

Transferencia de tecnología y crecimiento económico: un marco comparativo para el diseño de Política de Transferencia en México

Technology Transfer and Economic Growth: a Comparative Framework for Transfer Policy Making in Mexico

Antonio Chiapa Zenón*

Palabras clave

Cambio Tecnológico, Gestión de la innovación tecnológica y de la I+D, Cambio Tecnológico: opciones y consecuencias, Política gubernamental

Key words

Technological Change, Management of Technological Innovation and R&D, Technological Change: choice and Consequences, Government Policy

Jel: O3, O32, O33, O38

41

* Profesor Facultad de Economía. Evaluador del Premio Nacional de Tecnología y de la Convocatoria para el reconocimiento de oficinas de Transferencia PROSOFT-INNOVACIÓN
email: antoniochiapa@gmail.com

Resumen

El nivel de apropiación de los beneficios de la innovación y el desarrollo tecnológico (DT) es sensible al marco institucional que estructura las relaciones productivas entre agentes económicos. En la actualidad, estas actividades se realizan al interior de una densa red de colaboraciones formales e informales, derechos de propiedad fragmentados con múltiples estructuras propietarias y altos costos de transacción. Este trabajo ofrece una justificación económica de la transferencia de tecnología (TT) en términos de economías del costo de transacción y fallas de mercado; así como un fundamento para su incorporación explícita en las Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación (PCTI). A partir de estos elementos este trabajo hace una revisión del estado del arte de las Políticas de Transferencia de Tecnología (PTT) y presenta un modelo de TT. En éste se muestran los elementos que conforman el ciclo de transferencia de tecnología en función de los aspectos del Sistema Nacional de Innovación que son indispensables para realizar una transferencia eficiente, a partir de la inclusión de elementos macro, meso y micro. Finalmente, se expone la necesidad de contar con mejores herramientas de medición; de crear una política explícita y diferenciada a partir de la integración con la PCTI; de coordinar la ejecución de las PTT entre los niveles federales y estatales; de hacer énfasis en el rol de las universidades en la formación de recursos humanos y de incrementar la certificación de personal calificado.

Abstract

The level of appropriation of the benefits of innovation and technological development is sensitive to the institutional framework that structures the productive relations between economic agents. Currently, these activities are carried out within a dense network of formal and informal collaborations, fragmented property rights with multiple proprietary structures and high transaction costs. This paper provides the rationales of technology transfer (TT) in terms of market failures and transaction cost economics, and a justification to include TT in Science, Technology and Innovation Policy (STIP); as well as a foundation for its explicit incorporation in the Science, Technology, and Innovation Policies (PCTI). On the basis of these elements, this paper reviews the state of the art of the Technology Transfer Policies (TTP) from which presents a model on TT. This model shows the elements that make up the technology transfer cycle based on the aspects of the National Innovation System that are essential for an efficient transfer, based on the inclusion of macro, meso and micro elements. Finally, the need to have better measurement tools is exposed; to create an explicit and differentiated policy based on the integration with the PCTI; to coordinate the execution of the PTT between the federal and state levels; to emphasize the role of universities in the training of human resources and increase the certification of qualified personnel.

Introducción

El desarrollo industrial es un elemento fundamental para la explicación del crecimiento económico. Actualmente, los factores que impulsan el desarrollo de los mercados están asociados a la capacidad de las empresas para generar valor, innovación y cambio tecnológico.

La creación de productos novedosos requiere capacidades y conocimientos exógenos al conjunto de producción de las empresas, por tanto, los procesos de intercambio económico requieren de mayor colaboración y se hacen más complejos. Estos esquemas de cooperación suceden, en su mayoría, a través de mecanismos informales de interacción.

En estas condiciones, los procesos de transferencia de tecnología (TT) se hacen cada vez más relevantes para el crecimiento económico.

La difusión, adquisición y asimilación de los activos tecnológicos tiene desafíos para el diseño de políticas públicas debido a que (i) es una actividad que ocurre de manera transversal a procesos de innovación, cambio tecnológico, desarrollo industrial e investigación aplicada, (ii) es un área de profesionalización reciente y (iii) se realiza a través de múltiples canales con un fuerte componente tácito. Este trabajo se divide en 4 apartados. En el primero se argumenta sobre los fundamentos económicos de las actividades de transferencia en el panorama industrial actual. En el siguiente apartado se muestra la creciente importancia de la TT en la evolución de un conjunto de políticas asociadas al crecimiento económico. En el tercero, se presenta una breve descripción de las PTT y algunos indicadores sobre su impacto en la economía de los Estados Unidos (EU). A partir de estos elementos se ofrece un modelo de diseño institucional de actividades de transferencia que toma en cuenta distintos niveles de agregación: macro, meso y micro.

Por último, se muestran las iniciativas y algunos resultados de la TT en el actual PND y se presentan recomendaciones para apuntalar estas actividades.

I. Complejidad industrial y transferencia de tecnología

En la actualidad las industrias, y los procesos competitivos que las conforman, se encuentran en constante cambio. Los mercados se caracterizan por un creciente incremento en la complejidad de los modos de producción debido a factores en la demanda y la oferta. Sobre la demanda algunos estudios afirman que las preferencias de los consumidores son más inestables y la información disponible para identificar nichos de mercado es más amplia (Ulrich, 1995; Ulrich y Eppinger, 2004).¹

Sobre la oferta, se afirma que la aparición de tecnologías como la biotecnología, la nanotecnología, los nuevos materiales, la radiofrecuencia, las TICS² y sobre todo, su convergencia, posibilitan (i) su introducción de manera transversal a muchas industrias (ii) la reconfiguración de los procesos productivos y (iii) procesos de innovación más dinámicos. Este incremento de complejidad se ha estudiado en industrias como la automotriz, software, cómputo, equipos electrónicos, aeroespacial, farmacéutica, comunicaciones, entre otras (Brunsoni, Jacobides y Prencipe, 2011).

Las empresas que pertenecen a este tipo de industrias³ se caracterizan por un alto grado

1 Esto ha generado que la diversificación de producto sea una estrategia de mercado para industrias que generalmente utilizaban la estandarización como una medida en el corto plazo para reducir sus costos unitarios (Ulrich, 1995).

2 Tecnologías de la Información la Comunicación y el Software.

3 Estas características no se encuentran presentes de manera homogénea ni exhaustiva en las indus-

de innovación (producto, proceso, modelo de negocios e insumos) y la generación de nuevas arquitecturas o estructuras de gobernación para coordinar la producción (integración, modularización y formas intermedias de procesamiento del conocimiento). Las cadenas de distribución y proveduría presentan, por un lado, una mayor desintegración horizontal y vertical (Sturgeon, 2002; Brusoni y Prencipe, 2001), y por el otro, se observa una mayor colaboración y cooperación entre los agentes que participan en las etapas de producción⁴ (Lundval, 2010; Helper, Macduffie y Sabel, 2005).

Algunos autores han observado que el diseño de la producción se encuentra en función del diseño del producto (Ulrich, 1995), por lo que la eficiencia de una estructura de gobernación se hace a partir de la gestión del conocimiento (Aoki, 2014) y de la información de las preferencias de los consumidores (Langlois, 2002).

En la actualidad, las firmas se involucran, cada vez con mayor frecuencia, en procesos de IDT, al hacerlo, no sólo generan conocimiento y técnicas en función del esfuerzo interno creado en laboratorios, departamentos de I+D o la hiper especialización de sus recursos humanos, sino que lo hacen a partir de la constante reconfiguración de sus procesos (Henderson y Clark, 1990; Teece y otros, 1997), la innovación en formas de gobierno más eficientes para gestionar el

conocimiento (Brusoni, 2001), la colaboración estratégica (Mikkola, 1998) y la cooperación con otras empresas, gobierno u otros agentes intensivos en ciencia como centros públicos de investigación (CPI) o instituciones de educación superior (IES) (Ranga y Etzkowitz, 2013).

El panorama industrial moderno y la TT ofrecen ventanas de oportunidad para países como México (Kneller y Millner, 2009).

Como afirma Szirmai (2012), debido al incremento en los procesos de globalización y al favorecimiento de mecanismos de transferencia de tecnología 5 entre países 6, los procesos de *catching-up* se han acelerado en las industrias manufactureras de las naciones en desarrollo. La importancia de los procesos de transferencia a nivel macro ha sido ampliamente discutida en términos de flujos de recursos humanos, asimilación de tecnología al sector productivo y adquisición de activos del sector público (Barton, 2007). Sin embargo, es necesario incrementar nuestro conocimiento acerca de las actividades de transferencia a nivel micro (Aghion, David y Foray, 2009).

En este nivel, Wani y otros (2011) señalan que empresas pequeñas y medianas han incorporado actividades de TT a su modelo de negocios para aprovechar las oportunidades generadas por el comercio internacional.

Sin embargo, la integración de estas actividades a las capacidades organizacionales de la firma no siempre genera los resultados ni el impacto necesarios para apropiarse de las rentas de las actividades de innovación.

Existen fallos de coordinación que impiden a las empresas apropiarse de una mayor parte de los beneficios generados por la creación de productos novedosos (Aghion, David y Foray, 2009). Esto se debe a (i) las capacidades de absorción diferenciadas de los agentes, (ii) la mayor complejidad de los procesos de producción actuales, (iii) derechos de propie-

trias manufactureras. Los sectores muestran un dinamismo diferenciado a partir de la trayectoria de las empresas que lo conforman, el ciclo de vida de la tecnología, y las capacidades de producción, tecnológicas y de innovación acumuladas en las regiones. De esta manera, en función del país en el que se encuentren, estas industrias podrían presentar (i) poco dinamismo en función de las características antes mencionadas, (ii) una tasa muy baja de convergencia tecnológica y (iii) poco impacto por la introducción de nuevas tecnologías.

4 Se asume que los beneficios creados por la generación de aprendizaje para la innovación excede los costos de coordinación.

dad fragmentados con múltiples estructuras propietarias y (iv) los costos de transacción asociados a la estructura institucional (Niosi, 2011). Esto impide la eficiente incorporación de tareas altamente especializadas y contextuales, como la TT, cuya frecuencia no es tan recurrente para aprovechar las economías de la gobernación unificada (Williamson, 1992).

II. La transferencia de tecnología como un elemento transversal a la PCTI

El reconocimiento de las actividades de TT en el crecimiento económico (Mansfield, 1975; citado en Wani y otros, 2011 p. 3) y en el diseño de políticas específicas (Bozeman, 2000; Bozeman, Rimes y Youtie, 2015) es reciente si se le compara con la afirmación de que la ciencia, la tecnología y la innovación son motores en el desarrollo de los países. Son estas últimas las que han definido el diseño de un conjunto de políticas públicas asociadas al progreso de las industrias.

A continuación se muestra una breve descripción de la evolución de la llamadas Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación (PCTI).

Existen tres problemas para estudiar la evolución de las PCTI (i) la multiplicidad de objetivos, (ii) los vínculos complejos e indirectos con otros sectores (Molas-Gallart y Davies, 2006); y (iii) la diversidad de referencias asociadas a las PCTI (Martin, 2012). Las políticas que atienden el crecimiento económico a partir de elementos de CTI han evolucionado de manera casi coincidente con la complejidad del panorama industrial. Algunos autores señalan que esta transformación se puede analizar a partir del nivel de integración de un conjunto de políticas que se encuentran intrínsecamente relacionadas (Rotwell y Dodgson, 1992), mientras otros afirman que la evolución es el resultado

del paradigma dominante de la época (Schot y Steinmueller, 2016). De acuerdo con Rotwell y Dodgson (1992),⁵ en una primera fase, los problemas de cambio tecnológico eran atendidos, de manera separada y poco coordinada, por la política industrial (PInd) y la política científica (PC).

El énfasis se encontraba, por un lado, en el apoyo a grandes empresas y la aglomeración industrial, por el otro, a la educación científica e investigación básica en universidades y laboratorios públicos. En una segunda etapa, la política de innovación (pi) sustituyó, en un solo marco normativo, a las actividades científicas y de apoyo industrial. En esta fase, se apoyaron principalmente las actividades de innovación de empresas pequeñas y medianas, así como estímulos públicos e incentivos a la inversión en I+D. Aunque se siguieron fomentando las actividades de investigación científica, los vínculos entre la universidad y la industria eran muy pobres. Finalmente, la política tecnológica (PT) incorporó actividades de ciencia, innovación y fomento industrial, a partir de iniciativas transversales que tenían como objetivo incrementar los vínculos universidad-empresa a partir de estrategias no neutrales.⁶ En esta fase se promueve la creación de empresas de base tecnológica y la disponibilidad del capital de riesgo.

Otros autores mencionan que han existido tres paradigmas, que aún coexisten, en la definición de política de desarrollo y cambio tecnológico. El primero se define a partir de la literatura de fallas de mercado (Nelson, 2002; Schot y Steinmueller, 2016; Bozeman, 2000).

5 En su trabajo se estudian países de Europa, los Estados Unidos y Japón.

6 Las estrategias neutrales consisten en apoyar tecnologías a partir de criterios exclusivos del mercado. Por el contrario, las políticas no neutrales se construyen a partir de objetivos estratégicos y organizacionales de las políticas públicas.

Tradicionalmente se hace énfasis en la falta de incentivos de las empresas para invertir en actividades de I+D debido a la naturaleza incierta de la innovación, de tal manera que los niveles óptimos sociales nunca se alcanzan.

En la actualidad se reconocen otras fallas de mercado como lo son (i) la imperfección en el mercado de capitales; (ii) derechos de propiedad complejos; (iii) deficiente información para actividades de planeación y distribución de los recursos y (iv) la falta de capacidades que aumenten el nivel de apropiabilidad de los beneficios de la inversión (Aghion, David y Foray, 2009). El segundo paradigma está asociado a la literatura de Sistemas Nacionales de Innovación (SNI). En la década de los ochentas las políticas eran orientadas por enfoques no neutrales a partir de la elección de tecnologías que se consideraban como emergentes y por tanto resultaba benéfico invertir en ellas para propiciar procesos de catching-up en el largo plazo. El tercer paradigma es el de la colaboración. Se enfatiza el rol activo del gobierno y otros sectores como el académico, la cooperación inter sectorial, la participación de laboratorios federales, entre otros (Bozeman, 2000).

En éste se apoyó la creación de clusters, redes de innovación, distritos industriales, vínculos empresa- academia-gobierno (Schot y Seteinmuller, 2016). Emergen nuevos mecanismos para promover la cooperación como la innovación abierta (Aghion, David y Foray, 2009). Tanto para las aglomeraciones industriales como para los ejercicios de apertura innovativa, son fundamentales las organizaciones encargadas de crear y transferir conocimiento (Aghion, David y Foray, 2009; Wani y otros, 2011).

Es necesario recalcar que estas visiones de política coexisten y su diseño, así como su aplicación, depende del marco institucional, las capacidades y el proceso de toma de de-

cisiones de los *policy makers*. Una conclusión importante de la evolución de las PCTI es la integración. Esto supone la alineación de objetivos entre reglas formales (leyes), diseño de programas y las actividades de coordinación a nivel operativo.

Como se mencionó, los objetivos que atienden las PCTI son múltiples, sin embargo, una meta común es la promoción de actividades de vinculación y de colaboración. La primera es una finalidad de las políticas desde la década de los ochenta. Ésta hace referencia a mecanismos formales *v.gr.* contratos y/o convenios en proyectos de I+D, y su propósito es relacionar agentes económicos que se encuentran en campos de conocimiento heterogéneos (empresa-universidad-gobierno). La segunda es una meta reciente de las PCTI y advierte sobre el tipo de marco institucional y la forma en que éste posibilita los mecanismos de cooperación, principalmente informales o mixtos, a través de comunidades con un alto grado de interacción *v.gr.* comunidades de práctica. Otra meta común es el impulso a la formación de aglomeraciones industriales.

Las etiquetas para denominar este tipo de asociaciones varían en función del tipo de agentes involucrados, el sector tecnológico, el alcance y los objetivos de las políticas. Sin embargo, la intención fundamental es localizar en un área geográfica a diversos agentes económicos para promover el aprendizaje colectivo y lograr un impacto en la región.

Por último, las PCTI han hecho énfasis en el apoyo a distintos tipos de empresa. En la década de los ochenta se pensaba que las firmas de tamaño grande eran fuente del cambio tecnológico y del progreso en las industrias, actualmente, se promueve la creación de nuevas empresas de base tecnológica por lo que este tipo de políticas impulsan el desarrollo de incubadoras, capital semilla o de riesgo, etcétera.

Por tanto, en la medida que las PCTI favorecen la cooperación, el aprendizaje colectivo y el surgimiento de empresas de base tecnológica la TT se vuelve un elemento fundamental para el cumplimiento de estos objetivos. En un panorama de colaboración, la política pública requiere de dos elementos. Por un lado, el rol activo del gobierno en la coordinación y alineación de los tres niveles del marco institucional: leyes, diseño institucional y reglas operativas.⁷ Por el otro, los modelos para el análisis de la TT deben incluir información a nivel micro (Martin, 2012). Éstos deberían incorporar elementos e indicadores sobre (i) cómo las organizaciones distribuyen los recursos productivos para tareas de exploración, explotación de activos tecnológicos y la forma en que se construyen las capacidades de absorción en las empresas; (ii) la gestión del conocimiento al interior de las organizaciones y la forma en que éste se transforma a partir de redes de producción y acción colectiva, en especial, las actividades de transferencia al interior de alianzas estratégicas y formas de colaboración informal.

III. Un modelo para el diseño de Política de Transferencia de Tecnología (PTT)

De acuerdo a Bozeman (2000) algunos indicadores señalan la relevancia creciente de la TT en el mundo, entre ellos destacan que (i) desde la década de los ochentas al menos 8 importantes iniciativas de transferencia de tecnología se han aprobado en el congreso de los Estados Unidos (EU) y tendencias similares se observan en el mundo; (ii) la creciente profesionalización de las actividades en TT; y (iii) literatura académica y la aparición de un journal exclusivo a estas actividades. Aunado a lo anterior, casi la mayoría de las universidades de los EU y de la Unión

Europea (UE) cuentan con una oficina de transferencia de tecnología (OTT) para comercializar la propiedad intelectual (Siegel, Reinilde y Wright, 2007). Con base en datos de la Academic Technology Transfers (AUTM), de 1996 a 2015 las OTT contribuyeron con 1.3 trillones al producto industrial bruto, 591 billones al producto interno bruto y generaron 4.3 millones de trabajos en EU.⁸ En términos de Propiedad Intelectual (PI), en los últimos 25 años se han sometido 380,000 solicitudes de patente en centros de investigación americanos, de las cuales han sido otorgadas 80,000. Como resultado de la actividad inventiva de las universidades se han creado 11,000 *start-ups* desde 1995, y el 70% de los licenciamientos que se han firmado con el sector empresarial ha sido con pequeñas empresas. Estas tendencias también las presentan economías de otros países como la UE, Australia, Canadá y otros (Wright y otros: en Siegel, Veugelers y Wright, 2007).

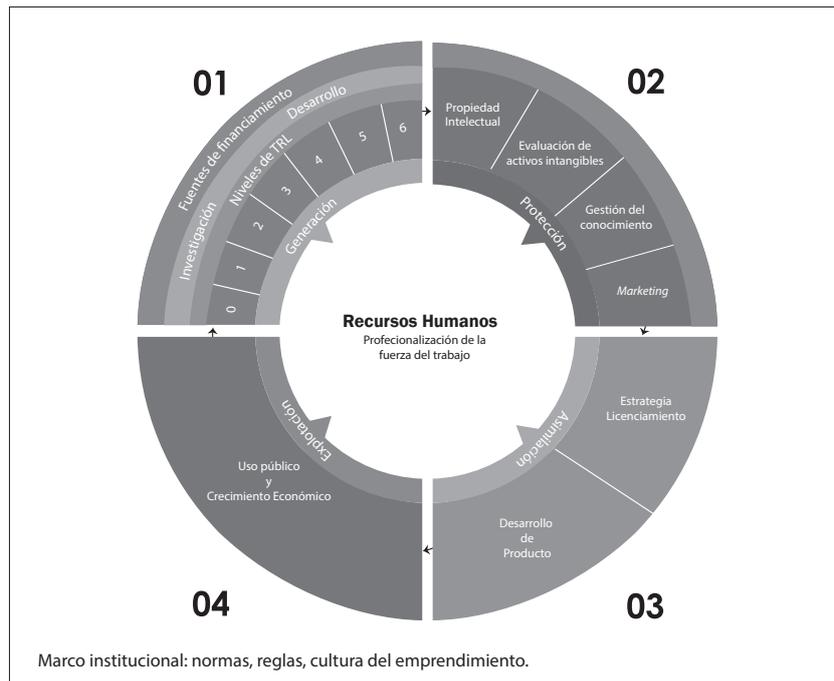
Como parte de la articulación de las actividades en TT, el gobierno de los EU define programas de estado dedicados a promover el desarrollo económico basado en tecnología (DEBT) (Geiger y Sá, 2005). El DEBT es una estrategia que alinea a docenas de organizaciones relacionadas con PCTI para fortalecer programas a nivel estatal que promuevan el acompañamiento de servicios a inventores, emprendedores y compañías establecidas a maximizar el impacto de sus activos tecnológicos.⁹ El DEBT está incorporado a la agenda del Instituto de Ciencia y Tecnología Estatal en los EU y ha sido diseñado a partir de las experiencias de aglomeraciones industriales como el Valle del Silicio, la región de investigación del Triángulo y la Ruta 128.¹⁰

8 Todas las cifras en dólares.

9 <https://ssti.org/TBED>

10 *ibid*

7 Siguiendo la propuesta de jerarquía de reglas de Ostrom (2000)

Gráfica 1 Modelo Conceptual TT

Como se explicó en los primeros dos apartados, a partir de la complejidad productiva de las industrias, las políticas que promueven la TT deben acompañar a un conjunto de políticas relacionadas a la comercialización de activos tecnológicos desde una perspectiva multidimensional. Ésta puede estudiarse a partir del análisis del proceso vertical de transferencia,¹¹ las capacidades diferenciadas de las empresas y el entorno del Sistema Nacional de Innovación (SNI) (Wani y otros, 2011; Aghion, David y Foray, 2009). En la gráfica 1 se presenta un modelo macroeconómico de TT. En éste se pueden apreciar los elementos que conforman el ciclo de transferencia de tecnología en función de los aspectos del SNI que son indispensables para realizar una transferencia eficiente.

¹¹ Se refiere a la transferencia tecnológica que se realiza de manera vertical a lo largo de la cadena de producción. Esto es de los insumos hacia la comercialización.

Desde la perspectiva basada en recursos se hace énfasis en la capacidad de las empresas por acumular habilidades que les permitan eficientar los procesos de cambio. En el centro del modelo se encuentran los recursos humanos que solventan las fases de I+D, valoración de activos tecnológicos, procesos de manufactura y comercialización. En la periferia se encuentran las actividades que definen el ciclo de TT a partir de estas cuatro etapas.

En la primera se muestran los niveles más básicos del Technology Readiness Level¹² (TRL) que van de la fase de invención hasta el desarrollo tecnológico; en la segunda se hallan las tareas

¹² El TRL es una medida estandarizada que segmenta en nueve fases el ciclo de la tecnología. El primero de estos niveles es la investigación básica y el último la venta del primer lote de producción en el mercado. Por tanto, el TRL es una herramienta de niveles ascendentes, lineales y secuenciales. Por su simplicidad es ampliamente usada para múltiples sectores industriales y tecnológicos.

de propiedad intelectual, evaluación de activos y marketing; en la tercera se definen las estrategias de licenciamiento y desarrollo de producto y finalmente el uso y el crecimiento económico. En el exterior del círculo se encuentran dos factores importantes para las actividades de TT. Por un lado la cultura emprendedora y por el otro las fuentes de financiamiento.

La primera es un elemento macro del marco institucional, definido por las restricciones formales (educación en universidades, cursos, diplomados, etcétera) y, sobre todo, las informales (los patrones de comportamiento que emergen a partir de los procesos de competencia en la industria).¹³ La segunda es un elemento meso que requiere un fuerte componente de capital de riesgo con enfoques de mercado y dirigidos.

Este elemento de financiamiento se encuentra en la etapa de investigación y desarrollo tecnológico. Por último, se muestra un círculo interior que enfatiza la importancia de los mecanismos de transferencia de conocimiento en todo el proceso, a saber, generación, protección, asimilación y explotación.

Además de las consideraciones macro y meso, es necesario contar con herramientas para entender la dinámica de los elementos del nivel micro. Como se ha mencionado, las políticas de TT deben incluir los procesos que tienen lugar en la empresa y las capacidades diferenciadas de los agentes implicados en actividades de transferencia. Noteboom y otros (2007) afirman que la distancia cognitiva del personal que se involucra en procesos de innovación tiene fuertes implicaciones en el desempeño económico.

En este mismo sentido, Sharif and Haq (1980) proponen el concepto de distancia tecnológica potencial (DTP), que es la diferencia en capacidades entre el que genera el conocimiento y el que lo asimila.

¹³ Se utiliza la segmentación del trabajo propuesta por Aoki (1990).

Ellos afirman que cuando la DTP es muy pequeña o muy grande la efectividad de la transferencia es muy baja.

Este trabajo afirma que las capacidades diferenciadas de las firmas que constituyen la distancia cognitiva entre agentes se encuentra en función de habilidades organizacionales (Nelson y Winter, 1982), tecnológicas (Bell y otros, 1995) y de absorción (Zahra y George, 2002).

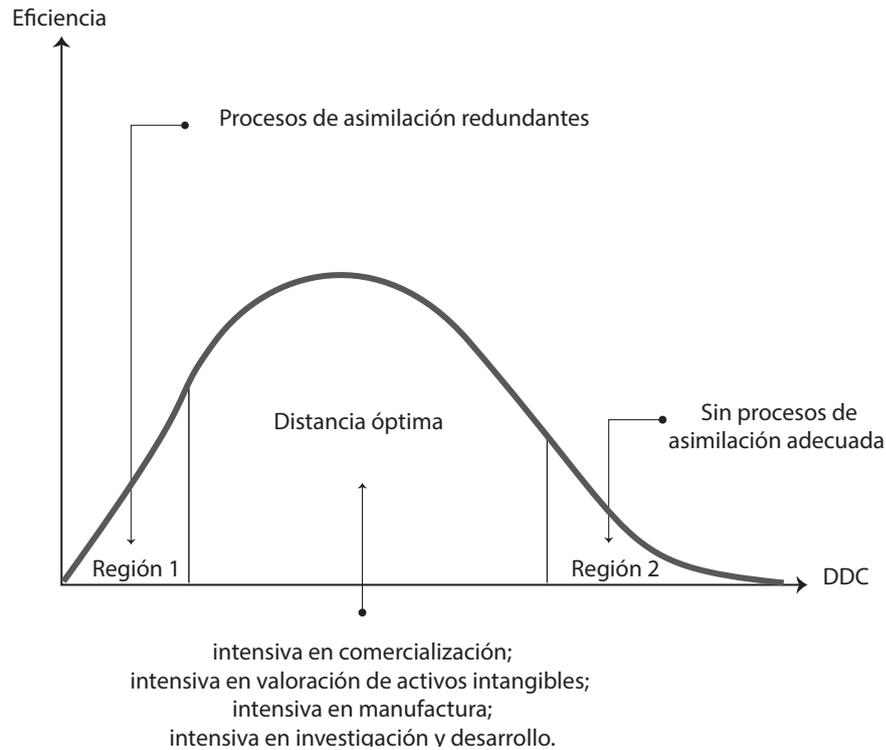
Además, la transferencia debe ser evaluada en términos de eficiencia y no de efectividad. La efectividad se mide a partir del grado de asimilación del *know why* y *know how* de la tecnología que se transmite. En la gráfica 2 se muestra la relación entre la eficiencia y la distancia de capacidades (DDC). Para valores bajos de la DDC el aprendizaje es casi nulo o redundante (región 1). Cuando la diferencia es considerable (región 2) las tasas de aprendizaje pueden reducir el *gap* tecnológico entre los agentes. En esta región es importante analizar (i) el tipo de transferencia que se lleva a cabo:

- a. intensiva en comercialización;
- b. intensiva en valoración de activos intangibles;
- c. intensiva en manufactura;
- d. intensiva en investigación y desarrollo.

Y (ii) la forma en que se evalúa el impacto. Algunos autores sugieren que el análisis de impacto debe tomar en cuenta los siguientes criterios (i) out-the-door¹⁴; (ii) impacto de mercado -a nivel de la firma-; (iii) desarrollo económico -región o país-; (iv) costos de oportunidad¹⁵ (Bozeman, 2000).

¹⁴ Se basa en el hecho de que la organización recipiente recibió la tecnología por parte del agente generador, sin ninguna consideración de su impacto, en la firma o en la región.

¹⁵ Examina no sólo los usos alternativos de los recursos para actividades de transferencia sino de otras tareas u objetivos de la empresa beneficiaria.

Gráfica 2 Relación entre eficiencia y distancia de las capacidades

IV. Panorama de la TT en México

Como se ha expuesto, la TT es una actividad transversal a la política de ciencia, tecnología e innovación (CTI). Estas actividades son necesarias para capitalizar el nivel de apropiación de la rentabilidad del esfuerzo innovativo de las empresas y de su impacto en la sociedad. Sin embargo, la transferencia de tecnología no es un objetivo estratégico en el marco normativo actual. La promoción del crecimiento económico, con énfasis en actividades de innovación, está fundamentada por el siguiente esquema de gobernanza:

1. La Ley de Ciencia y Tecnología (LCT)
2. Plan Nacional de Desarrollo (PND)
3. Programa Especial de Ciencia y Tecnología (PECITI)

4. Programa de Desarrollo Innovador (PDI)
5. Programas Federales y Sectoriales
6. Políticas y Leyes Estatales

Con base en Ostrom (2000), el punto 1 y 6 se refieren al nivel de reglas constitucionales (leyes), los puntos 2 al 4, al nivel de diseño institucional y el quinto al ámbito operativo. En general, en el marco institucional (1 al 6) se aprecia un consenso por sustentar el crecimiento económico en actividades de generación y difusión del conocimiento. En la LCT se establece la existencia de un Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI), el cual consolida la política de Estado en la realización de actividades científicas, tecnológicas y de innovación y promueve la coordinación y la cooperación en la materia (PECITI 2014-2018: p.17).

Este sistema está conformado por:

- La política de Estado en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) definida por el Consejo General de Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación
- El Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación, así como los programas sectoriales y regionales, en lo correspondiente a ciencia, tecnología e innovación
- Los principios orientadores e instrumentos legales, administrativos y económicos de apoyo a la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación establecidos en la normatividad;
- Las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal que realicen actividades de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación o de apoyo a las mismas, así como las instituciones de los sectores social y privado y gobiernos de las entidades federativas, a través de los procedimientos de concertación, coordinación, participación y vinculación conforme a la Ley y el marco reglamentario aplicable;
- La Red Nacional de Grupos y Centros de Investigación y las actividades de investigación científica de las universidades e instituciones de educación superior.

En el PECITI se afirma que el SNCTI cuenta con vínculos sólidos entre las instituciones de educación superior (IES) y los centros públicos de investigación (CPI), aunque éstos tienen conexiones débiles y poco frecuentes con el sector productivo. Lo anterior tiene como consecuencia un mercado de tecnologías poco dinámico y un mercado financiero de apoyo para actividades de IDT casi inexistente. Si bien existe reconocimiento de las actividades de TT para fomentar el SNCTI, éste es parcial y poco alineado

entre los niveles del esquema de gobernanza. Los artículos 40 y 51 de la LCT se han modificado para otorgarle a las IES, los CPI y entidades de la administración pública poder para que realicen actividades de CTI, la facultad para crear unidades de vinculación para la transferencia de conocimiento con el sector productivo. Además, los artículos 25 y 33 están asociados directamente a la TT y denotan su importancia en la ejecución y operación de fondos para IDT así como en las alianzas estratégicas que celebren las dependencias del gobierno con IES y CPI y que tengan como efecto innovaciones y desarrollo tecnológico.

El PND establece en su numeral 3.5 Hacer del desarrollo científico, tecnológico y la innovación pilares para el progreso económico y social sostenible.

Este se divide en 3.5.3 Impulsar el desarrollo de las vocaciones y capacidades científicas, tecnológicas y de innovación locales, para fortalecer el desarrollo regional sustentable e incluyente; y 3.5.4 Contribuir a la transferencia y aprovechamiento del conocimiento, vinculando a las IES y los centros de investigación con los sectores público, social y privado.

A partir de éste último se le confiere fundamento a las actividades de TT. En el PECITI se establece que para detonar el funcionamiento de un sistema nacional para el emprendimiento innovador de base tecnológica se debe promover: la circulación y apropiación de conocimientos; la propiedad intelectual; los apoyos a los emprendedores para mejorar sus conocimientos empresariales; los incentivos para la transferencia de conocimientos entre los centros dedicados a su generación y las empresas; y el financiamiento diferenciado para las empresas de nueva creación.

Para su cumplimiento, y en alineación con el PND, el PECITI establece las siguientes estrategias:

Estrategia 4.1 Promover la vinculación entre las IES y CPI con los sectores público, privado y social

4.1.1 Diseñar mecanismos que faciliten la vinculación de las IES y CPI con las empresas

4.1.2 Promover la creación y fortalecimiento de Unidades de Vinculación y Transferencia de Conocimiento (UVTC)

4.1.3 Promover incentivos para la creación de empresas de base tecnológica.

Estrategia 4.2 Impulsar e incentivar el registro de la propiedad intelectual en las IES, CPI y empresas

4.2.1 Fortalecer las actividades de las UVTC relacionadas con los instrumentos de protección de propiedad intelectual

4.2.2 Promover una cultura de la propiedad intelectual desde la educación superior

4.2.3 Contribuir al financiamiento de la protección intelectual del conocimiento generado

Estrategia 2.5 Incrementar la inversión pública y promover la inversión privada en actividades de ciencia, tecnología e innovación (CTI)

2.5.4 Impulsar la transferencia de tecnología, fortaleciendo la vinculación entre instituciones de educación superior, centros de investigación y el sector productivo.

En el Programa de Desarrollo Innovador (PDI) se reconoce que si bien

las instituciones de investigación juegan un papel importante en la medición de servicios y transferencia de tecnología; [...] México carece de instituciones privadas que funjan como intermediarios de tecnologías, que hagan posible una eficiente transferencia de conocimiento y de tecnología.

La creación de las UVTC permitirá resolver esta carencia y fortalecer el marco institucional necesario para el desarrollo de la innovación.

A partir de este diseño institucional se han diseñado dos programas para fomentar la creación de agentes en TT que promuevan estos mecanismos e incentivos. Éstos forman parte del nivel 5 del esquema de gobernanza.

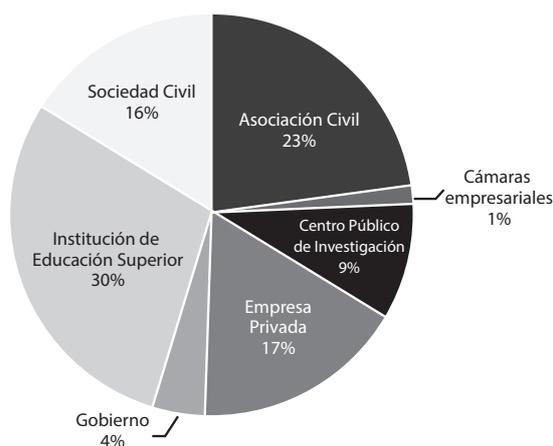
El primero es el Fondo PROSOFT-INNOVACIÓN que coordinaba la Secretaría de Economía (SE) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

Este fomentó el fortalecimiento y la creación de Oficinas de Transferencia de Tecnología (OTT). En julio de 2018 se emitió la Segunda Convocatoria para el Reconocimiento de las OTTs, en ésta fueron reconocidas 18 oficinas, que sumadas a las 57 reconocidas en 2017, hacen un total de 75. La Secretaría de Economía, realizó una encuesta para medir la actividad de TT de estas oficinas.¹⁶

La conformación del tipo de OTT se muestra en la gráfica 3

¹⁶ La encuesta se envió a las 84 oficinas miembros de la Red de oficinas de transferencia de tecnología (REDOTT). Sólo 62 respondieron, de las cuáles 56 son reconocidas por PROSOFT-INNOVACIÓN

Gráfica 3 Distribucción de OTT



Fuente: <https://omi.economia.gob.mx/Pages/Inicio.aspx>

Las OTTs se encuentran distribuidas en 22 estados de la República Mexicana. En términos de vinculación éstas lograron 2,013 convenios de colaboración con distintos agentes del ecosistema.

De éstos, 38% se realizan con el sector productivo privado, 25% con el sector gobierno y 18% con IES. Sobre el tipo de colaboración que se realiza, la encuesta muestra que 55% es sobre proyectos de I+D y actividades de TT mientras que 45% es en actividades exclusivas de PI. En relación con los trabajos de propiedad intelectual, 65% de los contratos estuvieron asociados al trámite de derechos de autor mientras que tan sólo 23% a patentes. En la siguiente tabla se muestra la distribución de las colaboraciones en proyectos I+D por tipo de agente en el ecosistema.

Tabla 1 Contratos de I+D firmados por OTT

	2016	2017
Sector Público	66	88
Empresas	516	452
Instituciones de Educación Superior	81	92
Organizaciones de la sociedad civil	12	18
CIP	46	54
Otros	15	21

Fuente: <https://omi.economia.gob.mx/Pages/Inicio.aspx>

Un segundo programa fue desarrollado por el Consejo Asesor de Vinculación¹⁷ (CAV). Éste tenía como objetivo la formación de gestores de vinculación. El programa se denominó Formación de Vinculadores Tecnológicos (FORVITEC) y uno de sus mecanismos consistió en un diplomado en línea en el que se capacitaron a 40 vinculadores tecnológicos¹⁸ en el diseño normativo de un modelo de vinculación para la innovación IES. En el mismo año del FORVITEC, la Asociación de Directivos para la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico (ADIAT) realizó el Diplomado en Vinculación Efectiva y Transferencia de Tecnología (DIVETT) y el Programa Avanzado para la Formación de Profesionales en Vinculación Efectiva y Transferencia de Tecnología (PAVETT).

17 Estaba compuesto por 24 instancias pertenecientes a los sectores educativo, ciencia, tecnología, gubernamental, productivo y social del país, y su objetivo era establecer una agenda nacional en temas relacionados a la transferencia de conocimiento.

18 Sesión de la Comisión Nacional de la Confederación Patronal de la República Mexicana (COPARMEX), 11 de enero de 2012.

Hasta el 2015, se habían capacitado a 250 profesionales en vinculación en 6 estados de la república.¹⁹

A diferencia del programa de las OTT, éstos no formaban parte del nivel operativo del gobierno federal y no existe información pública que analice los resultados ni el impacto que tuvieron.

V. Conclusiones y recomendaciones

Uno de los requisitos para la gestión de PTT es la participación activa del gobierno en la coordinación y alineación de los tres niveles del marco institucional: leyes, diseño institucional y reglas operativas. Es esencial la participación del sector público en el fomento a la inversión de conocimiento productivo en áreas en las que el sector privado no genera rendimientos que seas suficientemente atractivos por fallas en incentivos y en el desarrollo de los mercados (North, 1991). Con base en el modelo conceptual de TT y en la revisión de la literatura, se presentan las siguientes recomendaciones.

Integración y coordinación en el diseño de política: uno de los objetivos de los hacedores de política es reconocer la importancia de la TT en el logro eficiente de las metas planteadas en la PCTI. A partir de la revisión de la literatura en PTT, se plantea la creación de una política diferenciada para las actividades de transferencia.

Es necesario que ésta se integre a los objetivos de la PCTI y haga explícitos los vínculos entre los niveles de diseño y operación. Un grave problema en la falta de integración y coordinación del PND actualmente, es que las leyes estatales de ciencia y tecnología no reflejan la preocupación por los mecanismos de trans-

ferencia planteados a nivel federal. Esta debe incluir la coordinación con los fondos para la inversión al desarrollo.

Aspectos macro: se debe continuar con la promoción, divulgación y difusión de las actividades de TT (en conjunto con las de CTI).

Una de las transformaciones positivas del marco institucional actual es la modificación en las leyes orgánicas de las universidades públicas.

Con estos cambios las universidades pretenden generar las condiciones para que los recursos humanos, profesores y estudiantes, se incorporen a procesos de transferencia a partir de vinculaciones con el sector productivo.

Por otro lado, uno de los temas fundamentales que debe atenderse, en términos de la formación profesional, es si el diseño de los planes de estudio de las universidades, sobre todo las públicas, provee a los estudiantes de las herramientas técnicas que las empresas demandan para enfrentar los retos de una industria cada vez más compleja.

Recursos humanos: como se vio en el apartado anterior, la administración pública y los agentes del ecosistema de innovación han hecho esfuerzos por apuntalar la calidad de los RH en TT. Por un lado, se ha apoyado la creación de agentes intermedios (OTT) y, por el otro, se han formado recursos humanos a través de diplomados y programas en vinculación de tecnología. Sin embargo, estos esfuerzos no han sido coordinados, es decir, no se encuentran en un plan que tenga como objetivo la incorporación de personal calificado para la creación de OTT. De hecho, uno de los problemas recurrentes en la revisión de expedientes de las convocatorias Fondo PROSOFT-INNOVACIÓN, es que muchas oficinas no cuentan con especialistas en temas de transferencia. En este sentido, un plan de gestión de RH debe contemplar la formación a través de diplomados y sobre todo de certificaciones.

¹⁹ Cifras públicas válidas para el caso del pavett: <http://www.anuiesrco.org.mx/sites/default/files/images/pdfredvinculacion/documentos/oficio-adiat-a-univa-programa-pavett.pdf>

Indicadores: sin duda uno de los problemas para realizar evaluaciones de políticas es la falta de información y la comparabilidad de la eficiencia. Si bien existe información en SE y la RED OTT, es necesario mejorar las herramientas de levantamiento de información, incrementar el volumen de datos y aumentar el número de indicadores. El objetivo es contar con información que permita (i) caracterizar las actividades de transferencia en México *v.gr.* su intensidad en comercialización, valoración de activos intangibles, manufactura; I+D; (ii) tipificar las capacidades de las OTT y (iii) determinar el nivel de impacto.

Bibliografía

- Aghion, P., David, P.A. & Foray, D., 2009. Science, technology and innovation for economic growth: Linking policy research and practice in “STIG Systems.” *Research Policy*.
- Aoki, M., 1990. La estructura de la economía japonesa. México. FCE.
- Aoki, M., 2014. Endogenizing institutions and institutional changes. In *Comparative Institutional Analysis*.
- Barton, J.H., 2007. New Trends in Technology Transfer Implications for National and International Policy. ICTSD Programme on IPRs and Sustainable Development.
- Bell, M. et al., 1995. The development of technological capabilities,
- Bozeman, B., 2000. Technology transfer and public policy: A review of research and theory. *Research Policy*.
- Bozeman, B., Rimes, H. & Youtie, J., 2015. The evolving state-of-the-art in technology transfer research: Revisiting the contingent effectiveness model. *Research Policy*.
- Brusoni, S., 2001. Unpacking the Black Box of Modularity: Technologies, Products and Organizations. *Industrial and Corporate Change*.
- Brusoni, S. & Prencipe, A., 2006. Making Design Rules: A Multidomain Perspective. *Organization Science*.
- Brusoni, S., Jacobides, M.G. & Prencipe, A., 2009. Strategic dynamics in industry architectures and the challenges of knowledge integration. *European Management Review*.
- Geiger, R.L. & Sá, C., 2005. Beyond technology transfer: us State policies to harness university research for economic development. *Minerva*.
- Helper, S., 2002. Pragmatic collaborations: advancing knowledge while controlling opportunism. *Industrial and Corporate Change*.
- Henderson, R.M. & Clark, K.B., 1990. Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms. *Administrative Science Quarterly*.
- Henry, M., Kneller, R. & Milner, C., 2009. Trade, technology transfer and national efficiency in developing countries. *European Economic Review*.
- Mikkola, J.H., 1999. Modularization in black-box design: implications for supplier-buyer partnerships. In DRUID Winter Conference.
- Langlois, R.N., 2002. Modularity in technology and organization. *Journal of Economic Behavior and Organization*.
- Lundvall, B.Å., 2010. National systems of Innovation: Toward a theory of Innovation and Interactive Learning,
- Martin, B.R., 2012. The evolution of science policy and innovation studies. *Research Policy*.
- Molas-Gallart, J. & Davies, A., 2006. Toward theory-led evaluation: The experience of European science, technology, and innovation policies. *American Journal of Evaluation*.
- Nelson, R.R. & Winter, S.G., 1983. An evolutionary theory of economic change. *The Economic Journal*.
- Nelson, R.R., 2002. The Simple Economics of Basic Scientific Research. *Journal of Political Economy*.
- Niosi, J., 2011. Complexity and path dependence in bio-

- technology innovation systems. *Industrial and Corporate Change*.
- North, D., 1995. Instituciones, cambio institucional y desempeño económico. *Lecturas de economía*
- Nooteboom, B. et al., 2007. Optimal cognitive distance and absorptive capacity. *Research Policy*
- Ostrom, E., 2000. El gobierno de los bienes comunes. La evolución de las instituciones de acción colectiva.,
- Ranga, M. & Etzkowitz, H., 2013. Triple Helix Systems: An Analytical Framework for Innovation Policy and Practice in the Knowledge Society. *Industry and Higher Education*.
- Rothwell, R. & Dodgson, M., 1992. European technology policy evolution: convergence towards SMEs and regional technology transfer. *Technovation*.
- Sharif, M.N. & Haq, A.K.M.A., 1980. Time-Level Model Of Technology Transfer. *IEEE Transactions on Engineering Management*.
- Schot, J. & Steinmueller, W.E., 2018. Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change. *Research Policy*.
- Siegel, D.S., Veugelers, R. & Wright, M., 2007. Technology transfer offices and commercialization of university intellectual property: Performance and policy implications. *Oxford Review of Economic Policy*.
- Szirmai, A., 2012. Industrialisation as an engine of growth in developing countries, 1950-2005. *Structural Change and Economic Dynamics*.
- Sturgeon, T.J., 2002. Modular production networks: a new American model of industrial organization. *Industrial and Corporate Change*.
- Teece, D.J., Pisano, G. & Shuen, A., 1997. Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*.
- Ulrich, K., 1995. The role of product architecture in the manufacturing firm. *Research Policy*.
- Ulrich, K. & Eppinger, S.D., 2004. Product Architecture. *Product Design and Development*.
- Wani, R. et al., 2011. An Overview of Technology Transfer and Technology Transfer Models. *Chemistry*.
- Williamson, O.E., 1992. *Las Instituciones Económicas del Capitalismo*.
- Zahra, S.A. & George, G., 2002. Absorptive capacity: A review, reconceptualization, and extension. *Academy of Management Review*.
- Ley de Ciencia y Tecnología: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/242_081215.pdf
- Programa Especial de Ciencia y Tecnología: <http://www.siicyt.gob.mx/index.php/normatividad/nacional/programa-especial-de-ciencia-tecnologia-e-innovacion-peciti>
- Plan Nacional de Desarrollo: <https://observatorioplanificacion.cepal.org/sites/default/files/plan/files/Mexico-PlanNacionaldeDesarrollo2013>
- 2018.pdf
- <https://autm.net/>
- <https://www.gob.mx/se/articulos/observatorio-mexicano-de-innovacion-omi?idiom=es>