba a 49 por ciento de los trabajadores de alta calificación (Centro de Inteligencia Estratégica: PRODUCEN (2005 y 2006)). Como se observa en la figura 1, en Mexicali predomina la educación superior vinculada a la ingeniería y sus especializaciones, lo que muestra una relación directa entre la oferta educativa y su demanda en el sector productivo.

Figura 1

Nivel educativo y área de conocimiento en las IES y los CC de Mexicali

| Área de conocimiento | Especialización                       | Nivel educativo |          |           |
|----------------------|---------------------------------------|-----------------|----------|-----------|
|                      |                                       | Licenciatura    | Maestría | Doctorado |
| Ingeniería           | Manufactura                           | X               |          |           |
|                      | Computación/ ciencias computacionales | X               | X        |           |
|                      | Electrónica/ cibernética              | X               | X        |           |
|                      | Industrial                            | X               | X        |           |
|                      | Mecánica y mecatrónica                | X               |          |           |
|                      | Ingeniería en procesos industriales   |                 | X        |           |
|                      | Automatización y control              |                 | X        |           |
|                      | Diseño y procesos de manufactura      |                 | X        |           |
|                      | Redes y telecomunicaciones            |                 | X        |           |
|                      | Redes e informática                   |                 | X        |           |
|                      | Optimización en sistemas industriales |                 | X        |           |
|                      | Electrónica y telecomunicaciones      |                 | X        | X         |
|                      | Ciencias                              |                 | X        | X         |

Fuente: elaboración propia, con base en Oferta Educativa de Baja California 2005-2007. Datos de Gobierno del Estado de Baja California. Secretaría de Desarrollo Económico, Baja California (2008)

<http://www.bajacalifornia.gob.mx/sedeco/estadisticas/documentos/ofertaEducativa0607.pdf>

Por su parte, Tijuana se caracteriza por tener un sector especializado en la industria automotriz, la electrónica, la aeronáutica y la de productos médicos (ahí se fabrican y maquilan catéteres, pipetas, válvulas, respiradores artificiales, aparatos ortopédicos, equipo quirúrgico y de diagnóstico, entre otros). La ciudad concentra 60 por ciento de los establecimientos industriales del estado, y 74 de los empleos (Ibid. 2005). Al igual que en Mexicali, existe consistencia entre la orientación del sector productivo y las áreas de conocimiento que ofrecen las IES ahí establecidas (véase figura 2).

Figura 2

Nivel educativo y área de conocimiento en las IES y los CC de Tijuana

| Área de conocimiento | Especialización                       | Nivel educativo |          |           |
|----------------------|---------------------------------------|-----------------|----------|-----------|
|                      |                                       | Licenciatura    | Maestría | Doctorado |
| Químico              | Ciencias                              | X               | X        |           |
|                      | Químico farmacobiólogo                | X               |          |           |
|                      | Químico industrial                    | X               |          |           |
|                      | Bioquímico                            | X               |          |           |
| Ingeniería           | Computación/ ciencias computacionales | X               |          |           |
|                      | Electrónica/ cibernética              | X               |          |           |
|                      | Industrial                            | X               |          |           |
|                      | Mecánica y mecatrónica                | X               |          |           |
|                      | Ingeniería en procesos industriales   |                 | X        |           |
|                      | Automatización y control              |                 | X        |           |
|                      | Diseño y procesos de manufactura      |                 | X        |           |
|                      | Redes y telecomunicaciones            |                 | X        |           |
|                      | Redes e informática                   |                 | X        |           |
|                      | Optimización en sistemas industriales |                 | X        |           |
|                      | Electrónica y telecomunicaciones      |                 | X        | X         |
| Biología             | Biología molecular                    |                 | X        |           |

Fuente: elaboración propia, con base en Oferta Educativa de Baja California 2005-2007. Datos de Gobierno del Estado de Baja California. Secretaría de Desarrollo Económico, Baja California (2008)

<http://www.bajacalifornia.gob.mx/sedeco/estadisticas/documentos/ofertaEducativa0607.pdf>

Mientras que Ensenada se caracteriza por ser asiento de nuevas industrias como la biotecnología y la acuicultura, consideradas como prioritarias por el gobierno del estado, debido a la reciente instalación y desarrollo de empresas basadas en nuevas y modernas tecnologías. También aquí existe correspondencia entre las áreas de conocimiento que se producen en esta ciudad (véase figura 3) y su vinculación con la industria mencionada. En lo que respecta a las áreas de conocimiento que se vinculan con el sector industrial, se ha detectado que es menor que en el caso de Mexicali y Tijuana; por ejemplo, en Ensenada los productos médicos como el aeroespacial sólo concentran 7 por ciento (Ibid. 2005 y 2006) de la industria, sin embargo, la ciudad cuenta con capital humano suficiente para satisfacer dicha demanda e incluso se busca la participación con empresas ubicadas en Tijuana.

En cuanto a las actividades de investigación y desarrollo, Baja California muestra avances importantes, tal y como lo reflejan los datos de inversión realizados por CONACYT entre 2000 y 2007. Como parte del fondo mixto<sup>9</sup> (FOMIX), el CONACYT invirtió más de 70 millones de pesos, que resultó en la emisión de nueve convocatorias y la aprobación de 102 proyectos. De los aprobados en 2008 se encontraban vigentes 94, de los que 47 por ciento se ubicaban en ingeniería e industria y biotecnología y desarrollo agropecuario (CONACYT 2007).

En 2007, las IES de Baja California contaban con 414 académicos pertenecientes al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), susceptibles de apoyar el desarrollo industrial; 42 por ciento de ellos se concentraba en el campo de la física, las matemáticas y las geociencias; 16, en ciencias de la ingeniería; 15, en biología y química y 8 por ciento en biotecnología y agropecuarias, lo que muestra una fuerte participación en la formación de recursos humanos (Ibid.).

En relación con la calidad de los proyectos de investigación apoyados con recursos públicos en Baja California, cabe destacar que en 2008 se detectaron tres emblemáticos, por su capacidad para

<sup>9</sup> El FOMIX se crea con recursos del gobierno del estado y el CONACYT que van a un fideicomiso; ello con objeto de apoyar proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en áreas de oportunidad para el desarrollo económico y social del estado, de acuerdo a sus prioridades. Funciona a través de convocatorias anuales, las cuales se emiten una vez aportados los recursos (uno a uno) por ambas partes.

Figura 3

Nivel educativo y área de conocimiento  
en las IES y los CC de Ensenada

| Área de conocimiento | Especialización                       | Nivel educativo |          |           |
|----------------------|---------------------------------------|-----------------|----------|-----------|
|                      |                                       | Licenciatura    | Maestría | Doctorado |
| Física               | Ciencias                              | X               | X        | X         |
|                      | Óptica                                |                 | X        | X         |
|                      | Física de materiales                  |                 | X        | X         |
| Biología             | Ciencias                              | X               |          |           |
|                      | Ecología molecular y biotecnología    |                 | X        | X         |
|                      | Microbiología                         |                 | X        | X         |
| Ciencias de la mar   | Oceanología                           | X               |          |           |
|                      | Oceanografía costera                  |                 | X        | X         |
|                      | Oceanografía física                   |                 | X        |           |
|                      | Ecología marina                       |                 | X        | X         |
|                      | Acuicultura                           |                 | X        | X         |
|                      | Biotecnología marina                  |                 | X        | X         |
| Matemáticas          | Matemáticas aplicadas                 | X               |          |           |
| Ingeniería           | Computación/ ciencias computacionales | X               | X        | X         |
|                      | Electrónica/ cibernética              | X               |          |           |
|                      | Industrial                            | X               |          |           |
|                      | Mecánica y mecatrónica                | X               |          |           |
|                      | Automatización y control              |                 | X        |           |
|                      | Redes y telecomunicaciones            |                 | X        |           |
|                      | Redes e informática                   |                 | X        |           |
|                      | Electrónica y telecomunicaciones      |                 | X        | X         |

Fuente: elaboración propia, con base en Oferta Educativa de Baja California 2005-2007. Datos de Gobierno del Estado de Baja California. Secretaría de Desarrollo Económico, Baja California (2008)

<http://www.bajacalifornia.gob.mx/sedeco/estadisticas/documentos/ofertaEducativa0607.pdf>



fomentar la transferencia de conocimiento e innovación en la región, mismos que cuentan con la participación de los sectores productivo, académico y gubernamental. En Mexicali, el proyecto de referencia es el Silicon Border (Frontera del Silicio), apoyado por un grupo de empresarios extranjeros y los gobiernos federal y estatal. En Tijuana, se habla de la creación de un condominio tecnológico, el cual refleja la vinculación entre las IES,<sup>10</sup> el sector público<sup>11</sup> y el privado.<sup>12</sup> Por último, en Ensenada se cuenta con un programa en consolidación, el Centro para la Integración e Innovación Tecnológica (CENI2T), establecido formalmente en abril de 2006, y es auspiciado por el Gobierno de Baja California y la Secretaría de Economía, a través de los fondos de apoyo para las micro, pequeñas y medianas empresas y del Programa para el Desarrollo de la Industria del Software, y que se busca pueda ser autosostenible a mediano plazo.

De alguna manera, la ubicación de estos proyectos están influidos por la localización geográfica de Baja California, que colinda con California, uno de los estados, económicamente hablando, más importantes del sur de Estados Unidos, situación que de inicio le otorga ventajas comparativas en relación con el resto del país, en particular porque ahí se asientan importantes centros de investigación y empresas de alta tecnología.

### El sector productivo en Baja California

A partir de la segunda mitad de la década de 1960, la IME inició su instalación en el estado, su principal característica fue la utilización de mano de obra barata y de baja calificación. Entonces, la industria demandaba fuerza de trabajo con habilidades para el ensamblaje. El desarrollo de la industria manufacturera en Baja California ha sido resultado de un proceso evolutivo del sector, el cual se explica a partir de las características asumidas por la IME en sus tres grandes periodos, entre 1965 y 2008 (Barajas et al. 2004). En el primero, de

<sup>10</sup> Centro de Investigaciones en Química Aplicada, Centro de Innovación y Desarrollo Tecnológico en Cómputo, Centro de Investigación y Asesoría Técnica del Estado de Querétaro.

<sup>11</sup> Gobierno del estado y CONACYT.

<sup>12</sup> Grupo de empresarios del Centro de Investigación y Desarrollo Estratégico y Tecnológico de Tijuana y Grupo El Florido.

1965 a 1980, las plantas maquiladoras se dedicaban a actividades de ensamble simple con baja inversión de capital, altos estándares de producción y condiciones de trabajo poco aceptables. De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI 2001), en 1980 en el estado se concentraba 29.83 por ciento de los establecimientos de la IME en el país, 16.30 del empleo (personal ocupado) y 11 del valor agregado del total nacional.

El segundo periodo, de 1981 a 1990, se caracterizó porque numerosas plantas maquiladoras realizaron inversiones importantes en tecnologías de producción, basadas en la microelectrónica, la robótica y las tecnologías de información (Contreras y Hualde 2004). Esto ocasionó una modernización industrial, una especialización productiva y mayor racionalización del trabajo en el sector manufacturero (Carrillo y Kopinak 1999). De acuerdo con el INEGI (2001), en 1990 en Baja California se concentraba 31.47 por ciento de los establecimientos, 18.05 del personal ocupado y 3.97 del valor agregado del total nacional.

En el tercero, de 1991 a 2000, se contó con la presencia de importantes grupos corporativos, caracterizados por mantener plantas productivas con actividad de ensamble y manufactura y, al mismo tiempo, se crearon centros de investigación con funciones de diseño, investigación y desarrollo (Barajas et al. 2004). Según el INEGI (2001), en 2000 se concentraba en el estado 27.35 por ciento de los establecimientos, 19.25 del empleo (personal ocupado) y 64.93 del valor agregado del total nacional.

En lo que respecta al lapso de 2000 a 2008, la IME en Baja California experimentó una de las crisis más significativas, de manera particular entre 2001 y 2002, producida por la desaceleración de la economía de Estados Unidos (Barajas et al. 2005). Esto se reflejó en el crecimiento del producto interno bruto (PIB) del estado, ya que en el año 2000 hubo un aumento de 10.82 por ciento, y disminuyó drásticamente en 2001 a -3.17; en 2002 se dio cierta recuperación, pero la desaceleración continuó, y este indicador cayó a -2.25 por ciento. En los años posteriores, el PIB estatal tuvo su mayor crecimiento, en 2004 fue de 8.89; sin embargo, los años siguientes se caracterizaron por una nueva caída, hasta llegar a tan sólo 1.18 por ciento, en 2008 (INEGI 2008).

En fecha reciente, la biotecnología ha logrado desarrollarse en Baja California; su establecimiento comenzó en el municipio de Ensenada, en 2003. La iniciativa para impulsar esta industria nace de los académicos de la UABC y del CICESE, así como de organismos locales gubernamentales (CONACYT, Secretaría de Desarrollo Económico, Centro Regional para la Competitividad Empresarial, Comisión de Promoción Económica de Ensenada) y no gubernamentales (ONG) (CENTRIS-Innovación y Desarrollo Empresarial, Centro de Inteligencia Estratégica-PRODUCEN, Cámara Nacional de la Industria de la Transformación), en lo que primero se llamó Comisión de Alto Valor Agregado, y más tarde se convirtió en lo que hoy se conoce como Consejo Empresarial de Bionegocios, A. C., impulsor y eje de la estrategia de desarrollo de alto valor agregado en el estado (Elías 2007).

En 2008, las actividades industriales vinculadas a la biotecnología en Baja California tuvieron un peso menor que el promedio nacional. Sin embargo, en dicho periodo se suscribió un acuerdo por parte del gobierno estatal, las IES, los CC y organismos gubernamentales y ONG, para que esta situación cambiase en menos de diez años. Este compromiso se reflejó en el Programa para el Desarrollo del Núcleo de Bionegocios en Ensenada, B. C.; cuyo objetivo principal fue el posicionamiento del estado como líder nacional en la industria biotecnológica.

Para aprovechar la ventaja de que Baja California limita al oeste con el océano Pacífico y al este con el mar de Cortés o golfo de California, también ha sido importante el desarrollo de la acuicultura, lo que le permite contar con recursos de origen tropical y templado. De acuerdo con datos del Comité Estatal de Sanidad Acuícola e Inocuidad de Baja California, CESAIBC (2009), en 2008 se cultivaba mejillón, almeja mano de león y manila, ostión japonés y kumamoto, abulón, camarón (de agua dulce y salada), atún, lenguado, tilapia y totoaba, entre otros.

La acuicultura comercial empezó en la entidad a principios de los años ochenta, con el cultivo de ostión japonés, que hasta la fecha sigue siendo la actividad acuícola de la cual depende el mayor número de productores en el estado. En 2008, 36 unidades se encargaban de la producción acuícola de moluscos; 32 de las cuales eran relativas a moluscos bivalvos, que se cultivan en granjas ubicadas

en cuatro cuerpos de agua de las bahías Todos Santos y San Quintín y las lagunas Manuela y Guerrero. Es importante mencionar que las primeras tres granjas cuentan con certificación para exportar su producción a Estados Unidos.<sup>13</sup>

Por último, en lo que respecta a la aportación de estas industrias al PIB estatal, destaca el peso que en 2008 tenía la IME (de acuerdo con datos de INEGI (2005-2009)); en 2003 su contribución fue de 22 por ciento y en 2007, pese a la crisis, fue de 32. En lo que respecta al sector de biotecnología y acuicultura, entre 2003 y 2007 el crecimiento de la rama agropecuaria, silvicultura y pesca se mantuvo estable, con una participación entre 2003 y 2007 de 4 por ciento, según datos del INEGI (2005-2009). A pesar de que su aportación es limitada, su importancia radica en que tanto la biotecnología como la acuicultura son consideradas industrias de alto valor agregado.

Una vez presentado este breve recuento sobre el desarrollo de las principales actividades productivas en el estado, ahora se analizará la vinculación entre las IES y los CC con la industria.

## Modelo empírico para el análisis de las capacidades y recursos de la vinculación

Para identificar los recursos y medios para el desarrollo de capacidades que poseen las IES y los CC en Baja California, para realizar la vinculación con la industria, se retoma la propuesta metodológica de Penrose (1980) y de Araya y Chaparro (2005). El procedimiento para la construcción del modelo empírico consistió en desarrollar, en una primera etapa, los indicadores de las cuatro dimensiones que constituyen los recursos institucionales. En una segunda etapa, y con base en una consulta a especialistas de las instituciones académicas y gubernamentales, se determinaron los valores proxy que se le atribuiría a cada nivel de capacidad de vinculación (NV); generado de la suma de las dimensiones, y se expresa como:  $NV = I + II + III + IV$ .

<sup>13</sup>Trámite en proceso en el momento de la realización del estudio (CESAIBC 2009).

De tal forma que el NV de las IES y los CC se establece como la suma de las dimensiones que conforman sus recursos y medios, para la generación y difusión de conocimiento. A su vez, cada dimensión se construye a partir de la contribución de recursos y medios con los que cuenta la institución para el fin mencionado. A cada dimensión, así como a sus respectivos componentes, se les asigna un valor o peso, determinado según su importancia (a juicio de expertos) en la contribución, para generar el nivel de capacidad de la institución estudiada.

En una primera etapa, y con el objeto de establecer las dimensiones que permitirían el análisis de la capacidad de vinculación de las instituciones, se llevaron a cabo 34 entrevistas semiestructuradas a actores clave de las IES, los CC y los organismos gubernamentales relacionados con la creación y transferencia de conocimiento (13 correspondieron a los de las IES y 21 a los de los CC y organismos gubernamentales), conectados con programas de fomento a la ciencia y tecnología y a la vinculación de la academia con la empresa; tales como CONACYT y Secretaría de Desarrollo Económico. En el caso de las personas del ámbito académico, se escogió a actores con funciones diferentes, a manera de disponer de la información necesaria para realizar el análisis correspondiente, contrastar los recursos y capacidades identificados, para definir las variables que inciden en el desarrollo de las capacidades de vinculación, así como en la conformación de las dimensiones y la asignación de pesos, tanto de éstas como de cada una de sus contribuciones.

En la segunda etapa, y con base en los resultados obtenidos en dichas entrevistas, se procedió a definir una matriz de capacidades (con base en cuatro dimensiones). Para cada una se estableció un valor máximo (<1>10), peso que se repartió entre los componentes de cada dimensión, lo cual permitiría determinar el NV alcanzado por cada institución (el cual se clasificaría como nivel básico, medio o alto).

En la tercera etapa se estableció el criterio de selección de las 16 instituciones que se incorporaron en el estudio, en principio se consideraron sólo las IES y los CC que llevaran a cabo actividades de formación de recursos humanos, al menos de licenciatura, y que realizaran investigación científica o de transferencia de tecnología

susceptible de ser objeto de vinculación con el sector productivo. Según este criterio, se seleccionaron nueve IES, esto es institutos o facultades de la UABC, Centro de Enseñanza Técnica y Superior, CETYS e institutos tecnológicos), y siete cc, que realizan investigación en ciencias exactas como la ingeniería, las físico-matemáticas, la biotecnología, la biología química y ciencias agropecuarias. Después se aplicó el cuestionario, y se codificó y sistematizó la información obtenida, para analizarla a la luz del modelo de capacidades de vinculación con los pesos preestablecidos.

### Desarrollo del modelo empírico

Las dimensiones se clasifican así: I = marco institucional; II = docencia, investigación y asistencia técnica; III = apoyo y gestión y IV = infraestructura física y humana; los valores de cada una varían de 0 a uno máximo, asignado de acuerdo a su importancia relativa, y la suma de los valores máximos se normaliza y se multiplica por 10.<sup>14</sup> Como se explicó, el diseño del contenido de cada dimensión, así como la asignación de valores máximos se llevó a cabo a partir de consultas con especialistas de las IES en el tema de la vinculación.

Los valores máximos de cada dimensión, para facilitar acciones de vinculación, son los siguientes:

|                                                   |    |
|---------------------------------------------------|----|
| I = marco institucional                           | 1  |
| II = docencia, investigación y asistencia técnica | 3  |
| III = apoyo y gestión                             | 2  |
| IV = infraestructura física y humana              | 4  |
| Total                                             | 10 |

Para considerar las contribuciones más importantes, para las dimensiones I, II, III y IV, se establecieron las variables Sa, Sb, Sc y Sd; donde la  $I = 1 * Sa$ ,  $II = 3 * Sb$ ,  $III = 2 * Sc$  y  $IV = 4 * Sd$ , mismas que contemplan la suma de contribuciones a cada una de las dimensiones, y

<sup>14</sup> Los valores específicos de cada una de las contribuciones en las cuatro dimensiones se muestran en el anexo.

tendrán valores iguales o menores que 1, esto es, entre 0 y 1, dependiendo de la contribución de los elementos de ellas.

Cuando se sustituyen los valores máximos de las dimensiones, la ecuación queda:  $NV = I * Sa + II * Sb + III * Sc + IV * Sd = 1 * Sa + 3 * Sb + 2 * Sc + 4 * Sd$

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sa | Representa a las capacidades del marco institucional, y está dada por:<br>$Sa = 0.4 * LO + 0.3 * E + 0.3 * R$<br>donde, LO = ley orgánica; E = estatutos; R = reglamentos                                                                                            |
| Sb | Representa a las capacidades en docencia, investigación y asistencia técnica, está dada por:<br>$Sb = .2 * FRH + .4 * ICDT + .4 * AT$<br>donde, FRH = formación de recurso humano; ICDT = investigación científica y desarrollo tecnológico; AT = asistencia técnica |
| Sc | Representa a las capacidades en apoyo y gestión, y está dada por:<br>$Sc = .4 * IPV + .2 * PSNI + .4 * IDV$<br>donde, IPV = incentivos para promover la vinculación;<br>PSNI = participación en el SNI; IDV = instancias de vinculación                              |
| Sd | Representa a las capacidades en infraestructura física y humana y está dada por:<br>$Sd = .7 * GID + .3 * IAF$<br>donde GID = gasto en investigación y desarrollo; IAF = infraestructura, apoyo y física                                                             |

Por último, una vez que se tuvo el puntaje máximo alcanzado en cada dimensión de la vinculación, se estableció el NV correspondiente, el cual fue bajo, medio o alto, tal y como se describe enseguida.

Las IES y los CC ubicados en capacidades de vinculación de nivel básico (NVB), cuya ponderación total es menor a seis, se caracterizan por tener capacidades que por sí mismas no implican la posibilidad de llevar a cabo transferencia de conocimiento o procesos de innovación. Es decir, aunque pudiesen contar con algunas capacidades que son parte de las cuatro dimensiones, en la práctica sólo poseen el componente más básico de cada una.

En cuanto a las capacidades de vinculación de nivel medio (NVM), la ponderación total de la suma es mayor que 6 y menor que 8, por tanto,

las instituciones ubicadas en este nivel, además de contar con componentes básicos, han acumulado ciertas capacidades adicionales en cada dimensión, lo que les permite realizar transferencia de conocimiento y procesos de innovación, y ello las coloca en una mejor situación para desarrollar capacidades de vinculación con el sector productivo.

Por último, las IES y los CC con *capacidades de vinculación de nivel alto* (NVA), es decir, que la ponderación total de la suma de los indicadores con los que cuentan sea igual o mayor a ocho, además de tener algunas de las capacidades de los niveles básico y medio, han acumulado otras que les permiten incidir más en la transferencia de conocimientos y en los procesos de innovación del sector productivo. No necesariamente todas las IES con NVA cumplen con todos los indicadores o tienen las mismas capacidades, pero para ser consideradas como parte del nivel alto deben contar, por lo menos, con 80 por ciento.

## Resultados de la aplicación del modelo de Niveles de Capacidades de Vinculación de las IES y los CC con la industria

A continuación se presentan los resultados obtenidos al aplicar el modelo desarrollado para evaluar la capacidad de vinculación de las 16 instituciones de la muestra. Para ello se utilizan los siguientes niveles de análisis: a) la comparación de los resultados de niveles por tipo de institución: las IES y los CC; b) la comparación entre las IES y los CC públicos y privados y c) un breve análisis de la contribución de cada dimensión a la generación de capacidades en el estado.

### Análisis de cada una de las dimensiones de *capacidades de vinculación de las IES y los CC en Baja California*

En relación con las cuatro dimensiones establecidas para medir las capacidades de vinculación de las IES y los CC, se obtuvieron los resultados siguientes:



*Dimensión I, del marco institucional:* el valor máximo que puede alcanzar es 1, y representa 10 por ciento del valor máximo del total de la capacidad de vinculación. Se encontró que para esta dimensión el promedio alcanzado en el estado fue de 1, debido a que todas las IES y los CC cuentan con la normatividad que les permite desarrollar y mantener relaciones con su entorno; también con estatutos que facilitan la gestión de dicha vinculación y con reglamentos que favorecen acciones de cooperación entre la academia y el sector productivo.

*Dimensión II, de la docencia, investigación y asistencia técnica:* el valor máximo asignado es 3, y representa 30 por ciento del valor máximo del nivel de vinculación. El promedio alcanzado por las instituciones participantes en el estudio fue de 2.04, esto es, contribuye sólo con 20.4 por ciento de un posible 30 asignado a esta dimensión.

La participación de las tres variables que componen esta dimensión son: la *formación de recursos humanos*, que aporta 20 por ciento, y consiste en brindar una amplia oferta formativa de licenciatura, maestría y doctorado; la *investigación científica y desarrollo tecnológico* proporciona 38 por ciento, y se refiere al desarrollo de actividades de investigación básica, aplicada y de programas y proyectos de investigación y desarrollo, en colaboración con otras organizaciones, y la *asistencia técnica*, que aporta 42 por ciento, y comprende estancias en las empresas, servicios tecnológicos, elaboración de proyectos y transferencia de tecnología.

*Dimensión III, del apoyo y gestión:* el valor relativo de esta dimensión es 2, y representa 20 por ciento del valor máximo del nivel de vinculación. El promedio alcanzado por las IES y los CC en el estado fue de 1.44, esto es, contribuye con 14.4 por ciento del posible 20 que puede aportar al total de las capacidades de vinculación. Esta dimensión consta de tres variables: a) *los incentivos para la vinculación* colaboran con 38 por ciento, y consisten en desarrollar incentivos para la investigación, desarrollo y transferencia tecnológica; b) el *Sistema Nacional de Investigadores* aporta 24.5, y considera la promoción del desarrollo académico en los investigadores y participación en el SNI y c) *las instancias de vinculación* contribuyen con 38 por ciento, y considera el desarrollo de estructuras que facilitan la gestión y el proceso

de vinculación de la IES y los CC con el sector productivo (oficinas de interfaz).

*Dimensión IV, de infraestructura física y humana:* tiene un valor relativo de 4, y representa una contribución máxima de 40 por ciento al total de las capacidades de vinculación de las instituciones analizadas. El promedio que alcanzaron las IES y CC en el estado fue de 3.05, esto es, 30.5 de un posible 40 por ciento. En relación con las dos variables que la integran, los grupos de investigación y desarrollo participan con 63 por ciento, y considera la formación y consolidación de grupos de investigación y desarrollo con especialidades en temas acordes con las vocaciones de la región; y la infraestructura de apoyo y física colabora con 37 por ciento; se refiere tanto a la infraestructura de apoyo técnico y administrativo, como a la física, que permite llevar a cabo las actividades de formación, investigación, gestión y transferencia en forma óptima.

#### Capacidades de vinculación por nivel de las IES<sup>15</sup>

Una vez aplicada la metodología indicada, se observó que los resultados de niveles para las nueve IES seleccionadas fueron que cuatro de ellas cuentan con un valor total promedio menor que seis, lo cual las ubica en el NVB; tres tienen un valor promedio de entre 6 y 7.99, que las sitúa en el NVM y las dos restantes cuentan con un valor promedio igual o mayor a 8, por tanto están en el NVA. Esto refleja la existencia de una gran disparidad entre las IES y entre los mismos campus, tal y como se presenta en la figura 4.

De acuerdo con los resultados obtenidos del modelo empírico, cuatro de las IES están en el NVB, y sus actividades predominantes están relacionadas con la formación de recursos humanos; en el caso de la 3 y 4, sólo cuentan con licenciaturas; refieren acuerdos de colaboración para estancias profesionales, proyectos y servicios técnicos con la industria, pero a un nivel básico, ya que no requieren de investigación previa.

<sup>15</sup> En este trabajo se presentan los resultados generales de las IES y los CC, sin especificar el nombre de las instituciones, con lo que se pretende contar con un acercamiento a la medición de capacidades de vinculación en Baja California.

Figura 4

Potencial de vinculación de las capacidades de IES con el sector productivo en Baja California

| IES      | I A *Sa 1*<br>(L + E + O) | II<br>B *Sb 3*<br>(FRH+ICDT+AT) | III C *Sc<br>2* (IPVN+SIN+IV) | IV<br>D *Sd<br>4* (GID+IAF) | NV=I+II+III+IV |
|----------|---------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------|
| 1        | 1                         | 0.42                            | 0.16                          | 1.1.3                       | 2.71           |
| 2        | 1                         | 0.42                            | 0.16                          | 1.13                        | 2.71           |
| 3        | 1                         | 0.24                            | 1.84                          | 1.13                        | 4.21           |
| 4        | 1                         | 0.72                            | 1.2                           | 1.13                        | 4.05           |
| 5        | 1                         | 2.7                             | 0.16                          | 2.72                        | 6.58           |
| 6        | 1                         | 2.7                             | 1.84                          | 2.45                        | 7.99           |
| 7        | 1                         | 3                               | 1.52                          | 2.97                        | 8.49           |
| 8        | 1                         | 2.52                            | 1.52                          | 2.55                        | 7.59           |
| 9        | 1                         | 3                               | 1.52                          | 2.74                        | 8.26           |
| Promedio |                           |                                 |                               |                             | 5.84           |

Fuente: elaboración propia, con base en resultados del modelo empírico sobre niveles de capacidades de vinculación.

En las IES 1 y 2 se ofrece formación educativa hasta maestría y, a diferencia de la 3 y 4, cuentan con un enfoque orientado a la formación de recursos humanos para puestos directivos, de gerencia o para el establecimiento de empresas propias. Ambas instituciones se caracterizan por su vocación profesionalizante, que se refleja en que en ninguno de los dos casos se cuenta con líneas de investigación propias, lo cual impide el fortalecimiento del desarrollo de tecnología y proyectos de investigación. Y, a pesar de que estas instituciones cuentan con un responsable de vinculación, se encontró que debido a la naturaleza de las mismas, su interacción con el sector productivo es a través de prácticas profesionales, estancias en las empresas y participación en foros y cámaras.

Por otro lado, las IES 5, 6 y 8 se ubican en el NVM. En la 6, la vinculación con la industria ocurre de manera similar que en los otros campus, es decir, a través de proyectos de residencia, en donde la empresa que tiene necesidad de mejoras crea un proyecto, para

desarrollarlo, tal es el caso de Skyworks Solutions Inc., Honeywell Aerospace de México S. A. de C. V., y Samsung Mexicana S. A. de C. V. A diferencia de las IES 3 y 4, la 6 cuenta con más antigüedad y, por lo tanto, se caracteriza por una vinculación más consolidada con el sector productivo, ya que también tiene líneas de investigación en electrónica y sistemas computacionales, lo que le permite establecer una relación más interactiva con él.

En el caso de la IES 5, en lo que se refiere a la investigación y asistencia técnica, ha mostrado avances que indican el cambio de una institución con perfil profesionalizante a una comprometida en hacer investigación aplicada y desarrollo tecnológico. Lo anterior se refleja en la alianza que realizó con IBM de México, Gobierno del Estado de Baja California y el cluster de Tecnologías de la Información de Baja California, para la formación del Centro de Excelencia de Estándares Abiertos, el cual ya cuenta con una primera generación de ingenieros en tecnologías de la información.

Las IES 5 y 6 refieren la existencia de una unidad de vinculación con canales claramente establecidos y conocidos por el sector productivo. Esto les ha permitido generar una capacidad importante para vincularse a través de prácticas profesionales, estancias de aprendizaje de egresados, participación en foros y como miembros activos de las cámaras industriales. Ambas instituciones cuentan con incentivos económicos, para apoyar a los investigadores o profesores para que se vinculen con el sector productivo, establecidos entre éstas y la misma empresa, y van directamente al profesor que participa.

En la IES 8 se llevan a cabo actividades de investigación básica y aplicada. Sin embargo, en la mayoría de los casos no se cuenta con un usuario final. En cambio, su vinculación con el sector productivo es muy fuerte, a través de los diversos servicios tecnológicos que ofrece, como el análisis de los materiales de ciertas industrias (farmacéutico, plástico, productos médicos y electrónica), y dicha actividad se realiza en sus laboratorios certificados. Algunas de las compañías que les solicitan los servicios son: Laboratorios BajaMed S.A de C. V., Tyco Electronics Tecnologías S. A. de C.V., Especialidades Médicas Kenmex S. A. de C. V., y Productos Internacionales MABE S. A. de C. V., entre otras. Se podría decir que a un nivel muy básico y de

manera esporádica se llevan a cabo proyectos conjuntos que buscan resolver las necesidades de las empresas, tales como el desarrollo y aplicación de prototipos con sistemas embotados y la optimización de procesos y sistemas avanzados de instrumentación y control, por mencionar algunos.

En las IES 7 y 9, ubicadas en el NVA, se detectó que sus profesores realizan investigación básica o aplicada, y también están preparados para generar desarrollo de tecnología, ya que las tesis de los alumnos están ligadas a proyectos de investigación aplicada. La ventaja de la IES 7 es que tiene apoyos, a través de convenios con el CICESE, específicamente con el departamento de óptica, para la colaboración conjunta en programas de maestría y doctorado y proyectos de investigación básica, aplicada y desarrollo de tecnología.

A pesar de que la industria maquiladora en Ensenada es pequeña, en comparación con la de otras ciudades del estado, esta institución ha logrado vincularse con Melang S. de R. L. de C. V., y Samsung Mexicana S. A. de C. V., para la realización de prácticas profesionales, y en ocasiones esporádicas se brindan asesorías. Por su parte, la IES 9 ha logrado mantener de manera temporal o permanente la realización de trabajos internos en empresas como Honeywell Productos Automotrices, FETASA Industrial S. A. de C. V., Skyworks Solutions S. A. de C. V., y Samsung Mexicana S. A. de C. V., a partir de la formalización de convenios de colaboración.

#### *Capacidades de vinculación por nivel de los CC*

Los centros científicos 13, 14, 15 y 16 analizados cuentan con NVA, porque, además de tener algunas capacidades del nivel básico y medio, han acumulado otras que les permiten incidir más en la transferencia de conocimientos en y para los procesos de innovación del sector productivo.

Los CC 10 y 11 se ubican en el NVM; el primero no se dedica a la formación de recursos humanos, ni a la investigación aplicada, más bien se enfoca en identificar y alojar proyectos de inversión procedentes de Estados Unidos o impulsados por los mismos empresarios del estado, por lo que se le puede definir como una incubadora de empresas. En el CC 11 se hacen investigaciones orientadas

a analizar las propiedades, diseño y síntesis de materiales, y a través de ellas se ha logrado identificar las necesidades del sector farmacéutico para realizar algunos estudios relacionados con polímeros, plásticos o alimentos, o sobre la existencia de un material para una aplicación específica.

Figura 5

Potencial de vinculación de las capacidades en los CC  
con el sector productivo en Baja California

| CC       | I<br>A* sa l*<br>(L+E+O) | II<br>B* s b 3*<br>(FRH+ ICDT+ AT) | III<br>c* sc<br>2*(IPVN+SNI+IV) | IV<br>D*sd<br>4*(GID+IAF) | NV=I+II+III+IV |
|----------|--------------------------|------------------------------------|---------------------------------|---------------------------|----------------|
| 10       | 1                        | 2.04                               | 2                               | 2.68                      | 7.72           |
| 11       | 1                        | 2.16                               | .72                             | 3.72                      | 7.6            |
| 12       | 1                        | 2.88                               | 1.04                            | 3.75                      | 8.67           |
| 13       | 1                        | 2.88                               | 1.68                            | 3.44                      | 9              |
| 14       | 1                        | 2.88                               | 1.84                            | 3.48                      | 9.2            |
| 15       | 1                        | 2.88                               | 1.84                            | 3.46                      | 9.18           |
| 16       | 1                        | 2.88                               | 1.84                            | 3.81                      | 9.53           |
| Promedio |                          |                                    |                                 |                           | 8.50           |

Fuente: elaboración propia, con base en resultados del modelo empírico sobre niveles de capacidades de vinculación.

### Comparación de capacidades de vinculación por nivel entre las IES y los CC públicos y privados

Un resultado interesante es la diferencia encontrada en las capacidades de vinculación entre instituciones públicas y privadas. Las IES y los CC que predominan en Baja California son de índole público, y están integrados por las tres facultades de ingeniería de la UABC en el estado, el Instituto de Investigaciones Oceanográficas, en Ensenada, el Instituto de Ingeniería, en Mexicali, el CICESE, el Centro de Nanociencias y Nanotecnología (CNCYN), el Centro de Investigación y Desarrollo de Tecnología Digital (CITEDI), el CENI2T y el Centro de Graduados del Tecnológico de Tijuana. Estas instituciones y centros reciben apoyo económico por parte del gobierno federal o estatal,

lo que en cierto grado propicia el desarrollo de más capacidades, ya que sus fundamentos se basan en realizar investigación básica, aplicada y desarrollo tecnológico en apoyo a la ampliación de capacidades científicas y tecnológicas del país, lo cual se ve reflejado en los resultados del modelo, ya que la mayoría cuenta con un potencial de vinculación alto que refleja la consolidación de grupos de investigación, cuyo personal tiene estudios de maestría y doctorado, se promueve la pertenencia al SNI, la realización de servicios tecnológicos y su infraestructura física y humana está bastante afianzada.

Lo contrario sucede con las IES privadas, cuya principal actividad es la formación de recursos humanos, el desarrollo de prácticas profesionales o estancias en el sector productivo a un nivel básico y la prestación de servicios técnicos. Este es el caso del CETYS, campus Ensenada, Tijuana y Mexicali y el Instituto Tecnológico, de las tres ciudades; no cuentan con grupos de investigación, por lo que no existe promoción de ingreso al SNI para sus profesores. En tanto, el principal vehículo para motivar la vinculación con el sector productivo es a través de incentivos económicos, que van directamente al maestro y al alumno.

## Conclusiones

En este artículo se destacó la importancia de la vinculación de las IES y los CC con el sector productivo de la región, ya que dicha interacción promueve la generación y trasmisión de conocimiento y la creación de innovaciones, que ayudan a solucionar problemas o mejorar los procesos productivos en las empresas.

Son diversas las actividades que realiza el académico para colaborar con el sector productivo. En función de esto, las recomendaciones aquí emitidas pretenden influir en el desarrollo de una nueva relación o en una mejora de la actual, entre las IES y los CC y el sector productivo de Baja California.

Con base en el análisis de varias propuestas teóricas (Penrose 1980; Araya y Chaparro 2005) y de la consulta a expertos, a través de entrevistas para determinar el peso de las dimensiones y sus va-

riables, en el estudio se definieron cuatro dimensiones, mismas que a su vez fueron desagregadas en diversas variables, con objeto de conocer con mayor detalle su importancia en el conjunto de interacciones entre los actores. El análisis de cada dimensión permitió conocer las características de los espacios institucionales y regionales para solucionar los problemas y retos del sector productivo de la región.

En el caso de la dimensión de *marco institucional*, aunque todas las instituciones cuentan con uno definido en lo que respecta a vinculación, se identificó que son confusos los lineamientos normativos que deberían de impulsarla, motivarla, promoverla y regularla. Por lo tanto, es necesario, que las IES y los CC establezcan con claridad y precisión los procesos de vinculación y sus mecanismos, para otorgarle una mayor seguridad tanto a los investigadores y tecnólogos, como a los solicitantes de los servicios o apoyos.

En el análisis de la dimensión de *docencia, investigación y asistencia técnica*, se observa la existencia de una estructura muy consolidada en lo que se refiere a la formación de recursos humanos e investigación. Se parecía que la asistencia técnica se manifiesta de forma más clara, a través de la prestación de servicios tecnológicos y estancias en las empresas.

En la dimensión relativa al *apoyo y gestión*, es importante que las IES y los CC, dentro de los mecanismos que utilizan para incentivar las actividades de vinculación, las tomen en cuenta como parte de la trayectoria académica de los profesores involucrados, y ello se refleje en su ascenso de nivel o categoría dentro de las IES o los CC. En el proceso de la vinculación, se establece la importancia del apoyo de interfaces, es decir, unidades de vinculación o gestión de tecnología dentro de las instituciones.

Como resultado de la investigación, se encontró que para fomentar la vinculación universidad-industria hacen falta entidades dedicadas exclusivamente a la articulación de las instituciones de educación superior con el sector productivo, para incentivar la transferencia de tecnología; propuesta que sería interesante si se considerara en el caso de las IES y los CC establecidos en la región.

En la dimensión de *infraestructura física y humana*, se observa la existencia de una infraestructura especializada de investigación y de-



sarrollo muy fuerte en la UABC, CICESE, CNCYN y CITEDI, que albergan una concentración de investigadores científicos y tecnólogos capacitados, apoyo técnico y laboratorios bien equipados, lo que les ha generado una gran experiencia en investigación y desarrollo.

Resulta importante señalar que las capacidades de vinculación encontradas en las instituciones de educación en Baja California constituyen la base de un verdadero sistema de vinculación universidad-industria, mismo que pudiera consolidarse en el corto tiempo, para promover la innovación y la transferencia de conocimiento en y hacia la región.

Recibido en diciembre de 2011

Aceptado en enero de 2012

## Bibliografía

- Acuña, Patricia. 1993. Vinculación universidad–sector productivo. *Educación Superior* xxii (87): 125-150.
- Alvarado Borrego, Aída. 2009. Vinculación universidad-empresa y su contribución al desarrollo regional. *Ra Ximhai* x (3): 407-414.
- Araya, Sergio, Julián Chaparro y Alejandro Orero. 2006. Propuesta de un modelo de relación entre capacidades asociadas con sistemas y tecnologías de información y el desempeño de instituciones universitarias. Ponencia presentada en el x Congreso de ingeniería de organización, Valencia.
- \_\_\_\_\_ y Julián Chaparro Peláez. 2005. Una aplicación de análisis de recursos y capacidades en el ámbito de las instituciones de educación superior universitaria. Ponencia presentada en el ix Congreso de ingeniería de organización, Gijón.
- Audy, Jorge, Roberto Moschetta y Paulo Franco. 2003. Modelo de atração de empresas focado na pesquisa e na pós-graduação: o

caso do parque tecnológico da pucrs (tecnopuc). <http://www.pucrs.br/agt/tecnopuc>.

Barajas, María del Rosio, Carmen Rodríguez y Araceli Almaraz. 2007. Complejidad tecnoproductiva y su relación con la formación de capacidades tecnológicas y organizacionales en la industria maquiladora de exportación. En *La emergencia de dinámicas institucionales de apoyo a la industria maquiladora de México*, compilado por Daniel Villavicencio, 89-145. México: Editorial Porrúa

\_\_\_\_\_, Araceli Almaraz y Carmen Rodríguez. 2005. El ambiente institucional en los procesos de aprendizaje y escalamiento industrial: el papel de los organismos intermedios en la región Tijuana-San Diego y Mexicali. En *La emergencia de dinámicas institucionales de apoyo a la industria maquiladora de México*, compilado por Daniel Villavicencio, 89-145. México: Editorial Porrúa.

\_\_\_\_\_, Araceli Almaraz, Jorge Carrillo, Oscar Contreras, Alfredo Hualde y Carmen Rodríguez. 2004. *Industria maquiladora en México: perspectivas del aprendizaje tecnológico organizacional y escalamiento industrial, Tijuana*. Tijuana: COLEF.

Barney, Jay. 1991. Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management* xvii (1): 99-120.

Bell, Martin y Keith Pavitt. 1995. The Development of Technological Capabilities. En *Trade, Technology and International Competitiveness*, compilado por ídem., Irfan ul Haque, Carl Dahlman y Sanjaya Lall, 69-101. Washington: The World Bank.

\_\_\_\_\_. 1992. *Accumulating Technological Capability in Developing Countries*. Washington: The World Bank Research Observer.

Camagni, Roberto (editor). 1991. *Innovation Networks. Spatial Perspectives*. Londres: GREMIBelhaven Press.

Carrillo, Jorge y Kathryn Kopinak. 1999. Condiciones de trabajo y relaciones laborales en la maquila. En *Cambios en las relaciones labo-*

rules: enfoque sectorial y regional, compilado por Enrique de la Garza y José Alfonso Bouzas, 81-194. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Centro de Inteligencia Estratégica: PRODUCEN. 2006. Desarrollo de Cluster Aeronáutico en Baja California 2005-2006.

\_\_\_\_\_. 2005. Cluster de Productos Médicos de Baja California 2005.

CESAIBC. 2009. La acuicultura en el estado de Baja California. <http://www.industriaacuicola.com/PDFs/4.2-AcuiculturaBC.pdf>

Collis, D. J. 1994. Research Note: How Valuable are Organisational Capabilities? *Strategic Management Journal* 15: 143-152.

\_\_\_\_\_. 1991. A Resource-based Analysis of Global Competition: The Case of the Bearings Industry. *Strategic Management Journal* XII: 49-68.

\_\_\_\_\_ y C. A. Montgomery. 1995. Competing on Resources: Strategy in the 1990's. *Harvard Business Review* 73: 118-128.

CONACYT. 2007. Estado del arte de los sistemas estatales de ciencia y tecnología-Baja California 2007.

Contreras, Oscar y Alfredo Hualde. 2004. El aprendizaje y sus agentes. Los portadores del conocimiento en las maquiladoras del norte de México. *Estudios Sociológicos* XXII (64): 79-121.

Cook, Philipe. 2001. Perspectiva Sistemas de Innovación: concepto, análisis y tipología. En *Sistemas regionales de innovación*, compilado por Mikel Gómez y Mikel Olazarán, 73-92. Bilbao: Editorial Universidad del País Vasco, Servicio de Publicaciones Universidad de París.

David, P., y D. Foray. 2002. Fundamentos de la sociedad del conocimiento. *Comercio Exterior* 52 (6): 472-490.

- Edquist, Charles y Bjorn Johnson. 1997. Institutions and Organizations in Systems of Innovation. En *Systems of Innovation, Technologies, Institutions and Organizations*, compilado por Charles Edquist, 41-60. Londres: Printer Publishers/Cassell Academic.
- Elías, Gilberto. 2007. B. C., ideal para desarrollar biotecnología. *Boom Económico* (I).
- Elina, Marina E., y L. Korsunsky. 2003. Medición de actividades de vinculación y transferencia de concomimientos científicos y tecnológicos. En *El estado de la ciencia. Principales indicadores de ciencia y tecnología iberoamericanos 2003*, compilado por la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología, Buenos Aires.
- Fracasso, Edi Malena y Elizabeth Ritter dos Santos. 1992. Modelos de transferência de tecnologia da universidade para a empresa. *Perspectiva Económica* XXVIII (78): 57-66.
- Freeman, Christopher. 2001. Perspectiva histórica del Sistema Nacional de Innovación. En *Sistemas regionales de innovación*, compilado por Mikel Gómez y Mikel Olazarán, 29-56. Bilbao: Editorial Universidad del País Vasco, Servicio de Publicaciones Universidad de París.
- \_\_\_\_\_. 1995. The National System of Innovation in Historical Perspective. *Cambridge Journal of Economics* (19): 5-24.
- \_\_\_\_\_. 1982. *The Economics of Industrial Innovation*. Massachusetts: MIT Press.
- \_\_\_\_\_. y B.A. Lundvall (editores). 1988. *Small Nations Facing the Technological Revolution*. Londres: Printer Publishers.
- Gómez Morín, Lorenzo. 2000. La descentralización y regionalización de los servicios educativos en Baja California: los rasgos del nuevo federalismo educativo. En *Memoria del quehacer educativo: 1995-2000*, compilado por la Secretaría de Educación Pública, 64-76. México: Secretaría de Educación Pública.

- González Rodríguez, Ahimee V. 2006. La vinculación universidad-industria en el proceso de innovación tecnológica: el caso de la Universidad de Sonora. Tesis de maestría en ciencias sociales, El Colegio de Sonora.
- INEGI. 2008. Banco de información económica. Sección de manufacturas. [www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/microdatos/emime.asp](http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/microdatos/emime.asp)
- \_\_\_\_\_. 2005-2009. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto interno bruto por entidad federativa 2005-2009.
- \_\_\_\_\_. 2001. Estadísticas de la industria maquiladora de exportación. [www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/microdatos/emime.asp](http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/microdatos/emime.asp).
- Johnson, Bjorn y Bengt-Ake Lundvall. 1994. Sistemas nacionales de innovación y aprendizaje institucional. *Comercio Exterior* XIV (8): 695-704.
- Kline, Stephen y Nathan Rosenberg. 1968. An Overview of Innovation. En *The Positive Sum Strategy. Harnessing Technology of Economic Growth*, compilado por Ralph Landau y Nathan Rosenberg, 275-306. Washington: National Academy Press.
- Lall, Sanjaya. 1992. Technological Capabilities and Industrialization. *World Development* II (2): 165-186.
- León, J., S. López y S. Sandoval. 2009. Actividades de transferencia de conocimiento de los investigadores académicos en el estado de Sonora. *Revista de la Educación Superior* XXXVIII (3): 85-112.
- Lundvall, Bengt-Ake. 1992. *National Systems of Innovation. Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Frances Pinter.
- Nelson, Richard y Sidney Winter. 1982. *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Londres: Belknap Press.

- Núñez, Yilsy y Carlos Rodríguez. 2010. Propuesta de tipología de los recursos intangibles en instituciones de educación superior. Simposio Organizaciones públicas y privadas en América Latina y el Caribe: su impacto y desarrollo en la región y el mundo. II Congreso internacional en ciencias, tecnologías y cultura, Chile.
- \_\_\_\_\_, Carlos Rodríguez y Sergio Arancibia. 2010. Modelo de gestión por procesos para la comunicación organizacional como recurso intangible en instituciones de educación superior. Ponencia presentada en VIII Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology, Innovation and Development for the Americas, Perú.
- OECD. 2001. Higher Education Management, Education and Skills. *Journal of the Programme on Institutional Management of Higher Education. Management.*
- Pavón, Silva, T.B., C. Barrera Díaz, V. F. Pacheco Salazar, J. C. Sánchez Meza, G. Gómez Beltrán y R. Moreno Colín. 2007. Beneficios de la vinculación universidad-sector productivo. *Ingeniería, Investigación y Tecnología* VIII (001): 25-33.
- Penrose, Edith. 1980. *The Theory of the Growth of the Firm*. Nueva York: M. E. Sharpe, Inc.
- Rothwell, Roy. 1994. Towards the Fifth-generation Innovation Process. *International Marketing* XXI (1): 7-31.
- Welnerfelt, Briger. 1984. A Resource-based View of the Firma. *Strategic Management Journal* 5: 171-180.

### Anexo

Desglose de la forma en que se construyeron cada una de las dimensiones de vinculación, y los pesos particulares que se asignaron a sus respectivos indicadores.

En la primera dimensión, la distribución de pesos se hizo de la siguiente forma:

|                                        |
|----------------------------------------|
| I = marco institucional                |
| $sa = 0.4 * LO + 0.3 * E + 0.3 * R$    |
| LO: <u>si</u> LO = 1, <u>no</u> LO = 0 |
| E: <u>si</u> E = 1, <u>no</u> E = 0    |
| R: <u>si</u> R = 1, <u>no</u> R = 0    |

Contribuciones del marco institucional

LO = ley orgánica

E = estatutos

R = reglamentos

En las dimensiones II, III y IV, los especialistas consultados consideran la importancia de desagregar las contribuciones básicas, las cuales se presentan a continuación:

| II. Docencia, investigación y asistencia técnica                                                                    |                                                                                                                            |                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $sb = .2 * FRH + .4 * ICDT + .4 * AT$                                                                               |                                                                                                                            |                                                                                                                                 |
| $FRH = .5 * D + .3 * M + .2 * L$                                                                                    | $ICDT = .2 * IB + .4 * IA + .4 * DT$                                                                                       | $AT = .6 * PPT + .3 * ST + .1 * EE$                                                                                             |
| D : <u>si</u> D = 1, <u>no</u> D = 0<br>M: <u>si</u> M = 1, <u>no</u> M = 0<br>L : <u>si</u> L = 1, <u>no</u> L = 0 | IB: <u>si</u> IB = 1, <u>no</u> IB = 0<br>IA: <u>si</u> IA = 1, <u>no</u> IA = 0<br>DT: <u>si</u> DT = 1, <u>no</u> DT = 0 | PPT: <u>si</u> PPT = 1, <u>no</u> PPT = 0<br>ST : <u>si</u> ST = 1, <u>no</u> ST = 0<br>EE : <u>si</u> EE = 1, <u>no</u> EE = 0 |

Contribución a docencia, investigación y asistencia técnica

FRH: formación de recurso humano

Contribución de FRH  
D = doctorado  
M = maestría  
L = licenciatura

Contribución de docencia, investigación y asistencia técnica

ICDT = investigación científica y desarrollo tecnológico

Contribución de ICDT  
IB = investigación básica  
IA = investigación aplicada  
DT = desarrollo de tecnología

Contribución de docencia, investigación y asistencia técnica

AT = asistencia técnica

Contribución de AT  
PPT = proyectos de trasferencia de tecnología  
ST = servicios tecnológicos  
EE = estancias en las empresas

| III. Apoyo y gestión                                                         |                                |                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| $SC = (4^* IPV + 2^* PSNI + 4^* IDV) / 10 = .4^* IPV + .2^* PSNI + .4^* IDV$ |                                |                                                                               |
| $IPV = .2^* P + .4^* IE + .4^* IDP$                                          | $PSNI = SNI$                   | $IV = .4^* UV + .4^* UT + .2^* RV$                                            |
| P : si P = 1, no P = 0<br>si IE = 1, no IE = 0<br>si IDP = 1, no IDP = 0     | PSNI si SNI = 1,<br>no SNI = 0 | UV si UV = 1, no UV = 0<br>UG si UT = 1, no UT = 0<br>RV si RV = 1, no RV = 0 |

Contribución a apoyo y gestión

IPV = incentivos para promover la vinculación  
Contribución a IPV  
P = puntaje de promoción  
IE = incentivos económicos  
IDP = incentivos para el desarrollo profesional

Contribución a apoyo y gestión

PSNI = participación en el Sistema Nacional de Investigadores

Contribución a apoyo y gestión

IV = instancias de vinculación  
Contribución a IPV  
UV = unidad de vinculación  
UG = unidad de gestión  
RV = responsable de vinculación

| IV. Infraestructura física y humana           |                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $sd = .7^* GID + .3^* IAF$                    |                                                                                                                  |
| $GID = (ND + 0.6^* NM + 0.4^* NL) / NT$       | $IAF = 0.3^* PA + 0.7^* IF$                                                                                      |
| ND = # D<br>NM = # M<br>NL = # L<br>NT = # TP | Alto PA = 1 medio PA = .8; bajo PA = .6;<br>no PA = 0;<br>alto IF = 1 medio IF = .8; bajo IF = .6;<br>no IF = 0. |

Contribución a infraestructura física y humana

GID = gasto en investigación y desarrollo  
Contribución a GID  
ND = número de personal con doctorado  
NM = número de personal con maestría  
NL = número de personal con licenciatura  
NT = número total de personal

Contribución a infraestructura física y humana

IAF = infraestructura apoyo y física  
Contribución a IAF  
PA = personal de apoyo  
IF = infraestructura física