



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA UNIDAD XOCHIMILCO
DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES
MAESTRÍA EN ECONOMÍA Y GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN

**EFFECTOS DEL SISTEMA DE INCENTIVOS SOBRE LA
VINCULACIÓN ACADEMIA-INDUSTRIA**

Idónea comunicación de resultados para obtener el grado de
Maestro en Economía y Gestión de la Innovación

Presenta: Lic. Rodrigo Magaldi Hermosillo

Asesores: Dra. Gabriela Dutrénit Bielous
Dr. René Rivera Huerta

Diciembre 2014
Ciudad de México

Contenido

1	INTRODUCCIÓN	4
2	REVISIÓN DE LA LITERATURA: DEL PROCESO DE INNOVACIÓN A LA IMPORTANCIA DE LA VINCULACIÓN ACADEMIA-INDUSTRIA	9
2.1	EL ENFOQUE DE SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN	11
2.1.1	<i>Anatomía de los sistemas nacionales de innovación</i>	11
2.1.2	<i>Funciones de los sistemas nacionales de innovación</i>	14
2.2	EL MODELO DE LA TRIPLE HÉLICE	16
2.3	VINCULACIÓN ACADEMIA-INDUSTRIA	18
2.3.1	<i>Motivaciones y determinantes</i>	19
2.3.2	<i>Canales de Vinculación</i>	21
2.3.3	<i>Beneficios derivados</i>	23
2.4	TEORÍA DE LOS INCENTIVOS	24
2.4.1	<i>Por qué debe intervenir el Estado</i>	24
2.4.2	<i>Cómo funcionan los incentivos</i>	26
2.5	CONCLUSIÓN DEL CAPÍTULO	28
3	MARCO CONTEXTUAL: DE LA TEORÍA A LA REALIDAD DEL CASO MEXICANO	30
3.1	EL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN MEXICANO	30
3.1.1	<i>Las organizaciones relevantes en el SNI mexicano</i>	31
3.1.2	<i>Las instituciones relevantes del SNI mexicano</i>	36
3.2	CONCLUSIÓN DEL CAPÍTULO	39
4	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	40
4.1	FUENTE Y CARACTERÍSTICAS DE LOS DATOS	40
4.2	PROGRAMAS DE PCTI CON INCENTIVOS PARA FORTALECER LA VINCULACIÓN ACADEMIA-INDUSTRIA	45
4.3	MODELOS DE REGRESIÓN EN UNA VARIABLE DEPENDIENTE DICOTÓMICA	49
4.3.1	<i>El modelo lineal de probabilidad</i>	50
4.3.2	<i>El modelo logit</i>	52
4.3.3	<i>El modelo probit</i>	53

4.3.4	<i>El método de máxima verosimilitud</i>	54
5	ESPECIFICACIÓN DE LOS MODELOS UTILIZADOS	57
5.1	CONSTRUCCIÓN DE LAS VARIABLES UTILIZADAS	57
5.2	PLANTEAMIENTO DE LOS MODELOS	62
6	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	68
7	CONCLUSIONES	73
	BIBLIOGRAFÍA	75
	ANEXOS	80

1 Introducción

Hoy en día es ampliamente aceptado que la innovación constituye uno de los motores más dinámicos para el desarrollo económico y social de un país. La innovación es un proceso interactivo y depende de una intensa comunicación entre diversos actores. Así mismo, la capacidad de innovar se encuentra fuertemente relacionada con la producción y difusión de conocimiento científico y tecnológico.

Este tipo de conocimiento, que se puede utilizar para innovar tiene al menos dos posibles fuentes. Por un lado las empresas del sector productivo invierten en actividades de investigación y desarrollo (I+D), generándolo en sus propios centros/laboratorios de investigación.

Por el otro, organizaciones académicas, como son los centros públicos de investigación¹ (CPI) y las instituciones de educación superior (IES) -que llamaremos Academia de ahora en adelante- se están orientando no solo a la docencia sino que también, cada vez más, a la generación de conocimiento sobre la base de la investigación básica y la investigación aplicada, que puede llegar a fines comerciales (Etzkowitz, 1993; Etzkowitz y Leydesdorff, 1995).

Dicho conocimiento es un bien intangible, no obstante, lo podemos encontrar de forma incorporada en maquinaria y equipo o en software, de forma tácita en personas (capital humano), o bien de forma codificada en documentos escritos u otro tipo de plataformas. Independientemente de la forma, el conocimiento cuenta con atributos intrínsecos que le conceden la calidad de un bien público², por lo que se ha argumentado que se incurre en una subinversión privada en producción de conocimiento (Nelson, 1959), es decir en actividades de I+D.

¹ Los centros públicos de investigación se consideran *organizaciones académicas* debido a que dentro de sus actividades se encuentran la investigación y la docencia de nivel superior en diferentes disciplinas del conocimiento.

² Los atributos de un bien público son la no excluidibilidad en el consumo y la no rivalidad; en otras palabras se trata de un bien que está disponible para todos y del cual el uso por una persona no restringe del uso por otros (Ostrom, 2005).

Uno de los mecanismos institucionales utilizados para asegurar la apropiación de los beneficios derivados de la inversión en actividades de I+D son los derechos de propiedad intelectual (DPI). Con ellos se pretende estimular la inversión privada en este tipo de actividades garantizando el monopolio de explotación del conocimiento generado.

Adicionalmente, la asignación óptima de recursos para la inversión en I+D requiere que el gobierno o alguna otra entidad no presidida por el criterio de la ganancia, financie este tipo de actividades (Arrow, 1962a) y las impulse en el sector privado. Pero no sólo eso, sino que también se recomienda incentivar la generación de conocimiento científico y tecnológico en diversas organizaciones financiadas públicamente para su posterior utilización y difusión en el sector privado. Un ejemplo de esto es la Vinculación entre Academia e Industria (VAI). En la Tabla 1 se muestran las formas más comunes en que las empresas del sector industrial se vinculan con la Academia.

Cohen et al (2002), D'Este y Patel (2007), Park y Leydesdorff (2010), Laursen et al (2011), Arza y Vazquez (2012) y De Fuentes y Dutrénit (2012) han argumentado que en varios países desarrollados hay consenso sobre el efecto positivo que tiene la VAI en el proceso de innovación, mismo que eventualmente se traducirá en producción de bienes y servicios con mayor valor agregado. Este consenso se asocia al interés de diversos expertos y *policymakers* por impulsar políticas públicas destinadas a fortalecer el diálogo entre estos dos ámbitos.

A partir de evidencia generada a nivel internacional sabemos que las actividades de VAI además de promover la creación, difusión y utilización de conocimiento económicamente útil, contribuyen a la generación de capacidades científicas, tecnológicas y de innovación tanto en la Academia como en la Industria. No obstante, ha sido evidente que este comportamiento sigue siendo escaso en diversos países en desarrollo y emergentes. Tal es el caso de México, que teniendo un conjunto de políticas dirigidas a impulsar los vínculos entre ambos ámbitos (De Fuentes y Dutrénit, 2012; Dutrénit et al, 2010) aún son diagnosticados como reducidos (CONACYT, 2014).

Tabla 1. Formas de Vinculación Academia Industria.

Canales de vinculación	Formas de vinculación
Información	Publicaciones y reportes
	Conferencias y reuniones
	Comunicación informal
Proyectos de I+D y consultoría	Contratación de I+D
	Proyectos conjuntos de I+D
	Consultorías
Derechos de propiedad intelectual	Licencias tecnológicas
	Patentes
Recursos humanos	Contratación de recién graduados
	Integración a grupos de investigación
	Prácticas profesionales /Servicio social
	Capacitación
Formación de empresas	Incubadoras
	Parques científicos
	Propiedad de empresas
	Empresas que se desprenden
Redes	Intercambio temporal de personal
	Participación en redes

Fuente: Basado en Sampetro et al (2012)

Siguiendo las tendencias internacionales, la política de innovación en los países en desarrollo y emergentes ha procurado el fomento y fortalecimiento de la VAI mediante la reproducción de programas de política diseñados inicialmente para países desarrollados (De Fuente y Dutrénit, 2012), pasando por alto diferencias contextuales, históricas e institucionales, las que definitivamente entran en juego. Por lo anterior, evaluar, afinar y hacer propios los programas de política de ciencia, tecnología e innovación (PCTI) aplicados es imperante en estos casos.

Dado que tanto la Academia como las empresas del sector Industrial responden a diferentes tipos de incentivos y motivaciones que guían su comportamiento, en esta investigación se sostiene la necesidad de registrar el impacto que tienen el conjunto de incentivos ofrecidos por el gobierno federal en términos de PCTI, sobre lo que podemos llamar propensión a

vincularse³ de las empresas innovadoras. De esta forma la investigación aquí planteada se propone como objetivo general:

- *Conocer el impacto que han tenido los incentivos, ofrecidos por el gobierno para estimular la VAI, en el comportamiento de las empresas innovadoras.*

Así mismo se han planteado los siguientes objetivos particulares:

1. Identificar cuáles programas de PCTI con incentivos a la VAI han tenido impacto (positivo o negativo) sobre la propensión que tienen las empresas innovadoras para vincularse con la Academia.
2. Identificar las posibles diferencias en el impacto de los programas de PCTI con incentivos a la VAI, derivadas a partir de introducir al análisis el propósito de la vinculación.

Para ello se considera relevante dar respuesta a las siguientes preguntas que servirán de guía a lo largo del proceso de investigación:

Pregunta principal: ¿Cuál es el impacto que tienen los incentivos a la VAI sobre la propensión a vincularse en las empresas innovadoras de México?

Preguntas secundarias:

1. ¿Existen diferencias en el impacto de los incentivos si el propósito de la vinculación es el desarrollo de un bien o servicio?
2. ¿Existen diferencias en el impacto de los incentivos si el propósito de la vinculación es el desarrollo de un método o proceso de producción, nuevo o significativamente mejorado?

En suma, la presente investigación se propone explorar cuantitativamente la relación que tienen los incentivos para estimular la VAI sobre la propensión que tienen las empresas

³ Se define propensión a vincularse como la inclinación que tenga un agente, I, por participar formalmente de un proyecto que lo involucre con otro agente de diferente naturaleza, A, para lograr un fin particular.

innovadoras a vincularse con la Academia. Se controlará esta relación con apoyo en ciertos aspectos estructurales y conductuales, que se han revelado en estudios previos como fundamentales para determinar el hecho de que una firma se vincule con la Academia. La exploración cuantitativa se basa en información proveniente de la Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico (ESIDET) 2010, que contiene un módulo sobre innovación y aborda algunas preguntas relacionadas con la VAI. La muestra utilizada se compone de 612 empresas innovadoras.

La investigación se compone de siete capítulos. Después de esta introducción, el capítulo dos presenta las discusiones teóricas que funcionarán como herramientas de análisis para afrontar el problema de investigación. El tercer capítulo inserta las categorías de la discusión teórica dentro del contexto nacional. El capítulo cuatro describe la fuente de la información cuantitativa, la metodología y contiene el análisis exploratorio que se realizó a los datos. Además, se presenta el funcionamiento de los modelos de regresión con variable dependiente dicotómica. En el quinto capítulo se muestra el procedimiento que se siguió para construir los modelos de regresión que se utilizan. El análisis de los resultados obtenidos se encuentra en el sexto capítulo. Por último, el séptimo capítulo contiene las conclusiones de la investigación.

2 Revisión de la literatura: Del proceso de Innovación a la importancia de la Vinculación Academia-Industria

El modelo de crecimiento que presenta Solow en su famoso artículo “*Technical change and the aggregate production function*” (1957) pone de manifiesto la trascendencia económica del cambio tecnológico. A partir de su publicación se derivaron una serie de trabajos que trataron de explicar qué es y cómo es que funciona el cambio técnico (Arrow, 1962; Kaldor y Mirrless, 1962; Nelson y Winter, 1982; Lucas, 1988; Romer, 1990). Sin embargo, la idea de cambio tecnológico ya había sido introducida años antes por Schumpeter bajo el concepto de destrucción creativa (Schumpeter, 1942).

Ambos conceptos, destrucción creativa y cambio tecnológico, son los antepasados directos (o *conceptos paralelos*) de lo que hoy, en economía, se conoce como innovación. Es innegable la influencia que ejercieron sobre el pensamiento económico del siglo XX. De forma tal que hoy en día no cabe duda respecto a que la innovación es uno de los factores más relevantes para explicar el desarrollo económico de un país.

El modelo lineal de la innovación es un primer marco conceptual que ilustra la relación existente entre ciencia, tecnología y economía. Plantea que la innovación es resultado de una difusión lineal y unidireccional de conocimientos científicos. Comienza con la investigación básica, pasa a la investigación aplicada, continúa por el desarrollo, y finaliza con la producción y difusión de los resultados (Godin, 2006). Este modelo se le atribuye a Vannevar Bush por presentar los rudimentos del argumento en su informe “*Science, the endless frontier*” de 1945.

De cualquier forma, este modelo entusiasta del desarrollo económico y social a través de desarrollos científicos, sirvió como pauta para la formulación de políticas en materia de ciencia y tecnología durante su época. A la postre terminó dando lugar a otra serie de esquemas que critican la visión simplificada del modelo lineal y proponen una representación más interactiva del proceso de innovación (Cohen et al 2002). Centraremos

la atención en dos de ellos: El enfoque de sistemas nacionales de innovación y el modelo de la triple hélice.

En la actualidad, el enfoque de sistemas de Innovación se ha hecho popular entre los *policymakers* de todo el mundo para formular PCTI (OCDE, 2010). Este enfoque se construye sobre la idea de que la innovación es un proceso complejo y su ocurrencia requiere de la participación conjunta de todas y cada una de las partes integrantes del sistema. En él se le otorga un rol preponderante a organizaciones como las empresas, y a las instituciones⁴ relacionadas directa e indirectamente con las actividades de innovación (Edquist, 2001, 1997; Edquist y Johnson, 1997; Lundvall, 1992; Freeman, 1987).

El modelo de la triple hélice principalmente se centra en la red que se teje a nivel institucional entre Academia, Industria y las Agencias Gubernamentales (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000). Es reconocido como un marco que centra la atención en la comunicación que hay entre los actores de las tres aspas de la hélice. Este modelo señala que las innovaciones resultan de la interacción entre Academia-Industria-Gobierno.

Tanto en el enfoque de sistemas de innovación como en el modelo de la triple hélice la relación que hay entre la Academia e Industria es de primer orden. Entre ellas fluye conocimiento científico y tecnológico en ambas direcciones, que posteriormente las empresas tendrán la oportunidad de traducir en innovaciones. Es por ello que una vinculación estable y robusta entre ambos actores es deseable para un buen funcionamiento del sistema en su conjunto. Pero esto no siempre sucede así. Por lo tanto, uno de los deberes del Gobierno es promover el dialogo a través de normas e incentivos materializados en políticas públicas para que esta relación se dé.

El presente trabajo de investigación encuentra sustento en tres grandes bloques de literatura especializada. En primer lugar se encuentra la literatura alrededor del proceso de innovación, específicamente sobre el rol de los agentes relacionados con las actividades de

⁴ En esta investigación se toma la definición de instituciones utilizada por Edquist (1997): “conjunto de hábitos comunes, rutinas, prácticas establecidas, reglas o leyes que regulen las relaciones e interacciones entre individuos y grupos”.

generación, transferencia y utilización de conocimiento científico y tecnológico. Esta comprende dos abordajes: (1) el enfoque de sistemas de innovación a un nivel de análisis nacional; y (2) el modelo de la triple hélice. Acoplando ambos enfoques se podrá advertir cuales son los roles y las actividades que desempeñan la Academia y las empresas del sector industrial, dentro del proceso de generación de innovaciones y la suerte de complementariedad que pueden experimentar si se vinculan.

En el segundo bloque están los principales temas discutidos en la literatura sobre la VAI. El foco de este bloque estará puesto en la óptica que tienen las empresas del proceso de vinculación. Y se presentan algunos hallazgos que resultan de interés para los fines de la investigación.

Finalmente, en el tercer bloque se encuentra la discusión circundante al problema de los incentivos y su funcionamiento a nivel general. Se incluyen dos visiones contrapuestas que ilustran diferentes perspectivas lógicas sobre cómo responden los agentes a un conjunto dado de incentivos económicos, para arribar a una óptica unificadora de ambas posturas. También se introducen los argumentos que se utilizan como justificación de la intervención pública para guiar el comportamiento de los agentes.

2.1 El enfoque de sistema nacional de innovación

2.1.1 Anatomía de los sistemas nacionales de innovación

El cuerpo de literatura relacionado con los sistemas nacionales de innovación (SNI) surge a finales de la década de los ochenta con los trabajos de Freeman (1987), Dosi et al (1988), Lundvall (1992) y Nelson (1993), y posteriormente los de Edquist (1997) y Edquist y Johnson (1997). Parte de la premisa de que la innovación es un fenómeno que depende de la participación coordinada de diferentes agentes, los cuales forman un *sistema de innovación*. El enfoque ha sido aceptado a nivel internacional y es utilizado como un marco de análisis por *policymakers* de todo el mundo para diseñar PCTI.

Una definición amplia de SNI nos indicaría que se trata de un conjunto de organizaciones e instituciones que se encuentran relacionadas directa e indirectamente al desarrollo, difusión y utilización de nuevo conocimiento o nuevas combinaciones de conocimiento ya existente, económicamente útil dentro de las fronteras nacionales (Edquist, 1997; Lundvall, 1992). También se aceptan restricciones de otros tipos, como por ejemplo el sector productivo o región geográfica, dando lugar a sistemas sectoriales, o sistemas regionales de innovación, respectivamente.

Edquist (2001, 1997) ha destacado el rol prioritario que tienen las instituciones y las organizaciones dentro de la anatomía de todo SNI. No obstante, para evitar ambigüedades conceptuales presentes en los primeros trabajos sobre el tema, se define Instituciones en un sentido amplio como “un conjunto de hábitos comunes, rutinas, prácticas establecidas, reglas o leyes que regulen las relaciones e interacciones entre individuos y grupos”. Las organizaciones estarían definidas como aquellas “estructuras formales con unos propósitos explícitos creadas conscientemente” (Edquist y Johnson, 1997); en otras palabras, si las instituciones son las reglas del juego, las organizaciones serían los jugadores o actores del mismo.

La relación que hay entre instituciones e innovación es planteada por Edquist y Johnson (1997) como ubicua, y a diferentes niveles. A nivel de la firma, donde influye la relación entre los departamentos de I+D, producción y marketing; a nivel del mercado, como por ejemplo, la relación que hay entre diferentes empresas o entre una firma y los hogares. A otro nivel, destaca las relaciones que hay entre las agencias de gobierno y las empresas; como sucede en el caso de las políticas tecnológicas que se practican regularmente.

Todas estas relaciones, en términos de la intensidad y frecuencia de la comunicación y las interacciones, quedan ceñidas a la forma que dicte el arreglo institucional vigente en una economía nacional. Se le pueden atribuir cinco funciones básicas a las instituciones dentro de un SNI:

1. Proporcionan información y reducen la incertidumbre.

2. Controlan y regulan los conflictos y la cooperación entre individuos y grupos.
3. Son suministradoras de incentivos.
4. Son fuentes de recursos para el ámbito de la innovación.
5. Pueden ser obstáculos para la innovación.

Las organizaciones se encuentran ligadas indudablemente a la innovación. Es principalmente en ellas donde se dan la mayoría de las actividades de I+D formales (por ejemplo en universidades, centros públicos de investigación y los propios departamentos de I+D de las empresas); y los procesos de difusión de innovaciones de productos y procesos (que tradicionalmente ocurren en las empresas).

Siguiendo el trabajo de Edquist y Johnson (*ídem*), a continuación se presenta una división de las organizaciones relevantes dentro del SNI que nos facilita su esquematización.

Las organizaciones privadas son: Asociaciones industriales y, Asociaciones profesionales y científicas (Nelson, 1991); no obstante la empresa es considerada la organización más relevante para la Innovación. Las empresas innovadoras serán aquellas que tengan la capacidad de:

- llevar a cabo una búsqueda rutinaria de nuevos conocimientos;
- cambiar sus rutinas de búsqueda cuando sea necesario;
- utilizar los resultados de la investigación;
- absorber conocimientos generados en otros sitios;
- estimular la generación de nuevos conocimientos;
- saber utilizar los nuevos conocimientos.

Las organizaciones públicas más influyentes en el proceso de innovación son: aquellas que formulan e implementan las PCTI; los organismos reguladores; organizaciones de educación superior e investigación científica y tecnológica; entidades de soporte tecnológico; oficinas de patentes.

Las actividades de las organizaciones en este esquema podrían clasificarse en tres tipos; (1) Productoras de conocimiento: universidades y centros de investigación; (2) Organizaciones que distribuyen el conocimiento: parques científicos; (3) Organizaciones que regulan el conocimiento: oficinas de patentes; quienes son los responsables de la creación de elementos del marco institucional para las organizaciones privadas.

Se debe tomar en cuenta que el rol desempeñado y la importancia que reciben las diferentes organizaciones en el SNI pueden variar sustancialmente de una nación a otra. Por ejemplo, Edquist y Johnson (1997) señalan que en los EE.UU. y en Europa Occidental las universidades son muy importantes para la investigación⁵ mientras que en Japón, la mayoría de la investigación se lleva a cabo en las empresas y en centros de investigación privados. En el caso de México, el sistema público de investigación es el principal locus de la I+D (Dutrénit et al, 2010b).

Añadiendo el carácter dinámico y variable que pueden adquirir las organizaciones y las instituciones dentro de un SNI, junto con la capacidad de aprender interactivamente, como por ejemplo haciendo, interactuando o utilizando (Lundvall, 1992; Arrow, 1962) tenemos, por fin, un esbozo general de la estructura que poseen los SNI.

2.1.2 Funciones de los sistemas nacionales de innovación

En la literatura especializada se le han otorgado diferentes funciones a los SNI, sin embargo existe consenso sobre que la creación y difusión de innovaciones son primordiales en uno. Por lo que al definirlo como la combinación de instituciones y organizaciones que influyen o determinan el logro de su objetivo principal, nos debemos preguntar cómo es que determinada institución u organización está involucrada en dicho proceso.

⁵ Sin embargo, cabe hacer notar que, en EE. UU. y los países de Europa Occidental, la mayor parte del financiamiento a estas actividades proviene del sector privado.

Así pues, al definir claramente las funciones de cada organización e institución participante se podrá dibujar claramente la frontera del propio SNI; de igual forma se podrán conocer los mecanismos que inducen o impiden sus funciones, conocer y evaluar la evolución a lo largo del tiempo, y comparar la funcionalidad de diferentes sistemas en lugar de hacerlo a nivel de actores.

Es preciso recordar que las funciones dentro del SNI pueden ser ejecutadas por diferentes tipos de organizaciones y bajo arreglos institucionales distintos. Cada función puede ser desempeñada por distintas organizaciones y una organización puede, al mismo tiempo, desempeñar más de una sola función. El caso de las instituciones es un tanto distinto, ya que su relación con las funciones del sistema es a través de la influencia que ejercen sobre las organizaciones y la manera en que realizan sus funciones (Edquist, 2001).

Se han realizado diferentes taxonomías respecto a las actividades que se deben realizar al interior de un SNI. Sin embargo, es constante la relevancia de primer orden que se le otorga tanto al sector productivo, a las organizaciones educativas y de investigación, y al Estado, representado principalmente por agencias gubernamentales.

El sector productivo es el principal encargado de traducir el conocimiento científico y tecnológico en innovaciones y posteriormente llevarlas al mercado; el sector académico y de investigación es quien tradicionalmente genera, desarrolla y acopia conocimiento científico. Los vínculos entre estos dos actores son fundamentales dentro de todo SNI (De Fuentes y Dutrénit, 2012).

El papel del Estado también es crucial, pues es el encargado de armonizar, incentivar y coordinar en buena medida a los actores dentro de un contexto *ad hoc* para la innovación. El Estado, en este sentido, puede manifestarse en diferentes formas, como instituciones a través de políticas públicas directas o indirectas, leyes, etc.; o bien como organizaciones a través de promotores, interlocutores, intermediarios, etc. En fin, podemos decir que una versión general de un SNI aglomera a estos primeros tres agentes en lo que podría ser el núcleo central.

Paralelamente al enfoque de los SNI se ha desarrollado el modelo de la triple hélice. En éste, el foco de atención pasa de las empresas a la Academia, señalando que debe tener un rol más activo dentro del desarrollo económico de un país (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000). Lo cual será posible manteniendo unida y comunicada a la triada: Academia-Industria-Gobierno.

2.2 El modelo de la triple hélice

El concepto de la triple hélice se desarrolla a principios de los noventa en los trabajos de Etzkowitz (1993) y Etzkowitz y Leydesdorff (1995). Representa las relaciones Academia-Industria-Gobierno en el contexto de la sociedad del conocimiento. La premisa principal es que en la universidad se posee el mayor potencial para la innovación y por lo tanto para el desarrollo económico. Se desmarca analíticamente del enfoque de los sistemas de innovación y del modelo conocido como el triángulo de Sábato (Sábato y Mackenzi, 1982), dónde se privilegian los papeles de la empresa y del gobierno, respectivamente.

En los desarrollos bajo el esquema de la triple hélice se considera que la universidad vive una segunda revolución académica. Se dice que en la primera, a finales del siglo XIX, se introdujo la investigación a las universidades como segunda misión junto a la enseñanza. Actualmente, en la segunda revolución se le agrega una tercera misión a la universidad: el emprendimiento empresarial para el desarrollo económico y social (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000).

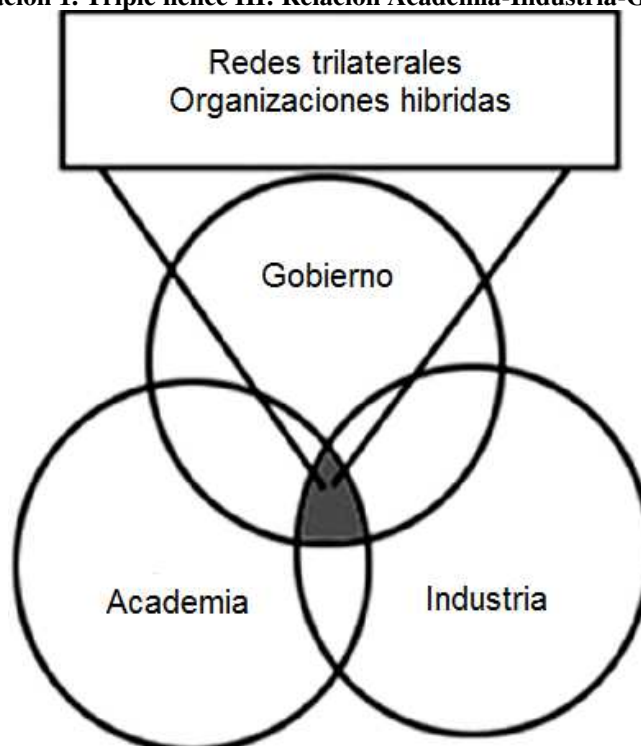
Que la universidad sea emprendedora significa que sea vista como un espacio para la enseñanza y la investigación, como tradicionalmente ha sido, y que adicionalmente, permita la incubación de empresas de base tecnológica. Es decir, que tenga un pie en la academia y el otro en la industria. Dotada de una actitud pro activa, la universidad emprendedora debe no solo generar y desarrollar nuevo conocimiento sino también ver la forma de ponerlo en práctica y comercializarlo.

El objetivo sería hacer realidad un entorno innovador que aglomere empresas *spin-off* universitarias, iniciativas trilaterales de desarrollo económico basadas en el conocimiento y

las alianzas entre empresas, centros públicos de investigación y grupos de investigación universitarios. Este tipo de acuerdos a menudo son incentivados por el gobierno, ya sea a través de nuevas reglas del juego o la asistencia financiera directa o indirecta (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000).

La literatura sobre la triple hélice ha transitado por diferentes configuraciones del modelo representando *a posteriori* diferentes tipos de arreglos institucionales entre los tres actores clave. Etzkowitz y Leydesdorff (2000) presentan las siguientes tres versiones. La triple hélice I es aquella donde el Estado nación contiene a los otros dos sectores, el de la Academia y el de la Industria y controla las relaciones entre ellos. La triple hélice II o *laissez-faire* consiste en tres esferas institucionales independientes una de otra y con fronteras muy bien definidas; hay fuertes lazos que las comunican entre sí. La tercera configuración muestra una infraestructura de conocimiento común representada por la superposición de las tres esferas institucionales (Ilustración 1); lo cual significa que cada uno de los actores puede tomar el lugar de otro y que emergerían organizaciones híbridas.

Ilustración 1. Triple hélice III: Relación Academia-Industria-Gobierno.



Fuente: Etzkowitz y Leydesdorff, 2000

Como modelo analítico, la triple hélice nos permite conocer más allá de las relaciones Academia-Industria-Gobierno, incluyendo los cambios que suceden al interior de cada ámbito. Tal es el caso de la universidad, que adopta una postura emprendedora o bien, de las empresas que montan unidades para realizar I+D.

Como se puede observar, la tercera configuración es la más adecuada para fomentar la innovación. En ella subyace la transferencia de conocimiento y la colaboración entre los tres ámbitos y se propicia la aparición de iniciativas conjuntas.

A través del enfoque de sistemas de innovación y del modelo de la triple hélice nos aproximamos a las categorías necesarias para entender esquemáticamente el proceso de innovación. Ambos nos muestran un conjunto de relaciones sistémicas interdependientes e interactivas necesarias para discurrir en un mundo de economías del conocimiento.

Una vez advertida la relevancia económica de la relación que hay entre Academia e Industria, se ha generado alrededor suyo un grupo de literatura que se preocupa por entender lo que sucede entre esta dupla. ¿Qué la motiva? ¿Cómo se da? ¿Qué se puede obtener? Son preguntas que este cuerpo de literatura ha intentado responder a un nivel empírico.

2.3 Vinculación Academia-Industria

El tema de la VAI constituye un cuerpo de literatura en sí. Ha sido abordado teórica y empíricamente desde la perspectiva de la empresa (Cohen et al, 2002; Motohashi, 2005; Laursen et al, 2011; Torres et al, 2011; Arza y Vazquez, 2012; Sampedro et al, 2012; Şendoğdu y Diken, 2013), desde la Academia (D'Este y Patel, 2007; D'Este y Perkman, 2010; Torres y Becerra, 2010; D'Este et al, 2014;) y desde ambas perspectivas (Park y Leydesdorff, 2010; Arza, 2010; Dutrénit et al, 2010a; De Fuentes y Dutrénit, 2012; Salleh y Omar, 2012).

La VAI se ha conceptualizado como un proceso con tres etapas (Dutrénit et al, 2010a; Arza y Vazquez, 2012; De Fuentes y Dutrénit, 2012). En la primera están las motivaciones y

determinantes del proceso (D'Este y Perkman, 2010; Laursen et al, 2010). En la segunda están los canales por los cuales ocurre la vinculación. Finalmente en la tercera se encuentran los beneficios derivados del proceso.

Sin embargo, mucha de la literatura se dedica solamente a analizar la relación entre dos de estos niveles a la vez. Por ejemplo, hay estudios sobre la influencia que ejercen diferentes tipos de motivaciones sobre el canal de vinculación a utilizar (D'Este y Patel, 2007; Sampedro et al, 2012). O bien, sobre los beneficios que se derivan de elegir cierto tipo de canales para vincularse (Cohen et al, 2002; Dutrénit et al, 2010a).

La lógica de la triple hélice ha sido utilizada para analizar diferentes tipos de modelos de vinculación en Malasia (Salleh y Omar, 2012) y más recientemente, para formar propuestas de indicadores sobre vinculación (Park y Leidesdorff, 2010). D'Este et al (2014) también han estado incursionando en la generación de indicadores sobre vinculación pero observando el proceso desde el lado de la Academia.

Ahora bien, se reconoce en diversos estudios (D'Este y Perkman, 2010; Dutrénit et al, 2010a; Laursen et al, 2010; Arza y Vazquez, 2012; De Fuentes y Dutrénit, 2012) que tanto la Academia como las empresas tienen motivaciones y determinantes específicos para colaborar con el otro. Cada uno de los cuales tiene preferencia por diferentes canales para vincularse; y a su vez cada uno obtiene beneficios particulares. Para esquematizar el análisis se presentarán las clasificaciones utilizadas en trabajos con el foco de atención en empresas de países latinoamericanos (Dutrénit et al, 2010a; Arza y Vazquez, 2012; De Fuentes y Dutrénit, 2012 Sampedro et al, 2012).

2.3.1 Motivaciones y determinantes

En el primer nivel del proceso de vinculación, Arza (2010) presenta dos tipos de motivaciones para la firma: las pasivas y las proactivas. Argumenta que si bien una clasificación en sólo dos tipos de motivaciones implica una simplificación de la realidad, ésta se justifica para el caso de Latino América. Adicionalmente, esta dicotomía es usual en la literatura referente a las estrategias respecto a innovación de las empresas en la región.

Las motivaciones proactivas se distinguen por considerar a las interacciones con organizaciones académicas y de investigación como fundamentales dentro de la estrategia de innovación de la firma. Principalmente buscan obtener y actualizar conocimiento tácito para resolver cuellos de botella tecnológico (Brostrom et al., 2009). Esta motivación se hace presente en empresas innovadoras que están comprometidas en términos de conocimiento, poseen un comportamiento proactivo no sólo para absorber el conocimiento generado externamente, sino también para contribuir a la creación de conocimiento tecnológico adecuado para las actividades productivas.

Las motivaciones pasivas se encuentran más relacionadas con la búsqueda de reducción de costos operativos o de desarrollo mediante la delegación de algunas actividades de producción o innovación a organizaciones externas a la firma (Bonaccorsi y Piccaluga, 1994). La firma está más interesada en una solución concreta a un problema de producción de corto plazo. Se maneja conocimiento maduro y codificado, por lo tanto, no se exige que la firma posea recursos de conocimientos muy sofisticados. La vinculación con fuentes externas de conocimiento no necesariamente está contemplada en la estrategia de innovación.

Igualmente, Laursen et al (2011) exploran la influencia que tienen la proximidad geográfica entre la empresa y las organizaciones académicas junto con la calidad de las investigaciones allí realizadas para determinar las decisiones de vinculación de una empresa dada.

Por otro lado, De Fuentes y Dutrénit (2012) hacen referencia a varios estudios que entre sus hallazgos muestran la relevancia de factores estructurales, relativos a la conducta, geográficos y con respecto a políticas, para determinar el hecho de que una empresa innovadora se vincule con la Academia. Señalan que dentro de los factores estructurales encontramos variables como el tamaño de la empresa, la edad, el sector al que pertenece, y si la empresa pertenece a alguna agrupación o corporativo.

En los factores relacionados a la conducta de la empresa se consideran el tipo de actividades de I+D realizadas por la misma, la intensidad de la I+D en la empresa, y la estrategia de apertura hacia nuevas ideas. Asimismo, se ha demostrado en otros trabajos que las empresas que invierten mayores cantidades en I+D son más propensas a desarrollar capacidades de absorción para aprender e interactuar con las universidades (Cohen et al., 2002).

Los factores relacionados con las políticas son por ejemplo el fomento de *clusters* industriales innovadores, las incubadoras de empresas, y el inicio de proyectos de investigación conjunta (De Fuentes y Dutrénit, 2012). La inquietud que motiva esta investigación, referente al impacto de los incentivos, en términos de PCTI, para el fortalecimiento de la VAI, se ubica dentro de esta categoría de determinantes del proceso de Vinculación.

2.3.2 Canales de Vinculación

En el segundo nivel del proceso de vinculación se encuentran los canales por los cuales puede fluir el conocimiento entre ambos agentes. Estos canales agregan diferentes modos en los que se concretan los vínculos a partir de aspectos como el grado de formalidad, la intensidad, o el objetivo de la interacción.

Para el caso particular de empresas mexicanas, Sampedro et al (2012) presentan 18 modos de vinculación agrupados en siete canales a partir del propósito de la interacción; por ejemplo, el canal “información” incluye los modos: publicaciones y reportes, conferencias públicas y reuniones, y el intercambio informal de información; el canal “derechos de propiedad” incluye a los modos: licencias tecnológicas y las patentes.

Los hallazgos de Sampedro et al (*ídem*) muestran que el énfasis en cada canal está determinado por la motivación para interactuar; sin embargo, el canal de “recursos humanos” es constante para todas las motivaciones consideradas. Otro hallazgo notable es la mayor predisposición a vincularse que se percibió de las empresas que recibieron apoyos públicos.

Una taxonomía de los canales que se ha usado para el caso de las empresas latinoamericanas es la que utilizan originalmente Dutrénit et al (2010a) y Arza (2010), y posteriormente Arza y Vazquez (2012) y, De Fuentes y Dutrénit (2012). Esta taxonomía clasifica los modos de interacción, con base en los objetivos que buscan ambos agentes, en cuatro canales: Tradicional, Servicios, Comercial y Bidireccional.

- Tradicional. Este canal representa la forma en que las empresas se han beneficiado históricamente de las dos misiones convencionales de la academia: la docencia y la investigación (por ejemplo, la contratación de nuevos graduados, o la obtención de información a través de conferencias, publicaciones, etc.). La principal motivación para usar este canal es la adquisición de nuevos conocimientos. El conocimiento fluye principalmente de la Academia hacia la Industria.
- Servicios. Este canal contiene la prestación de servicios científicos y tecnológicos a cambio de dinero (por ejemplo, las consultorías, uso de equipo especializado para el control de calidad, etc.) La motivación para el uso de este canal es similar a la motivación para utilizar el canal tradicional, la adquisición y utilización de conocimientos ya existentes. El conocimiento fluye en el mismo sentido que en el canal tradicional. La interacción personal puede existir y durará únicamente el tiempo que dure la prestación del servicio.
- Comercial. Este canal se basa en la comercialización de los resultados de investigaciones realizadas en la Academia (por ejemplo, patentes, licencias tecnológicas, *Spin-offs*, incubadoras empresariales, etc.). Las empresas buscan apropiarse de actividades de innovación ya realizadas, la creación de nuevos productos o procesos, etc. El conocimiento puede fluir en ambas direcciones dependiendo de los acuerdos contractuales.
- Bi-direccional. En este canal el conocimiento fluye en ambos sentidos, lo que permita aumentar el potencial de aprendizaje para los dos agentes. Las interacciones que ocurren a través de este canal suelen estar motivadas por las estrategias de innovación de las empresas. Buscan principalmente la creación de nuevo conocimiento útil comercialmente o darle aplicaciones a conocimientos ya

existentes. Este canal incluye modos de interacción como proyectos conjuntos de I+D, participación en redes, parques científicos y tecnológicos, etc.

2.3.3 Beneficios derivados

Los beneficios derivados del proceso de Vinculación se encuentran en la última etapa del proceso de vinculación. Los podemos clasificar en dos tipos: los de corto plazo y los de largo plazo (Arza, 2010; Dutrénit et al., 2010a).

Los beneficios de corto plazo generalmente están relacionados con las actividades de producción; Se trata de soluciones a problemas específicos, que se traducen en una mayor capacidad industrial. Puede ser ponerse en contacto antes con los estudiantes universitarios para el reclutamiento futuro, realizar pruebas de laboratorio, ayudar en el control de calidad, etc. En conclusión, se pueden entender como incrementos graduales en la productividad de las empresas ocasionados por mejoras en las técnicas de producción.

Los beneficios de largo plazo se relacionan más con las estrategias de innovación de las empresas. Se trata de soluciones a problemas que la empresa difícilmente podría hallar por sí sola, pero que se puede dar utilizando conocimientos generados en la academia. Por ejemplo, aumentar la capacidad de la empresa para encontrar y absorber información tecnológica de diferentes fuentes, investigaciones complementarias, etc. En general, se entienden como mejoras en las capacidades y desempeño relacionado con las capacidades de innovación que presenten las empresas.

Entender el proceso de vinculación como una secuencia de tres pasos nos ayuda para advertir cuáles son las variables críticas en el proceso y cómo es que se relacionan entre sí. Sin duda, la primera etapa del proceso es uno de los momentos que requiere mayor atención; allí se muestra qué características influyen más en la propensión que tienen los agentes para vincularse con la Academia. Entender y dominar esto nos ayuda para generar diagnósticos cada vez más sutiles que sirvan de base para que se puedan diseñar políticas capaces de persuadir a los agentes para que colaboren con otros ámbitos; y de ésta forma,

al promover eficientemente el dialogo entre Academia e Industria, los gobiernos favorecen la generación de un ambiente propicio para la innovación.

También nos ayuda a recordar que la colaboración entre Academia e Industria no es un fin en sí, sino que se trata de un medio por el cual se busca mejorar las capacidades de ambos agentes. Agentes que contribuirán para transitar apropiadamente hacia una sociedad cada vez más dominada por el conocimiento y las disrupciones tecnológicas. En este marco, los desarrollos científicos y el propio conocimiento son un factor clave para el desarrollo económico y social.

Promover las interacciones entre Academia e Industria no resulta sencillo si ponemos de antemano todas las consideraciones que llevamos hechas hasta el momento. Además hay que tomar en cuenta la lógica a nivel teórico y operativo con la que funcionan los instrumentos utilizados por las instancias gubernamentales para intentar inducir el comportamiento de los agentes sociales.

Se le conoce como incentivos a los mecanismos que se utilizan para persuadir el comportamiento de los agentes en una determinada dirección. En el siguiente apartado se presenta una relevante controversia alrededor del funcionamiento de los incentivos provocada por hallazgos teóricos y empíricos que muestran que pueden funcionar como se espera, no pueden tener ningún efecto, o hasta pueden funcionar contrariamente a lo que se espera.

2.4 Teoría de los incentivos

2.4.1 Por qué debe intervenir el Estado

En el contexto de una economía de libre mercado la intervención pública en los asuntos del mercado siempre ha sido cuestionada. A pesar de ello no han faltado argumentos bastante solidos que justifiquen el porqué de la intervención estatal. Uno de los más repetidos en la

literatura ortodoxa es la corrección de fallas del mercado, en pos obtener asignaciones con eficiencia en el sentido de Pareto⁶.

Una falla de mercado es una situación en la que la asignación de recursos se encuentra alejada del óptimo social, por lo que el Estado debe intervenir en su afán de ser representante del bienestar social. En la literatura se reconocen principalmente tres posibles razones de la incapacidad del libre mercado para alcanzar el nivel óptimo en la asignación de recursos: la indivisibilidad, la inapropiabilidad y la incertidumbre (Arrow, 1962a).

La producción de conocimiento científico y tecnológico a diferencia de la producción de muchos otros bienes económicos se encuentra inmersa en una falla de mercado. Apelando a la naturaleza de este bien nos daremos cuenta de que se trata de un bien público; es decir, se trata de un bien que es no rival en el consumo y es no excluyente parcialmente.

La no rivalidad la podemos entender como la capacidad de ser utilizado por más de un usuario al mismo tiempo y en diferentes lugares sin dañar la integridad del bien. El principio de exclusión de un bien se encuentra fundamentado en la posibilidad de evitar que sea consumido por determinados sectores del mercado; el mecanismo de exclusión por antonomasia es el sistema de precios pero también puede haber otro tipo de limitaciones para consumir determinados bienes.

Al tratarse, pues, de un bien de naturaleza pública, el conocimiento presenta serias dificultades para que los que lo generan se apropien de los beneficios derivados de sus aplicaciones comerciales. Además, en la producción de conocimiento científico y tecnológico las posibilidades de obtener resultados satisfactorios son indudablemente inciertas. De forma que las inversiones privadas se quedan por abajo del óptimo social.

El mecanismo que se ha utilizado para corregir el problema de la apropiabilidad es el derecho de propiedad intelectual. Con él se otorga el monopolio temporal para la explotación comercial del conocimiento a quien lo haya desarrollado. Así pues, al obtener

⁶ La eficiencia en el sentido de Pareto se define como una situación donde la asignación de recursos de un agente no se puede mejorar sino es perjudicando la de algún otro.

rentas monopólicas aseguradas se incentiva la inversión en I+D. Pero eso no es todo, sino que el Estado también se encarga de proporcionar recursos públicos a la Academia con el fin de que hagan sus propios desarrollos en ciencia básica y aplicada, de los cuales habrá un beneficio social implícito, pero probablemente también pueda derivarse un beneficio de carácter económico debido a la cercana y creciente presencia de la ciencia en los procesos de innovación.

Como ya se ha mencionado, el Estado que se preocupe por crear un ambiente propicio para la innovación buscará fomentar el diálogo entre nuestras dos esferas de interés: Academia e Industria. La retroalimentación, el intercambio de información y la externalización de las necesidades son elementos claves para el desarrollo de nuevos conocimientos. Sin embargo no suelen ser comportamientos espontáneos. Por lo que se hace imperioso presentar un esquema de incentivos a los agentes para intentar inducir su comportamiento en la dirección que se desea. O cuando menos esa era la idea que tradicionalmente se tenía en el pensamiento económico ortodoxo.

2.4.2 Cómo funcionan los incentivos

El estudio sobre el funcionamiento de los incentivos ha sido abordado desde disciplinas como la economía, la psicología y la sociología. Las conclusiones que presentan estas últimas dos pueden llegar a ser opuestas a la de la economía ortodoxa. Sin embargo, se han realizado propuestas unificadoras de ambos puntos de vista, mezclando el efecto tanto de factores externos como internos al agente. De esta forma se puede llegar a conclusiones más sensatas y saber en qué casos deben utilizarse los incentivos con cautela.

En la economía ha sido trabajado por autores como Laffont y Martimort (2001), Lazear (2000; 1996), Gibbons (1997) y Laffont y Maskin (1993), entre otros. Se tiene la percepción de que hay que incentivar a los agentes para que trabajen, y produzcan bienes de calidad, o para invertir, estudiar, investigar y colaborar (Laffont y Martimort, 2001). En general, todos estos trabajos presentan evidencia sobre cómo los incentivos suscitan el esfuerzo y mejoran el desempeño de los agentes que son premiados o castigados con ellos.

En conclusión, se acepta que los estímulos externos, en forma de incentivos, sirven como refuerzos positivos para los orientar el comportamiento de los agentes.

En el abordaje desde la psicología de individuos y la sociología, se considera que los incentivos económicos no siempre provocan el efecto esperado. Este argumento se basa en la distinción entre incentivos tangibles e intangibles (económicos y no económicos) y entre incentivos intrínsecos y extrínsecos al individuo. De hecho, hay un conjunto de evidencias que indican que las motivaciones extrínsecas al individuo (recompensas) a veces pueden entrar en conflicto con las motivaciones intrínsecas (deseos del individuo para realizar tareas por sí solo) (Bénabou y Tirole, 2003).

Dicho conflicto puede provocar que los incentivos económicos (o extrínsecos, en términos del campo de la psicología) puedan ser considerados como refuerzos negativos de la actividad deseada, sobre todo en el largo plazo. Esto se debe principalmente a que tienen la posibilidad de minimizar o hasta desplazar (a través de un efecto *crowding-out*) las motivaciones intrínsecas de los agentes individuales (Bénabou y Tirole, 2003).

Entonces, la teoría económica y la teoría psicológica de los incentivos se diferencian principalmente porque la primera sostiene que la conducta de los agentes es capaz de recibir influencia vía incentivos extrínsecos, mientras que la segunda subraya el papel dominante de los incentivos intrínsecos (Amaro et al 2008). Lo anterior no niega que se puedan conciliar en un solo análisis.

Bénabou y Tirole (2003) consiguen con una serie de refinaciones matemáticas unificar las dos posturas recién referidas. Señalan que para conseguir un esquema de incentivos que maximice la función objetivo del principal, dado un nivel de esfuerzo del agente y el nivel de dificultad de la tarea o la habilidad del agente para realizarla, ambos de conocimiento por el principal, se deben de hacer tres consideraciones:

- El efecto de implementar la política de incentivos sobre el agente. Si la política es una bonificación, representa un costo directo manteniendo el comportamiento del agente constante.

- El efecto que provoca haber implementado la política sobre el comportamiento del agente. Según la teoría de la agencia, manteniendo todo lo demás constante, representa un refuerzo positivo para realizar la tarea encomendada.
- El efecto que tiene la interpretación de la política sobre el nivel de confianza que tiene el agente en sí mismo para realizar la tarea. Esta se puede ver afectada debido al efecto denominado *looking-glass self*. Se acepta que el nivel de confianza en sí mismo afecta la toma de decisiones del agente. En otras palabras se introduce en este punto, el efecto de las motivaciones intrínsecas al análisis.

Recapitulando, la teoría unificada de los incentivos trata el problema que enfrenta un planeador o también llamado principal cuando sus propios objetivos no coinciden con los de los miembros de la sociedad, quienes son conocidos como agentes. Adicionalmente, el planeador debe interesarse por lo que sepan o hagan los agentes, para reunir los elementos necesarios para poder hablar de un problema de incentivos (Laffont y Maskin, 1993). De esta forma, la función objetivo del planeador debe depender de la información que posee de los agentes, de su comportamiento, y, cómo se ha mencionado, del efecto que tenga la percepción del programa sobre su motivación intrínseca.

El planeador busca lograr sus objetivos mediante la puesta en marcha de un esquema de incentivos, estableciendo una regla que especifica por adelantado el comportamiento del planeador sobre la base de sus percepciones, de la información y de las acciones de los agentes. Entonces, un esquema de incentivos es una promesa del planeador a reaccionar de alguna manera específica a lo que hagan o revelen los agentes (Laffont y Maskin, 1993). Un premio o un castigo que en última instancia interactuará con los deseos del individuo por realizar la tarea por sí solo, trastocando su toma de decisiones.

2.5 Conclusión del capítulo

La literatura que se presentó como relevante en este capítulo ha tratado de mostrar esquemáticamente las diferentes ideas que sirven de fundamento teórico para esta investigación. En primer lugar se presentaron dos modelos semejantes en lo general, pero

que tienen diferencias muy particulares y distintos énfasis, para explicar el origen de las innovaciones como un proceso que comprende la participación coordinada de diversos actores, dentro de un ambiente institucional *ad hoc*.

De la misma forma se expuso la relevancia de la VAI en el proceso de innovación, y los beneficios económicos y sociales que de ésta se derivan. Se señalaron las categorías referentes al proceso de vinculación que se utilizarán a lo largo de toda la investigación, indicando las etapas del proceso y las particularidades empíricas que se han presentado en los países en desarrollo.

En este capítulo se hizo notorio que la vinculación no es un fin en sí, sino más bien un medio para propiciar un entorno favorable para la innovación. La vinculación es un comportamiento escaso y requiere ser estimulado por el Estado a través de programas de PCTI que la favorezcan. En todo caso, conocer las particularidades del funcionamiento e impacto de estos programas de PCTI en cada agente, que constituyen incentivos a su actividad, ayudaría a eficientar el manejo y la mecánica de los incentivos asociados a dichos programas.

La literatura justifica las intervenciones públicas a través de incentivos para inducir cierto tipo de comportamientos en los agentes de interés. Se ha construido una visión unificadora de las posiciones encontradas, abriendo las posibilidades de identificar efectos que van más allá de ser simplemente refuerzos positivos o negativos. Desde esta visión es relevante considerar tanto la inclinación natural de los actores para realizar la actividad deseada como su habilidad para realizarla.

3 Marco Contextual: De la teoría a la realidad del caso mexicano

El objetivo de este capítulo es describir a los principales agentes del sistema nacional de innovación mexicano. Se focaliza la atención en los dos tipos de organizaciones de interés para esta investigación: por un lado las que realizan actividades académicas y de investigación, y por el otro las empresas del sector productivo. También en los vínculos que se forman entre ellas, y en los principios institucionales que perfilan el conjunto de incentivos dedicados a fortalecer la VAI.

Tomando como base el texto: *El sistema nacional de innovación mexicano: instituciones, políticas, desempeño y desafíos* de Dutrénit et al (2010b), junto con otros documentos de carácter oficial, se enumeran las principales organizaciones e instituciones que conforman el sistema de innovación mexicano. Se señalan las actividades de cada una y la naturaleza de las interacciones que se dan entre ellas. Adicionalmente, se presenta la evolución de algunos de los insumos que entran al sistema y su posición respecto ciertos esfuerzos internacionales.

3.1 *El sistema nacional de innovación mexicano*

En el SNI mexicano se encuentran la mayoría de los agentes de los SNI de otros países exitosos. Sin embargo la intensidad de las actividades e interacciones a diferentes niveles sugieren un sistema aún en desarrollo. Asumimos dos grandes tipos de agentes: organizaciones e instituciones.

(j) Las organizaciones más relevantes en el SNI mexicano son:

(a) Agencias gubernamentales, (b) Academia –compuesta de centros e institutos públicos de educación e investigación, (c) empresas del sector privado con actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), (d) organizaciones intermedias, y (e) organizaciones financieras.

(jj) Entre las instituciones relevantes destacan:

(f) la Ley de Ciencia y Tecnología, (g) el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECiTI), (h) la política de Estado en ciencia, tecnología e innovación, y otros principios orientadores e instrumentos legales, administrativos y económicos de apoyo a la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación establecidos en la normatividad.

A continuación se describe su composición y funciones dentro del sistema.

3.1.1 Las organizaciones relevantes en el SNI mexicano

(a) Las principales funciones de las agencias gubernamentales son: definir, reformar y transformar el régimen regulatorio, los mecanismos de selección y los instrumentos diseñados para apoyar y promover la CTI, también alteran el ambiente en el cual los agentes se desempeñan y además el comportamiento innovador de las empresas (Dutrénit et al, 2010b).

El gobierno mexicano ha implementado, desde los años setentas, varios programas de política y otros mecanismos orientados a la promoción de la CTI; así mismo fue creando las condiciones necesarias para el surgimiento de las organizaciones públicas especializadas en actividades de CTI. La más importante de ellas es el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), que se dedica a impulsar la CTI. Sin embargo también podemos destacar la influencia del Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCyT), quien se dedica a analizar el desarrollo de la CTI en el país, además de asesorar al Poder Ejecutivo, al Poder Legislativo federal y estatal, y a otras organizaciones gubernamentales, asimismo sirve de interlocutor con las comunidades usuarias de la CTI y la sociedad en general.

Otras organizaciones relevantes son: La Secretaría de Economía, la Conferencia Nacional de Ciencia y Tecnología (CNCT), la Red Nacional de Grupos y Centros de Investigación (RNGCI) y la Red Nacional de Consejos Estatales de Ciencia y Tecnología (REDNACECyT).

(b) La Academia se constituye de tres grandes grupos de organizaciones: (1) los centros públicos de investigación-CONACyT, (2) los centros públicos de investigación administrados por secretarías de Estado, y (3) los institutos y centros de investigación pertenecientes a las instituciones de educación superior.

Son 26 los centros públicos de investigación (CPI) bajo la administración de CONACyT, los cuales se concentran en tres campos del conocimiento: diez centros en investigación científica y tecnológica en matemáticas y ciencias naturales; ocho centros en ciencias sociales y humanidades; ocho en desarrollo tecnológico y servicios.

Los CPI relacionados administrativamente con las secretarías de Estado tienen por objetivo proveer desarrollos tecnológicos a otras entidades públicas relacionadas con la producción de energía, el desarrollo agropecuario, el sector salud, el ambiente y los recursos naturales.

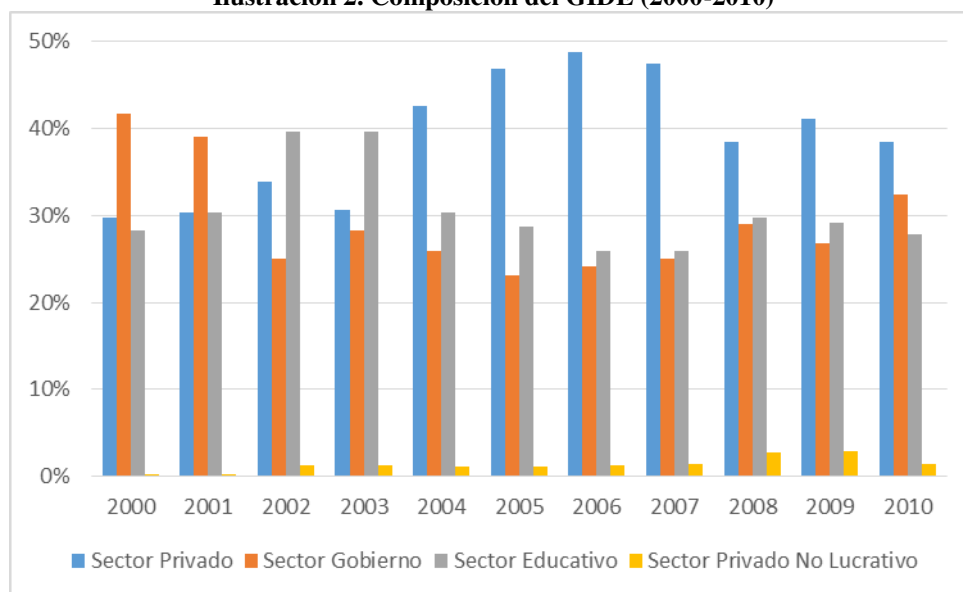
Podemos clasificar a los institutos y centros de investigación pertenecientes a las instituciones de educación superior en públicos y privados. La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Instituto Politécnico Nacional (IPN), la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV), la Universidad de Guadalajara (UDG) y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) son las más importantes de carácter público. El Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) es el más sobresaliente y con mayor presencia a nivel nacional e internacional de carácter privado.

En buena medida las instituciones mexicanas de educación superior, públicas y privadas, tienen una doble misión. Formar recursos humanos altamente calificados, por un lado, y por el otro, ser los principales centros de producción de conocimiento científico que se pueda aplicar con fines comerciales y de innovación en el país.

(c) En el sector productivo de bienes y servicios se encuentran los agentes más importantes de todo SNI. Las empresas son relevantes en la medida en que son capaces de introducir al mercado y comercializar los nuevos o significativamente mejorados productos, servicios, métodos o procesos de producción. Los demás agentes del SNI pueden contribuir a generar

capacidades de innovación aportando capital humano y conocimiento económicamente útil, pero los procesos de innovación se llevan a cabo esencialmente al interior de las empresas.

Ilustración 2. Composición del GIDE (2000-2010)



Fuente: Elaboración propia con datos de RICyT (2014) y FCCyT (2014).

En general, las empresas mexicanas han comenzado a invertir más en Investigación y Desarrollo para desarrollar más capacidades de innovación en la última década. Por ejemplo, el Gasto en Investigación y Desarrollo Experimental del Sector Productivo (GIDESP) pasó de representar el 29.75% en el año 2000 a 38.42% del GIDE nacional diez años después. Es decir, pasó de 11,735,483 a 25,459,449 pesos (RICyT, 2014; FCCyT, 2014); lo que significa que ha crecido a una tasa anual promedio de 8.91% entre los años 2000 y 2010 (Ilustración 2).

Sin embargo, el total del Gasto en Investigación y Desarrollo Experimental (GIDE) nacional, ha crecido en promedio 3.6% anualmente durante el mismo periodo. Es decir, el crecimiento del GIDESP ha sido superior. No obstante, el comportamiento de las empresas no ha sido suficiente como para estimular el crecimiento del GIDE nacional.

Más allá de los avances observados, estos esfuerzos siguen siendo menores con respecto a los estándares internacionales. El GIDE promedio en los países de la Organización para la

Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) representó el 2.33% del Producto Interno Bruto (PIB) en 2009, mientras que el GIDESP promedio fue de 1.62% del PIB; en México el GIDE y GIDESP del año 2009 equivalieron a 0.37% y 0.18% del PIB respectivamente (Tabla 2). En ambos casos México se ha quedado estancado en los últimos lugares de la tabla desde 1999.

**Tabla 2. GIDE y GIDESP como porcentaje del PIB (1999 y 2009)
México con respecto a una selección de países de la OCDE**

GIDE como porcentaje del PIB			GIDESP como porcentaje del PIB		
País	1999	2009	País	1999	2009
Israel	3.52	4.28	Israel	2.49	3.42
Japón	3.02	3.33	Japón	2.14	2.53
Estado Unidos*	2.64	2.79	Estado Unidos*	1.96	2.02
Promedio OCDE*	2.16	2.33	Promedio OCDE*	1.49	1.62
Canadá	1.80	1.92	Canadá	1.06	1.00
España	0.86	1.38	España	0.45	0.72
Chile*	#N/A	0.39	México*	0.10	0.18
México*	0.39	0.37	Chile*	#N/A	0.16

*Estados Unidos (1999, 2008), Promedio OCDE (1999, 2008), México (1999, 2007), Chile (2008).

Fuente: OCDE, Main Science and Technology Indicators Database, Junio 2011.

El gasto realizado en actividades de I+D se considera uno de los insumos del sistema nacional de innovación. Por tanto, al realizarlo se espera que se acumulen capacidades de innovación en los agentes implicados en ellas. El caso mexicano muestra que después del 2006 el GIDESP fluctuó a la baja para comenzar a recuperarse en 2010 y alcanzar el volumen de cuatro años atrás. En el mismo periodo, la cantidad de empresas que participaron en la Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico y que aseguran haber introducido al mercado alguna innovación de producto/servicio o proceso/método en los dos años anteriores se redujo en seis puntos porcentuales.

Por lo tanto podemos concluir que las empresas con actividades de CTI han estado aumentando sus esfuerzos para participar activamente en el SNI. Sin embargo, no han logrado alcanzar una escala suficiente para activar el sistema en su conjunto y comenzar a observar mejores resultados.

(d) Las organizaciones intermedias, de apoyo o puente, son aquellas organizaciones que actúan facilitando las actividades de innovación al interior del SNI. En México pueden ser clasificadas a partir de dos tipos principales de actividades. Las primeras proveen información científica y tecnológica, y facilitan la colaboración entre los distintos agentes del SNI, mientras que las segundas proporcionan incentivos de financiamiento a la I+D.

Las organizaciones que se ubican en el grupo que proporciona incentivos financieros procuran apoyar el crecimiento de las capacidades productivas y de innovación de las empresas a través de créditos para asistencia técnica, la modernización tecnológica, la exportación, la formación de cadenas productivas y los derechos de propiedad intelectual. En México se pueden nombrar dentro de este grupo a Nacional Financiera (NAFIN), el Banco Mexicano de Comercio Exterior (Bancomext), el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI), y la Secretaría de Economía.

Las organizaciones que ofrecen asesoría e información científico tecnológica tienen el objetivo de contribuir a la reducción de los costos de información y la incertidumbre que se deriva del poco conocimiento que existe entre los agentes del SNI. Buscan lograrlo a través de apoyar al sector de empresas privadas y públicas en el uso y administración de procesos de certificación, estandarización de procesos y normas, y en el establecimiento de programas de capacitación. Asimismo, las asesoran en la toma de decisiones y facilitan la adquisición de información relevante para desarrollar actividades de innovación. Sirven como elementos de enlace para otros agentes (Dutrénit et al, 2010b).

A pesar de que en México estas organizaciones están poco desarrolladas podemos destacar la labor de la Sociedad Mexicana de Normalización y Certificación (NORMEX), el Fondo de Información y Documentación para la Industria (INFOTEC), el Centro Nacional de Metrología (CENAM), el Instituto Mexicano de Normalización y Certificación (IMNC), la Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico (ADIAT), el FCCyT, la RNGCI, la RENACECyT y las Comisiones de ciencia y tecnología del Congreso.

(e) La innovación ciertamente es un proceso que implica elevados costos y poca certeza sobre la posibilidad de obtener ganancias. Normalmente, las actividades de innovación tienen lugar en ambientes evolutivos caracterizados por el cambio constante y la alta incertidumbre. Debemos añadir la dificultad que se presenta para apropiarse completamente de los beneficios que efectivamente resultan de las innovaciones debido a la naturaleza del conocimiento incorporado en ellas. Debido a todo ello, las empresas y otros agentes suelen adoptar comportamientos adversos al riesgo inherente en estas actividades; se inhiben los niveles de inversión y se dificulta la existencia de un ambiente propicio para la innovación.

De esta forma se justifica la necesidad de la existencia de un conjunto de organizaciones dentro del SNI dedicadas a mitigar las fallas de mercado referidas anteriormente. Principalmente lo pueden lograr financiando las actividades de innovación en etapas tempranas de su desarrollo, cuando los costos y la incertidumbre son más elevados. En México el número de organizaciones de este tipo es bastante reducido con respecto a los países desarrollados y el volumen de recursos con el que se dispone es escaso. En palabras de Chelen y Gutiérrez Bello (2014): el capital de riesgo para apoyar a empresas con nuevas ideas o negocios innovadores ha sido prácticamente inexistente.

Recientemente, en el marco de esta administración, se han creado nuevas organizaciones intermediarias, como son las oficinas de transferencia de conocimiento, que sustituyen a las oficinas de transferencia de tecnología, que comenzaron a crearse desde 2006 aunque a un ritmo muy lento.

3.1.2 Las instituciones relevantes del SNI mexicano

(f) La Ley de Ciencia y Tecnología (LCT) vigente entró en vigor el 6 de junio del año 2002, su última reforma fue publicada el 20 de mayo del año 2014. Constituye el mayor referente dentro del marco regulatorio en materia de ciencia y tecnología a nivel federal.

Esta ley regula el comportamiento del Gobierno Federal obligándolo a impulsar, fortalecer, desarrollar y consolidar la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación en el país. Fundamenta la formulación de las políticas de Estado en dicha materia, y

permite definir puntualmente los objetivos de largo plazo de las mismas y guiar al SNI en su conjunto. Todo esto sobre las siguientes bases:

- Incrementar las capacidades científicas y tecnológicas y orientarlas a resolver problemas nacionales.
- Actualizar y mejorar la educación y cultura mediante el desarrollo de la ciencia básica y la tecnología.
- Incrementar la productividad y la competitividad a partir del desarrollo y la innovación tecnológica.
- Integrar esfuerzos de los diversos sectores para impulsar áreas de conocimiento estratégicas para el desarrollo del país.
- Descentralizar las actividades científicas y tecnológicas para fortalecer el desarrollo regional.
- Promover procesos participativos que definan prioridades y optimicen los recursos otorgados para la ciencia y la tecnología.

(g) El Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECiTI) 2007-2012 surge para dar continuidad al antiguo Programa Especial de Ciencia y Tecnología (PECYT); este último sirvió para guiar la planeación del gobierno federal durante el periodo 2000-2006, y se prolongó hasta 2007, su objetivo era el de integrar y coordinar el esfuerzo nacional en las actividades referentes a ciencia y tecnología con el respectivo Plan Nacional de Desarrollo.⁷ El PECiTI 2007-2012 incorpora a la innovación como un objetivo declarado del conjunto de la política de CTI de acuerdo a la LCT del 2002 y presenta cinco objetivos rectores:

1. Establecer políticas de Estado a corto, mediano y largo plazo que permitan fortalecer la cadena de educación, ciencia básica y aplicada, tecnología e innovación.
2. Descentralizar las actividades científicas, tecnológicas y de innovación.

⁷ Cabe destacar que en el 2014 se publicó el PECiTI 2014-2018.

3. Fomentar un mayor financiamiento de la ciencia básica y aplicada, la tecnología y la innovación.
4. Mayor inversión en infraestructura científica, tecnológica y de innovación.
5. Evaluar la aplicación de los recursos públicos que se invertirán en la formación de recursos humanos de alta calidad, y en las tareas de investigación científica, innovación y desarrollo tecnológico.

Se subraya la introducción del quinto objetivo en este programa, como un compromiso por parte de las autoridades de CTI con la transparencia y la rendición de cuentas respecto a las actividades que llevan a cabo.

(h) La política de Estado en CTI es definida por el Consejo General de Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación. Corresponde al CONACyT coordinar su instrumentación, algunas veces apoyado en otras organizaciones. Los fondos y programas de PCTI tienen por base los siguientes cinco principios: 1) La adopción de principios más estrictos de calidad y la búsqueda de la pertinencia de la I+D llevada a cabo en el sistema de investigación pública, valorada según su mayor orientación hacia la solución de problemas nacionales económicos y sociales; 2) la urgencia de promover la interactividad y coordinación entre agentes del SNI; 3) el compromiso con la regionalización de las capacidades de CTI en todo el país; 4) la promoción de actividades de innovación, particularmente por el sector privado; y 5) la apertura de espacios para la participación de grupos amplios de la sociedad mexicana en la política de CTI, junto con la obligación de informar mejor sobre la formulación de políticas (Dutrénit et al, 2010b).

De estos cinco principios se deriva el conjunto de 21 apoyos y programas de PCTI vigentes durante 2008 y 2009 que forman parte del catálogo, dentro de la Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico (2010) correspondiente al sector productivo; siete de esos programas atienden dentro de sus funciones el segundo objetivo: “(...) promover la interactividad y coordinación entre agentes del SNI”; por lo que podemos identificarlos como el núcleo del esquema de incentivos para la vinculación entre Academia e Industria. Mismos que serán presentado en el siguiente capítulo.

3.2 Conclusión del capítulo

Ciertamente la innovación es resultado de un proceso complejo. Ocurre en respuesta a un entorno específico el cual es condicionado en buena medida por el contexto institucional y por las capacidades de los agentes involucrados. La finalidad de este capítulo fue presentar brevemente una descripción del contexto y los agentes involucrados en los procesos de innovación utilizando la perspectiva del SNI.

Se describieron ciertas condiciones y funciones de los principales agentes del SNI mexicano, no obstante, el foco de atención se mantuvo en los agentes que forman la cadena de producción y utilización de conocimiento científico y tecnológico. Se listó y describió el grupo de programas de PCTI que dan forma al esquema de incentivos dedicados a fortalecer la VAI vigentes durante los años 2008 y 2009.

Este capítulo mostró de forma práctica la composición de nuestras categorías de análisis y su entorno inmediato en el contexto actual mexicano. Al mismo tiempo pone de manifiesto que si bien el SNI mexicano está compuesto en su mayor parte por los mismos agentes que el SNI de cualquier país desarrollado, existen diferencias en los esfuerzos que se hacen. Por lo tanto contextualizar el perfil de las empresas nacionales dentro de un arreglo institucional particular, nos ha servido para profundizar en la comprensión del impacto que provoca en ellas el esquema de incentivos que las procura vincular con la Academia.

Una vez expuestas las categorías de interés para nuestro análisis a nivel teórico y práctico dentro un contexto espacial y temporal, se presenta, en el siguiente capítulo, la metodología que guía esta investigación para dar una respuesta y explicación de las preguntas planteadas inicialmente. A su vez se presenta el andamiaje teórico conceptual que la respalda, y explora y describe la información estadística que se utiliza para ello.

4 Metodología de investigación

Este capítulo se compone de tres secciones. En la primera se hace referencia a la procedencia y características de la información estadística que se utilizará más adelante. La segunda sección abunda sobre el conjunto de incentivos dedicados a fortalecer la VAI vigentes durante el periodo de análisis de esta investigación. En esta sección se presentan y desglosan cada uno de ellos, acentuando sus características específicas. La tercera sección versa sobre los fundamentos teóricos conceptuales de la herramienta estadística elegida para lograr los objetivos planteados inicialmente.

4.1 Fuente y características de los datos

La Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico (ESIDET) es un instrumento que se implementa con el fin de generar información estadística sobre el quehacer científico y tecnológico nacional para apoyar los procesos de planeación y toma de decisiones sobre la PCTI. Es realizada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) bienalmente desde el año 1994, y abarca a los cuatro sectores fundamentales de la sociedad mexicana: el sector productivo, privado no lucrativo, de educación superior y el gobierno.

La principal fuente de información estadística de esta investigación es la edición 2010 de la ESIDET. En ese año la encuesta se aplicó a empresas del sector productivo, a organizaciones del sector privado no lucrativo, de educación superior y del gobierno con 20 y más personas ocupadas. Su objetivo es capturar información relacionada con las actividades de Investigación y Desarrollo de Tecnología durante 2008 y 2009 en estos sectores.

La cobertura de la encuesta permite hacer estimaciones a nivel nacional. Al contar con una muestra probabilística estratificada, los resultados obtenidos de la encuesta se pueden generalizar a toda la población objeto de estudio. La estratificación de la muestra utilizada

en el levantamiento de la ESIDET 2010 se realizó siguiendo dos criterios: el volumen de personal ocupado y la rama de actividad económica (clasificación OCDE).

Debido a que el objeto de estudio en esta investigación son las empresas innovadoras, únicamente se utiliza la información proveniente del sector productivo. De ahí se seleccionó una muestra de conveniencia, filtrando las observaciones de aquellas empresas que aseguran haber introducido al mercado algún producto, servicio, método o proceso tecnológicamente nuevo o mejorado. Utilizando este tipo de muestreo, no probabilístico, se pierde la posibilidad de asegurar la representatividad de la muestra.

De 3,694 empresas del sector productivo que respondieron la encuesta, 624 declararon haber introducido al mercado al menos una innovación de producto-servicio o proceso-método. Posteriormente se decidió excluir de la muestra a once observaciones correspondientes al sector productivo primario debido a una insuficiente representatividad⁸, y a una observación adicional que presentaba varios valores perdidos. De modo que el tamaño de la muestra utilizada para representar el universo de empresas innovadoras para los años 2008 y 2009 en México es de 612 observaciones.

El perfil de la muestra se dibuja de la siguiente manera; un poco más de la mitad (50.98%) expresó participar o haber participado de al menos un apoyo gubernamental que incentive la VAI. 298 empresas, equivalentes al 48.69% de la muestra, forman parte de un corporativo.

En términos del tipo de propiedad podemos decir que 26.14% de las empresas innovadoras poseen una participación de capital extranjero igual o mayor al 20% del capital total; dicho monto de participación de capital extranjero será utilizado como criterio definir a una empresa de propiedad extranjera.

⁸ Como se pudo ver en la revisión de la literatura sobre VAI, uno de los aspectos que se ha mostrado como determinante de la vinculación es el sector industrial en el que se desenvuelve la empresa. Teniendo únicamente once observaciones de empresas innovadoras en el sector primario se dificulta la posibilidad de que describan de forma precisa el efecto que tiene pertenecer a este sector sobre la propensión a vincularse.

Una de las categorías que se aplica para medir el tamaño de una empresa es la cantidad de personal ocupado dentro de ella. INEGI suele estratificar sus muestreos utilizando este mismo criterio; normalmente lo hace con seis rangos de personal ocupado.

Tabla 3. Distribución de los estratos de personal ocupado en la muestra.

Estrato	Empresas	%
1 751 y más	177	28.92
2 501 a 750	49	8.01
3 251 a 500	73	11.93
4 101 a 250	81	13.24
5 50 a 100	67	10.95
6 20 a 49	165	26.96
Total	612	100.00

Fuente: Elaboración propia con datos de ESIDET 2010

Así, en nuestra muestra el tamaño de las empresas concentra cerca del 56% de observaciones en los dos rangos extremos de la estratificación: el estrato que engloba a las empresas más grandes y el que contiene a las pequeñas empresas⁹, los que cuentan con 28.92 y 26.96% de las empresas, respectivamente (Tabla 3).

Tabla 4. Sectores productivos por estrato de personal ocupado en la muestra.

Estrato	Manufacturas		Servicios	
	Empresas	%	Empresas	%
1 751 y más	153	33.19	24	15.89
2 501 a 750	43	9.33	6	3.97
3 251 a 500	63	13.67	10	6.62
4 101 a 250	66	14.32	15	9.93
5 50 a 100	47	10.20	20	13.25
6 20 a 49	89	19.31	76	50.33
Total	462	100.00	151	100.00

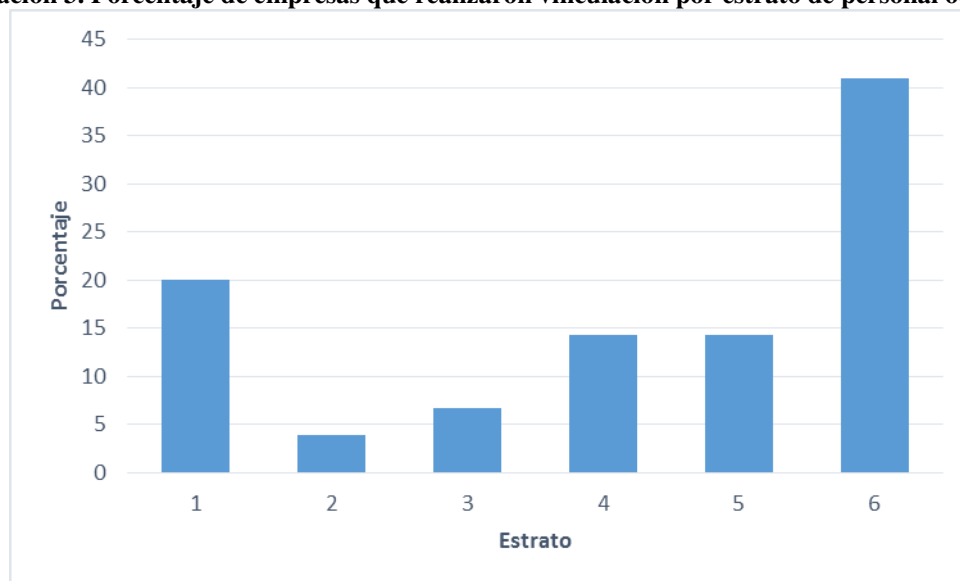
Fuente: *Ídem*

75.33% de las empresas pertenecen al sector de las manufacturas, el restante 24.67% pertenece al de los servicios. En el sector de las manufacturas se concentra el mayor número de las empresas más grandes (153 empresas) y de empresas pequeñas (89 empresas); en conjunto equivalentes al 52.50% de las empresas del sector. Mientras que el

⁹ Según la clasificación publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2002, utilizado por el INEGI.

sector de los servicios aglomera a 76 empresas en el estrato de las pequeñas empresas, equivalente al 50.33% del sector (Tabla 4).

Ilustración 3. Porcentaje de empresas que realizaron vinculación por estrato de personal ocupado.



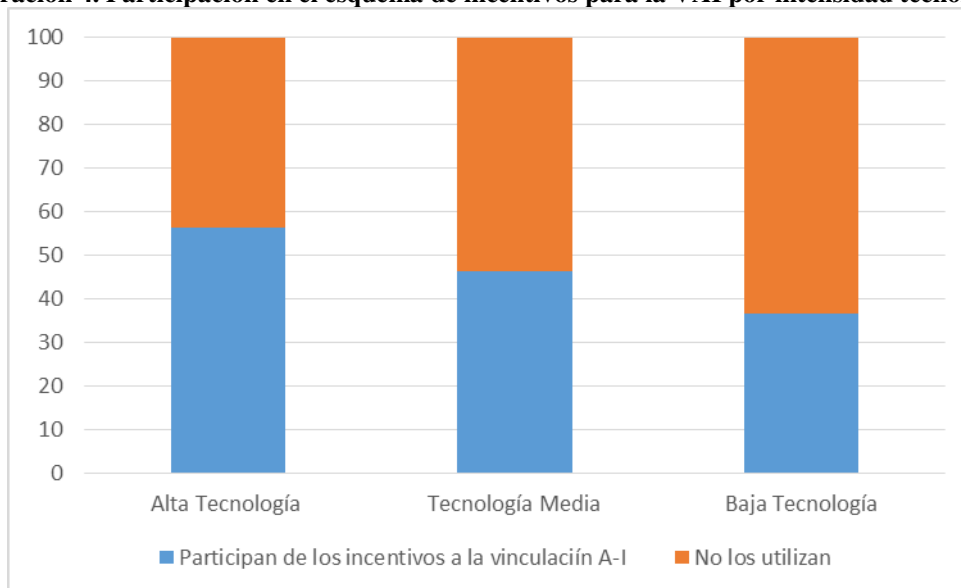
Fuente: *Ídem*

La ilustración 3 registra cómo se distribuyen las 105 empresas (17.16% de la muestra) que realizaron proyectos de innovaciones en vinculación con la Academia por estrato de personal ocupado. En ella se muestra que el 40.37% de las empresas vinculadas se encuentra en el sexto estrato de personal ocupado, correspondiente a las llamadas pequeñas empresas; un 20% pertenece al estrato de más de 750 empleados, y el restante 39.05% se encuentra distribuido en los otros cuatro estratos.

Considerando el contenido tecnológico¹⁰ de las actividades realizadas dentro del sector de las manufacturas, podemos decir que la tendencia a participar de los programas de PCTI que contienen incentivos para fortalecer la VAI se mueven en el mismo sentido (Ilustración 4). Es decir, conforme se incrementa la intensidad del contenido tecnológico de las actividades también se incrementa la participación en el esquema de incentivos. Por el contrario, a menor intensidad en el contenido tecnológico de la actividad, menor participación en él.

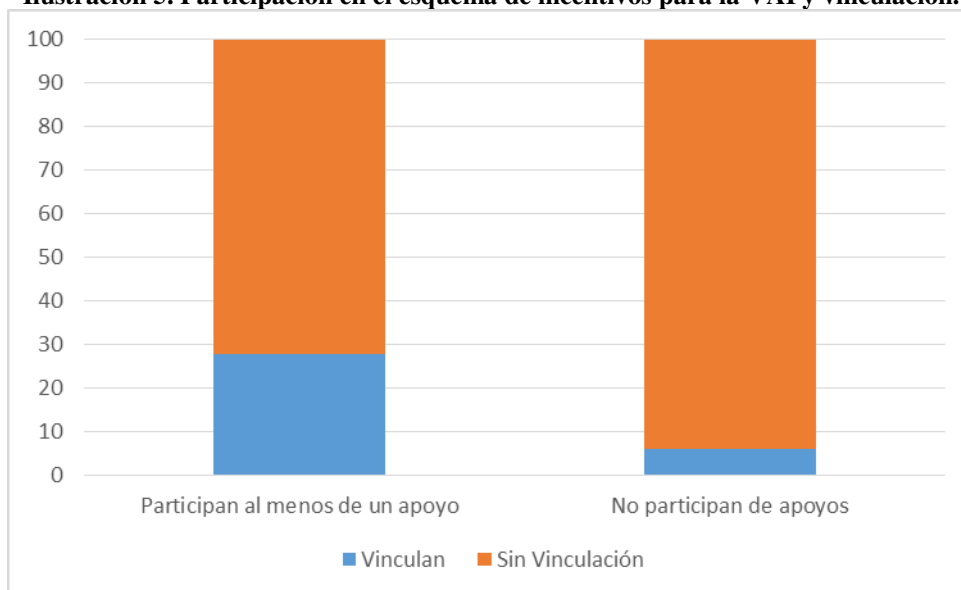
¹⁰ Se utiliza la clasificación de intensidad tecnológica de la OCDE (2001), de la cual se abunda en el Capítulo 5, ver Tabla 6.

Ilustración 4. Participación en el esquema de incentivos para la VAI por intensidad tecnológica.



Fuente: *Ídem*

Ilustración 5. Participación en el esquema de incentivos para la VAI y vinculación.



Fuente: *Ídem*

Habiendo esbozado todos estos aspectos de los datos que utilizamos, solo resta presentar un cruce de información relevante, que insinúa la relación que existe entre la pareja de categorías medulares de esta investigación. Al comparar el grupo de empresas que participan del esquema de incentivos a la VAI con el grupo de empresas que no lo hacen

(Ilustración 5), en términos de la propia práctica de la vinculación con la Academia, podemos advertir una relación positiva entre las dos categorías.

La ilustración 5 pone en evidencia la relación que se acaba de mencionar. En ella se puede observar como el grupo de empresas que participan de incentivos a la VAI realiza el triple de vinculación con respecto al grupo que no participa de los incentivos. Claro, esto no significa que el efecto sea completamente atribuible al hecho de participar de los incentivos, sin embargo nos indica la presencia de una relación que más adelante se irá resolviendo.

4.2 Programas de PCTI con incentivos para fortalecer la vinculación Academia-Industria

La cobertura temática del cuestionario para el sector productivo en la ESIDET 2010 comprende doce módulos, uno de ellos dedicado a conocer la cobertura que tienen ciertos programas de política pública enfocados a promover la CTI.

Todas las empresas fueron cuestionadas sobre el conocimiento y la participación que mantienen o han mantenido en los siguientes 21 programas de PCTI: AVANCE, FONCYT, INNOVAPYME, PROINNOVA, INNOVATEC, FONCICYT, ESTANCIAS SABÁTICAS, ESTÍMULOS FISCALES, REPATRIACIÓN Y RETENCIÓN, FONDOS SECTORIALES, FONDOS MIXTOS, IDEA, CRECE, COMPEX, COMPITE, FONDO PYME, PROSOFT 2.0, PROMEDIA, FIDECAP, CIMO, y CONOCER.¹¹

Al revisar cuidadosamente los objetivos planteados en cada uno de estos programas, podemos hacer dos grupos dividiendo a los que consideran dentro de sus funciones sustantivas incentivar la vinculación entre Academia e Industria y los que no lo hacen.

¹¹ El Anexo 4 lista los nombres completos de los programas.

El grupo que constituye el esquema de incentivos para fortalecer la VAI vigente durante los años 2008 y 2009 comprende los siguientes siete programas: (1) AVANCE, (2) INNOVAPYME, (3) PROINNOVA, (4) INNOVATEC, (5) ESTANCIAS SABÁTICAS, (6) ESTÍMULOS FISCALES y (7) FONDOS SECTORIALES. Todos ellos demostraron ser programas poco populares entre los usuarios, con excepción del programa de ESTÍMULOS FISCALES que reporta ser conocido por casi una cuarta parte de las empresas encuestadas en 2010 (Tabla 5).

Tabla 5. Programas de PCTI con incentivos a la VAI.

Programa	Sí lo conoce	No lo conoce
AVANCE	10.1%	89.9%
INNOVAPYME	16.1%	83.9%
PROINNOVA	13.1%	86.9%
INNOVATEC	15.1%	84.9%
ESTANCIAS SABÁTICAS	5.7%	94.3%
ESTÍMULOS FISCALES	24.7%	75.2%
FONDOS SECTORIALES	11.6%	88.3%

Fuente: Elaboración propia con datos de ESIDET 2010

A continuación se describen las principales características de este grupo de programas. AVANCE (Alto Valor Agregado en Negocios con Conocimiento y Empresarios) fue un programa diseñado para impulsar la identificación de oportunidades y creación de negocios basados en la explotación de desarrollos científicos y/o desarrollos tecnológicos a través de nueve modalidades diferentes.

Su objetivo era impulsar la detección y generación de oportunidades de negocios así como la creación de nuevos negocios de alto valor agregado basados en la aplicación del conocimiento científico y/o tecnológico. De donde se destaca el interés por aprovechar los descubrimientos científicos y desarrollos tecnológicos realizados en el país.

Su población objetivo se encuentra definida como aquellas empresas “(...) que realizan actividades y negocios relacionados con la investigación científica, tecnológica y/o desarrollo tecnológico”.

INNOVAPYME (Innovación Tecnológica de Alto Valor Agregado para proyectos de Investigación Desarrollo Tecnológico e Innovación en empresas PYME) es una de las tres modalidades del Programa de Estímulos a la Innovación (PEI) para proyectos de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (IDTI), el cual busca incentivar, a nivel nacional, la inversión de las empresas en actividades y proyectos relacionados con IDTI, y propiciar la vinculación de las empresas en la cadena del conocimiento, formar e incorporar recursos humanos especializados en actividades de IDTI en las empresas.

Esta modalidad otorga apoyos económicos complementarios a las PYMES que realicen proyectos de desarrollo tecnológico o innovación, de forma individual o en vinculación con instituciones de educación superior (IES) y/o centros e públicos de investigación (CPI), de tal forma que los apoyos tengan el mayor impacto posible sobre la competitividad de la economía nacional.

PROINNOVA (Desarrollo e Innovación en Tecnologías Precursoras) es otra modalidad del PEI que busca apoyar a la formación y consolidación de redes IDTI en las que participen empresas de cualquier tamaño en colaboración con IES y/o CPI, en campos precursores del conocimiento para generar un efecto multiplicador en diversas industrias y fortalecer así sus capacidades tecnológicas.

La tercera modalidad del PEI es INNOVATEC (Programa de Innovación Tecnológica para la Competitividad), focalizada en las empresas grandes que deseen realizar inversión en infraestructura física así como la creación de nuevos puestos de trabajo para maestros y doctores, y que planteen sus proyectos en colaboración con otras empresas o IES y/o CPI.

ESTANCIAS SABÁTICAS es un instrumento de apoyo para mejorar la capacidad tecnológica de las empresas mediante la presentación de un proyecto de investigación, desarrollo e innovación, lo que origina la estancia sabática a doctores dentro de ellas. Va dirigido a empresas interesadas en mejorar sus capacidades tecnológicas que presenten un proyecto de IDTI y que consideren brindar un espacio para que doctores inscritos como

profesores o investigadores de IES o CPI, es decir de la Academia, realicen su estancia sabática dentro de la empresa.

El programa de ESTÍMULOS FISCALES (Incentivos Fiscales a la Investigación y Desarrollo) fue un programa de apoyo para los contribuyentes del impuesto sobre la renta, que realizaran inversiones en proyectos de investigación y desarrollo de tecnología dirigidos al desarrollo de nuevos productos, materiales o procesos. Este programa operó del 2001 al 2008.

Los FONDOS SECTORIALES son fideicomisos que las dependencias y las entidades de la Administración Pública Federal conjuntamente con el CONACYT pueden constituir para destinar recursos a la investigación científica y al desarrollo tecnológico en el ámbito sectorial correspondiente. En sus objetivos plantean la consolidación de las capacidades científicas y tecnológicas en beneficio de los sectores; el aprovechamiento de las actividades científicas y tecnológicas en busca del desarrollo integral de los sectores. Consideran seis rubros de apoyo:

1. Investigación aplicada
2. Desarrollo tecnológico
3. Fortalecimiento de infraestructura
4. Difusión y divulgación
5. Creación y consolidación de grupos y redes de investigación
6. Proyectos integrales

El perfil de los programas que le dan forma al esquema de incentivos a la VAI cubre un amplio espectro de necesidades, atendiendo objetivos muy puntuales. Sin embargo, todos ellos se intersectan al tener como propósitos comunes el elevar la competitividad de las empresas con base en articular las necesidades de la Industria con una oferta científica, existente o en desarrollo, que provenga de la Academia; y acrecentar la creación de valor agregado aumentando la intensidad tecnológica de la producción nacional.

4.3 Modelos de regresión en una variable dependiente dicotómica

En algunas ocasiones es de interés hacer regresiones con variables cualitativas; variables que suelen indicar la presencia o ausencia de uno o más atributos o cualidades. Tal es el caso de la presente investigación. Para responder la pregunta guía de esta investigación se requiere cuantificar el impacto que tienen, en las empresas innovadoras, el conjunto de programas de PCTI que incentivan la vinculación con la Academia, para esto debemos hacer uso de una técnica adecuada.

El atributo de interés en nuestro caso es la presencia de un vínculo entre el ámbito de la Academia y el de la Industria. Una manera de cuantificar atributos, como éste, es mediante variables dicotómicas. Es decir, un tipo de variables que sólo pueden tomar dos valores diferentes; generalmente se codifica con el valor *cero* en la ausencia del atributo y con el valor *uno* cuando se presenta el atributo. Tales variables son en esencia un recurso para clasificar datos en categorías mutuamente excluyentes (Gujarati y Porter, 2009).

Una variable dicotómica puede tomar el lugar de una variable dependiente como de una independiente dentro de un modelo de regresión. En el caso de que la variable dependiente posea esta naturaleza, justo como el que se atiende en esta investigación, será necesario utilizar una especificación particular para ello y un método de solución adecuado.

Un caso diferente son los modelos donde la variable regresada es de tipo cuantitativo y el objetivo es estimar su valor esperado dados los valores de las variables regresoras. Es decir, $E(Y_j|X_{1j}, X_{2j}, \dots, X_{kj})$, donde las X son regresoras que pueden ser tanto cualitativas como cuantitativas.

En los modelos donde la variable dependiente, Y , es cualitativa, el objetivo es encontrar la probabilidad de que un acontecimiento suceda o bien, se presente determinado atributo. De tal forma que este tipo de modelos de regresión son conocidos como “modelos de probabilidad”. Existen al menos tres especificaciones diferentes para este tipo de modelos:

1. El modelo lineal de probabilidad (MLP)

2. El modelo Logit
3. El modelo Probit

4.3.1 El modelo lineal de probabilidad

El MLP se denomina así porque la probabilidad de respuesta es lineal en los parámetros β_j . Puesto que Y toma sólo valores de *cero* o *uno* no es posible interpretar los valores de β_j como el cambio en Y dado un incremento unitario en X_j , con todos los demás factores constantes. Aun así las β_j pueden interpretarse de forma útil. Recordando uno de los supuestos del modelo clásico de regresión lineal que indica que el valor medio de la perturbación U_j es cero. Es decir que:

$$E(U|X_1, X_2, \dots, X_k) = 0, \quad (1.1)$$

Entonces tenemos: $E(Y|\mathbf{X}) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k$.

Donde utilizamos \mathbf{X} para denotar el conjunto completo de variables explicativas.

Siguiendo a Wooldridge (2002), el quid es que cuando Y es una variable binaria que adopta los valores *cero* o *uno*, siempre es verdad que $P(Y = 1|\mathbf{X}) = E(Y|\mathbf{X})$. Es decir que la probabilidad de que suceda el acontecimiento -o bien $Y = 1$ - es la misma que el valor esperado de Y dados los valores de \mathbf{X} . De donde podemos deducir la siguiente ecuación para establecer la probabilidad de éxito:

$$P(Y = 1|\mathbf{X}) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k. \quad (1.2)$$

Ahora digamos que $p(\mathbf{X}) = P(Y = 1|\mathbf{X})$ es una función lineal de las X_j . Como las probabilidades deben sumar uno, $P(Y = 0|\mathbf{X}) = 1 - P(Y = 1|\mathbf{X})$ es una función lineal de las X_j . En este caso, β_j mide el cambio en la probabilidad de éxito cuando X_j cambia, manteniendo los demás factores constantes: $\Delta P(Y = 1|\mathbf{X}) = \beta_j \Delta X_j$. Aplicando la mecánica de los mínimos cuadrados ordinarios (MCO) podemos estimar el efecto de diversas variables explicativas sobre sucesos cualitativos.

Si escribimos la ecuación estimada como $\hat{Y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_1 + \dots + \hat{\beta}_k X_k$, debemos tener presente que \hat{Y} es la probabilidad predicha de éxito; $\hat{\beta}_0$ es la probabilidad pronosticada de éxito cuando cada X_k es igual a cero; cada $\hat{\beta}_k$ mide el cambio predicho en la probabilidad de éxito cuando la X_k asociada a ella aumenta unitariamente, y todo lo demás permanece constante. Por lo que se muestra, estimar e interpretar los MLP no resulta muy complicado. Sin embargo, este método presenta ciertas inconsistencias que desde el punto de vista teórico y conceptual contravienen algunos supuestos de MCO (Wooldridge, 2001).

Al igual que Y_j , U_j toma solo dos posibles valores, por lo tanto no podemos suponer que los U_j estén distribuidos normalmente, sino que más bien siguen una distribución binomial. Otro problema es que se presentan varianzas heteroscedásticas de las perturbaciones lo cual provoca ineficiencia en los estimadores, es decir, no tienen varianza mínima.

Un problema de carácter lógico es el incumplimiento de la condición de $0 \leq E(Y|\mathbf{X}) \leq 1$; debido a que el MLP mide una probabilidad lineal condicional, ésta debe forzosamente ser un valor entre cero y uno. Cosa que no se puede garantizar en los estimadores de $E(Y|\mathbf{X})$ utilizando la mecánica de MCO. Finalmente se argumenta que una probabilidad no puede guardar una relación lineal con las variables independientes en todos sus valores posibles, lo cual es poco realista.

Por consiguiente sería más correcto pensar en la relación que hay entre una probabilidad y sus variables explicativas como una donde P_i se acerca a cero con tasas cada vez más pequeñas a medida que X_i se hace pequeña y que se acerca a uno, de la misma forma, cuando X_i se hace más grande, de tal forma que nunca rebase ambos límites. Formando gráficamente una curva sigmoidea o lo que se parece mucho a la función de distribución acumulativa de una variable aleatoria. La función logística y la normal estándar son las dos funciones de distribución acumulativa que se escogen comúnmente para representar los modelos de respuesta binaria, de donde se derivan los modelos Logit y Probit respectivamente.

4.3.2 El modelo logit

En un modelo de respuesta binaria el interés radica en la probabilidad de respuesta tal que $P(Y = 1|\mathbf{X}) = P(Y = 1|X_1, X_2, \dots, X_k)$. Como ya se vio, en el MPL presenta una serie de limitaciones que se pueden evadir considerando la forma:

$$P(Y = 1|\mathbf{X}) = G(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k) = G(\beta_0 + \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}) \quad (1.3)$$

Donde G es una función que toma valores entre cero y uno: $0 \leq G(Z) \leq 1$, para todo los valores reales Z ; $\mathbf{X}\boldsymbol{\beta}$ representa la expresión: $\beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k$. La función se puede sustituir con diferentes funciones no lineales; en el caso del modelo Logit sustuiremos G con la función de distribución acumulada (FDA) para una variable aleatoria logística estándar:

$$G(Z) = \frac{1}{1 + e^{-Z}} = \frac{e^Z}{1 + e^Z} = P_i \quad (1.4)$$

Donde $Z = (\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k)$. Lo cual muestra que G posee una naturaleza no lineal ni en X ni en β ; pero se pueden linealizar de la siguiente forma. Si P_i es la probabilidad de tener éxito, entonces $(1 - P_i)$ es la probabilidad de que no ocurra el suceso esperado:

$$1 - P_i = \frac{e^Z}{1 + e^Z} \quad (1.5)$$

Por lo que podemos escribir

$$\frac{P_i}{1 - P_i} = \frac{1 + e^Z}{1 + e^{-Z}} = e^Z \quad (1.6)$$

De tal forma que $P_i/(1-P_i)$ es sencillamente la razón de probabilidades en favor de que se ocurra el suceso que se está probando. Ahora bien, si obtenemos el logaritmo natural de esta última expresión tenemos:

$$L_i = \ln\left(\frac{P_i}{1-P_i}\right) = Z \quad (1.7)$$

Donde: $Z = (\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k)$ (1.8)

Es decir, el logaritmo natural de las razón de probabilidades es lineal tanto en X como en β . De esta forma L es lo que conocemos como modelo Logit. A continuación se enlistan algunas de las características más sobresalientes del *modelo logit*.

1. A medida que P va de *cero* a *uno* –o bien, a medida que Z va de $-\infty$ a ∞ , el Logit, L , va de $-\infty$ a ∞ .
2. Aunque L es lineal en X , las probabilidades en sí mismas no lo son.
3. Si el Logit, L , es positivo, significa que cuando se incrementa el valor de las regresoras, aumenta la probabilidad de que la regresada sea igual a *uno*, lo que indica que sucederá el suceso de interés. Si L es negativo, las posibilidades de que la regresada sea igual a *uno* disminuyen mientras se incrementa el valor de X .

4.3.3 El modelo probit

Como se mencionó anteriormente, para explicar el comportamiento un modelo de respuesta binaria es necesario utilizar una función G . Utilizando una FDA normal estándar para sustituir en G se obtiene un *modelo probit*:

$$G(Z) = \Phi(Z) \equiv \int_{-\infty}^Z \phi(v) dv, \quad (1.9)$$

Donde $\phi(Z)$ es la densidad normal estándar

$$\phi(Z) = (2\pi)^{-1/2} \exp(-Z^2 / 2). \quad (1.10)$$

De tal forma que se asegura que la expresión:

$$P(Y = 1|\mathbf{X}) = G(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k) = G(\beta_0 + \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}) \quad (1.11)$$

Se ubique entre cero y uno para todos los valores de los parámetros β y de todas las variables X . De la misma forma que la FDA logística, la normal estándar es una función creciente. Ambas crecen con mayor rapidez en $Z=0$, y $G(Z) \rightarrow 0$ a medida que $Z \rightarrow -\infty$, y $G(Z) \rightarrow 1$ a medida que $Z \rightarrow \infty$.

Una vez que hemos conocido las especificaciones de los modelos logit y probit en las ecuaciones (1.7) y (1.9) respectivamente, podemos revisar brevemente la técnica de estimación de máxima verosimilitud, la cual es de utilidad para resolver ambos tipos de modelos.

4.3.4 El método de máxima verosimilitud

El método de máxima verosimilitud para hacer inferencia estadística busca aquellos valores de los parámetros que sean más consistentes con los datos de la muestra que se disponga. De forma tal que la verosimilitud, L , de una muestra de observaciones $(y_1, y_2, y_3, \dots, y_n)$ es la probabilidad conjunta $P(y_1, y_2, y_3, \dots, y_n)$ cuando $(y_1, y_2, y_3, \dots, y_n)$ son variables aleatoria discretas.

A su vez la verosimilitud, L , de una muestra de observaciones $(y_1, y_2, y_3, \dots, y_n)$ es la función de densidad conjunta cuando $(y_1, y_2, y_3, \dots, y_n)$ son variables aleatorias continuas. Una consecuencia de la independencia entre las variables aleatorias es que:

$$P(x, y) = p(x) * p(y) \quad (1.12)$$

$$F(x, y) = f(x) * f(y) \quad (1.13)$$

Entonces, sea $(y_1, y_2, y_3, \dots, y_n)$ una muestra aleatoria de n observaciones y teniéndose que:

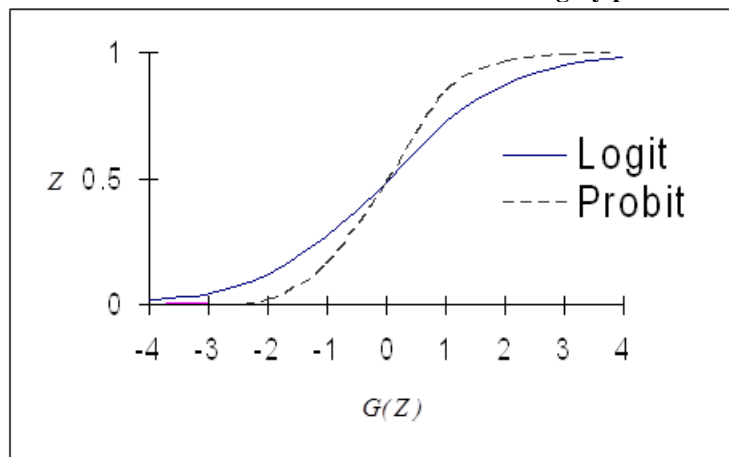
- $L = p(y_1) * p(y_2) * p(y_3) \dots * p(y_n)$
- $L = f(y_1) * f(y_2) * f(y_3) \dots * f(y_n)$

Sea L la verosimilitud de una muestra donde L es una función de los parámetros $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \dots, \theta_k$; entonces los estimadores de máxima verosimilitud $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \dots, \theta_k$ son aquellos que maximizan a L .

Entonces, para el caso de $L(\theta)$ recordemos que gracias al cálculo diferencial se sabe que $\frac{\partial L(\theta)}{\partial \theta} = 0$. En ocasiones no resulta sencillo resolver el problema a partir de L , sin embargo, una transformación de L puede facilitar el procedimiento y encontrar el mismo valor de $\hat{\theta}$ que se obtendrá a partir de la forma: $\ln L(\theta), \frac{\partial \ln L(\theta)}{\partial \theta} = 0$.¹²

De forma general se ha visto en este capítulo que con los modelos MLP, logit y probit se pueden obtener resultados cualitativamente semejantes, sin contar los problemas que ya se mencionaron con respecto al MLP. Los modelos logit y probit son en esencia modelos muy semejantes en términos de sus aplicaciones, la mayor diferencia podría encontrarse en la forma que presentan las distribuciones acumuladas de cada función (Ilustración 6). La función que utiliza el modelo probit hace que la probabilidad condicional P_i se aproxime a *cero* o a *uno* con una tasa más rápida en comparación que la utilizada en el logit.

Ilustración 6. Distribuciones acumuladas logit y probit.



Fuente: Elaboración propia, basado en Gujarati, 2009.

¹² Para profundizar sobre el método de máxima verosimilitud se puede revisar Wooldridge, 2001.

No obstante las similitudes entre ambos modelos, las interpretaciones de los coeficientes estimados en cada uno de ellos suele ser diferente. La razón, en términos de Gujarati (2009), es que aunque ambas distribuciones, la logística y la normal, tienen media cero, sus varianzas son diferentes; para el caso de la normal es 1 y $\pi^2/3$ para la distribución logística.

En todo caso, el método que se utiliza como parte de la metodología de esta investigación es el modelo logit. Sin embargo no podemos asegurar que exista una razón sólida y contundente para poder elegir a un modelo y no al otro.

En el próximo capítulo se mostrará el procedimiento de construcción de las variables de interés para esta investigación en términos de un modelo de regresión con variable dependiente dicotómica, utilizando la fuente de información que se ha descrito anteriormente.

5 Especificación de los modelos utilizados

El análisis de las preguntas de investigación: ¿Cuál es el impacto que tienen los incentivos a la VAI sobre la propensión a vincularse en las empresas innovadoras de México? ¿Existen diferencias en el impacto de los incentivos si el propósito de la vinculación es el desarrollo de un bien o servicio? Y ¿Existen diferencias en el impacto de los incentivos si el propósito de la vinculación es el desarrollo de un método o proceso de producción, nuevo o significativamente mejorado? Se realizará haciendo uso de tres diferentes modelos econométricos tipo Logit. Los tres modelos incorporan elementos revelados en otros estudios (Dutrénit et al, 2010a; Arza y Vazquez, 2012; De Fuentes y Dutrénit, 2012) como determinantes del proceso. No obstante, la atención recae en el efecto que tienen el conjunto de incentivos destinados a promover la VAI sobre la propensión que tiene una empresa innovadora a vincularse con la Academia.

Se propone un procedimiento general para la elección de las variables de control que serán utilizadas en cada modelo. A partir de la encuesta que ha servido de fuente de información se derivó un conjunto de básico de variables, el cual presenta algunas de las principales categorías planteadas como determinantes de la VAI. Cada una de ellas será presentada, probada y examinada, de forma que se logre la mejor especificación en cada modelo, utilizando la información que se dispone.

5.1 Construcción de las variables utilizadas

En términos del objetivo general de esta investigación, se desea conocer la relación que guardan el hecho de participar del esquema de incentivos para la VAI y la propensión a vincularse en ese sentido, que tienen las empresas innovadoras de México. De modo que al plantear una relación en forma de ecuación podemos especificar a la variable dependiente, *vincula*, que se advierte de carácter binomial, como el hecho de que se practique la vinculación. Así, adoptara el valor uno cuando se ha realizado vinculación y cero en la ausencia de ella:

$vincula_i = 0$, cuando no se vinculan las empresas

$vincula_i = 1$, cuando realmente se practica la vinculación.

Para cubrir los objetivos particulares se formularon dos variantes de la variable anterior, las cuales hacen énfasis en el propósito de la vinculación. Ambas son de tipo binomial (Tabla 7). $vincula_ps$ indica con el valor uno que el propósito de la vinculación fue el desarrollo de productos o servicios, y $vincula_pm$ lo hace cuando se trata del desarrollo de proceso o métodos.

Dentro del conjunto de variables explicativas se han articulado un par de grupos. En el primero están las variables que poseen un interés cardinal en la investigación, son los siete programas de PCTI que conforman el esquema de incentivos a la VAI ubicados dentro de la encuesta que sirvió de fuente de información: (1) *AVANCE*, (2) *INNOVAPYME*, (3) *PROINNOVA*, (4) *INNOVATEC*, (5) *ESTANCIAS SABÁTICAS*, (6) *ESTÍMULOS FISCALES* y (7) *FONDOS SECTORIALES*. Cada uno de ellos es representado por una variable de tipo binario que adopta el valor uno cuando la empresa reporta participar o haber participado del programa, y el valor cero en caso contrario.

$X_{ik} = 0$, cuando no ha participado del programa/apoyo

$X_{ik} = 1$, cuando afirma participar o haber participado del programa/apoyo

Para k de 1 hasta 7 correspondientes a cada programa, en i observaciones.

En el segundo grupo se encuentran las variables de control. A partir de la revisión de la literatura realizada, específicamente la que se dedica a explicar la primera parte del proceso de vinculación, se seleccionaron aquellas variables que se indicaron como relevantes para determinar el hecho de que una empresa innovadora se vincule con la Academia.

En total se ubicaron diez variables de control. *Corporativo*, es una variable binaria que adopta el valor uno cuando la empresa forma parte de un corporativo o grupo empresarial y cero en caso contrario; *Tamaño*, es una variable discreta que mide el tamaño de la empresa

a través de la cantidad de personal ocupado en ella. Debido a que la ESIDET captura información de dos años continuos, en este caso 2008 y 2009, se optó por tomar el tamaño promedio de ambos años. Además se utiliza la escala logarítmica con dos propósitos. Primero, para matizar las grandes diferencias de la muestra, y segundo para que su distribución se asemejara un poco más a la normal (Anexo 1).

El Sector al que pertenece la empresa es una categoría importante, pues la literatura reporta diferencias en el tipo de conocimiento utilizado, la intensidad tecnológica y el comportamiento de las empresas por sector de actividad. En este trabajo se considera únicamente el sector de las manufacturas y el de los servicios; en la sección 4.1 se explica por qué no se incorporan empresas del sector primario. Se construyó una variable de binaria que indica con el valor uno cuando la empresa pertenece al sector de las *Manufacturas* y cero cuando pertenece al de los *Servicios*.

Para introducir la intensidad tecnológica de las empresas que pertenecen al sector de las manufacturas se ha utilizado la clasificación propuesta por la OCDE en su *Classification des secteurs et des produits de haute technologie* (2001) (www.ine.es). Esta clasificación se basa en el trabajo de la División de estadística de las Naciones Unidas denominado “Clasificación Industrial Internacional Uniforme de Todas las Actividades (CIIU)” en su tercera revisión.

Para este trabajo se fusionaron las categorías de Media alta y Media baja en una sola (Tabla 6). Al quedar tres categorías disponibles se deben de introducir en forma de variables únicamente dos de ellas que serán interpretadas en relación a la categoría excluida. Así, *Alta_tec*, *Media_tec* son dos variables de tipo binario que indican con el valor uno cuando pertenecen a la clasificación de intensidad tecnológica alta y media respectivamente, y cero en el caso contrario. Se ha dejado fuera la categoría correspondiente a la intensidad tecnológica baja, la cual servirá de punto de comparación para interpretar los resultados.

El tipo de *Propiedad* se especificó con base en la participación de capital extranjero en el capital social de la empresa. Se construyó una variable dicotómica que adquiere el valor

uno si el capital extranjero de la empresa iguala o supera al 20% del capital social, y toma el valor cero si no lo hace. De este modo podemos diferenciar a las empresas que se consideran como inversión extranjera y las de capital nacional.

Tabla 6. Clasificación del sector de las manufacturas por intensidad tecnológica.

Intensidad tecnológica	CIIU Rev.3
Alta tecnología	
1. Fabricación de aeronaves y naves espaciales	353
2. Fabricación de maquinaria de oficina, contabilidad e informática	30
3. Fabricación de equipo y aparatos de radio, televisión y comunicaciones	32
4. Industria farmacéutica	2423
5. Fabricación de instrumentos médicos, ópticos y de precisión	33
Tecnología Media	
6. Fabricación de vehículos automotores, remolques y semi remolques	34
7. Fabricación de sustancias y productos químicos	24-2423
8. Fabricación de maquinaria y equipo mecánico n.c.p	29
9. Fabricación de maquinaria y aparatos eléctricos n.c.p	31
10. Fabricación de material ferroviario y otro material de transporte	352+359
11. Fabricación de otros productos minerales no metálicos	26
12. Fabricación de coque, productos de la refinación del petróleo y combustible nuclear	23
13. Construcción y reparación de buques y otras embarcaciones	351
14. Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo	28
15. Fabricación de metales comunes	27
16. Fabricación de productos de caucho y plástico	25
Baja tecnología	
17. Fabricación de papel y productos de papel y actividades de edición e impresión y rg.	21+22
18. Elaboración de productos alimenticios, bebidas y de productos de tabaco	15+16
19. Producción de madera y fabricación de productos de madera y corcho; Fabricación de artículos de paja y materiales trenzables	20
20. Fabricación de productos textiles, curtido y adobo de cuero, fabricación de maletas, Bolsos de mano, artículos de talabartería y cuarnicionería y calzado	17+19
21. Fabricación de muebles, industrias manufactureras n.c.p. y reciclamiento	36+37

Fuente: www.ine.es.

Siguiendo la clasificación de variables usada por De Fuentes y Dutrénit (2012) y Dutrénit et al (2010a), las anteriores cinco variables hacen referencia a factores estructurales de la empresa, mientras que las siguiente dos variables las podemos ubicar en los factores relacionados con la conducta: La primera, *Area_ID*, representa de forma binaria si la empresa posee un área o unidad formalmente dedicada a realizar mejoras sustanciales o creación de nuevos productos o procesos, lo que podemos entender como un laboratorio formal dedicado a la investigación y desarrollo (I+D). En caso afirmativo *Area_ID* adquiere el valor uno de lo contrario toma el valor cero. Finalmente se incluye *Exportaciones*, una variable que diera razón de las capacidades productivas de la empresa. *Exportaciones* es de

tipo discreta y mide la relación que hay entre las exportaciones de la empresa y los ingresos totales.

Tabla 7. Variables utilizadas.

	Variables	Tipo	n	Media	Desviación E.	% Sí	% No
Variables dependientes	Vincula	Dicotómica	612	0.1715686	0.3773135	17.16	82.84
	Vincula_ps	Dicotómica	612	0.1339869	0.3409169	13.4	86.6
	Vincula_pm	Dicotómica	612	0.0866013	0.28148	8.66	91.34
Variables de interés	Avance	Dicotómica	612	0.0473856	0.2126361	4.74	95.26
	Innovapyme	Dicotómica	612	0.1993464	0.3998358	19.93	80.07
	Proinnova	Dicotómica	612	0.1503268	0.3576838	15.03	84.97
	Innovatec	Dicotómica	612	0.1911765	0.3935494	19.12	80.88
	Estancias_S	Dicotómica	612	0.0163399	0.1268826	1.63	98.37
	Estímulos_F	Dicotómica	612	0.3071895	0.461706	30.72	69.28
	Fonsec	Dicotómica	612	0.0833333	0.2766115	8.33	91.67
Variables de control	Corporativo	Dicotómica	612	0.4869281	0.500238	48.69	51.31
	Propiedad	Dicotómica	612	0.2614379	0.4397774	26.14	73.86
	Area_ID	Dicotómica	612	0.7777778	0.4160798	77.78	22.22
	Exportaciones	Discreta	612	0.2270441	0.3388011	-	-
	Tamaño	Discreta	612	5.27763	1.905274	-	-
	Manufacturas	Dicotómica	612	0.753268	0.4314621	75.33	24.67
	Servicios	Dicotómica	612	0.246732	0.4314621	24.67	75.33
	Alta_tec	Dicotómica	612	0.377451	0.4851457	37.75	62.25
	Media_tec	Dicotómica	612	0.1584967	0.3655049	15.85	84.15
	Baja_tec	Dicotómica	612	0.2091503	0.4070346	20.92	79.08

Fuente: Elaboración propia con base en información de ESIDET 2010.

Las tres variables dependientes junto con las 17 independientes (Tabla 6) sirvieron para correr tres diferentes modelos utilizando el software Stata/SE 12.0; cada una de las tres variables dependientes fueron corridas con el mismo grupo de variables independientes. En el Anexo 5 se muestran las correlaciones entre todas las variables.

En el siguiente apartado se presenta la arquitectura de los modelos base, los cuales han sido sometidos a las correspondientes pruebas de ajuste tras responder a un proceso de selección de las variables elegidas. Posteriormente se exponen los resultados obtenidos a la luz de los objetivos planteados al iniciar la investigación.

5.2 Planteamiento de los modelos

Cada uno de los tres modelos atravesó el mismo procedimiento de construcción y las mismas pruebas de validación con el propósito de obtener resultados que se encuentren en sintonía entre sí pero sin comprometer su individualidad. El procedimiento se basó en dos etapas. La primera consta de la realización de sucesivas regresiones que incorporan una a una cada variable de control y partiendo de una regresión con las siete variables de interés. De este modo, para cada modelo se realizaron ocho regresiones en total, esto con el fin de mejorar la especificación y no incluir variables no explicativas.

Una vez realizada la octava regresión de cada modelo se realizó una tabla comparativa con la finalidad de contrastar la estabilidad estructural de cada modelo. Se le dio especial atención a la evolución del coeficiente de la *pseudo R*² y a la cantidad de variables estadísticamente significativas para cada una de las regresiones¹³.

La combinación de variables resultante de la regresión con mejor desempeño en los criterios seleccionados fue elegida como modelo base. El procedimiento termina, en la segunda etapa, con el análisis post estimación de cada uno de los modelos resultantes. Básicamente consiste en testear cada modelo con las pruebas *Wald* de significancia conjunta de la ecuación y la *Linktest* de especificación.

La prueba de *Wald* consiste en la realización de pruebas de hipótesis estadísticas; se trata de validar la significancia conjunta de los valores de los parámetros estimados. Parte de una hipótesis nula H_0 que implica serias limitaciones en los parámetros. Es decir, $H_0 = \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$, o sea los parámetros testeados son igual a cero en la población.

En términos de Long y Freese (2001), este test evalúa H_0 considerando dos piezas de información. Primero, conforme mayor sea la distancia entre los coeficientes estimados y los valores hipotéticos, menor será el apoyo que tengamos para H_0 . En segundo lugar,

¹³ La *R*² de *McFadden* es una medida análoga a la *R*² utilizada en Mínimos Cuadrados Ordinarios para medir la “bondad de ajuste” de la regresión y es la medida que se utiliza cuando nos referimos a la *pseudo R*².

cuanto mayor sea la curvatura de la función de log-verosimilitud, mayor certeza tendremos sobre nuestras estimaciones. Esto significa que se requieren las menores diferencias entre las estimaciones y los valores hipotéticos para rechazar H_0 .

El estadístico de prueba, bajo H_0 , se distribuye asintóticamente como una chi cuadrado con tantos grados de libertad como variables independientes sean probadas. Así que podemos rechazar H_0 , siempre que el valor del estadístico de prueba sea superior al valor teórico de las tablas.

Por otro lado, la *Linktest* es una prueba de especificación basada en la variable dependiente. La idea detrás del Linktest es que si se especifica correctamente el modelo, no se deben encontrar predictores adicionales que sean estadísticamente significativos. Utilizando el valor estimado de la variable dependiente en forma lineal (\hat{Y}) y en forma cuadrática (\hat{Y}^2) como variables explicativas se hace una estimación en los valores originales de la dependiente. Es decir se estima el modelo de Y sobre \hat{Y} estimada y, \hat{Y}^2 . Si el coeficiente β asociado a esta última es significativo, entonces podemos decir que el modelo tiene un error de especificación.

El modelo #1 corresponde a la pregunta sustantiva de la investigación. En él se utiliza la variable dependiente *vincula*. Después de realizar ocho regresiones continuas, cada una añadiendo una variable de control adicional, se hizo evidente el punto en el que el modelo adquiriría su mejor especificación. Después de introducir la categoría intensidad tecnológica (*Alta_tec* y *Media_tec*) no se mejoró el desempeño de los dos criterios seleccionado. De modo que se puede decir que la mejor especificación del modelo #1 se define:

$$\checkmark \text{ vincula}_i = \beta_0 + \beta_1 * \text{AVANCE}_i + \beta_2 * \text{INNOVAPYME}_i + \beta_3 * \text{PROINNOVA}_i + \beta_4 * \text{INNOVATEC}_i + \beta_5 * \text{ESTANCIAS}_S_i + \beta_6 * \text{ESTÍMULOS}_F_i + \beta_7 * \text{FOSEC}_i + \beta_8 * \text{Corporativo}_i + \beta_9 * \text{Propiedad}_i + \beta_{10} * \text{Area}_ID_i + \beta_{11} * \text{Exportaciones}_i + \beta_{12} * \text{Tamaño}_i + \beta_{13} * \text{Manufacturas}_i + \varepsilon_i \quad (1.14)$$

En la Tabla 8 se muestra el conjunto de regresiones realizadas y los elementos evaluados para seleccionar la regresión 7A. Al ser sometida al análisis post estimación todas las variables independientes resultan ser significativas en conjunto (Anexo 2). La prueba de especificación, compilada en el Anexo 3, nos indica que las variables son las correctas, por lo que queda sustentada la elección de la ecuación 1.14 para el modelo #1.

Tabla 8. Modelo #1: Determinantes de la vinculación

VARIABLES	(1A) <i>vincula</i>	(2A) <i>vincula</i>	(3A) <i>vincula</i>	(4A) <i>vincula</i>	(5A) <i>vincula</i>	(6A) <i>vincula</i>	(7A) <i>vincula</i>	(8A) <i>vincula</i>
<i>AVANCE</i>	-0.227 (-0.449)	-0.249 (-0.494)	-0.276 (-0.547)	-0.218 (-0.436)	-0.170 (-0.339)	-0.235 (-0.477)	-0.107 (-0.217)	-0.118 (-0.237)
<i>INNOVAPYME</i>	1.343*** (5.581)	1.293*** (5.282)	1.278*** (5.205)	1.193*** (4.824)	1.138*** (4.565)	0.821*** (3.046)	0.845*** (3.105)	0.843*** (3.095)
<i>PROINNOVA</i>	0.351 (1.146)	0.354 (1.156)	0.323 (1.048)	0.340 (1.104)	0.372 (1.204)	0.311 (1.008)	0.352 (1.135)	0.359 (1.152)
<i>INNOVATEC</i>	0.0134 (0.0428)	0.0644 (0.204)	0.0416 (0.131)	-0.00198 (-0.00628)	0.0212 (0.0671)	0.199 (0.622)	0.208 (0.651)	0.200 (0.624)
<i>ESTANCIAS_S</i>	0.887 (1.257)	0.941 (1.327)	0.968 (1.356)	0.994 (1.370)	1.011 (1.368)	1.159 (1.543)	1.254* (1.678)	1.266* (1.691)
<i>ESTÍMULOS_F</i>	0.450* (1.694)	0.497* (1.840)	0.497* (1.838)	0.414 (1.538)	0.423 (1.574)	0.633** (2.247)	0.610** (2.154)	0.603** (2.125)
<i>FONSEC</i>	0.124 (0.320)	0.114 (0.296)	0.150 (0.387)	0.0916 (0.239)	0.131 (0.340)	0.0340 (0.0881)	0.0201 (0.0521)	0.0137 (0.0355)
<i>Corporativo</i>		-0.250 (-1.035)	-0.102 (-0.376)	-0.144 (-0.530)	-0.101 (-0.373)	0.210 (0.706)	0.254 (0.845)	0.252 (0.837)
<i>Propiedad</i>			-0.370 (-1.150)	-0.326 (-1.020)	-0.101 (-0.294)	-0.0921 (-0.261)	-0.131 (-0.369)	-0.143 (-0.401)
<i>Area_ID</i>				0.992*** (2.639)	1.023*** (2.714)	1.018*** (2.681)	0.972** (2.555)	0.970** (2.548)
<i>Exportaciones</i>					-0.722 (-1.598)	-0.474 (-1.024)	-0.518 (-1.113)	-0.523 (-1.110)
<i>Tamaño</i>						-0.241*** (-2.828)	-0.268*** (-3.040)	-0.265*** (-2.956)
<i>Manufacturas</i>							0.446 (1.561)	0.409 (1.111)
<i>Alta_tec</i>								0.0801 (0.242)
<i>Media_tec</i>								-0.0288 (-0.0717)
<i>Constant</i>	-2.189*** (-13.07)	-2.087*** (-10.87)	-2.059*** (-10.66)	-2.829*** (-7.607)	-2.791*** (-7.477)	-1.784*** (-3.547)	-1.960*** (-3.750)	-1.965*** (-3.753)
LR chi2(k)	44.78	45.86	47.21	55.57	58.27	66.38	68.91	69.03
Prob > chi2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Pseudo R2	0.0798	0.0817	0.0842	0.0991	0.1039	0.1183	0.1228	0.1230
Observations	612	612	612	612	612	612	612	612

z-statistics in parentheses, *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Fuente: elaboración propia, con base en información de ESIDET 2010.

Al cambiar la variable dependiente por *vincula_ps* se le da un matiz al modelo indicando, ahora, que el propósito de la vinculación fue el desarrollo de productos o servicios. El

resultado, en términos de especificación, es que el modelo se ajusta en la sexta regresión, es decir al incorporar la quinta variable de control (Tabla 9). Justo como se muestra en la regresión 6B de la Tabla 9, después de la primera etapa del procedimiento, la especificación para el modelo #2 es:

$$\begin{aligned} vincula_ps_i = & \beta_0 + \beta_1*AVANCE_i + \beta_2*INNOVAPYME_i + \beta_3*PROINNOVA_i + \\ & \beta_4*INNOVATEC_i + \beta_5*ESTANCIAS_S_i + \beta_6*ESTÍMULOS_F_i + \beta_7*FONSEC_i + \\ & \beta_8*Corporativo_i + \beta_9*Propiedad_i + \beta_{10}*Area_ID_i + \beta_{11}*Exportaciones_i + \varepsilon_i \end{aligned} \quad (1.15)$$

Tabla 9. Modelo #2: Determinantes de la vinculación para desarrollar productos o servicios

VARIABLES	(1B)	(2B)	(3B)	(4B)	(5B)	(6B)	(7B)	(8B)
	<i>vincula_ps</i>	<i>vincula_ps</i>	<i>vincula_ps</i>	<i>vincula_ps</i>	<i>vincula_ps</i>	<i>vincula_ps</i>	<i>vincula_ps</i>	<i>vincula_ps</i>
<i>AVANCE</i>	0.199 (0.392)	0.179 (0.354)	0.173 (0.341)	0.207 (0.413)	0.260 (0.516)	0.206 (0.415)	0.310 (0.619)	0.283 (0.564)
<i>INNOVAPYME</i>	1.319*** (5.060)	1.272*** (4.788)	1.268*** (4.764)	1.204*** (4.496)	1.144*** (4.237)	0.827*** (2.831)	0.845*** (2.874)	0.840*** (2.853)
<i>PROINNOVA</i>	0.104 (0.305)	0.108 (0.319)	0.101 (0.296)	0.113 (0.332)	0.145 (0.426)	0.0892 (0.264)	0.127 (0.374)	0.163 (0.478)
<i>INNOVATEC</i>	0.171 (0.504)	0.219 (0.637)	0.214 (0.623)	0.182 (0.534)	0.204 (0.599)	0.383 (1.111)	0.389 (1.132)	0.360 (1.041)
<i>ESTANCIAS_S</i>	0.566 (0.743)	0.613 (0.803)	0.619 (0.809)	0.663 (0.869)	0.671 (0.860)	0.824 (1.055)	0.898 (1.153)	0.916 (1.171)
<i>ESTÍMULOS_F</i>	0.320 (1.088)	0.362 (1.215)	0.362 (1.213)	0.306 (1.031)	0.315 (1.064)	0.523* (1.692)	0.503 (1.622)	0.482 (1.552)
<i>FONSEC</i>	0.249 (0.607)	0.242 (0.592)	0.250 (0.610)	0.214 (0.525)	0.261 (0.638)	0.172 (0.421)	0.165 (0.406)	0.140 (0.345)
<i>Corporativo</i>		-0.228 (-0.854)	-0.194 (-0.642)	-0.219 (-0.726)	-0.174 (-0.579)	0.130 (0.398)	0.165 (0.500)	0.152 (0.460)
<i>Propiedad</i>			-0.0801 (-0.231)	-0.0490 (-0.142)	0.188 (0.506)	0.210 (0.552)	0.180 (0.471)	0.146 (0.378)
<i>Area_ID</i>				0.645* (1.690)	0.674* (1.762)	0.664* (1.723)	0.627 (1.621)	0.617 (1.592)
<i>Exportaciones</i>					-0.754 (-1.527)	-0.521 (-1.033)	-0.556 (-1.096)	-0.599 (-1.170)
<i>Tamaño</i>						-0.238** (-2.566)	-0.262*** (-2.727)	-0.249** (-2.552)
<i>Manufacturas</i>							0.370 (1.199)	0.161 (0.391)
<i>Alta_tec</i>								0.332 (0.889)
<i>Media_tec.</i>								0.118 (0.257)
<i>Constant</i>	-2.463*** (-13.26)	-2.371*** (-11.16)	-2.364*** (-11.03)	-2.855*** (-7.579)	-2.813*** (-7.439)	-1.820*** (-3.453)	-1.962*** (-3.586)	-1.981*** (-3.607)
LR chi2(k)	34.60	35.33	35.38	38.58	41.06	47.71	49.19	50.10
Prob > chi2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Pseudo R2	0.0718	0.0733	0.0734	0.0800	0.0852	0.0990	0.1020	0.1039
Observations	612	612	612	612	612	612	612	612

z-statistics in parentheses, *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
Fuente: elaboración propia con base en información de ESIDET 2010.

Al testear la especificación 1.15 con la prueba de *Wald* podemos concluir que las variables correspondientes son significativas estadísticamente en conjunto (Anexo 2). Sin embargo, el resultado al aplicar la prueba *Linktest*, ilustrado en el Anexo 3, nos indica que esa especificación no es la correcta. Esta especificación no pudo superar la segunda etapa del procedimiento. Al tener una especificación incorrecta lo más probable es que no se hayan incluido todas las variables explicativas relevantes para el caso. Por lo tanto se decidió rehacer las pruebas de la segunda etapa del procedimiento de selección, ahora, sobre la especificación 7B de la Tabla 9:

$$\checkmark \text{ vincula_psi} = \beta_0 + \beta_1*AVANCE_i + \beta_2*INNOVAPYME_i + \beta_3*PROINNOVA_i + \beta_4*INNOVATEC_i + \beta_5*ESTANCIAS_S_i + \beta_6*ESTÍMULOS_F_i + \beta_7*FONSEC_i + \beta_8*Corporativo_i + \beta_9*Propiedad_i + \beta_{10}*Area_ID + \beta_{11}*Exportaciones_i + \beta_{12}*Tamaño_i + \varepsilon_i \quad (1.16)$$

En los Anexos 2 y 3 podemos ver que resultan significativas las variables independientes en conjunto, y se reporta una correcta especificación para el modelo 2 (7B). Así, elegimos esta última especificación, equivalente a la ecuación 1.16, para ser analizada en el siguiente capítulo.

El modelo #3 utiliza la variable dependiente que señala al desarrollo de procesos o métodos como el propósito de la vinculación. La mejor especificación, siguiendo los criterios de la primera etapa del procedimiento, incluye el total de variables de control planteadas inicialmente. La especificación para este modelo, como se muestra en la Tabla 10, corresponde al código 8C:

$$\checkmark \text{ vincula_pm}_i = \beta_0 + \beta_1*AVANCE_i + \beta_2*INNOVAPYME_i + \beta_3*PROINNOVA_i + \beta_4*INNOVATEC_i + \beta_5*ESTANCIAS_S_i + \beta_6*ESTÍMULOS_F_i + \beta_7*FONSEC_i + \beta_8*Corporativo_i + \beta_9*Propiedad_i + \beta_{10}*Area_ID_i + \beta_{11}*Exportaciones_i + \beta_{12}*Tamaño_i + \beta_{13}*Manufacturas_i + \beta_{14}*Alta_tec_i + \beta_{15}*Media_tec_i + \varepsilon_i \quad (1.17)$$

Al evaluar la especificación de la ecuación 1.16 resulta significativa en conjunto y con una especificación adecuada, como se muestra en los Anexos 2 y 3 respectivamente.

Tabla 10. Modelo #3: Determinantes de la vinculación para desarrollar proceso o métodos

VARIABLES	(1C) <i>vincula_pm</i>	(2C) <i>vincula_pm</i>	(3C) <i>vincula_pm</i>	(4C) <i>vincula_pm</i>	(5C) <i>vincula_pm</i>	(6C) <i>vincula_pm</i>	(7C) <i>vincula_pm</i>	(8C) <i>vincula_pm</i>
<i>AVANCE</i>	-0.404 (-0.583)	-0.419 (-0.607)	-0.434 (-0.629)	-0.316 (-0.467)	-0.300 (-0.441)	-0.316 (-0.471)	-0.280 (-0.413)	-0.195 (-0.285)
<i>INNOVAPYME</i>	0.958*** (3.042)	0.917*** (2.859)	0.905*** (2.816)	0.794** (2.458)	0.752** (2.307)	0.578 (1.622)	0.583 (1.632)	0.616* (1.709)
<i>PROINNOVA</i>	0.0254 (0.0619)	0.0274 (0.0668)	0.0100 (0.0244)	0.0244 (0.0590)	0.0475 (0.115)	0.0119 (0.0288)	0.0211 (0.0512)	-0.0832 (-0.198)
<i>INNOVATEC</i>	-0.0245 (-0.0607)	0.0159 (0.0389)	0.00221 (0.00539)	-0.0305 (-0.0748)	-0.0106 (-0.0260)	0.0827 (0.201)	0.0872 (0.213)	0.177 (0.429)
<i>ESTANCIAS_S</i>	1.508** (1.993)	1.554** (2.040)	1.562** (2.048)	1.563** (2.040)	1.569** (2.034)	1.639** (2.107)	1.669** (2.136)	1.609** (2.053)
<i>ESTÍMULOS_F</i>	0.704** (2.075)	0.744** (2.156)	0.742** (2.150)	0.624* (1.822)	0.631* (1.845)	0.736** (2.074)	0.728** (2.050)	0.803** (2.221)
<i>FONSEC</i>	-0.245 (-0.466)	-0.258 (-0.490)	-0.236 (-0.446)	-0.272 (-0.524)	-0.253 (-0.485)	-0.295 (-0.568)	-0.298 (-0.574)	-0.256 (-0.485)
<i>Corporativo</i>		-0.207 (-0.657)	-0.121 (-0.340)	-0.166 (-0.471)	-0.135 (-0.384)	0.0230 (0.0604)	0.0327 (0.0857)	0.0669 (0.173)
<i>Propiedad</i>			-0.211 (-0.515)	-0.157 (-0.386)	0.00354 (0.00806)	0.00911 (0.0205)	-0.00307 (-0.00689)	0.122 (0.274)
<i>Area_ID</i>				1.409** (2.302)	1.425** (2.328)	1.416** (2.313)	1.406** (2.292)	1.427** (2.319)
<i>Exportaciones</i>					-0.514 (-0.894)	-0.392 (-0.669)	-0.406 (-0.691)	-0.306 (-0.509)
<i>Tamaño</i>						-0.125 (-1.143)	-0.132 (-1.183)	-0.172 (-1.506)
<i>Manufacturas</i>							0.130 (0.360)	0.545 (1.226)
<i>Alta_tec</i>								-0.880** (-2.050)
<i>Media_tec</i>								-0.0420 (-0.0923)
<i>Constant</i>	-2.878*** (-12.87)	-2.793*** (-10.92)	-2.775*** (-10.77)	-3.919*** (-6.450)	-3.884*** (-6.382)	-3.344*** (-4.391)	-3.398*** (-4.359)	-3.339*** (-4.292)
LR chi2(k)	17.99	18.43	18.69	26.30	27.13	28.44	28.57	34.20
Prob > chi2	0.0120	0.0183	0.0279	0.0034	0.0044	0.0048	0.0075	0.0032
Pseudo R2	0.0499	0.0511	0.0518	0.0729	0.0752	0.0789	0.0792	0.0948
Observations	612	612	612	612	612	612	612	612

z-statistics in parentheses, *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Fuente: elaboración propia con base en información de ESIDET 2010.

Haciendo un recuento, tenemos que la especificación del modelo #1 es la señalada con el código 7A, la del modelo #2 con el código 7B y la del modelo #3 con el código 8C; y equivalen a las ecuaciones 1.14, 1.16 y 1.17 respectivamente. Mismas que serán analizadas en el siguiente capítulo.

6 Análisis de los resultados

En este capítulo se hará un análisis de los resultados obtenidos en cada una de las tres regresiones seleccionadas en el capítulo anterior. Se revisan las variables de interés y de control que demostraron poseer una relación estadísticamente significativa con la probabilidad de que se den vínculos con la academia, poniendo mayor énfasis en las primeras. Esto, a la luz de la revisión de literatura relevante planteada en el segundo capítulo. De forma general se puede decir que los resultados, en los tres modelos utilizados, son consistentes entre sí, salvo un par de sutiles diferencias.

Es necesario mencionar que el análisis se lleva a cabo haciendo uso de la teoría de los incentivos unificada. En términos de Bénabou y Tirole (2003), supondremos con fines simplificadores del análisis, que el planeador de los programas de incentivos dispone de la siguiente información: la habilidad de los agentes para realizar la tarea es constante entre ellos y la motivación intrínseca que tienen los agentes para realizar la vinculación tiende a ser cero; de tal forma que se aíse el efecto de los incentivos extrínsecos.

De modo que el impacto del incentivo podrá trastocar, o no, las motivaciones intrínsecas de los agentes; y con esto, la probabilidad de que las decisiones de las empresas innovadoras se inclinen, o no, a llevar a cabo proyectos de vinculación con la Academia. Finalmente mencionemos que el impacto atribuible a cada programa de PCTI lo debemos de contextualizar con sus particularidades debido a que gozan de individualidad, por más que coexistan dentro del mismo esquema de incentivos.

El modelo #1, dado por la ecuación 1.14, presentó tres variables de interés y dos de control con significancia estadística, y un coeficiente de *pseudo R*² que nos indica de forma escalar la mejor “bondad de ajuste” con respecto a los otros dos modelos (Tabla 11). En él, los programas INNOVAPYME, ESTANCIAS SABÁTICAS y ESTÍMULOS FISCALES demostraron, de acuerdo a la información que se utilizó en esta investigación, impactar como refuerzo positivo sobre la propensión a vincularse de las empresas participantes.

Tabla 11. Regresiones seleccionadas.

VARIABLES	(7A)	(6B)	(8C)
	Modelo #1 vincula	Modelo #2 vincula_ps	Modelo #3 vincula_pm
AVANCE	-0.107 (-0.217)	0.206 (0.415)	-0.195 (-0.285)
INNOVAPYME	0.845*** (3.105)	0.827*** (2.831)	0.616* (1.709)
PROINNOVA	0.352 (1.135)	0.0892 (0.264)	-0.0832 (-0.198)
INNOVATEC	0.208 (0.651)	0.383 (1.111)	0.177 (0.429)
ESTANCIAS_S	1.254* (1.678)	0.824 (1.055)	1.609** (2.053)
ESTÍMULOS_F	0.610** (2.154)	0.523* (1.692)	0.803** (2.221)
FOMIX	0.0201 (0.0521)	0.172 (0.421)	-0.256 (-0.485)
Corporativo	0.254 (0.845)	0.130 (0.398)	0.0669 (0.173)
Propiedad	-0.131 (-0.369)	0.210 (0.552)	0.122 (0.274)
Area_ID	0.972** (2.555)	0.664* (1.723)	1.427** (2.319)
Exportaciones	-0.518 (-1.113)	-0.521 (-1.033)	-0.306 (-0.509)
Tamaño	-0.268*** (-3.040)	-0.238** (-2.566)	-0.172 (-1.506)
Manufacturas	0.446 (1.561)		0.545 (1.226)
Alta_tec			-0.880** (-2.050)
Media_tec			-0.0420 (-0.0923)
Constant	-1.960*** (-3.750)	-1.820*** (-3.453)	-3.339*** (-4.292)
LR chi2(#)	68.91	47.71	34.20
Prob > chi2	0.0000	0.0000	0.0032
Pseudo R2	0.1228	0.0990	0.0948
Observations	612	612	612

z-statistics in parentheses
 *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Fuente: elaboración propia con base en información de ESIDET 2010.

Recordemos, entonces, qué es lo que diferencia a INNOVAPYME de los otros programas. La diferencia de mayor relevancia en este programa es que va dirigido a PYMES que

realicen proyectos de desarrollo tecnológico o innovación; es decir, está pensado para empresas con 250 empleados o menos. No obstante únicamente el 76.23% de las empresas que participan cae dentro de ese rango, cuando deberíamos estar hablando del 100%.

Por su parte el programa de ESTANCIAS SABÁTICAS se distingue por incitar a que las empresas acojan de manera temporal a doctores que se incorporaran en nuevos proyectos de desarrollo de IDTI, apostando por la integración de esfuerzos, capacidades y recursos para la realización de actividades de IDTI. Así mismo, promueve la creación de áreas de I+D de acuerdo a las necesidades que se van afrontando y a las capacidades que desarrollen en el interior de la empresa. Esto hace correspondencia con que 80% de las empresas participante en este programa ya cuenta con un área formal dedicada a actividades de I+D.

El programa de ESTÍMULOS FISCALES o Incentivos Fiscales a la I+D se caracterizó por permitir descontar parte del impuesto sobre la renta a aquellas empresas que realizaran inversiones en proyectos de IDTI dirigidos al desarrollo de nuevos productos, materiales o procesos. Por lo tanto se entiende que funciona sobre esfuerzos realizados *ex ante*. Este programa también se distingue por ser el que reúne mayor participación de empresas innovadoras, con una tasa de 30.72%.

Ahora bien, pongamos un poco de atención en las dos categorías de control que resultaron con significancia estadística; *Area_ID* y *Tamaño*, la primera con signo positivo y la segunda con signo negativo. Por lo que debemos entender que aquellas empresas que realizan un esfuerzo propio en realizar formalmente actividades de I+D, desarrollan las capacidades suficientes para entrar en contacto y participar en proyectos en vinculación con organizaciones académicas.

Tal resultado confirma los hallazgos de De Fuentes y Dutrénit (2012), Torres et al (2011) y Dutrénit et al (2010a) para empresas mexicanas, de Dutrénit y Arza (2010) para países latinoamericanas, y de Laursen y Salter (2004) y Cohen et al (2002) para países desarrollados. En efecto, las empresas que realizan mayores esfuerzos en sus actividades de

I+D, como por ejemplo la sistematización y formalización de sus actividades, son más propensas a interactuar con la Academia.

Por el otro lado, la relación inversa entre tamaño y vinculación que se presentó es otro resultado en el sentido de los hallazgos de De Fuentes y Dutrénit (2012), Torres et al. (2011) y Sampedro et al (2012), los cuales indican que las empresas de menor tamaño tienden a vincularse más con la Academia.

Una vez claro esto podemos regresar a nuestras variables de interés y señalar que justamente las particularidades que distinguen a esos tres programas de cierta forma coinciden con estas dos características: por un lado los esfuerzos formales en I+D capaces de desarrollar capacidades para interactuar y por otro la relación inversa con el tamaño de la empresa. Es decir, INNOVAPYME al ser un programa pensado para las empresas de menor tamaño, tiene mayor posibilidad de influir sobre la probabilidad de que éstas realicen proyectos de vinculación, premiándolas con incentivos económicos.

A los programas de Estancias Sabáticas y Estímulos Fiscales los podemos relacionar con el hecho de que tratan con empresas que han tenido oportunidad de desarrollar las capacidades necesarias para interactuar con organizaciones de otros ámbitos, principalmente de la esfera académica, por lo que al plantear un incentivo en esa dirección puede tener un mayor grado de influencia sobre su toma de decisiones.

En De Fuentes y Dutrénit (2012), Dutrénit et al. (2010a) Sampedro et al (2012) se introduce la categoría de factores relativos a las políticas como determinantes de la primera etapa del proceso de vinculación para empresas de países en desarrollo. Dicha categoría consiste en la introducción de un solo programa de PCTI, el de Estímulos Fiscales. Los resultados que presentan sugieren la presencia de un efecto positivo del programa de Estímulos Fiscales en la propensión a vincularse. Nuestros resultados son consistentes con los de estos autores, pero agregan a esta literatura el análisis de otros programas de la PCTI mexicana.

En los modelos #2 y #3 dados por las ecuaciones 1.16 y 1.17 (6B y 8C en la Tabla 11), respectivamente, se presentan un par de matices atribuidos a la presencia del propósito de la

vinculación en la variable dependiente. En el modelo #2, donde se contempla al desarrollo de productos o servicios como propósito de la vinculación, el coeficiente que corresponde a programa de Estancias Sabáticas deja de tener influencia sobre la probabilidad de vincularse.

En el modelo #3, el coeficiente de la variable *Tamaño* deja de tener significancia, y en su lugar reporta significancia estadística el coeficiente de *Alta_Tec*, pero con signo negativo. Este resultado indica que cuando la vinculación tiene el propósito de desarrollar procesos o métodos se relaciona inversamente con la intensidad tecnológica. Una explicación de este resultado es que gran parte del potencial innovador en las actividades industriales maduras o con menor intensidad tecnológica se concentra en la mejora de los procesos productivos y no en la introducción de nuevos productos.

7 Conclusiones

La pregunta que guio el camino durante esta investigación ha sido: ¿Cuál es el impacto que tienen los incentivos a la VAI sobre la propensión a vincularse en las empresas innovadoras de México? Con la evidencia que se ha generado sugiere que los ciertos programas públicos de PCTI, entendidos como un esquema de incentivos para la VAI, inciden positivamente sobre la decisión de vincularse de las empresas. Asimismo, se encontró que el impacto atribuible a este tipo de incentivos puede estar relacionado a factores estructurales de las empresas, como el tamaño, y a factores de comportamiento, como la intensidad y la formalización de las actividades de investigación y desarrollo en el interior de las empresas. Estos resultados se encuentran en sintonía con las conclusiones obtenidas en otros trabajos previos sobre los determinantes de la vinculación. Esta investigación suma a esos resultados un conjunto más amplio de programas de PCTI dentro del análisis.

Después de haber realizado esta investigación podemos pensar en esta pregunta de diferentes formas. Por ejemplo, otro acercamiento a esta inquietud hubiera sido: ¿Hay un impacto del esquema de incentivos sobre la propensión a vincularse en las empresas innovadoras? De cierta forma y dada la escasa vinculación que se ha dado en México también la podríamos entender como: ¿Los niveles de vinculación en México podrían ser más bajos, a no ser por el esquema de incentivos?

La respuesta que ofrece la presente investigación a esas últimas dos versiones de la pregunta central es, acotandonos a la empresas dentro de la muestra es, sí. Hay un impacto positivo del esquema de incentivos sobre la probabilidad de que una empresa innovadora que participa de ellos se incline por vincularse con la Academia. Por lo tanto, se puede sospechar que habría niveles más bajos de vinculación con respecto a los que observamos, a no ser por el esquema de incentivos que se ha planteado.

En términos de la discusión sobre el funcionamiento de los incentivos se sugiere que el esquema aquí planteado, se apoya en los supuestos de pleno conocimiento de la información relevante sobre los agentes, y de estar en la presencia de casi nula motivación

intrínseca. Por lo tanto la evidencia generada sugiere que se puede traducir la percepción que tenían los agentes sobre la vinculación, pasando de cero interés, al deseo por realizarla, en la presencia de un incentivo extrínseco.

No se pudieron apreciar diferencias significativas al introducir al análisis el motivo de la vinculación. Los resultados en términos de incentivos son consistentes para vinculaciones dedicadas al desarrollo de productos o servicios, o bien, al desarrollo de procesos o métodos.

En conclusión se puede decir que la presencia de incentivos a la VAI ha servido como refuerzo positivo sobre la propensión de las empresas innovadoras a realizar esta actividad. La evidencia que surge a partir de esta investigación sugiere que el efecto de los incentivos es positivo cuando va dirigido a PYMES o cuando se trata de empresas que cuentan con ciertas capacidades necesarias para interactuar con otros ámbitos.

Algunas líneas de trabajo futuro podrían encontrarse incorporando al análisis la dinámica de los incentivos a lo largo del tiempo, utilizando un panel de datos. Así, podríamos observar si el efecto de los incentivos tiene un efecto rezagado en el tiempo, y tal vez pueda modificar el comportamiento de las empresas a través del aprendizaje. Así mismo podríamos enriquecer el análisis añadiendo otro tipo de elementos que aporten información sobre el contexto, por ejemplo, algunos rasgos macroeconómicos estructurales.

También se advierte la oportunidad de analizar la relación que pudiera darse entre el efecto de los incentivos que aquí estudiamos y el proceso de vinculación en al menos las dos primeras etapas del proceso. De la misma forma se puede ampliar el análisis investigando sobre los incentivos a la vinculación y su relación con las barreras que se pudieran presentar.

Bibliografía

Aboites, J. y M. Soria (2008) *Economía del conocimiento y propiedad intelectual. Lecciones para la economía mexicana*. Siglo XXI; Universidad Autónoma Metropolitana. México.

Amaro M., J. M. Corona y M. Soria. (2009) “Incentivos y colaboraciones universidad-empresa: un estudio en el sector biotecnológico mexicano” en A. Martínez et al. *Innovación y competitividad en la sociedad del conocimiento*. Plaza y Valdés, CONCYTEG. México.

Arrow, K. (1962a) Economic welfare and the allocation of resources for invention, en Universities-National Bureau (eds.) *The rate and direction invention activity: Economic and social factors*. Princeton University Press. pp. 609-625.

Arrow, K. (1962b) The economic implications of learning by doing. *The Review of Economic Studies*, Vol. 29, No. 3. pp. 155-173

Arza, V. (2010) Channels, benefits and risks of public–private interactions for knowledge transfer: conceptual framework inspired by Latin America. *Science and Public Policy*, Vol. 37, No. 7, pp. 473-484.

Arza, V. y C. Vazquez (2012) Firms’ linkages with universities and public research institutes in Argentina: factors driving the selection of different channels. *Prometheus*, Vol. 30, No. 1, pp. 47-72.

Bénabou R. y J. Tirole (2003) Intrinsic and Extrinsic Motivation. *The Review of Economic Studies*, Vol. 70, No. 3, pp. 489-520.

Bush, V. (1945) *Science the endless frontier. A report to the president by Vannevar Bush, Director of the Office of scientific research and development, July 1945*. United States Government Printing Office. Washington.

Chelen, R. y G. Gutiérrez Bello (2014) *Capital de Riesgo para el Desarrollo de Empresas Innovadoras*. FCCyT. Documento de trabajo. México.

Cohen, W., R. Nelson, y J. P. Walsh (2002) Links and Impacts: The Influence of Public Research on Industrial R&D. *Management Science*, Vol. 48, No. 1, Special Issue on University Entrepreneurship and Technology Transfer, pp. 1-23.

CONACYT (2014) *Programa especial de ciencia, tecnología e innovación (PECiTI) 2014-2018*. México, Distrito Federal.

D'Este, P. y P. Patel, (2007) University–industry linkages in the UK: What are the factors underlying the variety of interactions with industry? *Research Policy*, Vol. 36, pp.1295-1313

D'Este P. y M. Perkman, (2010) Why do academics engage with industry? The entrepreneurial university and individual motivations. AIM Research Working Paper Series: 078.

D'Este, P., E. Castro, y J. Molas-Gallart (2014) Documento de base para un “Manual de Indicadores de Vinculación de la universidad con el entorno socioeconómico” (Manual de Valencia) 2ª versión. INGENIO, CSIC-UPV.

De Fuentes, C. y G. Dutrénit (2012) Best channels of academia–industry interaction for long-term benefit. *Research Policy*, Vol. 41, No. 9, pp. 1666-1682.

Dosi, G., C. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg y L. Soete, (1988) *Technical Change and Economic Theory*. Columbia University Press. New York.

Dutrénit, G., C. De Fuentes y A. Torres (2010a) Channels of interaction between public research organizations and industry and benefits for both agents: evidence from Mexico. *Science and Public Policy*, Vol. 37 No. 7, pp. 513–526.

Dutrénit, G., M. Capdevielle, J. M. Corona, M. Puchet, F. Santiago, y A. Vera-Cruz, (2010b) El sistema nacional de innovación mexicano: Instituciones, políticas, desempeño y desafíos. UAM/Textual. México.

Dutrénit, G. y V. Arza (2010) Channels and benefits of interactions between public research organisations and industry: comparing four Latin American countries. *Science and Public Policy*, Vol. 37 No. 7, pp. 541-53.

Edquist, C. (1997). Preface. En Edquist, C. (Ed.) *Systems of innovation-Technologies, institutions and organizations* (pp. xiii-xiv). Pinter Publishers/Cassel Academic. London.

Edquist, C. y Johnson, B. (1997). “Institutions and Organizations in Systems of Innovation”. En Edquist, C. (Ed.) *Systems of innovation-Technologies, institutions and organizations* (pp. 41-60). Pinter Publishers/Cassel Academic. London.

Edquist, C. (2001) *The Systems of Innovation Approach and Innovation Policy: An account of the state of the art*. Lead paper presented at the DRUID Conference, Aalborg, June 12-13.

Etzkovitz, H. (1993) Enterprises from science: The origins of science-based regional economic development, *Minerva*, Vol. 31, No. 3, pp. 326-360.

Etzkowitz, H. y L. Leydesdorff (2000) The Dynamics of Innovation: From National Systems and 'Mode 2' to a Triple Helix of University-Industry-Government Relations. *Research Policy*, Vol. 29, No. 2, pp. 109-123.

FCCyT (2014) Series históricas del gasto en ciencia, tecnología e innovación en México, de foroconsultivo.org.mx en Octubre 2014.

Freeman (1987) *Technology, Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*. Pinter publishers. London.

Gibbons, R. (1997) Incentives and careers in organizations. NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH (NBER), Working Paper: 5705.

Godin, B. (2006) The Linear Model of Innovation: The Historical Construction of an Analytical Framework. *Science, Technology, & Human Values*, Vol. 31, No. 6, pp. 639-667.

Gujarati, D. y D. Porter (2009) *Econometría*. McGraw Hill. México.

Kaldor, N. y J. A. Mirrlees (1962) A New Model of Economic Growth. *Review of Economic Studies*, Vol. 29, No. 3, pp. 174-192.

Lafont J. J. y E. Maskin (1993) “La teoría de los incentivos: una reseña” en Pérez M. (comp.) *Teoría de incentivos y sus aplicaciones, regulación de empresas y subastas*. El trimestre económico No. 76 FCE. México.

Laffont, J. J. y D. Martimort (2001) *The theory of incentives*. Princeton University Press.

Laursen, K., T. Reichstein, y A. Salter (2011) Exploring the Effect of Geographical Proximity and University Quality on University-Industry Collaboration in the United Kingdom. *Regional Studies*, Vol. 45, No.4, pp. 507-523.

Lazear, E. (1996) Incentives in basic research. NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH (NBER), Working Paper: 5444.

Long, S. y J. Freese (2001) *Regression models for categorical dependent variables using Stata*. Stata Press Publications. Texas.

Lucas, R. (1988) On the mechanics of economic development. *Journal of monetary economics*, Vol. 22, No. 1, pp. 3-42.

Lundvall B-A. (Ed.) (1992) *National Innovation System: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Pinter publishers. London.

Motohashi, K. (2005) University-industry collaborations in Japan: The role of new technology-based firms in transforming the National Innovation System. *Research Policy*, Vol. 34, No. 5, pp. 583–594.

Nelson (1959) The simple economics of basic scientific research, *Journal of Political Economy*, Vol. 67, No. 3, pp. 297-306.

Nelson, R. y S. Winter (1982) *An Evolutionary Theory of Economic Change*. The Belknap Press of Harvard University Press. Cambridge.

OECD (2010) *Innovation Strategy, Getting a head start on tomorrow*, Innovation Strategy. OECD Publishing. Paris.

OCDE (2011) *Main Science and Technology Indicators Database*, de ocde.stat en Octubre 2014.

Ostrom, E. (2005) *Understanding Institutional Diversity: from theory to practice*. Princeton University Press.

Park, H. W. y L. Leydesdorff (2010) Longitudinal trends in networks of university-industry-government relations in South Korea: The role of programmatic incentives. *Research Policy*, Vol. 39, No. 5, pp. 640-649.

Ricyt (2014) *Red de indicadores de ciencia y tecnología iberoamericana e interamericana*, de ricyt.org en Octubre 2014.

Romer, P. (1990) Endogenous Technological Change. *The Journal of Political Economy*, Vol. 98, No. 5, Part 2: The Problem of Development: A Conference of the Institute for the Study of Free Enterprise Systems, pp. S71-S102.

Sábato, J. y Mackenzi, M. (1982) *La Producción de Tecnología Autónoma o Transnacional*. Nueva Imagen. México.

Salleh, M. S. y M. Z. Omar (2013) *University-Industry Collaboration Models in Malaysia*. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* Vol.102, pp. 654-664.

Sampedro, J. L., N. Becerra, G. Dutrénit y A. Torres (2012) Vinculación academia-industria en México: un análisis desde la perspectiva de las empresas, en Medellín, E., R. Soto y E. López (eds), *Vinculación para la innovación. Reflexiones y experiencias*. ANUIES/FESE. pp. 119-143.

Schumpeter, J. A. (1942) *Capitalism, socialism and democracy*. Harper & Brothers Publishers. New York.

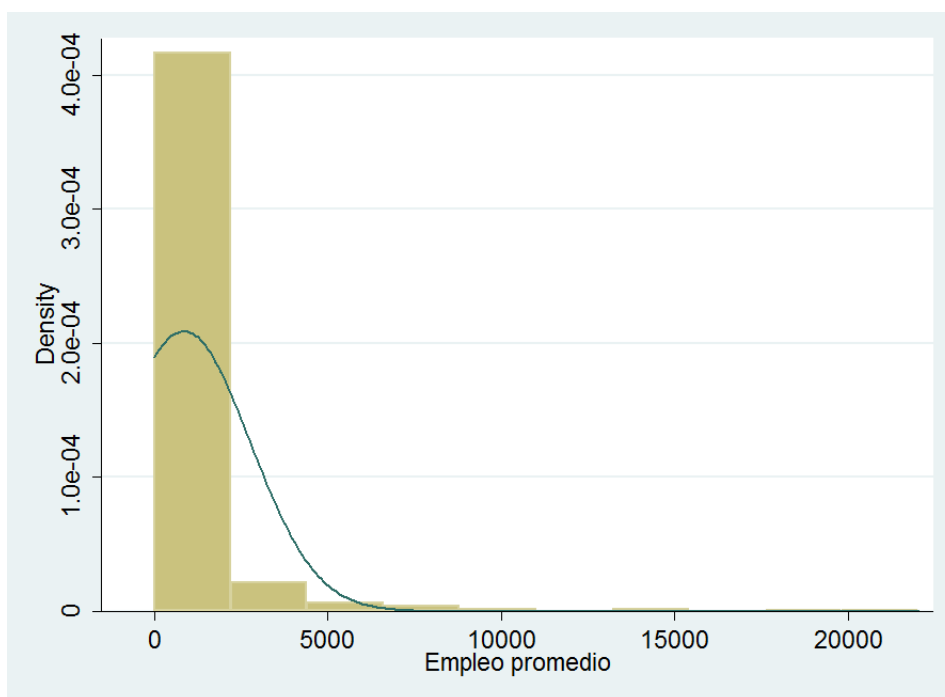
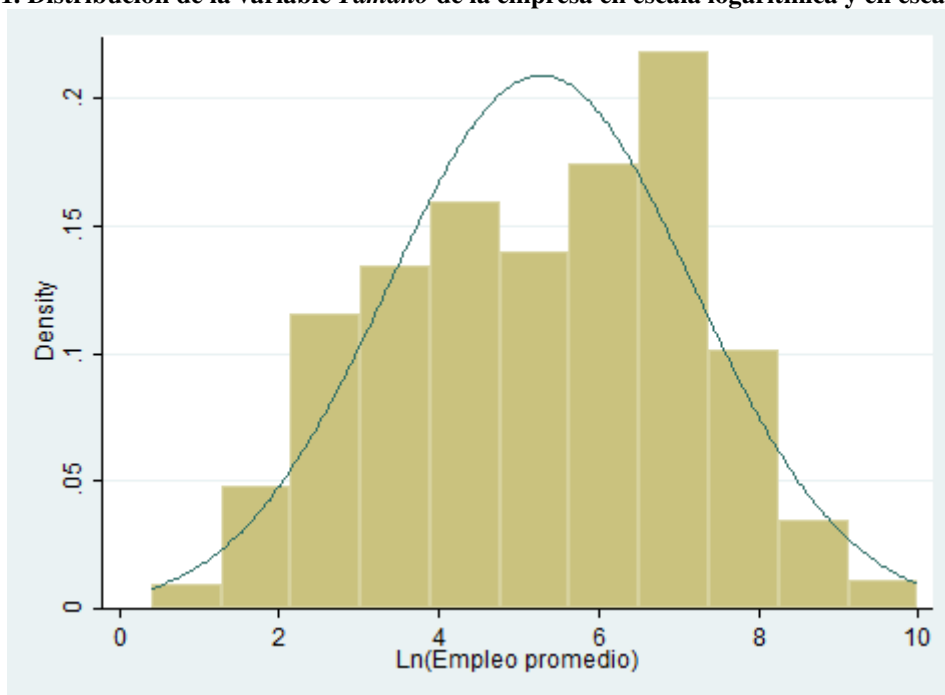
Şendoğdu A. y A. Diken (2013) A research on the problems encountered in the collaboration between university and industry. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, Vol. 99, No. 6, pp. 966-975.

Torres, A. y N. Becerra (2010) What are the factors driving Academy–Industry linkages? Evidence from Mexico. Working Paper

Torres, A., G. Dutrénit, J. L. Sampedro, y N. Becerra (2011) What are the factors driving university–industry linkages in latecomer firms: evidence from Mexico. *Science and Public Policy*, Vol. 38 No.1, pp. 31–42.

Wooldridge, J. (2001) *Introducción a la econometría. Un enfoque moderno*. Thomson Larning, México.

ANEXO 1. Distribución de la variable *Tamaño* de la empresa en escala logarítmica y en escala decimal.



Fuente: elaboración propia con base en información de ESIDET 2010.

ANEXO 2. Test de Wald.

Variable	(7A) Modelo #1	(6B) Modelo #2	(7B) Modelo #2	(8C) Modelo #3
AVANCE	= 0	= 0	= 0	= 0
INNOVAPYME	= 0	= 0	= 0	= 0
PROINNOVA	= 0	= 0	= 0	= 0
INNOVATEC	= 0	= 0	= 0	= 0
ESTANCIAS_S	= 0	= 0	= 0	= 0
ESTÍMULOS_F	= 0	= 0	= 0	= 0
FONSEC	= 0	= 0	= 0	= 0
Corporativo	= 0	= 0	= 0	= 0
Propiedad	= 0	= 0	= 0	= 0
Area_ID	= 0	= 0	= 0	= 0
Exportaciones	= 0	= 0	= 0	= 0
Tamaño	= 0	= 0	= 0	= 0
Manufacturas	= 0		= 0	= 0
Alta_tec				= 0
Media_tec				= 0
chi2(k)	58.38	43.2	44.56	28.8
Prob > chi2	0	0	0	0.0171

Fuente: elaboración propia con base en información de ESIDET 2010.

ANEXO 3. Linktest.

Variable	(7A) Modelo #1	(6B) Modelo #2	(7B) Modelo #2	(8C) Modelo #3
_hat	0.62716	-0.30426	0.14998	1.7228
	-1.72	0.45	0.25	2.72
_hatsq	-0.13892	-0.40342	-0.26193	0.16074
	-1.07	2.1	-1.45	1.22
_cons	-0.1484	-0.81132	-0.52094	0.69794
	-0.6	1.7	-1.16	0.97
n	612	612	612	612
LR chi2(2)	70.13	52.71	51.49	35.57
Prob > chi2	0	0	0	0
Pseudo R2	0.125	0.1093	0.1068	0.0986

Fuente: elaboración propia con base en información de ESIDET 2010.

ANEXO 4. Nombres completos de los programas con incentivos a la VAI.

Programa	Descripción
AVANCE	Alto Valor Agregado en Negocios con Conocimiento y Empresarios
INNOVAPYME	Innovación Tecnológica de Alto Valor Agregado para proyectos de Investigación Desarrollo Tecnológico e Innovación en empresas PYME
PROINNOVA	Desarrollo e Innovación en Tecnologías Precursoras
INNOVATEC	Programa de Innovación Tecnológica para la Competitividad
ESTANCIAS SABÁTICAS	Estancias Sabáticas
ESTÍMULOS FISCALES	Incentivos Fiscales a la Investigación y Desarrollo
FONDOS SECTORIALES	Fondos Sectoriales

Fuente: elaboración propia con base en información de ESIDET 2010.

ANEXO 5. Correlaciones entre las variables independientes.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. AVANCE	1									
2. INNOVAPYME	0.1005*	1								
3. PROINNOVA	0.1429*	0.1907*	1							
4. INNOVATEC	0.0871*	0.0278	0.3768*	1						
5. ESTANCIAS_S	0.1532*	0.0647	0.054	0.0684	1					
6. ESTÍMULOS_F	0.2016*	0.0667	0.2749*	0.4239*	0.0539	1				
7. FONSEC	0.2388*	0.1159*	0.1709*	0.1691*	0.1943*	0.2862*	1			
8. Corporativo	-0.0172	-0.1670*	0.0567	0.2081*	0.0549	0.2017*	0.0375	1		
9. Propiedad	-0.0627	-0.1386*	-0.0734	0.0039	0.0406	0.0552	0.0359	0.4843*	1	
10. Area_ID	0.0452	0.1388*	0.1039*	0.1599*	0.0069	0.2111*	0.1185*	0.0411	-0.0398	1
11. Export	0.0362	-0.1616*	0.0185	0.0968*	0.0533	0.0932*	0.0957*	0.3451*	0.5060*	0.0388
12. Tamaño	-0.0431	-0.4038*	0.0128	0.2730*	0.0576	0.2712*	0.002	0.5582*	0.3469*	0.0096
13. Manufacturas	-0.1221*	-0.1888*	-0.0880*	0.0469	-0.0458	0.0771	0.008	0.1405*	0.2025*	0.0588
14. Servicios	0.1221*	0.1888*	0.0880*	-0.0469	0.0458	-0.0771	-0.008	-0.1405*	-0.2025*	-0.0588
15. Alta_tec	0.0167	-0.0342	-0.0446	0.0929*	-0.0206	0.1391*	0.0945*	0.1451*	0.2655*	0.0919*
16. Media_tec	-0.0757	-0.071	-0.0323	0.0052	0.0146	-0.0077	-0.0013	0.0606	0.0269	0.0167
17. Baja_tec	-0.0958*	-0.0957*	-0.014	-0.0763	-0.0346	-0.0725	-0.0969*	-0.0589	-0.1140*	-0.0634

Fuente: elaboración propia con base en información de ESIDET 2010.

ANEXO 5. Correlaciones entre las variables independientes (continuación).

	11	12	13	14	15	16
11. Export	1					
12. Tamaño	0.3852*	1				
13. Manufacturas	0.2335*	0.2958*	1			
14. Servicios	-0.2335*	-0.2958*	-1	1		
15. Alta_tec	0.2663*	0.1183*	0.4456*	-0.4456*	1	
16. Media_tec	0.0679	0.0735	0.2484*	-0.2484*	-0.3379*	1
17. Baja_tec	-0.1175*	0.1118*	0.2943*	-0.2943*	-0.4004*	-0.2232*

Fuente: elaboración propia con base en información de ESIDET 2010.