

Modelo de transferencia de tecnología del potencial de innovación en el IPN

DANIEL PINEDA DOMÍNGUEZ¹

AMALIA CLARA TORRES MÁRQUEZ²

MICHEL PAULINA MIRANDA CONTRERAS³

RESUMEN

En eventos institucionales y nacionales se menciona la falta de un sistema de vinculación efectivo de las Instituciones educativas con empresas productivas y de servicios, esto por la diferencia en las expectativas de los productos de la investigación, tanto en tiempo como en presupuesto; los procesos administrativos para el desarrollo de innovaciones; la protección intelectual y comercialización de los productos resultantes, entre otros. Esto por la falta de un proceso de transferencia de tecnología (TT) efectivo en un modelo de innovación abierta. El objetivo fue determinar los elementos de un proceso de TT para el potencial de innovación en el IPN bajo el supuesto de que con un sistema de TT efectivo se puede mejorar bajo el modelo de innovación abierta como el de la triple hélice (TH). Como resultado se elaboró un modelo con las actividades pertinentes para su desarrollo, considerando los tres álabes del modelo TH.

Palabras clave: Transferencia de Tecnología, modelo triple hélice, potencial de innovación, instituciones educativas.

ABSTRACT

Be lacking of an effective academy and industrial linking system is mentioned in different events, they say this because it is perceived differences in expectations about the products from research projects. That is in time developing, budget, administration process, intellectual property and the products commercialization as well. This is because there is not an effective process of technological transference (TT) in an open innovation model. The objective of this paper is to propose a model of TT in an education center as the IPN in México which has a great potential innovation activity, considering three propellers open innovation model and the work each participant of model must do.

Keywords: technology transfer, three propeller innovation model, potential of innovation, Public educational center

¹ ESCA STO- IPN.

² UPIICSA- IPN.

³ ESCA STO-IPN.

INTRODUCCIÓN

La innovación tecnológica (IT) se ha convertido en el motor de la economía de los distintos estratos de población: el regional, el nacional y el mundial, así como en cualquier tamaño de empresa, desde la pequeña a la mediana y de la gran empresa u organizaciones corporativas, nacionales y globalizadas. En todos los casos de estrato o tamaño de empresa, la competencia y competitividad está determinada por la IT.

Los modelos para desarrollar la IT han evolucionado, desde el que se concibe con una forma lineal y una serie de etapas consecutivas, impulsadas desde dentro de las organizaciones por uno de sus departamento (I&D) (Technology push), pasando por el que concibe la participación integral de todas las áreas de la organización (Modelo integral) pero todavía desde dentro o innovación cerrada, hasta el o los que impulsan la participación entre empresas y trabajo mediante redes de investigación, o modelo de innovación abierta, y con la vinculación más pronunciada de las instituciones de educación y de investigación, así como de los gobiernos de los países en este tipo de proyectos.

El proceso de innovación tecnológica y su resultado, la elaboración de bienes y servicios, se puede hacer de manera formal e informal a través de modelos teóricos o empíricos; lo determinante es la obtención de productos (bienes o servicios) nuevos (radicales o no) o mejorados que permita a cualquier organización desarrollar capacidades de innovación y una mayor competitividad local o internacional, porque todas las organizaciones están sometidas a las acciones de innovación de sus competidores nacionales o internacionales. Sea que las empresas u organizaciones lo hagan de manera formal o no planificada, las implicaciones que conlleva el proceso de IT son muchas. Una de esas implicaciones es el aprovechamiento racional de los programas de apoyo financiero para la innovación tecnológica, tanto de instituciones públicas como privadas. Otra implicación es la posible y necesaria vinculación con instituciones de investigación, locales, nacionales o extranjeras, lo que les permite aprovechar recursos humanos y de infraestructura física o de equipos específicos para determinados proyectos.

El desarrollo de bienes o servicios nuevos o mejorados implica, también, procesos tangibles e intangibles que tienen que ver con la aceptación de las innovaciones y los esfuerzos físicos o de actitud para su inserción o cambio dentro de la organización, tanto de manera interna entre las áreas como la que se daría cuando esas innovaciones se introducen desde fuera de la organización, es decir, el proceso de transferencia de tecnología (TT).

Un modelo de innovación, como sistema, es el de la Triple Hélice (TH), caracterizado por la participación determinante de tres actores: el Gobierno, las Instituciones educativas y de Investigación y las Empresas. Así, estos actores deben actuar de manera coordinada y comprometida para desarrollar innovaciones tecnológicas en donde cada uno obtenga beneficios económicos y sociales que permitan que la economía del país crezca y se desarrolle de manera sostenida y competitiva.

El trabajo de cada actor dentro del modelo de la TH no es, desde luego, nada simple ni sencillo de llevar a cabo. Esto porque el desarrollo tecnológico del país es un conjunto de actividades y responsabilidades para llevar a cabo el proceso de IT específico de cada sector y tipo de empresa así como de la participación que puedan tener las instituciones de investigación y el apoyo necesario por parte del gobierno. Una de las grandes dificultades que se ha tenido en México es el proceso de orientación de las innovaciones y la vinculación de las instituciones educativas con el sector empresarial (De Fuentes y Dutrénit, 2012), desaprovechándose el potencial que tienen aquellas y el beneficio que podrían tener las empresas para aprovechar los recursos materiales, de equipo y, sobretodo, humano de estas instituciones.

En este documento se expone, en primer lugar, a los tres integrantes del modelo de la triple hélice, en segundo término la descripción de los modelos de innovación tecnológica, haciendo énfasis en el de la Triple Hélice; se hace una relación de los modelos de transferencia tecnológica, de los cuales se extraen la dimensiones y actividades que se deben considerar para el funcionamiento efectivo de un modelo de TT para la Institución de estudio. Como resultado y propuesta se presenta un modelo que integra actividades y responsabilidades de los actores bajo el modelo de TH considerando lo que realiza la institución de estudio

Los actores del modelo de la triple hélice.

En lo que se refiere al Sistema Nacional de Innovación (SNI) mexicano, este cuenta con la mayoría de los agentes reportados en otros países exitosos pero sus acciones e interacciones a diferentes niveles y con distintas intensidades contribuyen a caracterizar un SNI aún en desarrollo. Los agentes más relevantes son: organismos e instituciones gubernamentales, centros e institutos públicos de investigación, instituciones de educación superior, empresas, instituciones intermedias e instituciones financieras. El principal organismo de este sistema lo constituye el CONACYT que tiene como objeto impulsar a la Ciencia, la Tecnología y la Innovación; además, otros organismos como el Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCT), 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 C&T (CONACYT, 2004).

En cuanto al Sistema Educativo en México, se tienen Universidades Públicas y Privadas en el nivel superior que se dedican a la enseñanza y la Investigación de manera independiente, como, la UNAM, la UAM, el IPN, el ITESM, U de G, entre muchos otros; pero también centros de investigación de organismos gubernamentales como los que dependen directamente del CONACYT, de la Secretaría de Salud, etc.

El caso que nos ocupa es el del Instituto Politécnico Nacional (IPN) que es una Institución de Educación Superior (IES) orientada, principalmente, al área técnica y tecnológica cuya fundación en 1932 se concibió como un motor de desarrollo y espacio para la igualdad; apoyando, por una parte, al proceso de industrialización del país y, por la otra, brindando alternativas educativas a todos los sectores sociales, en especial a los menos favorecidos.

La estructura académica y de Investigación del IPN se basa en las áreas de: (1) Ciencias Médico Biológicas con escuelas y centros como Centro de la Salud, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB), de Medicina y Enfermería; (2) Ciencias Sociales y Administrativas con escuelas como la de Comercio y Administración (ESCA), Turismo y Economía; (3) Ingeniería y Ciencias Físico Matemáticas con escuelas como Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME), de Ingeniería y Arquitectura (ESIA), Ingeniería Química (ESIQUE), Ingeniería Textil (ESIT), de Físico Matemáticas (ESFM), de Cómputo (ESCOM), Unidades Interdisciplinarias (UPIICSA, UPIBI). Como se puede deducir de esta estructura, la orientación de las disciplinas y áreas de conocimiento del IPN, el potencial de sus investigaciones puede ser enorme.

Por último, en cuanto a la estructura industrial o conjunto de empresas, en México se realizan actividades de diferente tipo derivado de la cantidad de recursos naturales con los que cuenta el país, dentro de los que se encuentran yacimientos minerales y no minerales, bosques, litorales, lagos, producción de ganado y de agricultura, así como lugares para explotar el turismo en sus diversas formas.

Dentro de las actividades de empresas mexicanas, las hay que se dedican en la (1) Rama de elaboración, conservación y envasado de productos alimentarios para consumo humano y para animales así como la elaboración de bebidas alcohólicas y no alcohólicas; (2) fabricación de maquinaria y equipo para las actividades agropecuarias, la construcción, la industria extractiva; (3) refinación de petróleo crudo, fabricación de productos de asfalto; aceites y grasas lubricantes, y de

otros productos derivados del petróleo refinado y del carbón mineral; fabricación de productos químicos básicos; de resinas y hules sintéticos; (4) fabricación de acero y productos de hierro y acero; fundición, afinación, refinación y laminación de metales no ferrosos, y al moldeo por fundición de piezas metálicas, fabricación de herramientas de mano, metálicas sin motor y equipo en general; (5) fabricación de productos a base de arcillas y minerales refractarios; de vidrio y productos de vidrio; de cemento y productos de concreto; de cal; yeso y productos de yeso, y de otros productos a base de minerales no metálicos; (6) preparación e hilado de fibras textiles naturales; fabricación de hilos, telas y al acabado y recubrimiento de textiles; (7) fabricación de pulpa de madera, papel, cartón, y productos de papel y cartón; actividades para la industria de la impresión; (8) fabricación de diversos productos de madera; para la construcción; productos para embalaje y envases de madera y de otros productos de madera,(9) servicios turísticos, financieros, de asesoría empresarial, entre muchos otros sectores y actividades.

A pesar de la cantidad de recursos materiales y humanos en México, y de las actividades donde se pueden tener innovaciones, la inversión en Ciencia y Tecnología no se ha visto incrementada en más del 0.4% del Producto Interno Bruto, además de que la mayor parte de esa inversión la hace el Gobierno.

EL MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA

1381

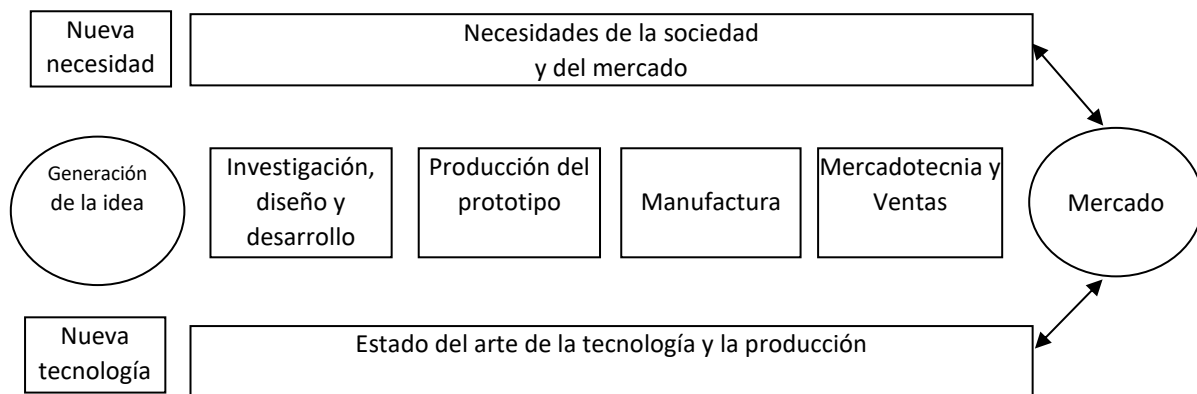
La innovación se concibe como una nueva idea y original que mantiene una idea central a medida que se desarrolla, prueba y aplica a lo largo del tiempo (Van de Ven, 2011). En el Manual de Oslo (OCDE, 2005), se define la innovación como la implementación de un producto nuevo con mejoras significativas o como un proceso, un método de comercialización, o un método organizacional nuevo en una práctica empresarial, organización de trabajo o relaciones externas. Se destaca la importancia de los fenómenos tecnológicos en el crecimiento económico (Schumpeter, 1994).

Se pueden distinguir tres momentos o estados fundamentales en todo proceso de cambio (COTEC, 2001): (1) la invención, como creación de una idea potencialmente generadora de beneficios comerciales, pero no necesariamente realizada de forma concreta en productos o procesos; (2) la innovación, que consiste en la aplicación comercial de una idea que se convierte en productos o procesos nuevos o mejorados que el mercado valora, y (3) la difusión, que supone dar a conocer a la sociedad la utilidad de una innovación, este es el momento en que un país percibe realmente los beneficios de la innovación. Si bien las primeras tienen más mérito, y son las que suelen dar más

beneficios, las segundas también requieren un cierto esfuerzo, debido al grado de incertidumbre que imponen a la organización, y que también proporcionan importantes beneficios.

La IT es una actividad compleja, diversificada con muchos componentes en interacción que actúan como fuentes de las nuevas ideas, difícil de descubrir las consecuencias que algo nuevo puede llegar a ofrecer (Escorsa & Valls, 2005). Existen diversos modelos de innovación que explican el proceso y su clasificación, ellos obedecen a la forma como se observa este: por etapas, según los participantes: de integración, su evolución: de primera hasta quinta generación; o modelos particulares de alguna organización por ejemplo el Modelo de Kline (Velasco & Zamanillo, 2008). Los modelos van desde el modelo lineal, o de primera generación, pasando por modelos integrales, hasta el de la quinta generación de la década de los noventa de Rothwell (1994), y como consecuencia de la consideración de que el tiempo de desarrollo de una variable crítica del proceso se plantea desde una perspectiva operativa donde las etapas del proceso de IT son consideradas secuenciales, solapados, concurrentes o simultáneos (Fig.1) (Hidalgo, León y Pavón, 2002).

Figura 1. Modelo de Acoplamiento de Innovación (Tercera generación).



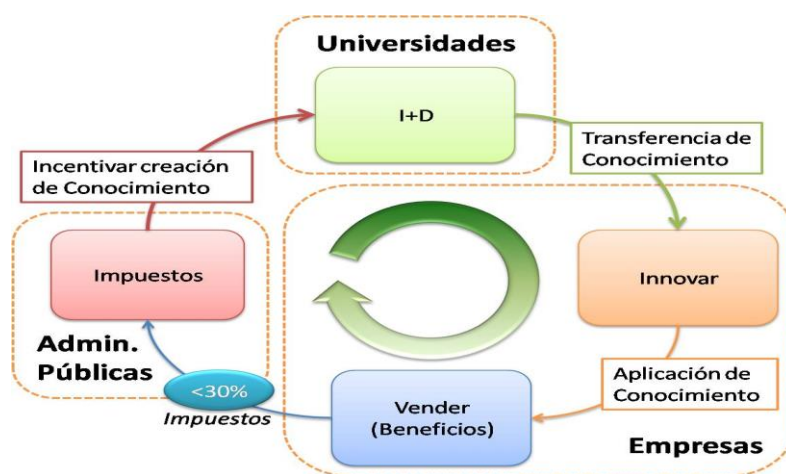
Fuente: Rothwell, (1994). *Towards the fifth-generation. International Marketing Review; 11, pg. 7.*

Los rasgos del modelo integrador son: aceleración de desarrollo de producto, compromiso de alta dirección, movilización de los recursos necesarios, estilo de gestión horizontal, uso de la ingeniería simultánea o concurrente, estrategias incrementales de desarrollo, asociar a los proveedores en los proyectos de nuevos productos, asociar a los principales clientes en la actividades de diseño y desarrollo, acceder al knowhow externo, alianzas con otras, investigaciones conjuntas con universidades, amplio uso de la información (redes de ordenadores, CAD), entre otras.

En la posguerra se incrementó considerablemente el interés por la innovación y desarrollo de tecnología como motor generador de riqueza en el siglo XXI por lo cual se llegó a hablar de un planteamiento de tres pilares para dicho proceso que conjunta los sectores de la educación (universidad y centros públicos de investigación), la industria (empresas y sector privado) y el gobierno (Figs. 2)

La “triple hélice” es un modelo espiral de innovación que capta las múltiples y recíprocas relaciones en diferentes puntos del proceso de capitalización del conocimiento. Este modelo se propone como una estrategia para aumentar el capital social y rellenar las brechas tecnológicas y está basado en 10 proposiciones cuya fuente es el trabajo en red entre las instituciones participantes, la aceleración de la innovación por interactividad, capitalización del conocimiento, creando diversas formas de capital que se transmutan en otras (Etzkowitz, 2003: 296-299).

Figura 2. El modelo de la Triple Hélice



Fuente: Etzkowitz Henry, 2002 “La triple hélice: universidad, industria y gobierno Implicaciones para las políticas y la evaluación”, SISTER, Estocolmo.

Los modelos de Transferencia Tecnológica

En el proceso de innovación para obtener bienes o servicios con cambios incrementales o radicales uno de los puntos o etapas más importantes es la transferencia tecnológica (TT) como resultado del proceso que puede ser un conocimiento tangible o intangible; considerando que en el proceso de innovación se puede tener diversos alcances y fines, dependiendo de quienes generen o participen en ese proceso, el concepto o definición de TT abarcará ciertas actividades o todas las necesarias para

llevar los productos resultantes, bienes o servicios, al mercado y a los consumidores finales, siendo muy importante el rol de las universidades en el sistema de innovación. (Bercovitz y Feldmann, 2006; Hermosillo y Cassaigne, s/f).

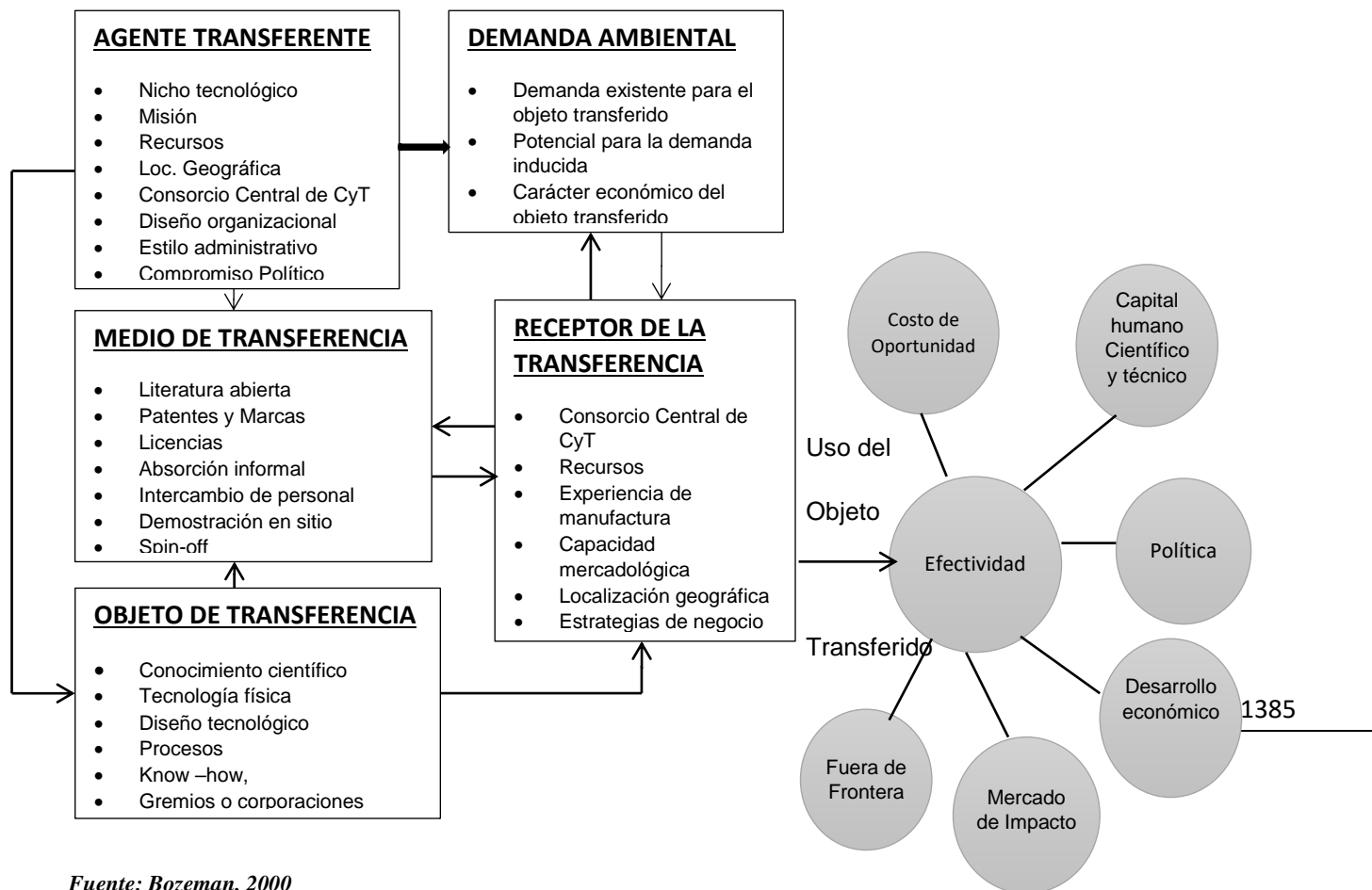
Los modelos están divididos en modelos tradicionales basados en la difusión del conocimiento, de apropiación, diseminación, utilización del conocimiento y comunicación, surgidos después de la segunda guerra mundial, en donde las compañías que realizaban I&D hacían esa transferencia sin mayores barreras por el dominio que ejercían en el mundo. En los años setenta se adoptó el enfoque económico del comercio internacional, mientras que en los años ochenta los modelos enfatizaron la efectividad de la TT a través del desarrollo económico mundial, por el surgimiento de países emergentes, especialmente los asiáticos. En los noventa, el énfasis estuvo en el aprendizaje organizacional significativo, como un elemento fundamental de la TT (Abdul, et. al., 2009).

En los primeros modelos se destaca la importancia de la investigación básica, la de la tecnología desarrollada. En los modelos de la segunda fase, ya no se ve el proceso de TT muy lineal y es determinante el paquete de información entre los actores y los factores de comunicación entre ellos. El primer nivel está dado por lo considerado en la primera fase, mientras que en el segundo se hace énfasis en el involucramiento de los posibles usuarios. Algunos modelos se clasifican como cuantitativos y otros cualitativos; los primeros se orientan a indicadores de eficacia, mientras que los segundo hacia las acciones que se deben desarrollar (Khabiri et. al., 2012).

Un modelo que resume las dimensiones del proceso de TT entre los Centros Gubernamentales y la Universidad es el que se muestra en la figura 3 (Bozeman, 2000; Khabiri et.al.2012).

El modelo de efectividad contingente se enfoca a la efectividad motivada por el que trabaja en el proceso de TT. Este tiene muchos objetivos y criterios de efectividad, y sus dimensiones tienen enfoques específicos como los siguientes: (a) agente que transfiere; (b) características del medio transferido, (c) características del objeto transferido, (d) ambiente de la demanda, (e) características del receptor de tecnología (Bozeman, 2000)

Fig. 3. Modelo de efectividad contingente de transferencia de tecnología



Fuente: Bozeman, 2000

En la relación entre las U's y las empresas, especialmente con Pymes, normalmente es muy pobre a pesar de los beneficios que se pueden dar, siendo que los lazos más fuertes se dan con empresas grandes que llegan a tener sus propios centros científicos para conducir sus mismas investigaciones (Geiger, 2012). Por el lado de las U's la movilidad y estancia de profesores investigadores en empresas pequeñas sirve para la vivencia de problemas in situ con la subsecuente adquisición de conocimiento empírico, y por parte de las empresas la transferencia de conocimiento directo de las U's, entre otros aspectos (Braun y Hadwiger, 2011). Esta vinculación ha dado pie a la creación de parques tecnológicos de donde se pretende surjan empresas de base tecnológica con la inserción de investigadores de las U's y, por otro lado, para llevar a cabo todas las actividades dentro del sistema de TT se encuentran dificultades u obstáculos de tipo cultural e institucional por parte de la U's y de las empresas, dificultades como: políticas universitarias orientadas al proceso de TT, gestión del

conocimiento generado, la gubernatura universitaria; mientras que por parte de las empresas se da: falta de cooperación con las U's, tipología de las empresas, disponibilidad de recursos humanos y financieros limitados para la investigación, (Braun y Hadwiger, 201; Rodríguez y Casani, s/f).

En caso específico de la TT de las U's con las Pymes, la importancia de la transmisión de conocimiento se da debido a que estas no pueden enfrentar los costos de la investigación y tienen la necesidad de tecnología o innovaciones que mejoren sus procesos de producción, (Khabiri et. al., 2012). Existen sectores como el de alimentos donde prevalecen Pymes (entre menos de 10 y 50 empleados), por ejemplo en las ramas de bebidas y producción de granos que invierten menos del 0.35 % en actividades de investigación, teniendo que competir con productos de calidad y seguros a partir de innovaciones (Braun y Hadwiger, 2011).

Las Unidades de Transferencia Tecnológica (UTT), como parte del sistema de IT, tienen diversas formas y funciones dependiendo del objetivo y alcance que se persiga, de tal manera que la interrelación se puede dar a través de parques científicos, incubadora de negocios, laboratorios de investigación y prueba. (Comacchio et. al., 2012; Dornelas et. al. s/f). La UTT es una estructura orgánica que facilita el intercambio de los conocimientos contenidos en una tecnología entre su creador o promotor y unidad de desarrollo o producción interna o externa a la organización. (Hermosillo y Cassaigne, s/f). Sus funciones pueden ser de tres tipos: primero, como una unidad de inteligencia de conocimiento que ayude a las firmas a articular sus necesidades, monitorear el ambiente y hacer las conexiones entre el producto y los problemas; en segundo término, pueden actuar como agencias que desarrollan actividades de I&D para las firmas receptoras; como tercer tipo, están aquellas UTT que sirven como repositorios de conocimiento.

En la TT, 4 son las principales categorías que determinan un proceso eficaz de la transferencia de conocimiento: las características de la firma, las características de la Universidad, la localización geográfica en términos del conocimiento que se transfiere y el canal de conocimiento transferido. Cada una de estas categorías o dimensiones contienen elementos o indicadores que deben contemplarse en el proceso de TT (Agrawal, 2001; Bercovitz y Feldmann, 2006; De Fuentes y Dutrénit, 2012):

- a) **Características de la firma.** Capacidad de absorción que incluye la inversión en I&D, conectividad con la Universidad, bienes de conocimiento y su habilidad para evaluar tecnología externa, capacidad de generación de I&D propio y su apropiación legal,

organización para la investigación interna y productividad investigativa, importancia que se le da a la dotación de recursos iniciales para la investigación o TT, entre otros indicadores.

- b) Características de la Universidad.** Tienen que ver con las políticas universitarias en relación con la propiedad intelectual, las estrategias de licenciamiento utilizadas por la oficina de TT y las características de los actuales profesores investigadores. Dentro de estos indicadores están los incentivos que se les da a los profesores investigadores para comercializar sus investigaciones desde la ciencia básica hasta la aplicada, qué tantas empresas explotan la propiedad intelectual con respecto a otras, su alineación en los intereses de la U con las de la firma, el grado de cooperación del inventor con el éxito del producto generado, el grado de crecimiento en número y la calidad de las patentes generadas, la variación en que el licenciamiento de las oficinas de transferencia tecnológica inscriben acuerdos que involucren valores o acciones en lugar de los convencionales pagos en efectivo, el efecto de capital ventura local utilizado,
- c) Localización geográfica de la generación de conocimiento.** Esto se refiere, principalmente, a la interacción y cercanía del conocimiento tácito que se puede dar entre los actores y que no se puede evaluar de manera económica en costos, la relación entre entradas y salidas del proceso de innovaciones como fondos federales para la investigación y emisión de patentes, las citas realizadas al respecto, los fondos universitarios para la investigación y el valor agregado entregado a la industria dentro del espacio geográfico, número de investigaciones estrella y empresas del área desarrolladas, horas de interacción del inventor de una patente y el grado de éxito de la comercialización del invento, actividad innovativa que se asienta en una región y la concentración de la producción industrial, la distancia e interacción directa entre los inventores universitarios y los científicos de una compañía para una transferencia y comercialización exitosa de inventos universitarios patentados.
- d) Canales de transferencia de conocimiento.** Esta categoría abarca las publicaciones, patentes, consultoría, encuentros informales, licenciamientos, reclutamientos o contrataciones, emprendimientos conjuntos (joint ventures), contratos de investigación, e intercambio de personal, aunque se encuentra un bajo rol de importancia a las patentes y el licenciamiento entre estos canales; canales de información, conferencias.

Los canales de transferencia toman importancia relativa según el tipo de industria y empresas involucradas, pero unas son más importantes que otras considerando el tipo de industria de que se trate, especialmente en tecnologías basadas en ciencias. Así por ejemplo, en la industria farmacéutica se da mucha importancia a las patentes, mientras que la investigación colaborativa se da una importancia moderada en la manufactura de medicamento, vidrio, acero, TV/Radio y aeroespacial; de la misma manera, investigación por contrato y consultoría se ve especialmente importante más en el campo industrial donde las firmas tienen menos interacción como la de ingeniería mecánica; en biotecnología y farmacéutica las publicaciones científicas como canales de transferencia de conocimiento es muy importante; en ciencias económicas y sociales, especialmente en el área de servicios, la movilidad de personal y los cursos de entrenamientos para las firmas son los tipos de interacción más importante. El contexto, el tamaño de empresa su capacidad de absorción de tecnología y las características de los investigadores son factores que influyen en el tipo de canal de transferencia de conocimiento (Bekkers y Bodas, 2008; De Fuentes y Dutrénit, 2012; Geiger 2012).

Las Unidades u Oficinas de Transferencia de Tecnología (UTT u OTT)

Las empresas están practicando la innovación abierta para hacerse llegar de nuevos conocimientos y tecnologías que complementen las actividades de I&D interna, tanto empresas multinacionales como industrias basadas en el conocimiento. Las UTT tienen diversas funciones dependiendo del objetivo que se persiga, de tal manera que la interrelación se puede dar a través de parques científicos, incubadora de negocios, laboratorios de investigación y prueba, etc.; su misión es suministrar servicios intensivos de conocimiento a firmas receptoras en diferentes fases de su proceso de innovación, bajo modelos empíricos, formales o informales, así como ser parte de una infraestructura de TT que promueva y facilite actividades en el contexto industrial (Comacchio et. al., 2012; Dornelas et. al. s/f).

La UTT es una estructura orgánica que facilita el intercambio de los conocimientos contenidos en una tecnología entre su creador y la unidad de desarrollo o producción interna o externa a la organización. Estas unidades operan como un enlace entre las áreas de investigación y las áreas de producción, por lo que representan un vínculo importante para llevar ideas o innovaciones a la sociedad (Hermosillo y Cassaigne, s/f). Las funciones de las UTT pueden ser de tres tipos: 1) Como una unidad de inteligencia de conocimiento que ayude a las firmas a articular sus necesidades, monitorear el ambiente y hacer las conexiones entre el producto y los problemas en sus procesos de innovación tecnológica así como su solución; 2) Como agencias que desarrollan actividades de I&D para las firmas receptoras, especialmente para Pymes que tienen limitaciones en este aspecto; 3) Como repositorios de conocimiento desarrollado en una industria específica o contexto geográfico, y

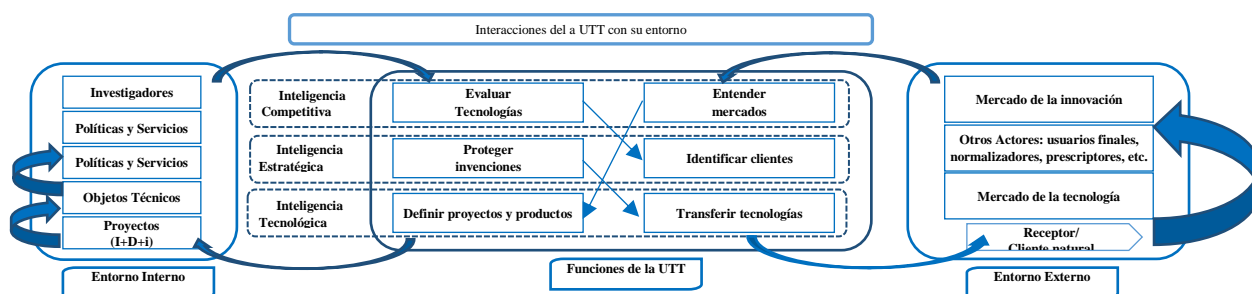
como diseminador de nuevo conocimiento producido por firmas junto con su protección y explotación o comercialización.

Las actividades de enlace de las OTT o UTT, están siendo estudiadas bajo un marco teórico en donde se encuentran características de las firmas, de las U's y de los investigadores donde se aprecia falta de estudio en la forma de administrar la interrelación y los puentes de enlace en las fronteras entre ambas partes. Como enlaces de la frontera en las UTT, se tienen dos procesos fundamentales: compartición de información, propiamente la investigación, acceso y transferencia de información útil para la innovación; y resolución de problemas en conjunto o administración conjunta de proyectos innovativos (Comacchio et. al., 2012). Uno de los medios de transferencia de conocimiento, las patentes resultantes de la investigación conjunta, es motivo de un análisis especial por el beneficio y apropiación por parte de las instituciones educativas o las firmas porque unas u otras pueden seguir explotándolas después de terminado el proyecto conjunto (Czarnitzki et. al., 2012). Las universidades requieren que sus miembros reconozcan o descubran tecnología o invención con potencial de comercialización, revelarlo o dar a conocer la invención a su oficina de transferencia de tecnología (UTT u OTT) de la institución, dicha UTT será responsable de patentar la invención proporcionada, adquirir el derecho sobre la misma, licenciarla a algún ente externo, o bien, licenciarla sin una patente; con la licencia la U puede tener ingresos adicionales a sus ingresos públicos o privados según el tipo de universidad, proceso en el cual pueden pasar algunos años (Heisey y Adelman, 2011).

La acción de transferir tecnología, puede generar más empleos, el crecimiento económico de una región y la generación de empresas nuevas (Friedman y Silberman, 2003). El desempeño de la OTT se ha medido a través de varios indicadores en relación con la gestión de los inventos suministrados por los investigadores de los centros y unidades de investigación de la Institución, teniendo entre esos indicadores: patentes logradas, licencias ejecutadas, cantidad de ingresos por regalías, análisis de citas sobre las patentes o investigaciones, aplicación de patentes, revelación de inventos, investigaciones financiadas, número de firmas generadas, entre otros. Adicional a estos aspectos son importantes los siguientes: (a) la calidad de la facultad que tienen los miembros de la comunidad de investigadores para dar conocer sus invenciones y las recompensas que puedan tener; (b) el tamaño de la OTT en función de la cantidad de personal que opera en ella, los fondos federales para la investigación, el número de invenciones dadas a conocer a la OTT por los investigadores; (c) la antigüedad de la OTT que sugiere la existencia de efectos de aprendizaje en el proceso de TT. Además, se pueden valorar la generación de licencias y los ingresos a partir de que las OTT se encuentren localizadas en lugares caracterizados por una relativa alta concentración de firmas tecnológicas, industrias con una actividad

investigativa alta, y un clima empresarial que genere más licencias y mayores ingresos a partir de ellas; por otro lado, para ese desempeño influirá el hecho de que la U´s tengan una misión y objetivos claros para la UTT en la generación de licencias y sus ingresos (Friedman y Silberman, 2003). Hermosillo y Casaigne (2009) relacionan en su modelo tres elementos: el entorno interno y el entorno externo que afectan las actividades que deben realizarse en una UTT, considerando algunos de los factores mencionados en la descripción general de modelos TT en las universidades (fig. 4)

Figura 45. Interacciones de la UTT con su entorno.



Fuente: Hermosillo y Cassaigne (2009)

METODOLOGÍA

De la estructura académica y de investigación del Instituto Politécnico Nacional se desprenden diversas disciplinas que operan en sus centros de educación y se puede establecer que existe una gran potencial de transferencia de conocimiento de esta entidad educativa hacia el sector productivo.

Para proponer un modelo teórico de TT en el IPN, se toman como referencia tres de las Unidades académicas que representan, especialmente, el potencial de conocimiento que se genera a través de la investigación en esos centros, esto es: ENCB, ESCOM y UPIBI; de la misma manera se mencionan algunos de los sectores productivos con los que se pueden vincular de manera más directa por los productos que se generan en las investigaciones y que son de la especialidad de esos sectores, aunque en la actualidad hay innovaciones que transitan en sectores muy diversos entre sí.

Para definir la propuesta de modelo se mencionan diversos proyectos que se realizan o que ya fueron realizados en los centros seleccionados, a partir de información de la Secretaría de Investigación y Posgrado del IPN y de su página de Proyectos. La información es de los proyectos aprobados y desarrollados en sus distintos centros de educación y de investigación desde el año 2011 al 2014, en

las distintas formas en que se realizan ya sea de manera individual, multidisciplinaria y especiales, entre otras.

Del total de información de las escuelas y centros se toman los de los años 2012 a 2014 y como referencia la ENCB, la ESCOM y la UPIIBI, resultando los datos que se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Proyectos de investigación en Unidades de referencia del IPN para los años 2012-2014

Unidad Educativa e Investigación	2012	2013	2014	%/Total 2012	%/Total 2013	%/Total 2014
ENCB	159	165	186	12.68	11.35	11.90
UPIIBI	17	36	40	1.35	2.47	2.55
ESCOM	17	26	36	1.35	1.78	2.30
IPN (Proy. Individual)	984	871	828	---	---	---
IPN (Todas las Modalidades)	1253	1453	1563	100	100	100

Fuente: Elaboración propia.

Las tres unidades educativas y de investigación se toman como referencia con base en que son centros muy reconocidos en su actividad investigativa, con productos de investigación que se pueden comercializar y que requieren la vinculación con los sectores industriales y el apoyo de gobierno, formando así un ejemplo de los álabes del modelo de innovación de la triple hélice.

En la tabla 3 se muestra uno de los centros (la ENCB) que tiene gran actividad investigativa con un porcentaje promedio de 12% del total de la Institución; por otro lado, los otros dos centros observan un incremento año con año, en ese mismo rubro. Desde luego existen más centros con antecedente similares, los que se escogieron sirvieron como referencia para esta investigación.

Considerando que la mayoría de empresas mexicanas son Pymes, es de esperarse que no practiquen la innovación abierta y formal, y que no se apeguen a modelos teóricos de las últimas generaciones (Pineda, 2013); sin embargo, para sobrevivir, muchas de ellas realizan, de manera implícita, innovaciones de tipo incremental, actividad que requiere de una vinculación tanto con el sector académico para el apoyo científico tecnológico, como con el sector gubernamental por el lado de políticas pertinentes al respecto y, sobre todo, por el apoyo financiero para ello. De aquí que el proceso de TT insertado en el modelo de la triple hélice, sea un medio para lograr que las Pymes y el sector académico, con el apoyo gubernamental, logren incrementar la actividad innovadora que se requiere para, por un lado, se logren bienes y servicios innovadores y, por otro, las empresas se desarrollen y sean más competitivas en los mercados regionales y mundiales.

Los proyectos de cada una de las unidades de referencia y los productos resultantes requerirían todas o gran parte de las actividades que se tienen que dar en un modelo de Transferencia Tecnológica. Es

necesario recordar que en la Institución existen las áreas de conocimiento de Físico-Matemáticas, Ingenierías, Ciencias Médico- Biológicas y de Ciencias Económico-Administrativas, donde se pueden dar como productos de la Investigación Bienes y Servicios en toda una gran grama de sectores industriales y de servicios.

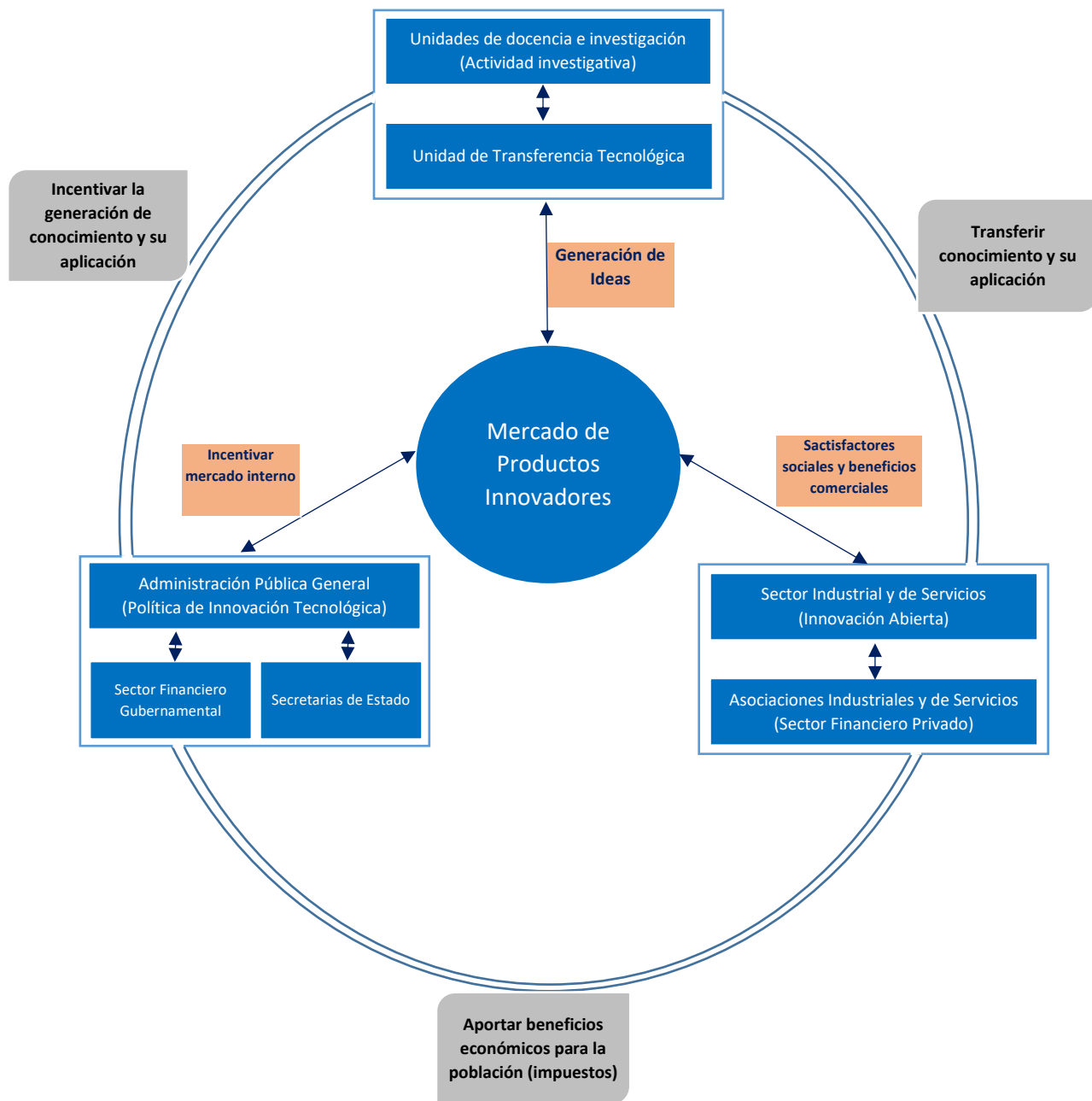
Dimensiones para la propuesta de Sistema de TT

Para la propuesta se consideran los elementos de los modelos de TT cualitativos buscando la efectividad de esta que vaya produciendo un aprendizaje organizacional significativo debido a las carencias que existen en los entes de la TE y sus intereses particulares, sin que se llegue todavía a considerar la tercera etapa de los modelos en donde es básica la teoría de la comercialización internacional pero si la teoría del ciclo de vida de los productos. Como un modelo cualitativo se enfoca más a acciones que deben desarrollar en los entes que conforman cada álabe del modelo de la TH; por lo tanto, los elementos a considerar serían (ver fig. 5):

- ❖ Las Unidades de docencia e investigación, donde se generan las ideas y la actividad investigativa, requiriendo una Unidad de TT
- ❖ El Sector Industrial y de servicios correspondiente que mediante sus asociaciones y apoyo financiero particular proveas de satisfactores a la sociedad
- ❖ La Administración Pública que con las secretarías de estado correspondientes y el Sector Financiero Gubernamental incentiven la investigación y el mercado interno

Todo esto con el fin incentivar la generación de conocimiento, transferir conocimiento y su aplicación, aportando beneficios económicos y sociales para toda la población, dentro de un mercado de productos innovadores.

Fig. 5. Modelo de Transferencia de tecnología para el Instituto Politécnico Nacional



CONCLUSIONES

El Instituto Politécnico Nacional es un centro con gran número de centros educativos y de investigación donde se genera conocimiento de diferentes ciencias y ramas que se puede aplicar en los diversos sectores industriales del país. Para poder transferir ese conocimiento y su aplicación es necesario que cuente con un modelo de transferencia tecnológica como el propuesto en este trabajo, el cual toma como base una forma de innovación abierta como el de la Triple Hélice, en donde participen de manera conjunta, responsable y coordinada tres entes fundamentales: el sector educativo, el sector industrial y de servicios y el sector gubernamental.

Como se puede vislumbrar en este trabajo, el IPN desarrolla un gran potencial de innovaciones que se pueden llevar a la práctica y su comercialización al mercado, contando con una Unidad de TT que impulse la vinculación con los otros sectores o entes del modelo.

El modelo propuesto es un modelo cualitativo que requiere la acción coordinada desde los tomadores de decisión, principalmente del sector educativo, donde se visualicen los distintos procesos que se tienen que dar, desde el de generación de conocimiento, su aplicación, la participación del sector o rama industrial afín, buscando la obtención de los mejores apoyos gubernamentales, tanto de infraestructura como de financiamiento.

El fin total, será aportar beneficios particulares para cada ente participativo de estos procesos como de la población en general, y mejorar las condiciones de vida así como las económicas de la sociedad en general.

REFERENCIAS

- Abdul W. S., Che, R. & Idayu, O. (2012). Defining the concept of technology and Technology Transfer: A literature analysis. *International Business Research*, 5(1).
- Abdul W. S. (2009). A Review on the Technology Transfer Models, Knowledge-Based and Organizational Learning. Models on Technology Transfer. *European Journal of Social Sciences*, 10 (4).
- Agrawal, A. K. (2001). University to industry knowledge transfer: literature review and unanswered questions. *International Journal of Management Review*, 3 (4), 285-302.
- Asian and Pacific Centre for Transfer Technology (2005). Technology transfer definitions. *CACCI Journal*, (2).
- Bekkers, R., Bodas F. & Isabel M. (2008). Analysing knowledge transfer channels between universities and industry: To what degree do sectors also matter?. Elsevier, *Research Policy* 37 (2008) 1837–1853.

- Berbegale, J. & Solé, F. (2011). *Caracterización del proceso de valoración de la I&D universitaria, 5th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management, XV Congreso de Ingeniería de Organización*, Cartagena.
- Bercovitz, J & Feldmann, M. (2006). Entrepreneurial University and Technological Transfer: A Conceptual Framework for understanding knowledge-Base economic development. *Journal of Technology Transfer*, 31, 175–188.
- Bozeman, B. (2000). Technology transfer and public policy: a review of research and theory, *Research Policy. Elsevier*, 29, 627–655.
- Bun, S. & Hadwiger, K, (2011). Knowledge transfer from research to industry (SME's), an example from the food sector, *Elsevier. Trends in Food Science & Technology*, 22, 590-596.
- Colyvas, J. A. (2007). From divergent meanings to common practices: The early Institutionalization of technology transfer in the life sciences at Stanford University. *Elsevier Research Policy*, 36, 456–476.
- Comacchio, A., Bonesso, S., & Pizzi, C. (2012). Boundary spanning between industry and university: the role of Technology Transfer Centres. *The Journal of Technology Transfer*, 37(6), 943-966.
- Czarnitzki, D., Hussinger, K., & Schneider, C. (2012). The nexus between science and industry: evidence from faculty inventions. *The Journal of Technology Transfer*, 37(5), 755-776.
- De Fuentes, C. & Dutrénit, G. (2012). Best channels of academy-industry interaction for long-term benefit. Elsevier. *Research Policy*, 41, 1666-1682.
- Dornelas, J. C. (s/f.). *Bridging the gap between technological innovation and effective transfer of technology*, s/e.
- Friedman, J. & Silberman, J. (2003). University Technology Transfer: Do incentives, Management and Location matter?. *Journal of Technology Transfer*, 28, 17–30.
- Geige, R. L. (2012). University supply and corporate demand for academic research. *Journal of Technology Transfer*, 37, 175–191.
- Heisey, P. W. & Adelman, S. W. (2011). Research expenditures, technology transfer activity. *Journal of Technology Transfer*.
- Hermosillo, J. & Cassaigne, R. (s/f). *Vinculación y Transferencia de Tecnología. Etapas sucesivas o actividades complementarias para el desarrollo, Demandas y Soluciones Científicas y Tecnológicas*. Instituto de Ciencia y Tecnología del D.F. México.
- Khabiri, N., Rast S. & Sein, A. A (2012). Identifying main influential elements in technology transfer process: A conceptual model. *Elsevier, Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 40(2), 417 – 423.
- Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812006763>

Rodríguez, P. J. & Fernández, C. (s/f). Situación en el Sistema Nacional de Innovación. La Transferencia de Tecnología en España. *Diagnóstico y Perspectivas*. Universidad Autónoma de Madrid: s/e