



Departamento de Economía
Facultad de Ciencias Sociales
Universidad de la República

Documentos de Trabajo

Diferencias en la efectividad de los canales de interacción sobre los beneficios obtenidos por investigadores y empresas en México

Gabriela Dutrénit, Claudia De Fuentes y Arturo Torres

Documento No. 27/10
Diciembre 2010

ISSN 1688-5031

Diferencias en la efectividad de los canales de interacción sobre los beneficios obtenidos por investigadores y empresas en México¹

Gabriela Dutrénit^{2*}, Claudia De Fuentes^{**} y Arturo Torres*

Resumen

Es ampliamente reconocido que las universidades y los centros públicos de investigación, en lo sucesivo organizaciones públicas de investigación (OPI), son productores y transmisores de conocimiento, y como tal pueden hacer contribuciones importantes tanto para incrementar el desempeño económico de las empresas como para solucionar problemas de la sociedad. El proceso de transferencia del conocimiento entre OPI y la industria se desarrolla a través de múltiples canales de interacción, sin embargo, los canales difieren en cuanto a su efectividad para generar beneficios para ambos actores. Con base en datos a nivel de investigadores académicos y empresas en México, y a través de la construcción de dos modelos Heckman de dos etapas, uno para investigadores y otro para empresas, el presente artículo explora qué canales de interacción son más efectivos para generar diferentes beneficios percibidos por investigadores y empresas involucrados en dichas interacciones. La primera etapa identifica los determinantes de la interacción y elimina el sesgo de selección, la segunda etapa identifica los canales más importantes para obtener beneficios de la interacción. Nuestros hallazgos sugieren que los investigadores están impulsados por la búsqueda de conocimiento más que por factores económicos, ya que valoran más los beneficios intelectuales que pueden obtener que los económicos. Las empresas perciben que los beneficios relacionados a la producción son más importantes que los beneficios relacionados a la innovación, lo que sugiere que tienden a vincularse con organizaciones públicas de investigación para solucionar problemas de corto plazo y no para ampliar sus estrategias de innovación a largo plazo. El canal Bidireccional es el más importante para obtener beneficios tanto para investigadores (beneficios intelectuales) como para empresas (beneficios de innovación y producción). Beneficios duales provenientes de este canal podrían contribuir a la construcción de círculos virtuosos durante la interacción. Otros canales son relevantes solo para generar beneficios para las empresas (e.g. Servicios). Esto plantea la necesidad de alinear incentivos a través de las políticas para fomentar una variedad de canales de interacción. Un subproducto de este análisis fue la identificación de los determinantes de la interacción OPI-Industria. Respecto a los investigadores, se encontró que los determinantes principales están asociados a tres tipos de factores: (i) habilidades (conocimiento), (ii) colaboración académica, y (iii) afiliación institucional. En el caso de las empresas, los determinantes principales para la interacción están asociados con: (i) la estrategia de las empresas: estrategia de apertura e incentivos fiscales para la I+D; y (ii) el papel de las OPI en relación a la creación y transferencia del conocimiento.

¹ Una versión más reducida de este documento se publicará como Dutrénit, De Fuentes y Torres (2010) en *Science and Public Policy*, 37 (7), agosto del 2010.

² *Profesores del programa de Posgrado en Economía y Gestión de la Innovación, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, Ciudad de México, Calzada del Hueso 1100, col. Villa Quietud Coyoacán, CP 04960, Fax (5255) 5483 7235. gdutrenit@laneta.apc.org, atorresv@correo.xoc.uam.mx. ** Posdoctorante en el programa de Posgrado en Economía y Gestión de la Innovación, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, y en la Universidad de Ottawa, Facultad de Ciencias Sociales, Departamento de Economía.

Palabras clave: interacciones entre organizaciones públicas de investigación y empresas; canales de interacción; política de innovación; países en desarrollo; México.

Abstract

It is widely recognized that universities and public research centers, hereinafter referred to public research organizations (PROs) are producers and transmitters of knowledge, and as such can make important contributions both to increase the economic performance of firms and to solve societal problems. The process of knowledge transfer between PROs and industry occurs through multiple channels of interaction, however the effectiveness of different channels on the benefits perceived by both agents differs. Based on micro data of academic researchers and firms in Mexico, this paper explores what channels of interactions are the most effective for triggering different benefits received by researchers and firms involved in such interactions. We built two Heckman's two-step estimation procedure models, one for researchers and one for firms. The first stage determines the drivers of interaction and then eliminates the selection bias, while the second identify the most important channels to benefit from interaction. Our findings suggest that researchers are knowledge driven rather than economic driven, as they value more Intellectual than Economic benefits. Firms perceive Production benefits as more important than Innovation benefits, which suggest that they tend to connect to PRO for short-term problem solving rather than to get insights for long-term innovative strategies. The Bi-directional channel (knowledge flows in both directions) is the most important in providing benefits for both researchers (intellectual benefits) and firms (Innovation and Production benefits). Dual benefits coming from this channel could contribute to building virtual circles for PRO-industry interaction. But other channels are only effective either for researchers (Traditional) or for firms (Services), which raise a policy issue about the need identified the drivers that explain the likelihood of firms and researchers to establish linkages. In the case of researchers, the drivers that explain the probability to connect with firms are: (i) skills (knowledge), academic collaboration and (iii) institutiponal affiliation. In the case of firms, the main are the following: (i) openness strategy (particularly open sources and suppliers) and fiscal incentives for R&D, and (ii) perception about the role of PRO for the creation and transfer of knowledge.

Keywords: university-industry linkages; collaboration drivers; channels of interaction; benefits; innovation policy; developing countries; Mexico.

JEL: O31, O38, L2

1 Introducción y discusión con la literatura³

Es ampliamente reconocido que las universidades y los centros públicos de investigación, en lo sucesivo organizaciones públicas de investigación (OPI), son productores y transmisores de conocimiento, y como tal pueden hacer contribuciones importantes tanto para incrementar el desempeño económico de las empresas como para solucionar problemas de la sociedad. En este sentido, el papel potencial de las OPI ha evolucionado desde la formación de recursos humanos y generación de conocimiento hacia un enfoque más orientado a la solución de problemas y contribución al desarrollo. En el caso de países en desarrollo, las OPI pueden promover el desarrollo económico y social y contribuir a la satisfacción de las necesidades sociales (Arocena y Sutz, 2005).

La interacción OPI-industria (OPI-I) es uno de los elementos clave del Sistema Nacional de Innovación (SNI). Sin embargo, es ampliamente reconocido que en países en desarrollo, las OPI han evolucionado manteniendo una interacción limitada con otros actores del SNI, en especial con las empresas, lo que contribuye a explicar las debilidades de los SNI (Cimoli, 2000; Lall y Pietrobelli, 2002; Cassiolato et al., 2003; Muchie et al., 2003; Lorentzen 2009; Dutrénit et al., 2010). Siguiendo este argumento, las interacciones OPI-I más sólidas pueden jugar un papel crítico para consolidar los SNI en países en desarrollo, ya que pueden generar círculos virtuosos en la producción y difusión del conocimiento.

La evidencia empírica sugiere que el proceso de transferencia del conocimiento entre OPI e industria ocurre a través de múltiples canales, tales como formación de recursos humanos, ciencia abierta (e.g. publicaciones), movilidad de personal, contactos informales, relaciones de consultoría, proyectos de I+D conjuntos y por contrato, patentes y *spin-offs* (Cohen et al., 2002; Bierly et al., 2009). Desde la perspectiva de la industria, algunos autores argumentan que la difusión de la información a través de publicaciones, derechos de propiedad intelectual, recursos humanos, proyectos conjuntos de I+D, y el establecimiento de redes son los canales más importantes (Narin et al., 1997; Swann, 2002; Cohen et al., 2002). Varios estudios van más allá del análisis y muestran que los flujos de conocimiento son específicos al sector y a la tecnología, ya que los sectores difieren en

³ Agradecemos a Diego Ubfal, de la Universidad de California, Los Angeles, por proveer valiosa asistencia econométrica y comentarios.

cuanto a sus bases de conocimiento y patrones de innovación (Pavitt, 1984), y tienen diferentes formas de interactuar con la academia y con otras fuentes de conocimiento.⁴

Desde la perspectiva de la academia, Meyer-Krahmer y Schmoch (1998) encontraron que la I+D conjunta es el canal de conocimiento más importante en algunas áreas. D'Este y Patel (2007) enfatizan la importancia de la creación de nuevas instalaciones, consultoría, la I+D conjunta y por contrato, la capacitación, y las reuniones y conferencias. Bekkers y Bodas Freitas (2008) encontraron que la importancia relativa de los canales es similar entre empresas e investigadores académicos, sin embargo, los investigadores asignan mayor importancia a los distintos canales que las empresas.

Los estudios que analizan los determinantes de la vinculación OPI-industria desde la perspectiva de las empresas han encontrado que los factores más importantes son estructurales, de comportamiento y relacionados a las políticas. Los factores estructurales incluyen la edad (Eom y Lee, 2009; Giuliani y Arza, 2009) y tamaño de las empresas (Cohen et al., 2002; Santoro y Chakrabati, 2002; Motohashi, 2005; Hanel y St-Pierre, 2006), la intensidad tecnológica del sector (Segarra-Blasco y Arauzo-Carod, 2008; Tether y Tajar, 2008) y la pertenencia a un grupo (Tether y Tajar, 2008; Eom y Lee, 2009). Los factores de comportamiento incluyen el tipo de actividades de I+D desempeñadas por las empresas (Segarra-Blasco y Arauzo-Carod, 2008), la intensidad de la I+D (Laursen y Salter, 2004; Eom y Lee, 2009) y la estrategia de apertura de la empresa (Laursen y Salter, 2004). Algunos autores dirigen mayor atención a los factores relacionados a las políticas, tales como el apoyo a las incubadoras (Nowak y Grantham, 2000; Etzkowitz et al., 2005), el fomento de conglomerados industriales innovadores (Wonglimpiyarat, 2006; Sohn y Kenney, 2007), o el inicio de proyectos conjuntos de investigación (Walwyn, 2007). Además, varios autores señalan que las empresas que invierten en mayor medida en I+D son más proclives a tener mayores capacidades de absorción para aprender e interactuar con universidades (Cohen et al., 2002; Fontana et al., 2006).

⁴ Para biotecnología y farmacéutica, Cohen et al. (2002) encontraron que la transferencia de conocimiento a través de publicaciones es más importante. Para química, las patentes (Levin, 1988), la I+D conjunta, la movilidad de recursos humanos (Schartinger et al., 2002), los resultados científicos, contactos informales y estudiantes (Bekkers y Bodas Freitas, 2008), representan flujos de información importantes. Para la electrónica, lo más importante son los recursos humanos, especialmente los estudiantes (Balconi y Laboranti, 2006; Schartinger et al., 2002).

Estudios sobre los determinantes de la vinculación desde la perspectiva de las OPI han encontrado que factores institucionales e individuales explican la probabilidad de establecer interacciones OPI-industria. Los factores institucionales incluyen la afiliación institucional (Boardman y Ponomariov, 2009), la misión fundacional de la universidad, la experiencia en transferencia de tecnología desde las universidades (D'Este y Patel, 2007), la obtención de recursos de investigación y el acceso a diferentes fuentes de financiamiento para la investigación (Schartinger et al., 2001; Lee, 1996; Colyvas et al., 2002), y la calidad de la investigación (Mansfield y Lee, 1996; Schartinger et al., 2002). El conjunto de factores individuales incluye la experiencia previa (Lam, 2005), el status académico y los campos de investigación (Bercovitz y Feldman, 2003; D'Este y Patel, 2007; Boardman y Ponomariov, 2009; Bekkers y Bodas Freitas, 2008), y las aptitudes no-tradicionales sobre el papel de la universidad (Boardman y Ponomariov, 2009).

Respecto a los beneficios obtenidos a través de la interacción OPI-I, algunos autores argumentan que las empresas obtienen una perspectiva distinta para la solución de problemas y en algunos casos desempeñan innovaciones de productos y procesos que no hubieran sido posibles sin la interacción; también se benefician de equipos de investigación altamente calificados, nuevos recursos humanos, y acceso a diferentes enfoques para la solución de problemas (Rosenberg y Nelson, 1994). Bierly et al. (2009) analizaron la transferencia de conocimiento externo procedente de distintas fuentes, entre ellas las OPI, y su aplicación para aumentar la habilidad de las empresas para innovar. Encontraron que las capacidades estratégicas, la postura estratégica y el apalancamiento financiero de las empresas afectan la exploración de fuentes externas, pero únicamente el apalancamiento financiero afecta la explotación de distintas fuentes de conocimiento. Para los investigadores, los beneficios incluyen la obtención de fondos adicionales para laboratorios y el intercambio de conocimiento (Meyer-Krahmer y Schmoch, 1998), el aseguramiento de fondos para los asistentes de investigación y el equipo de laboratorio, la obtención de información para sus propias investigaciones académicas, la posibilidad de probar las aplicaciones de una teoría y complementar los fondos para su propia investigación académica (Lee, 2000), el adquirir una nueva perspectiva para abordar los problemas de la industria y la posibilidad de incidir sobre el conocimiento que está siendo

producido en la academia.⁵ Otros trabajos han identificado algunas desventajas de la interacción OPI-I. Mencionan que un mayor involucramiento con la industria puede corromper la investigación académica y la enseñanza, desviando la atención de la investigación fundamental. Adicionalmente, se puede limitar la apertura de la comunicación entre investigadores académicos y poner restricciones a la difusión del conocimiento, que es un componente esencial de la investigación académica (Mansfield, 1990; Rosenberg y Nelson, 1994; Cohen et al., 2002; Monjon y Waelbroeck, 2003; Welsh et al., 2008).

En contraste, el análisis de la efectividad de los diferentes canales de interacción sobre los beneficios obtenidos por ambos actores ha sido menos explorado (véase por ejemplo Adams et al., 2003; Wright et al., 2008; Arvanitis et al., 2008; Bierly et al., 2009). El presente artículo se enfoca en este tema y, con base en Arza (2010), supone que los beneficios asociados a los vínculos OPI-I difieren de acuerdo a los canales de interacción utilizados. Algunos de estos canales están basados en flujos de conocimiento en ambas direcciones, mientras que otros implican una provisión unilateral de recursos intelectuales de las OPI hacia las empresas. El uso de distintas formas o canales de interacción puede estar asociado a un conjunto de motivaciones que cada agente tiene para participar en interacciones OPI-I. Con base en datos a nivel micro en México, el presente artículo explora qué canales de interacción OPI-I son más eficaces para detonar diferentes beneficios recibidos por investigadores y empresas involucrados en interacciones OPI-I.

Si bien los formuladores de políticas están interesados en promover las interacciones OPI-I, difícilmente reconocen que ambos actores responden a distintos incentivos. De hecho, las OPI y las empresas interactúan por diferentes razones, prefieren distintos canales y obtienen disímiles beneficios. En este sentido, las diferencias entre ambas perspectivas son importantes para entender la evolución de las interacciones OPI-I y promover políticas específicas para reforzar dichas interacciones.

A partir de Arza (2010), hemos clasificado a los canales de interacción en cuatro tipos de acuerdo a las motivaciones para vincularse y la dirección de los flujos de conocimiento,

⁵ Welsh et al. (2008) encontraron que para el sector de biotecnología-agrícola, un beneficio importante es el incremento de los contactos entre investigadores y agricultores.

cada canal incluye un conjunto de formas de interacción: (i) Canal Tradicional, relacionado con formas tradicionales por las cuales las empresas se benefician de las actividades de las OPI (e.g. contratación de egresados, conferencias y publicaciones), donde el conocimiento fluye principalmente de las OPI hacia las empresas, y su contenido está definido por las funciones convencionales de las instituciones académicas (e.g. enseñanza e investigación); (ii) Canal de Servicios, motivado por la prestación de servicios de las OPI que son remunerados económicamente (e.g. consultoría, uso de equipo para control de calidad, pruebas, entrenamiento, etc.), el conocimiento fluye principalmente de las OPI hacia las empresas; (iii) Canal Comercial, motivado por un intento de comercializar los resultados científicos que las OPI han obtenido (patentes, licencias tecnológicas, compañías *spin-off*, incubadoras, etc.), el conocimiento fluye principalmente de las OPI hacia las empresas; y (iv) Canal Bidireccional, motivado por objetivos de largo plazo de creación de conocimiento por las OPI e innovación de las empresas (proyectos conjuntos de I+D, participación en redes, contratos de investigación, parques científico-tecnológicos, etc.), el conocimiento fluye en ambas direcciones y ambos actores son proveedores de conocimiento.

Respecto a los beneficios, clasificamos los beneficios de las empresas en dos tipos: (i) Beneficios de producción, se refieren a aquellos orientados a solucionar problemas de producción de corto plazo (e.g. realizar pruebas, ayudar en el control de calidad, establecer contacto con estudiantes universitarios para contrataciones futuras, etc.); y (ii) Beneficios de innovación, incluyen aquellos orientados a contribuir a las capacidades de innovación y los resultados de largo plazo (e.g. aumentar la habilidad de la empresa para encontrar y absorber información tecnológica, investigación complementaria, investigación sustituta, etc.). Con base en la naturaleza de los beneficios obtenidos por los investigadores, distinguimos: (i) Beneficios intelectuales, aquellos que contribuyen a fortalecer las bases de conocimiento de las OPI (obtener inspiración para investigación científica futura, ideas para nuevos proyectos de colaboración OPI-I, reputación, etc.); y (ii) Beneficios económicos, aquellos relacionados al acceso a recursos adicionales (provisión de insumos para la investigación, recursos financieros, o compartir equipos/instrumentos).

Nuestro argumento se basa en la idea de que los beneficios son más equilibrados -y por lo tanto el conocimiento proveniente de las interacciones puede tener mayor valor- cuando se

utiliza el canal Bidireccional, y el conocimiento fluye en ambas direcciones entre los dos actores. Suponemos que las capacidades de los distintos actores afectan este tipo de vínculos.

El presente artículo está basado en una investigación comparativa internacional sobre las interacciones OPI-I titulado “Interactions between universities and firms: searching for paths to support the changing role of universities in the South”.⁶ Este estudio está basado en datos originales recolectados por dos encuestas llevadas a cabo en México durante el 2008, a los directores de I+D y desarrollo de productos de las empresas y a investigadores de OPI. Construimos dos modelos de estimación Heckman de dos etapas (Heckman, 1978), uno para investigadores y otro para empresas. La primera etapa del modelo identifica los determinantes de los vínculos OPI-I y elimina el sesgo de selección, mientras que la segunda etapa identifica los canales más importantes y otras variables importantes para obtener los beneficios de la interacción. Esta metodología nos permite identificar los determinantes de la interacción para ambos actores como un subproducto de este análisis.

El presente artículo está dividido en cinco secciones. Después de esta introducción, la sección 2 describe el contexto en el que analizamos las interacciones OPI-I en México y su evolución a lo largo del tiempo. La sección 3 describe la metodología y la recolección de datos, y presenta el modelo Heckman utilizado para nuestro análisis. La sección 4 contiene los hallazgos principales y la sección 5 concluye.

2 Evolución de los vínculos OPI-Industria en México

El SNI mexicano no es un sistema consolidado, sino más bien un sistema en proceso de construcción, donde no existen todos los actores clave, y las interacciones entre los actores existentes son débiles, irregulares y en algunos casos ausentes. La tasa de generación, diseminación y absorción del conocimiento tecnológico dentro y entre instituciones es baja y está principalmente restringida a universidades y centros públicos de investigación (CPI).

⁶ Este proyecto fue financiado por el IDRC (Canadá), y analiza las interacciones OPI-I en 12 países de América Latina, Asia y África. Sobre la relación entre canales de interacción y beneficios obtenidos, los casos de Argentina (Arza y Vazquez, 2010), Brasil (Fernandes et al., 2010) y Costa Rica (Orozco y Ruiz, 2010) comparten el mismo marco conceptual y metodológico. Dutrénit y Arza (2010) comparan los resultados entre estos cuatro países.

El SNI mexicano no solo muestra un desempeño pobre en términos de productividad científica y tecnológica, sino que también los vínculos OPI-I son frágiles.

La educación superior en México tiene sus raíces en 1910 con la creación de la primera universidad mexicana, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). El sistema de educación se consolidó durante el periodo del modelo de sustitución de importaciones en la década de los cuarenta. Después de la fundación de la UNAM, entre 1930 y 1980, otras universidades públicas y privadas importantes fueron establecidas, tales como el Instituto Politécnico Nacional (IPN), el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) y varias universidades estatales. La fundación del IPN en 1936, orientado fuertemente a la ingeniería y a la investigación tecnológica, marcó un punto de inflexión fundamental en las políticas del Estado mexicano que, desde entonces, estuvieron orientadas no solo hacia la educación superior sino también hacia la ciencia y la tecnología.

Entre 1935 y 1945 y entre 1970 y 1982, casi todos los CPI y las universidades responsables por las actividades de ciencia y tecnología en México fueron creados. Ambas olas de construcción organizacional coincidieron con la formulación de políticas económicas centradas en la intervención del Estado en la economía y la promoción del desarrollo industrial. Diferentes CPI fueron fundados, tales como los primeros Institutos Nacionales de Salud, el INIFAP para las industrias forestales, agrícolas y pecuarias, y las academias de medicina y de investigación científica. Algunos de ellos vinculados a empresas estatales como el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) y el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE). Adicionalmente, asociado con la creación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) en 1970, emergieron los CPI-CONACYT. Hoy en día, el sistema mexicano de educación superior consiste de universidades, institutos tecnológicos, institutos de educación estatal y escuelas normales. En el 2005 había 2,807 universidades e institutos de educación superior, de los cuales el 40% eran públicos y 60% eran privados. En el 2006, las universidades públicas atrajeron a casi el 60% del total de estudiantes de pregrado y al 58% de los estudiantes de posgrado (Dutrénit et al., 2010).

Con respecto a la investigación científica y a la producción del conocimiento, cuatro universidades públicas han sido particularmente importantes: UNAM, IPN, UAM y el

Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV), que concentran casi el 50% de la producción científica en México. Otro subconjunto importante es el Sistema de CPI-CONACYT, que está compuesto por 27 centros de investigación agrupados en tres áreas científicas y tecnológicas: diez están orientados hacia matemáticas y ciencias naturales; ocho hacia ciencias sociales y humanidades; ocho dedicados hacia la innovación y el desarrollo tecnológico; y uno a proveer información. Un tercer subconjunto está compuesto por institutos de investigación vinculados a secretarías gubernamentales: tales como el IMP, el IIE, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), y el Instituto Nacional de Salud Pública (INSP), entre otros.

La evolución de las universidades y los CPI fue moldeada por un enfoque lineal de las políticas de ciencia y tecnología. La idea predominante era que la investigación científica trae a la par desarrollo tecnológico que, al mismo tiempo, crea las condiciones para que las tecnologías se conviertan en fuentes de nuevos productos y procesos; por lo que el financiamiento se debería dar a la ciencia, y se le prestaba poca atención a los vínculos OPI-I. Además, el gasto privado en I+D ha sido bajo en México a lo largo de tiempo y las OPI concentran el mayor esfuerzo en ciencia. Estas instituciones han sido apoyadas principalmente por los presupuestos provistos por el gobierno mexicano. Al concentrar la mayoría de las capacidades, que son relevantes para el apoyo a procesos de innovación que requieren una base científica, desempeñan un papel relevante en el proceso de innovación.

El sector productivo ha actuado en gran parte como un actor aislado dentro del sistema. Con la excepción de su interacción con el gobierno- que resulta principalmente de las políticas macroeconómicas y de algunos incentivos industriales derivados de las regulaciones gubernamentales, existe una clara ausencia de vínculos regulares entre la industria Mexicana y otros actores económicos y sociales tales como las OPI. Más aún, dado que el conocimiento científico es generado fundamentalmente en CPI y en universidades públicas, la debilidad de los vínculos con estos actores es uno de los factores principales que frenan el desarrollo de las capacidades de innovación nacionales. La mayoría de estas interacciones han tenido lugar en lo que puede ser denominado la triada pública: CONACyT-CPI-universidades públicas. La densidad de estas interacciones ocurre entre CONACyT-CPI, CONACyT-universidades, y universidades-CPI (Dutrénit et al, 2010). Esta configuración ha sido construida a lo largo de las últimas tres décadas como

resultado de políticas de ciencia y tecnología, y recientemente también de innovación, basadas en la concepción de que la innovación es un proceso lineal, como se señaló anteriormente. Sin embargo, ha habido algunos casos exitosos de vínculos OPI-I, particularmente en la industria farmacéutica, de autopartes, químicos, biotecnología, software, cemento y maquinaria.

Al reconocer que el conocimiento generado en las OPI juega un papel importante en impulsar innovaciones a nivel empresarial, el gobierno mexicano implementó políticas explícitas desde principios de los noventa para estimular los vínculos OPI-I. Estos vínculos han sido fortalecidos a finales de los noventa, con la aprobación de la Ley de ciencia y tecnología en 1999 y en 2002, y la presentación del Programa Especial para Ciencia y Tecnología 2001-2006 (PECyT). Los programas principales que fomentan la vinculación OPI-I son los siguientes: (i) los Incentivos Fiscales a la I+D, que en la convocatoria del 2007 incorporaron que los proyectos debían incluir actividades de vinculación con OPI, e incluso que el 20% del gasto debía ser manejado por estas instituciones; y (ii) el Fondo Sectorial de Ciencia y Tecnología para el desarrollo económico, que opera como un fondo competitivo donde el 86.9% de los proyectos fueron realizados en interacción con OPI.⁷

A medida que la sociedad y el sistema económico avanzan hacia una producción y explotación más intensiva de distintos tipos de conocimiento, los vínculos OPI-I emergen como uno de los factores centrales que subyacen a la dinámica del proceso innovador. Sin embargo, pocos estudios han analizado las interacciones OPI-I en México, la mayoría de ellos basados en estudios de caso para sectores específicos (Casas, 2001) o centrados en las capacidades académicas de las OPI (Casas y Luna, 1997). Se ha analizado menos la interacción OPI-I desde la perspectiva de las empresas. Hasta donde sabemos, no hay estudios sobre la importancia de los determinantes de la vinculación OPI-I desde ambas perspectivas, y sobre los beneficios que estos dos actores del SNI podrían obtener de estos vínculos en México. Este estudio tiene como objeto contribuir a la comprensión de este tema.

⁷ Otros programas relevantes son: (i) IDEA (Incorporación de Científicos y Tecnólogos Mexicanos a los Sectores Sociales y Productivos del País), operando bajo un esquema de pago de becas a profesionales mexicanos con maestría o doctorado que se incorporan a una empresa para desarrollar un proyecto de I+D e innovación; (ii) Estancias sabáticas dentro de empresas; (iii) Consorcios (asociación público-privada) y Alianzas Estratégicas e Innovación-AERI (redes).

3 Diseño de la investigación y estadística descriptiva

3.1 *Recolección de datos y características de la muestra*

Este estudio está basado en datos originales recolectados por dos encuestas sobre interacciones OPI-I, llevadas a cabo en México durante el 2008. La encuesta de las empresas fue contestada por los gerentes I+D o de desarrollo de productos. Esta encuesta tiene cinco partes: (i) actividades de I+D e innovación; (ii) fuentes principales de conocimiento e información, y formas/canales de interacción OPI-I; (iii) principales campos de ciencia e ingeniería que contribuyen a las actividades de innovación de la empresa; (iv) objetivos para la interacción, productos y beneficios de la interacción, y razones de algunos fracasos; y (v) papel principal de las OPI según la percepción de la empresa. La encuesta a las OPI fue dirigida hacia investigadores que trabajan en OPI. Esta encuesta también tiene cinco partes: (i) características del investigador, (ii) características del equipo de investigación, (iii) resultados del investigador, (iv) principales características de la interacción OPI-I y formas/canales de interacción, y (v) beneficios económicos y personales obtenidos como resultado de la interacción.

La base de datos de los investigadores estuvo integrada por 3,423 investigadores. 80% de ellos pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) de CONACYT.⁸ Se incluyeron investigadores de seis campos de conocimiento (Física y Matemáticas;⁹ Biología y Química; Medicina y Ciencias de la Salud; Ciencias Sociales; Biotecnología y Agronomía; e Ingeniería). La tasa de respuesta fue del 14%. Para este artículo, la muestra estuvo conformada por 385 investigadores adscritos a OPI, los investigadores adscritos a instituciones privadas fueron excluidos. El 81% de esta muestra es parte del SNI y el 61% de los investigadores tienen vínculos con la industria.

La muestra está integrada por un 17% de investigadores en Física y Matemáticas, 23% en Biología y Química, 6% en Medicina y Ciencias de la Salud, 24% en Biotecnología y

⁸ El Sistema Nacional de Investigadores fue creado en 1984 y sus objetivos principales incluyen la promoción de la formación, desarrollo y consolidación de una masa crítica de investigadores de alto nivel, principalmente dentro del sistema público. Otorga incentivos pecuniarios (compensación mensual) y no-pecuniarios (status y reconocimiento) para investigadores basados en su productividad y en la calidad de su investigación.

⁹ Este campo también incluye a las Ciencias de la Tierra.

Agronomía, y 30% en Ingeniería.¹⁰ El 57% de los investigadores que son miembros del SNI tienen vínculos con la industria, mientras que el 77% de los investigadores que no son miembros del SNI tienen vínculos con empresas. La mayoría de nuestra muestra está integrada por investigadores con doctorado -87% de ellos tienen doctorado, 7% tienen maestría y 6% tienen licenciatura. En términos de género, la muestra está integrada en su mayoría por hombres (78%), quienes también tienden a interactuar con empresas más que las mujeres (66% y 44% respectivamente). El promedio de edad es de 47 años.

En términos de la afiliación institucional, 58% de los investigadores están adscritos a universidades. Sin embargo, los investigadores de los CPI tienden a conectarse más que aquellos afiliados a universidades (75% y 51% respectivamente). En términos del tamaño de empresas con las que interactúan, 36% de los investigadores interactúan con empresas micro/pequeñas, 26% con empresas grandes, y 38% tanto con empresas micro/pequeñas como con empresas grandes. El 71% de los investigadores pertenecen a un grupo de investigación, y el 61% de los grupos de investigación tienen vínculos con empresas. En promedio, el tamaño de los grupos de investigación es de alrededor de 18 miembros (incluyendo PhD, maestros, licenciados, técnicos y estudiantes de diferentes niveles, pocos grupos de investigación tienen investigadores de postdoctorado).

Los datos sobre los resultados de los investigadores muestran que aquellos investigadores con vínculos tienen más productos relacionados a la investigación aplicada (patentes y software) que los investigadores sin vínculos. Sin embargo, respecto a los artículos indexados en las revistas ISI, no hay una diferencia significativa en cuanto a la productividad entre investigadores que interactúan y aquellos que no interactúan, para ambos el promedio es 0.45 publicaciones anuales de artículos indexados en ISI.¹¹

La base de datos original de las empresas estuvo integrada por 1,200 empresas, 70% de estas empresas se han beneficiado de fondos públicos para fomentar actividades de I+D e innovación, tales como el programa de incentivos fiscales a la I+D y los fondos competitivos para fomentar la innovación. La tasa de respuesta fue de 32.3%, Para este

¹⁰ Nuestra muestra no incluye investigadores de ciencias sociales ya que tienen vínculos limitados con la industria.

¹¹ Rivera et al (2009) encontraron los mismos resultados en el caso de la investigación relacionada a la agricultura para el caso de México.

artículo, la muestra estuvo conformada por 325 empresas manufactureras innovadoras, las empresas no innovadoras fueron excluidas. El 67% de la muestra realiza I+D, el 42% tiene incentivos fiscales para la I+D, y el 75% tienen vínculos con OPI (67% interactúan con universidades y 47% con CPI).¹² Esta muestra no es diferente de los resultados obtenidos para las empresas innovadoras en la Encuesta Nacional de Innovación del 2006, donde la mitad de los innovadores realizan actividades de I+D, y 65% usan a las OPI como fuente de información. La muestra incluye todos los sectores manufactureros, sin embargo, la composición entre las empresas vinculadas y no vinculadas difiere entre sectores.

Las empresas vinculadas cuentan con departamentos de I+D más grandes y emplean 85% más recursos humanos capacitados para desempeñar actividades de I+D que las empresas no vinculadas. Las empresas con vínculos tienden a utilizar otras fuentes de información más extensivamente que aquellas sin vínculos.¹³ Las empresas que tienen estímulos fiscales para la I+D tienen una mayor tendencia a interactuar que aquellas que no, ya que el 84% de las empresas con estímulos fiscales tiene vínculos con la industria.

Las empresas con inversión extranjera representan el 33% del total de la muestra; éstas tienen aproximadamente la misma tendencia a interactuar que las empresas nacionales (70%). En términos del tamaño, la mayoría de las empresas en la muestra son medianas (42%) y grandes (42%), únicamente 16% son micro y pequeñas. En general observamos que las empresas micro/pequeñas y grandes tienden a interactuar más (80%) que las empresas medianas (68%).¹⁴

En términos de los resultados de la innovación, la muestra incluye empresas que introducen innovaciones de diferentes grados de novedad. El 25% introduce mejoras en

¹² Ambas encuestas fueron voluntarias, por lo tanto, probablemente existe un sesgo hacia la interacción OPI-I proveniente de las respuestas de aquellos investigadores y empresas que realmente interactúan. La encuesta de las empresas incluye una gran proporción de empresas que realizan I+D y acceden a fondos públicos para fomentar la I+D. La encuesta de investigadores incluye una gran proporción de investigadores con vínculos que son miembros del SNI.

¹³ Como la mayoría de los estudios han encontrado, para ambos tipos de empresas, los clientes son el tipo más importante de fuente de conocimiento.

¹⁴ Investigaciones anteriores indican que las grandes empresas tienden a interactuar más que las pequeñas (Cohen et al., 2002; Tether y Tajar, 2008). Sin embargo, el tamaño no es lo único que importa al explicar la frecuencia de las interacciones. En el caso de México, en nuestra muestra hay un grupo de empresas micro y pequeñas que interactúan y que tienen altas capacidades de I+D, trabajando en sectores tecnológicamente intensivos y que están vinculadas con OPI. Las empresas de tamaño mediano están en sectores menos dinámicos, lo que podría explicar su comportamiento.

productos y/o procesos, el 31% introduce innovaciones incrementales, y el 12% introduce innovaciones a nivel mundial. Existen algunas diferencias entre las empresas que están vinculadas y aquellos que no lo están en términos del grado de novedad de sus innovaciones (Tabla 1). Los innovadores a nivel mundial tienden a colaborar más con OPI.

Tabla 1 Interacciones con OPI y grado de novedad de las innovaciones

Novedad de las innovaciones	No vinculadas		Vinculadas	
	Número	%	Número	%
Mejoras	22	27.5%	59	24.1%
Incrementales	23	28.8%	77	31.4%
Radicales	4	5.0%	34	13.9%
Total	80	100.0%	245	100.0%

3.2 Construcción de las variables clave

Las variables clave de nuestro análisis son los canales de interacción y los beneficios de interacción. Para construir el indicador de Canales de interacción nos basamos en una pregunta donde los investigadores y las empresas evaluaron la importancia de cada forma de interacción. Clasificamos las diferentes formas de interacción en cuatro canales de acuerdo a las motivaciones para vincularse y a la dirección de los flujos de conocimiento. De esta forma seguimos una categorización basada en el marco teórico, resumido al final de la Sección 1. Construimos cada canal de interacción a través del promedio simple de las formas de interacción que lo integraron. La Tabla 2 muestra la clasificación.

Tabla 2 Canales de interacción OPI-I

Formas	Canales
Creación de redes con empresas Proyectos de I+D cooperativos Contratos de investigación	Bi-direccional (VB)
Patentes usadas por empresas Concesión de licencias tecnológicas Incubadoras <i>Spin-off</i> de OPI	Comercial (VC)
Movilidad del personal Consultoría y asistencia técnica Intercambio informal de información Capacitación del personal	Servicios (VS)
Conferencias y exposiciones Publicaciones Recién graduados empleados en la industria	Tradicional (VT)

Notas:

Usamos una escala de Likert de 1-4, que fue normalizada de 0.25 a 1.

La pregunta incluyó también otras formas de interacción (los parques industriales y las prácticas profesionales) pero no fueron incluidos en este análisis ya que tienen un alto número de valores faltantes.

El concepto de canal bidireccional se refiere a aquellas formas de interacción que permiten que la información fluya en ambos sentidos, mientras que en los otros canales el conocimiento fluye principalmente de las OPI hacia las empresas.

Construimos diferentes tipos de beneficios para investigadores y empresas. Los beneficios de las empresas son definidos *ad hoc* como relacionados con la innovación (In) y relacionados con la producción (P). Para construir el indicador de los beneficios de las empresas nos basamos en una pregunta donde las empresas evaluaron la importancia de alcanzar objetivos específicos durante su colaboración con OPI. Únicamente consideramos los casos en los que las empresas evaluaron como positivos los resultados de la interacción con OPI. Calculamos el promedio simple de las respuestas que integran cada beneficio. La Tabla 3 muestra la clasificación propuesta en este estudio.

Tabla 3 Tipos de beneficios para las empresas

Beneficios relacionados con estrategias de innovación de largo plazo	Transferencia de tecnología de las OPI
	Aumentar la capacidad de las empresas para identificar y absorber información tecnológica
	Obtener información sobre las tendencias de la I+D en el campo
	Contratar investigación para contribuir a las actividades innovadoras de la empresa
	Contratar investigación que la empresa no realiza
Beneficios relacionados con actividades de producción de corto plazo	Obtener consejos tecnológicos/consultoría para solucionar problemas relacionados a la producción
	Hacer contacto previo con estudiantes para su contratación futura
	Usar los recursos disponibles en las universidades y CPI
	Realizar pruebas de los procesos/productos
	Ayudar en el control de calidad

Nota:

Usamos una escala Likert de 1-4 que fue normalizada de 0.25 a 1.

Para construir el indicador de beneficios de los investigadores nos basamos en una pregunta en la que los investigadores evaluaron la importancia de los beneficios durante su colaboración con las empresas. En vez de construir una caracterización *ad hoc* para los beneficios de los investigadores, realizamos un análisis factorial y agrupamos los beneficios en dos factores, que se refieren a los beneficios económicos (E) e intelectuales

(I). La tabla 4 muestra la clasificación propuesta para este estudio. La tabla A.2 en el Anexo presenta la matriz transpuesta de los beneficios.¹⁵

Tabla 4 Tipos de beneficios para los investigadores

Beneficios económicos	Compartir equipos/instrumentos
	Suministro de insumos de investigación
	Recursos financieros
Beneficios intelectuales	Ideas para proyectos de colaboración futuros
	Inspiración para la investigación científica
	Compartir conocimiento/información
	Reputación

Nota:

Usamos una escala Likert de 1-4, que fue normalizada de 0.25 a 1.

Otras variables independientes para investigadores y empresas incorporadas en el análisis están asociadas con la probabilidad de vincularse y los determinantes de los beneficios de la interacción. Para los investigadores analizamos las habilidades (conocimiento), la colaboración académica, las redes con empresas y la afiliación institucional. La Tabla 5 describe los conceptos principales, y las variables proxy utilizadas.

Table 5 Variables para analizar la vinculación OPI-I desde la perspectiva de los investigadores

Característica	Variable	Tipo de variable
Habilidades (conocimiento)	Grado	Indicador: Doctorado=1; Maestría=1; Licenciatura=0
	Tipo de investigación	Indicador: Ciencias básicas=1; Desarrollo de tecnología=1; Ciencias aplicadas=0
	Campo de investigación	Indicador: Física y Matemáticas=0; Química y Biología=1; Medicina y Ciencias de la Salud=1; Biotecnología y Agronomía=1; Ingeniería=1
Colaboración académica	Miembro de un equipo de investigación	Indicador: Si=1; No=0
	Recursos humanos en el equipo de investigación	Numérica: $RH = \sum x_{ij} P_i / N$ Postdoctorado=0.4, Doctorado=0.4, Estudiantes de Doctorado=0.3, Estudiantes de Maestría e investigadores=0.2, estudiantes e investigadores nivel licenciatura y técnicos=0.1
	Edad del equipo	Numérica
Redes con empresas	Importancia de vincularse con	Indicador: Si=1 (muy importante); No=0 (Sin importancia)

¹⁵ Si bien se pueden usar otros enfoques metodológicos para construir las variables de beneficios y canales, las construcciones que usamos aquí están basadas en el marco teórico, y dan prioridad a la comparabilidad entre los países que integraron el proyecto, ya que se refieren a la misma pregunta de la encuesta común.

Característica	Variable	Tipo de variable
	empresas	
	Iniciativa de colaboración	Indicador: Iniciativa de la empresa=1; Ambos=1; Iniciativa del investigador=0
Afiliación institucional	Tipo de organización	Indicador: 1=Universidad, 0=CPI
Canales de interacción	Bidireccional Tradicional Servicios Comercial	Índice 0.25-1 para medir la importancia de cada forma de interacción
Beneficios	Intelectual	Cargas factoriales
	Económico	

Para las empresas, analizamos las capacidades de innovación, las características de las empresas, y su estrategia. Respecto a la estrategia analizamos dos variables: el uso de incentivos fiscales para la I+D y la estrategia de apertura. A partir de Laursen y Salter (2004), construimos 4 factores principales que expresan la estrategia de apertura para obtener información de fuentes externas:¹⁶ Acceso a la ciencia abierta, Consultoría y proyectos de investigación con otras empresas, Mercado y Proveedores.¹⁷ La Tabla 6 describe los principales conceptos usados para medir la probabilidad de vinculación y los determinantes de los beneficios de las empresas, y las variables proxy utilizadas.

Tabla 6 Variables para analizar los vínculos OPI-I desde la perspectiva de la empresa

Característica	Variable	Tipo de variable
Capacidades de Innovación	Recursos humanos en I+D	Numérica: Recursos humanos en I+D como % del empleo total
	Formalización de actividades innovadoras y de I+D	Indicador: Actividades de innovación formales y continuas=1; Otros=0
Características de la empresa	Tamaño de la empresa	Numérica: ln de empleados de la empresa
	Sector tecnológico	Catórica: 0.25: bajo, 0.5: mediano-bajo, 0.75: mediano-alto, 1: alto
	Propiedad	Indicador: Inversión extranjera=1; Otros=0
Estrategia	Estrategia de apertura F1-F4	Cargas factoriales de fuentes externas de información: Acceso a la ciencia abierta, Consultoría y proyectos de investigación con

¹⁶ Laursen y Salter (2004) argumentan que los factores de gestión, tales como la estrategia de la empresa para acceder a diferentes fuentes de información, entre otros, son determinantes importantes para colaborar y recibir los beneficios de la academia. Usaron la encuesta de innovación del Reino Unido, y como parte de su análisis construyeron una variable que refleja las estrategias de búsqueda de información de las empresas. De un grupo de 15 fuentes de información, que excluye a universidades y fuentes dentro de la empresa, realizaron un análisis factorial por componentes principales; obtuvieron dos factores para la estrategia de apertura. Ambos factores son significativos y positivos para explicar el uso del conocimiento universitario.

¹⁷ La varianza común explicada por estos factores es del 66.1%. Véase la Tabla A.4 en el Anexo para una mejor descripción del análisis factorial.

Característica	Variable	Tipo de variable
		otras empresas, Mercado y Proveedores. (Véase Tabla A.4 en el Anexo)
	Incentivos fiscales para la I+D	Indicador: Si=1; No=0
Papel de las OPI	Creación y transferencia de conocimiento	Catógórica: 0.25:sin importancia, 0.5:poca importancia, 0.75:importancia mediana, 1:alta importancia.
Canales de interacción	Bidireccional Tradicional Servicios Comercial	Índice de 0.25-1 para medir la importancia de cada forma de interacción
Beneficios	Innovación Producción	Índice de 0.25-1 para medir la importancia de cada beneficio individual

3.3 El modelo y los procedimientos de estimación

En este artículo se construyó un proceso de estimación Heckman de dos etapas (Heckman, 1978). El modelo Heckman es un instrumento poderoso que ayuda a aislar los factores que afectan el proceso de selección y reduce el sesgo de selección para identificar los determinantes de la variable dependiente final. En nuestro caso, la primera etapa del modelo es una ecuación de selección que estima la probabilidad de vinculación para investigadores y empresas. En esta etapa, se realiza una regresión Probit, la variable dependiente (d_{Vi}) es una variable dummy que es igual a 1 cuando la empresa o el investigador está vinculado. Los vectores de las variables independientes en estas ecuaciones son aquellas características de los investigadores (R_{Vi}) y empresas (F_{Vi}) que afectan sus probabilidades de vinculación. La primera etapa también estima el inverse mills ratio para cada investigador o empresa, que es usada como un instrumento en la segunda regresión para corregir el sesgo de selección (véase ecuaciones 1.1, 1.2, 2.1 y 2.3 abajo).

La segunda etapa de nuestro modelo de Heckman estima los determinantes principales de los beneficios de la colaboración. En esta etapa se computa una regresión lineal. La variable dependiente (Beneficios) es una variable *pseudo-continua* que expresa la importancia de los beneficios de la colaboración. Conceptualizamos una ecuación para cada tipo de beneficio para investigadores y empresas. Los vectores de las variables independientes son aquellas características de los investigadores y empresas que determinan los beneficios de la interacción. Las variables independientes críticas para la

segunda etapa del modelo son los canales de interacción (Chi). El marco conceptual descrito en la Sección 1 sugiere que diferentes canales de interacción tienen el potencial de desencadenar diferentes tipos de beneficios para los investigadores (intelectuales $-IBi-$ y económicos $-EBi-$) y para las empresas (producción $-PBi-$ innovación $-InBi-$) (véanse ecuaciones 1.2, 1.4, 2.2 y 2.4 abajo). Sin embargo, hay otras características de los investigadores y empresas (Ri y Fi respectivamente) que también pueden determinar los beneficios de colaboración.

Seguimos dos conjuntos de ecuaciones, uno para investigadores y otro para empresas.

a) Perspectiva del investigador:

$$(1.1) d_V = RV_i b + u_i$$

$$(1.2) IB_i = Ch_i a + R_i d + e_i$$

$$(1.3) d_V = RV_i b + u_i$$

$$(1.4) EB_i = Ch_i a + R_i d + e_i$$

(RV_i) : Grado, tipo de investigación, campo de investigación, miembro de un equipo de investigación, importancia de vincularse con empresas, y tipo de organización.

R_i : Grado, campo de investigación, recursos humanos en el equipo, edad del equipo, iniciativa de colaboración, y tipo de organización.

b) Perspectiva de la empresa:

$$(2.1) d_V = FV_i b + u_i$$

$$(2.2) PB_i = Ch_i a + F_i d + e_i$$

$$(2.3) d_V = FV_i b + u_i$$

$$(2.4) InB_i = Ch_i a + F_i d + e_i$$

FV_i : Formalización de las actividades de innovación e I+D, tamaño de la empresa, sector tecnológico, propiedad, estrategia de apertura, incentivos fiscales para la I+D, y rol de OPI en la creación y transferencia del conocimiento. .

F_i : Recursos humanos en I+D, formalización de las actividades de innovación e I+D, tamaño de la empresa, sector tecnológico, propiedad, estrategia de apertura, e incentivos fiscales para la I+D.

Para los modelos de los investigadores y las empresas primero seleccionamos las variables del modelo de selección que pueden afectar la probabilidad de vinculación. En segundo lugar, identificamos el mejor modelo posible para la ecuación de selección mediante la estimación de diferentes especificaciones de modelos Probit sobre la probabilidad de

vinculación. Para seleccionar las variables que mejor se ajustan al modelo realizamos una prueba de verosimilitud logarítmica (LR) en los modelos Probit. En tercer lugar, seleccionamos las variables que mejor describen los beneficios de la interacción OPI-I y los probamos en el modelo Heckman general.

3.4 Estadística descriptiva: comportamiento de canales y beneficios

Respecto a los beneficios, los investigadores dan más importancia a los beneficios intelectuales (69%) que a los beneficios económicos (56%). Esto sugiere que los investigadores responden más a la generación de conocimiento que a la obtención de recursos económicos. Los beneficios individuales más importantes para los investigadores están relacionados a nuevos proyectos de colaboración e investigación científica futura. En el caso de las empresas, los beneficios relacionados con la producción (42%) son más importantes que los beneficios relacionados con la innovación (39%), lo que sugiere que las empresas de nuestra muestra están más interesadas en resolver problemas de corto-plazo que en innovar. El beneficio más importante está asociado al contacto con estudiantes para su contratación futura, que está clasificado como un beneficio de producción. Respecto a los beneficios de innovación, el beneficio más importante está asociado con la absorción de información tecnológica, que no implica una participación activa de la empresa en el proceso de generación del conocimiento. Cuando distinguimos por sectores tecnológicos, encontramos que para las empresas de sectores tecnológicos bajos son más importantes los beneficios de Producción, mientras que para las empresas localizadas en sectores tecnológicos alto y mediano-alto son más importantes los beneficios de Innovación.

En cuanto a los canales de interacción, la Tabla 7 muestra el promedio de importancia asignada y el porcentaje de respuesta de alta importancia para cada una de las formas y canales de interacción por investigadores y empresas. Los investigadores y las empresas tienen distintas percepciones respecto a la importancia de los canales de interacción OPI-I. Los investigadores valoran más el canal Bidireccional (60%), particularmente la transferencia de conocimiento a través de la investigación conjunta. Por el otro lado, las empresas valoran más el canal Tradicional (58%). Esta falta de coincidencia sugiere que desde la perspectiva de las empresas, las OPI contribuyen sobre todo con la creación de

recursos humanos y la difusión del conocimiento, mientras que desde la perspectiva de los investigadores, la generación de conocimiento juega un papel crucial. Existe un acuerdo respecto al canal Comercial, ya que para ambos actores es el menos importante.

Tabla 7 Importancia de los Canales y formas de interacción OPI-I

Canales y formas de interacción	Perspectiva de los investigadores		Perspectiva de las empresas	
	Promedio	% de investigadores para quienes es importante	Promedio	% de empresas para quienes es importante
Tradicional	0.54	37.7	0.58	47.7
Publicaciones	0.50	30.1	0.59	45.3
Conferencias y exposiciones	0.61	48.6	0.58	48.9
Recién graduados empleados recientemente	0.53	34.3	0.57	48.9
Servicios	0.58	47.3	0.54	40.0
Consultoría	0.60	50.1	0.54	40.3
Movilidad del personal	0.48	32.7	0.45	25.2
Intercambio informal de información	0.65	57.7	0.56	41.9
Capacitación de personal	0.59	48.8	0.61	52.6
Bidireccional	0.60	49.0	0.54	39.6
Contratos de investigación	0.64	55.3	0.54	37.8
I+D conjunta	0.68	61.0	0.58	46.5
Redes	0.58	47.0	0.49	34.5
Comercial	0.48	30.3	0.43	24.8
Spin-off	0.45	25.7	0.34	10.8
Incubadoras	0.51	35.1	0.44	24.3
Licencias tecnológicas	0.47	29.9	0.48	30.8
Patentes	0.48	30.6	0.49	33.5

Respecto al impacto de los canales de interacción OPI-I sobre los beneficios, la Tabla 8 muestra ambas perspectivas. En términos generales, los investigadores utilizan los cuatro canales más eficazmente y obtienen mayores beneficios de la interacción, lo que concuerda con los resultados de Bekkers y Bodas Freitas (2008). Los investigadores usan los canales Tradicional y de Servicios más activamente, y usualmente reportan mayores beneficios Intelectuales de cada canal de interacción. Por el otro lado, las empresas usan los canales Bidireccional y Comercial más activamente y reportan mayores beneficios de Innovación de los distintos tipos de colaboración.

Tabla 8 Canales y beneficios de los investigadores y las empresas, % de importancia

Canales	Investigadores		Empresas	
	Intelectuales	Económicos	Innovación	Producción
Bidireccional (VB)	0.74	0.60	0.73	0.66
Comercial (VC)	0.73	0.61	0.72	0.69
Servicios (VS)	0.81	0.66	0.70	0.64
Tradicional (VT)	0.78	0.65	0.67	0.60

4 Resultados

4.1 Canales y beneficios: los investigadores

La Tabla 9 presenta los resultados del modelo de Heckman estimado con errores estándares robustos para las ecuaciones (1.1) y (1.2) sobre beneficios Intelectuales y (1.3) y (1.4) y sobre beneficios Económicos de los investigadores. Las ecuaciones (1.1) y (1.3) son estimaciones para la ecuación de selección, que estima la probabilidad de que los investigadores se vinculen a las empresas. Estas estimaciones son utilizadas como una herramienta para corregir el sesgo de selección en la estimación de los beneficios. Los resultados de la ecuación de selección (Intelectuales y Económicos) son bastante similares, lo que incrementa la solidez de nuestro modelo.

Aunque este artículo se enfoca en la relación entre los canales y los beneficios, a partir de las ecuaciones de selección (1.1) y (1.2) podemos argumentar que los determinantes principales para la interacción, de acuerdo a la perspectiva de los investigadores, están asociados a tres tipos de factores: (i) habilidades (conocimiento): grado del investigador, campo de investigación, y tipo de investigación; (ii) colaboración académica: miembro de un equipo de investigación; y (iii) afiliación institucional: tipo de organización –centro público de investigación o universidad. Los investigadores sin posgrado, los miembros de un equipo, y aquellos que trabajan en un CPI tienen mayor probabilidad de vincularse con la industria que los demás. En cuanto a los campos de investigación, los resultados confirman que hay diferencias significativas en lo que se refiere a la posibilidad de conectarse. Los investigadores de Biotecnología y Agronomía e Ingeniería tienden a conectarse mucho más con la industria que los investigadores de los campos de Física y

Matemáticas, como se esperaba. Sin embargo, Medicina y Ciencias de la Salud tienden a conectarse mucho menos que Física y Matemáticas. Respecto al tipo de investigación, los investigadores que llevan a cabo ciencia básica y desarrollo tecnológico tienden a conectarse más que aquellos que llevan a cabo investigación aplicada. Estos resultados requieren de mayor investigación y van más allá del alcance del presente artículo.

Tabla 9 Estimaciones Heckman de los beneficios económicos e intelectuales para investigadores

	Selección (1.1)	Beneficios Intelectuales (1.2)	Selección (1.3)	Beneficios Económicos (1.4)
Maestría	-0.6401** (0.3162)	0.5444* (0.3192)	-0.7716** (0.3109)	-0.2689 (0.3592)
Doctorado	-1.2633*** (0.2603)	0.6630*** (0.2310)	-0.9215*** (0.2360)	0.0571 (0.2706)
Química y Biología	0.1999 (0.1812)	-0.1885 (0.2664)	0.2099 (0.1919)	0.0776 (0.2294)
Medicina y Ciencias de la Salud	-0.6124** (0.2921)	-0.1942 (0.4322)	-0.3529 (0.2612)	0.1564 (0.3800)
Biotecnología y Agronomía	1.1861*** (0.1800)	-0.2436 (0.2244)	1.0305*** (0.2014)	-0.1869 (0.2246)
Ingeniería	0.4770*** (0.1653)	-0.3317 (0.2260)	0.5216*** (0.1629)	-0.2156 (0.2079)
Ciencia básica	0.5543*** (0.1379)		0.4924** (0.2108)	
Desarrollo tecnológico	0.8822*** (0.1682)		0.6772** (0.3355)	
Miembro de un equipo de investigación	0.4668*** (0.1376)		-0.0539 (0.2041)	
Edad del equipo		-0.0087* (0.0053)		0.0116** (0.0058)
Recursos humanos en el equipo		0.0062* (0.0029)		-0.0081** (0.0030)
Tipo de organización	-0.5716*** (0.1240)	0.1366 (0.1181)	-0.4057*** (0.1166)	0.0838 (0.1345)
Importancia de vincularse con empresas	1.6300*** (0.1131)		1.5660*** (0.0981)	
Iniciativa de colaboración por las empresas		-0.2751* (0.1593)		0.1713 (0.1967)
Iniciativa de colaboración de ambos		-0.2182 (0.1175)		0.0623 (0.1273)
Canal Tradicional		0.8433* (0.4501)		0.1534 (0.3618)
Canal Bidireccional		0.7082** (0.3578)		0.1725 (0.3501)
Canal de Servicios		0.4699 (0.3798)		0.1718 (0.4211)

Canal Comercial		-1.0629*** (0.3180)		0.0039 (0.3274)
_cons	-0.0382 (0.3067)	-0.6854* (0.3547)	0.0152 (0.4724)	0.0173 (0.4196)
Observaciones		382		382
Censurados		150		150
Wald Chi2(15)		58.61		36.70
Prob>chi2		0.0000		0.0014
athrho		-0.8511***		-1.5601
Insigma		-0.0807		0.0473
Wald prueba de indep. eqns. (rho = 0): chi2(1) =		37.48		11.31
rho		-0.6916		-0.9154
sigma		0.9225		1.0485
lambda		-0.6380		-0.9598

*p < 0.1; **p < 0.05; ***p < 0.005

Las ecuaciones 1.2 y 1.4 muestran el resultado de la interacción con la industria y los factores específicos que determinan los beneficios. Encontramos una relación positiva entre tener una Maestría y un Doctorado y la obtención de beneficios Intelectuales, la significancia es muy alta en el caso del Doctorado. Aunque tener una Maestría o Doctorado no es un determinante para la colaboración, tener un título de posgrado permite a los investigadores obtener mayores beneficios Intelectuales que tener únicamente un título de licenciatura. En contraste, los títulos de posgrado no son importantes para obtener mayores beneficios Económicos.

Respecto a la colaboración académica, encontramos que trabajar en un equipo de investigación más robusto (con grados académicos más altos) permite obtener mayores beneficios Intelectuales que trabajar individualmente, pero mientras más robusto es el equipo de investigación, los investigadores obtienen menores beneficios Económicos. Estos resultados sugieren que la colaboración dentro de los equipos de investigación conduce a mayores niveles de discusión e ideas durante la interacción con las empresas. Sin embargo, también encontramos que mientras más experimentado es el equipo en términos de años, se pueden obtener mayores beneficios Económicos. Esto sugiere que la experiencia en proyectos de colaboración permite al equipo saber cómo establecer y manejar nuevos proyectos de colaboración para obtener mayores beneficios Económicos. En contraste, la experiencia de los equipos no contribuye a la obtención de mayores beneficios Intelectuales. También se encontró que a medida que la universidad toma la

iniciativa, es más probable obtener beneficios Intelectuales que si las empresas toman la iniciativa.

Encontramos una relación significativa y positiva entre los canales Tradicional y Bidireccional, y los beneficios Intelectuales. En contraste, ninguno de los canales contribuye a recibir beneficios Económicos. Para los beneficios Intelectuales, el canal Bidireccional es más significativo que el Tradicional. El canal Tradicional está relacionado a la ciencia abierta y a la contratación de licenciados por la industria; estas formas de interacción no requieren vínculos formales pero permiten los flujos informales de conocimiento. El canal Bidireccional incluye dos formas de interacción que están relacionadas a vínculos formales, tales como los proyectos conjuntos de I+D y los contratos de I+D; también encontramos que los investigadores cualificados (con Doctorado) están correlacionados al canal Bidireccional. Así, los datos muestran que los investigadores mexicanos que colaboran con la industria reciben beneficios Intelectuales a través de canales formales e informales. En contraste, encontramos un coeficiente significativo y negativo del canal Comercial, que incluye patentes usadas por empresas, licencias tecnológicas, incubadoras y spin-offs. Este canal es el menos importante de los cuatro canales en el caso mexicano (véase la Tabla 9 en la sección 3.3). Las patentes y las licencias de tecnología, que tienen una doble cara, pues por un lado protegen el conocimiento generado a través de la interacción, y por el otro lado son una manera de difundirlo. En este sentido, la relación negativa sugiere que para los investigadores mexicanos la restricción de compartir el conocimiento es más importante que la posibilidad de usar este conocimiento para la investigación futura.

4.2 *Canales y beneficios: las empresas*

La Tabla 10 presenta los resultados del modelo de Heckman calculado con errores estándares robustos para las ecuaciones (2.1) y (2.2) sobre los beneficios relacionados a la Producción, y (2.3) y (2.4) y sobre los beneficios relacionados a la Innovación. Las ecuaciones (2.1) y (2.3) son estimaciones para la ecuación de selección, que estima la probabilidad de que las empresas se vinculen a OPI. Estas estimaciones son utilizadas como una herramienta para corregir el sesgo de selección en la estimación de beneficios.

Los resultados de las ecuaciones de selección (de Producción e Innovación) son bastante similares, lo que incrementa la robustez de nuestro modelo.

A partir de los resultados de las ecuaciones (2.1) y (2.2) podemos argumentar que los determinantes principales de la interacción de acuerdo a la perspectiva de las empresas están asociados con dos factores: (i) la estrategia de las empresas: estrategia de apertura y uso de incentivos fiscales para la I+D; y (ii) el papel de OPI en relación a la creación y transferencia del conocimiento. Respecto a la estrategia de apertura, los resultados sugieren que las empresas que deliberadamente buscan fuentes externas de conocimiento tienen más probabilidades de establecer vínculos con OPI que aquellas que no siguen una estrategia de apertura. Las estrategias basadas en el acceso a la ciencia abierta, la consultoría y proyectos de investigación con otras empresas, y la interacción con proveedores son determinantes más importantes para la interacción que la vinculación con clientes. Estos resultados merecen mayor análisis.

Las ecuaciones 2.2 y 2.4 muestran los beneficios de la interacción con OPI y los factores específicos que los determinan. Respecto a los beneficios de Producción e Innovación, encontramos una relación significativa y positiva entre los recursos humanos en I+D y ambos tipos de beneficios. También encontramos una relación positiva entre la formalización de la I+D y las actividades de innovación y la obtención de beneficios de Producción. Estos resultados sugieren que las capacidades de innovación de las empresas son importantes para que obtengan beneficios de Producción e Innovación por la interacción.¹⁸

Aunque las empresas que acceden a la información principalmente de la ciencia abierta tienen más probabilidades de conectarse a OPI, encontramos una relación negativa entre esta estrategia de apertura y los beneficios de Producción que las empresas pueden obtener. Este resultado sugiere la existencia de un efecto sustitución, i.e. incrementar el acceso a la ciencia abierta permite a las empresas desarrollar gradualmente capacidades para resolver

¹⁸ Para obtener un proxy de las capacidades de innovación probamos diferentes indicadores, tales como la proporción de recursos humanos en I+D como porcentaje del total de empleados, y la formalización de actividades de I+D. Estas dos variables tienen un impacto importante para obtener beneficios de Producción; y los recursos humanos en I+D tienen un efecto importante para obtener beneficios de Innovación.

problemas relacionados con la producción que probablemente hubieran sido resueltos con la asistencia de OPI.

Tabla 10 Estimaciones Heckman de beneficios de producción e innovación para las empresas

	Selección (2.1)	Beneficios de Producción (2.2)	Selección (2.3)	Beneficios de Innovación (2.4)
Recursos humanos en I+D		0.0022** (0.0009)		0.0025** (0.0010)
Formalización de I+D y actividades de innovación	-0.02810 (.3025)	0.1071** (0.0531)	-0.1225 (0.3441)	0.0785 (0.0578)
Tamaño de la empresa	-0.0022 (0.0651)	-0.0022 (0.0081)	0.0198 (0.0603)	-0.0044 (0.0088)
Sector tecnológico	0.2237 (0.3555)	-0.0520 (0.0508)	0.3484 (0.3581)	-0.0314 (0.0506)
Propiedad	0.0603 (0.1897)	-0.0355 (0.0281)	0.0412 (0.2022)	0.0113 (0.0307)
Estrategia de apertura F1	0.2323*** (0.0870)	-0.0391*** (0.0145)	0.2265** (0.0974)	-0.0074 (0.0155)
Estrategia de apertura F2	0.1400 (0.0956)	0.0186 (0.0135)	0.1977** (0.0934)	0.0337** (0.0164)
Estrategia de apertura F3	0.0054 (0.0844)	-0.0150 (0.0129)	0.0448 (0.0825)	-0.0186 (0.0123)
Estrategia de apertura F4	0.2066** (0.0933)	-0.0086 (0.0140)	0.2145** (0.0888)	-0.0111 (0.0151)
Incentivos fiscales para I+D	0.5060** (0.1977)	-0.0643** (0.0301)	0.3832** (0.1887)	-0.0570* (0.0336)
Creación y transferencia de conocimiento	1.1623*** (0.3024)		1.1459*** (0.3368)	
Canal Tradicional		0.1330* (0.0731)		0.0146 (0.0706)
Canal Bidireccional		0.2303** (0.0892)		0.2049** (0.0957)
Canal de Servicios		0.1839* (0.0963)		0.1986* (0.1029)
Canal Comercial		-0.0243 (0.0949)		0.0585 (0.1142)
_cons	-0.3876 (0.4970)	0.2949 (0.0736)	-0.4141 (0.5871)	0.2637 (0.0892)
Observaciones		310		310
Observaciones Censuradas		69		69
Wald Chi2(14)		174.74		109.51
Prob>chi2		0.000		0.000
athrho		-1.0954		-0.6492
lnsigma		-1.5909		-1.6105
Wald prueba de indep. eqns. (rho = 0): chi2(1) =		12.38		2.03
rho		-0.799		-0.571
sigma		0.204		0.200
lambda		-0.163		-0.114

*p < 0.1; **p < 0.05; ***p < 0.005

Se encontró que los incentivos fiscales para la I+D son un determinante de los vínculos con las OPI, sin embargo, los incentivos fiscales están relacionados negativamente con los beneficios de Producción e Innovación de las empresas. Estos resultados aparentemente contradictorios podrían reflejar el hecho de que los incentivos fiscales para la I+D logran desencadenar los vínculos de las empresas con las OPI, pero no son muy importantes para determinar los beneficios que se pueden obtener. Además, tener conexiones con OPI incrementa las posibilidades de las empresas de ser seleccionadas como beneficiarios de este instrumento de política, así, es probable que las empresas establezcan conexiones con las OPI únicamente para cumplir con este requerimiento, pero no buscan conscientemente los beneficios de Producción o Innovación derivados de estas conexiones. Los resultados sugieren que los incentivos fiscales para la I+D podrían jugar un papel importante para impulsar el establecimiento de vínculos OPI-I, ayudando a eliminar la barrera que las empresas mantienen y contribuyendo a cambiar el comportamiento de las empresas en el futuro.

Respecto a los canales de interacción, las empresas obtienen beneficios de Producción e Innovación de los canales de Servicios y Bidireccional. El canal Bidireccional es el más significativo para explicar ambos beneficios. En otros términos, una empresa podría esperar mayores beneficios de Innovación de los proyectos conjuntos de I+D, los contratos de investigación y el establecimiento de redes. Otro de los hallazgos fue una correlación importante entre las capacidades de innovación de las empresas y este canal. La relación positiva entre el canal Tradicional y los beneficios de Producción sugiere que la capacitación de recursos humanos y la difusión de información por las OPI juegan un papel importante para mejorar las actividades de producción de las empresas.

5 Reflexiones finales

Este artículo ha analizado las interacciones OPI-I desde la perspectiva de las empresas innovadoras y los investigadores que trabajan en OPI en el caso de México. Hasta ahora, la mayoría de los estudios se han enfocado ya sea en la perspectiva de la empresa o de las OPI, mientras pocos trabajos han explorado ambas perspectivas, particularmente sobre el tema de la relación entre los canales y beneficios de la interacción. La pregunta central de

este trabajo ha sido: ¿qué canales de interacción OPI-I son más efectivos para desencadenar beneficios de cada agente?

Respecto a los canales de interacción, nuestros hallazgos muestran que en el caso mexicano ambos actores utilizan una variedad de canales. Este trabajo confirma estudios previos que han encontrado que la formación de recursos humanos, la creación de nuevas instalaciones, la consultoría, la investigación conjunta y por contrato, la capacitación, las reuniones y las conferencias son formas más importantes de interacción que las patentes y spin-offs (Cohen et al., 2002; D'Este y Patel, 2007). Sin embargo, los investigadores y las empresas tienen diferentes percepciones sobre la importancia relativa de estos canales. Mientras que los investigadores valoran más el canal Bidireccional, las empresas le otorgan un mayor valor al canal Tradicional. Esto refleja que aun persiste la visión por parte de las empresas de que las interacciones OPI-I contribuyen más a la creación de recursos humanos que a la generación de conocimiento.

En lo que respecta a la relación entre canales y beneficios, nuestros hallazgos muestran que los investigadores están impulsados por el conocimiento mas que por la búsqueda de recursos económicos, ya que valoran más los beneficios Intelectuales que los Económicos. En el caso de las empresas, los beneficios de Producción son más importantes que los beneficios de Innovación, lo que sugiere que las empresas tienden a conectarse a las OPI para solucionar problemas productivos de corto-plazo en vez de buscar oportunidades para fortalecer estrategias de innovación de largo-plazo.

Los investigadores obtienen beneficios Intelectuales a través de los canales Bidireccional y Tradicional. Pero ninguno de los canales es importante para generar beneficios Económicos para los investigadores. Las empresas obtienen tanto beneficios de Producción como de Innovación a través de los canales Bidireccional y de Servicios; mientras que el canal tradicional les provee únicamente beneficios de Producción. De acuerdo a los resultados obtenidos por los modelos Heckman, el canal Bidireccional es el canal más importante para obtener beneficios para los investigadores (beneficios Intelectuales) y para las empresas (beneficios de Innovación y de Producción). Beneficios duales provenientes de este canal Bidireccional, tanto para empresas como para investigadores, podrían contribuir a la construcción de círculos virtuosos para la interacción OPI-I. Esto sugiere

que es posible diseñar instrumentos de política para incrementar distintas formas de interacción, tales como la investigación por contrato, la I+D conjunta y el establecimiento de redes. El canal de Servicios provee únicamente beneficios para las empresas, tanto para solucionar los problemas de producción como para las actividades de innovación, pero no provee ningún beneficio a los investigadores. Por lo tanto, surge la pregunta sobre si este canal debería ser incentivado o no. Una cuestión de política que emerge del análisis de la efectividad de los diferentes canales en los beneficios de los actores es la necesidad de alinear los incentivos para fomentar las interacciones OPI-I.

Un subproducto de este análisis fue la identificación de los determinantes de la interacción OPI-I. Respecto a los investigadores, se encontró que los determinantes principales están asociados a tres tipos de factores: (i) habilidades (conocimiento), (ii) colaboración académica, y (iii) afiliación institucional. Los investigadores sin posgrado, miembros de un equipo de investigación, y que trabajan en un CPI son más propensos a colaborar con la industria que los demás. Se encontraron diferencias significativas entre los campos de conocimiento y el tipo de investigación que llevan a cabo: los investigadores de Biotecnología y Agronomía e Ingeniería tienden a vincularse mucho más con la industria que los de Física y Matemáticas; los investigadores que desempeñan ciencia básica y desarrollo tecnológico tienden a conectarse más que aquellos que trabajan en investigación aplicada. En el caso de las empresas, los determinantes principales para la interacción están asociados con dos factores: (i) la estrategia de las empresas: estrategia de apertura e incentivos fiscales para la I+D; y (ii) el papel de las OPI en relación a la creación y transferencia del conocimiento. Las empresas que buscan deliberadamente fuentes externas de conocimiento son más propensas a establecer vínculos con OPI que aquellas que no siguen tal estrategia de apertura; esto es cierto también para empresas que acceden a incentivos fiscales para la I+D y para empresas que le otorgan un papel importante a las OPI para la creación y transferencia del conocimiento.

Nuestros hallazgos tienen otras implicaciones de política. Por ejemplo, la significancia de los determinantes relacionados a la percepción sobre el socio, tanto desde la perspectiva de las empresas como de los investigadores, sugiere que trabajar en las percepciones de los actores podría tener un impacto positivo en los vínculos OPI-I. Sin embargo, la falta de coincidencia entre la oferta de conocimiento de las OPI y la demanda de conocimiento de

las empresas están relacionados a fallas de mercado. Las empresas dentro de mercados no-competitivos pueden sobrevivir sin tener que insertarse en procesos de aprendizaje tecnológico. Esto sugiere que los formuladores de políticas deberían considerar seriamente las debilidades de los vínculos OPI-I derivados de la falta de competencia en diferentes sectores y mercados. Los formuladores de políticas también deberían estar atentos a los efectos tangenciales derivados de políticas no diseñadas directamente para fomentar las interacciones OPI-I. Un ejemplo de esto es el programa de Incentivos Fiscales para la I+D. Originalmente diseñado para impulsar las actividades de I+D entre las empresas, los incentivos fiscales también han impulsado las interacciones OPI-I, permitiendo a estos actores iniciar interacciones y aprender sobre los beneficios potenciales que podrían obtener de la relación. En otras palabras el aprendizaje a través de la interacción ha sido un subproducto de este instrumento. Hoy en día, instrumentos de política como éste podrían ayudar a superar las barreras para la interacción.

Los formuladores de política interesados en fomentar los vínculos OPI-I deben poner énfasis en la promoción de actividades relacionadas a diferentes formas de interacción, en busca de la mejor articulación entre oferta y demanda de conocimiento.

Referencias

- Adams, J., Chiang, E. y Jensen, J. (2003). 'The Influence of Federal Laboratory R&D on Industrial Research', *Review of Economics and Statistics*, Vol. 85, p.1003-20.
- Arocena, R. y Sutz, J. (2005). 'Latin American Universities: From an original revolution to an uncertain transition', *Higher Education*, Vol. 50, p.573-592.
- Arvanitis, S., Sydow, N. y Woerter, M. (2008). 'Is There Any Impact of University-Industry Knowledge Transfer on Innovation and Productivity? An Empirical Analysis Based on Swiss Firm Data', *Review of Industrial Organization*, Vol. 32, p.77-94.
- Arza, V. (2010). 'Interactions between public research organisations and firms: channels, benefits and risks in Latin America. A conceptual framework', *Science and Public Policy*, 37 (7), pp. 473-484.
- Arza, V. y Vazquez, C. (2010). 'Interactions between public research organisations and industry in Argentina: analysis of channels and benefits for researchers and firms', *Science and Public Policy*, 37 (7), pp. 499-511.
- Bekkers, R. y Bodas Freitas, I. (2008). 'Analysing knowledge transfer channels between universities and industry: To what degree do sectors also matter?', *Research Policy*, Vol. 37, p.1837-1853.
- Bierly, P., Damanpour, F. y Santoro, M. (2009). 'The Application of External Knowledge: Organizational Conditions for Exploration and Exploitation', *Journal of Management Studies*, Vol. 46, p.3.
- Casas, R. y Luna, M. (Coord.) (1997). *Gobierno, Academia y Empresas en México: Hacia una nueva configuración de relaciones*. Plaza y Valdés: México.
- Casas, R. (ed) (2001). *La formación de redes de conocimiento*, Anthropolos: México.
- Cassiolato, J., Lastres, H. y Maciel, M. (ed) (2003). *Systems of Innovation and Development. Evidence from Brazil*, Edward Elgar: Cheltenham.
- Cimoli, M. (ed.) (2000). *Developing Innovation Systems, Mexico in the Global Context*, London: Pinter Publisher.
- Cohen, W., Nelson, R. y Walsh, J. (2002). 'Links and Impacts: The influence of public research on industrial R&D', *Management Science*, Vol. 48, p.1-23.
- D'Este, P. y Patel, P. (2007). 'University-industry linkages in the UK: What are the factors underlying the variety of interactions with industry?', *Research Policy*, Vol. 36, p.1295-1313.
- Dutrénit, G., Capdevielle, M., Corona, J., Puchet Anyul, M., Santiago, F. y Vera-Cruz A. (2010). *El sistema nacional de innovación mexicano: estructuras, políticas, desempeño y desafíos*, UAM/Textual S.A.
- Dutrénit, G., De Fuentes, C. y Torres, A. (2010). 'Channels of interaction between public research organisations and industry and benefits for both agents: evidence from Mexico', *Science and Public Policy*, 37 (7), pp. 513-526.
- Dutrénit, G. y Arza, V. (2010). 'Interactions between Public Research Organisations and Industry in Latin America. A Study from the Perspective of Firms and Researchers', *Science and Public Policy*, 37 (7), pp. 541-553.
- Eom, B.-Y. y Lee, K. (2009). 'Modes of Knowledge Transfer from PROs and Firm Performance: The Case of Korea', *Seoul Journal of Economics*, Vol. 22 (4).
- Fernandes, A., Chaves, C., Suzigan, W., Albuquerque, E., Stamford da Silva, A. y Campello de Souza, B. (2010). 'Academy-industry links in Brazil: evidence about channels and benefits for firms and researchers', *Science and Public Policy*, 37 (7), pp. 485-498.

- Heckman, J. (1978). 'Dummy Endogenous Variables in a Simultaneous Equation System,' *Econometrica*, Vol. 47, p.153-161.
- Lall, S. y Pietrobelli, C. (2002). *Failing to Compete. Technology development and technology systems in Africa*, Edward Elgar.
- Laursen, K. y Salter, A. (2004). 'Searching high and low: what types of firms use universities as a source of innovation?', *Research Policy*, Vol. 33, p.1201-1215.
- Lee, Y. (2000). 'The sustainability of university–industry research collaboration: an empirical assessment', *Journal of Technology Transfer*, Vol. 25, p.111–133.
- Lorentzen, J. (2009). 'Learning by firms: the black box of South Africa's Innovation System', *Science and Public Policy*, Vol. 36, p.33-45.
- Meyer-Krahmer, F. y Schmoch, U. (1998). 'Science-based technologies university–industry interactions in four fields', *Research Policy*, Vol. 27, 835-852.
- Muchie, M., Gammeltoft P. y Lundvall, B. (eds) (2003). *Putting Africa First. The making of African innovation systems*, Aalborg University Press.
- Narin, F., Hamilton, K. y Olivastro, D. (1997). 'The increasing linkage between U.S. technology and public science', *Research Policy*, Vol. 26, p.317–330.
- Orozco, J. y Ruiz, K. (2010). 'Quality of interactions between universities and public research organization with firms: lessons from Costa Rican case', *Science and Public Policy*, 37 (7), pp. 527-540.
- Rosenberg, N. y Nelson, R. (1994). 'American universities and technical advance in industry', *Research Policy*, Vol. 23, p.323-348.
- Swann, G. (2002). 'Innovative Businesses and the Science and Technology Base: An Analysis Using CIS3 Data Report for the Department of Trade and Industry' DTI, London, UK.
- Welsh, R., Glenna, L., Lacy W. y Biscotti, D. (2008). 'Close enough but not too far: Assessing the effects of university-industry research relationships and the rise of academic capitalism', *Research Policy*, Vol. 37, p.1854-1864.
- Wright, M., Clarysse, B., Lockett, A. y Knockaert, M. (2008). 'Mid-Range Universities Linkages with Industry: Knowledge Types and the Role of Intermediaries', *Research Policy*, Vol. 37, p.1205-23.

Anexo

Tabla A.1 Beneficios de los investigadores. Matrix transpuesta de componentes

	Beneficios Intelectuales	Beneficios Económicos
Proyectos de colaboración futura	0.900	0.184
Ideas para investigación futura	0.802	0.352
Compartir información/conocimiento	0.754	0.324
Reputación	0.653	0.408
Compartir instrumentos/equipo	0.319	0.696
Provisión de insumos de investigación	0.320	0.803
Recursos financieros	0.216	0.797

Método de Extracción: Análisis de Componentes Principales

Método de Rotación: Varimax con Normalización Kaiser

La rotación convergió en 3 iteraciones.

Varianza explicada: 69.89%

Tabla A.2 Matriz de correlación. Canales de interacción OPI-I. Investigadores

	Bidireccional (VB)	Comercial (VC)	Servicios (VS)	Tradicional (VT)
Bidireccional (VB)	1			
Comercial (VC)	0.6948	1		
Servicios (VS)	0.6953	0.644	1	
Tradicional (VT)	0.6358	0.5688	0.6977	1

Tabla A.3 Matriz de correlación. Canales de interacción OPI-I. Empresas

	Bidireccional (VB)	Comercial (VC)	Servicios (VS)	Tradicional (VT)
Bidireccional (VB)	1			
Comercial (VC)	0.8082	1		
Servicios (VS)	0.8389	0.742	1	
Tradicional (VT)	0.7193	0.6468	0.7519	1

Tabla A.4 Estrategia de apertura de las empresas. Matriz transpuesta de componentes.

Vínculos	Acceso a ciencia abierta	Consultoría y proyectos de investigación con otras empresas	Mercado	Proveedores
Proveedores	.183	.142	.076	.911
Clientes	.061	.024	.876	.137
Competidores	.433	.182	.509	-.226
Proyectos conjuntos o de cooperación con otras empresas	.114	.626	.365	.165
Consultoría con empresas de I+D	.016	.849	-.076	.059
Publicaciones y reportes técnicos	.603	.449	.090	-.095
Expos	.693	-.088	.204	.119
Internet	.773	.090	-.011	.222

Método de Extracción: Análisis de Componentes Principales

Método de Rotación: Varimax con Normalización Kaiser

La rotación convergió en 3 iteraciones.

Varianza explicada: 66.1%