

Un Acercamiento al Concepto de la Transferencia de Tecnología en las Universidades y sus Diferentes Manifestaciones¹

An Approach to the Concept of Technology Transfer in Universities and their Different Manifestations

María del Socorro López G.², Juan Carlos Mejía C.³, y Rodolfo Schmal S.⁴

¹En el marco del proyecto N° 2003-4-157 "La gestión del conocimiento comercial en las universidades: patentes y licencias" con el apoyo del Programa de Cooperación Científica Internacional CONICYT/COLCIENCIAS y realizado por la Universidad de Antioquia, en red con las Universidades de Talca y de Tarapacá y la Universidad del País Vasco ²Doctor@. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. E-mail: mslopez@agustinianos.udea.edu.co. ³Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. E-mail: jmejiacu@agustinianos.udea.edu.co. ⁴M.Sc. Universidad de Talca, Chile. E-mail: rschmal@utalca.cl.

RESUMEN. La sociedad formalmente le ha asignado a las universidades y a los centros de investigación la misión casi exclusiva de producción de conocimiento; sin embargo, en la actualidad se tiende a extender su misión a la solución de problemas y demandas del sector empresarial, y de la sociedad en general. Esta ampliación del propósito a su vez, ha exigido a las universidades una reconceptualización y reordenamiento organizativo para realizar los procesos de producción, almacenamiento y transferencia del conocimiento, siendo permeados por la lógica del mercado e incorporándole al conocimiento características propias de los productos transables. En este trabajo se pretende mostrar un panorama coherente de la transferencia tecnológica, partiendo de una exploración de la literatura y seleccionando autores que se consideraron altamente significativos por la trayectoria, profundidad e investigaciones empíricas realizadas en la materia.

Palabras clave: Transferencia tecnológica, modelos de transferencia tecnológica, innovación.

ABSTRACT. Historically, Society has formally given universities and research centers the almost exclusive mission of knowledge production; however, nowadays the trend is to expand this mission in order to meet the demands of the economically productive sectors and the society in general. This broadening of the purpose has, in turn, demanded the universities a re-conceptualization and organizational re-configuration so as to be able to perform the processes of production, storage and transfer of knowledge, thus inserting market logics into the academic environments and turning knowledge into a tradable product. This paper intends to show a coherent panorama of the concept of technology transfer, starting from an exploration of the literature and selecting authors that are remarkable for their trajectory, depth and the empirical research they've realized in the subject.

Keywords: Technology transfer, models of technology transfer, innovation.

(Recibido: 23 de enero de 2006. Aceptado: 8 de mayo de 2006)

INTRODUCCIÓN

Desde la aparición de la Universidad como institución, su razón de ser ha sido la creación y transferencia del conocimiento. Sin embargo su misión se ha ido adecuando a la complejidad de la sociedad actual. La sociedad formalmente le ha asignado a las universidades y a los centros de investigación, la misión casi exclusiva de producción de conocimiento, y como resultado de los sorprendentes avances en las llamadas ciencias básicas (física, química, biología, matemática, entre otros), los científicos adquirieron un elevado status ante la sociedad (Durán et al., 2003). Con la revolución industrial se produce un quiebre en la aplicación del conocimiento hacia las ingenierías que luego se desarrollan como ciencias propias. En el siglo XX, las guerras mundiales y la guerra fría impulsan nuevas ciencias como la robótica, la biotecnología, la informática y las telecomunicaciones, profundizando, extendiendo y diluyendo los límites entre las denominadas ciencias básicas y ciencias aplicadas, o en otros términos, entre la ciencia y la tecnología.

En este panorama, la Universidad inicialmente estuvo centrada en la búsqueda de la verdad y del conocimiento *per se*, visualizado como un bien público. En la actualidad se tiende a extender su misión a la solución de problemas y demandas de mediano y corto plazo del sector empresarial y de la sociedad en general. Esta ampliación del propósito a su vez, ha exigido a las universidades una reconceptualización y reordenamiento organizativo para realizar los procesos de producción, almacenamiento y transferencia del conocimiento, siendo permeados por la lógica del mercado e incorporándole al conocimiento características propias de los productos transables. Este hecho ha generado un debate entre defensores de la ciencia como bien público y los defensores de la ciencia comercializable.

Nelson (2004) ha defendido la concepción del conocimiento como bien público y advierte del peligro que encierra visualizar como investigación de interés solo aquella al servicio del sector productivo, pues corre el riesgo de ser instrumentalizada y generar un estancamiento del desarrollo de las ciencias, y por ende del desarrollo del conocimiento. Autores como Beath et al. (2003) postulan que en materia de investigación las universidades no deben abandonar el objetivo de desarrollar las ciencias básicas y es por esto que reciben recursos públicos. En consecuencia, se puede inferir que el conocimiento que se genera con fondos públicos pertenece a la

sociedad y que debe difundirse en un proceso normalmente abierto, de libre transacción económica, por lo que la transferencia de conocimientos debe ser entendida como un proceso de comunicación de hallazgos científicos por medios abiertos, como artículos, conferencias y comunicaciones, utilizados por los grupos de investigación (Rubiralta y Bellavista, 2003).

Si bien el conocimiento es un bien no rival, no es totalmente excluible en tanto quien desarrolla nuevos conocimientos no siempre logra apropiarse de la totalidad de los beneficios asociados a estos nuevos conocimientos. Por ello su nivel de producción tendería a ser inferior a aquel que se lograría si quienes producen nuevos conocimientos pudieran apropiarse totalmente de sus beneficios. Esta es una falla de mercado que busca ser subsanada por el Estado al estimular su producción contribuyendo al financiamiento de la labor científica. Sin embargo, la fuerte reducción del tamaño del Estado derivada de las presiones de cambio del modelo económico basado en un Estado interventor, han puesto a las universidades en una realidad de reducción de fondos públicos y de incremento en las necesidades de inversión para la renovación del equipamiento científico-tecnológico cuya obsolescencia acelera el propio desarrollo. En esta situación, se plantea la alternativa de que las universidades deben salir en búsqueda de fondos, lo que obliga a generar políticas de incentivos que permitan a los investigadores dedicar parte de su tiempo a la realización de actividades generadoras de ingresos y que suelen estar vinculadas a la investigación aplicada y consultoría, diversificando así las fuentes de financiación. Lo cierto es que en la actualidad existe un nuevo paradigma frente al papel de la Universidad, del científico universitario, del conocimiento producido en ambientes académicos, y particularmente de la relación que estos tejen con el sector productivo de la economía.

Este artículo hace una exploración del concepto de transferencia a través del estudio y análisis de modelos relevantes y de los actores que intervienen en el proceso, con el objeto de esbozar lineamientos que posibiliten el desarrollo científico y tecnológico en nuestros países.

TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

En su sentido más amplio se entiende la transferencia tecnológica como el movimiento y difusión de una tecnología o producto desde el contexto de su

invención original a un contexto económico y social diferente (Becerra, 2004). Esta definición implica que la transferencia tecnológica se da a través del comercio; de la inversión extranjera directa con utilización de mano de obra local; del licenciamiento que otorgan las empresas extranjeras a empresas domésticas, las cuales reciben entrenamiento y asistencia técnica y con el otorgamiento de licencias para explotar patentes, entre muchas otras modalidades.

En este artículo la transferencia tecnológica es entendida como el proceso mediante el cual el sector privado obtiene el acceso a los avances tecnológicos desarrollados por los científicos, a través del traslado de dichos desarrollos a las empresas productivas para su transformación en bienes, procesos y servicios útiles, aprovechables comercialmente. Este proceso implica el conjunto de actividades que llevan a la adopción de una nueva técnica o conocimiento y que envuelve la diseminación, demostración, entrenamiento y otras actividades que den como resultado la innovación. Así la transferencia tecnológica es un nexo entre la universidad y las empresas, para la generación de desarrollo científico-técnico y económico. La transferencia conlleva un convenio, un acuerdo, y presupone un pago y por tanto la comercialización del conocimiento es un elemento inherente a este proceso.

Históricamente, la forma predominante de obtención de información científica ha sido la lectura de literatura y revistas relativas a disciplinas específicas. Con las relaciones que se tejen a través de la transferencia de conocimiento, surgen nuevas fuentes de información que se materializan en licencias, regalías, patentes, acuerdos de investigación, nuevos productos, desarrollo económico y como un aspecto importante a resaltar: transferencia informal de *know-how*. Estas en conjunto se convierten en nuevas formas de obtención de información científica. Para que el desarrollo científico-tecnológico tenga lugar en forma efectiva se precisa proponer modelos de transferencia en los cuales se identifiquen claramente los actores involucrados y sus intereses en cada etapa del proceso, considerándose como tales a todos los participantes involucrados en el proceso de transferencia tecnológica, desde la producción misma del conocimiento hasta su entrega y recepción. A continuación se presenta una primera aproximación respecto de los distintos actores que intervienen en el proceso de transferencia (Siegel et al., 2004):

- *Los científicos universitarios*, como

productores primarios del conocimiento o tecnología;

- *Los administradores de la tecnología universitaria*, que representan los intereses universitarios en la negociación del conocimiento producido por los científicos universitarios, conocidos en general como las *Oficinas de Transferencia Tecnológica (en adelante OTTs)* u *Oficinas de Transferencia de Resultados de la Investigación (en adelante OTRIS)*, que surgen como intermediarios entre la universidad y la industria y representan los intereses de ambas partes, facilitando la transferencia comercial del conocimiento a través del licenciamiento de las invenciones a las industrias, u otras formas de propiedad intelectual, producto de la investigación universitaria. Al respecto, Siegel et al. (2003), realizaron un estudio exploratorio sobre la productividad de las OTTs derivada de las prácticas organizacionales en ellas.
- *Las empresas*, quienes comercializan las tecnologías transadas en el proceso de transferencia.

Además de estos actores considerados por Siegel y otros (2004), se pueden incluir específicamente los siguientes:

- *Los científicos de la industria*, quienes son los encargados de analizar e incorporar el conocimiento adquirido a la universidad para utilizarlo posteriormente en el proceso de innovación.
- *El Gobierno*, como generador de políticas públicas que regulan el proceso de transferencia.

Como se expresó anteriormente, en el proceso de transferencia el conocimiento adquiere la condición de mercancía, cuya transacción está afectada por la acción de los actores anteriormente descritos, como es el caso de las OTRIS-OTTs y el Gobierno. Adicionalmente los científicos, en particular los universitarios, juegan un papel determinante, en consideración a que el conocimiento producido aparece a título personal y no institucional y por tanto se debe negociar su autorización.

Los modelos tratados son solo algunos de los modelos más relevantes que se han elaborado en la literatura especializada. En lo sustancial ellos se distinguen por los distintos énfasis que asignan a los componentes,

procesos y actores que participan en la transferencia tecnológica. A continuación se exponen e interpretan los modelos de transferencia lineal y dinámico (Siegel et al., 2004), el modelo de la triple hélice (Leydesdorff y Etzkowitz, 1998) cuya relevancia está en que integra el proceso de transferencia tecnológica como parte del proceso de innovación y porque además vincula al Estado como actor condicionante del proceso de transferencia tecnológica. Adicionalmente se expone el *Catch Up*, como el modelo asiático, representado en Corea y Japón

MODELOS DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

Modelo Lineal

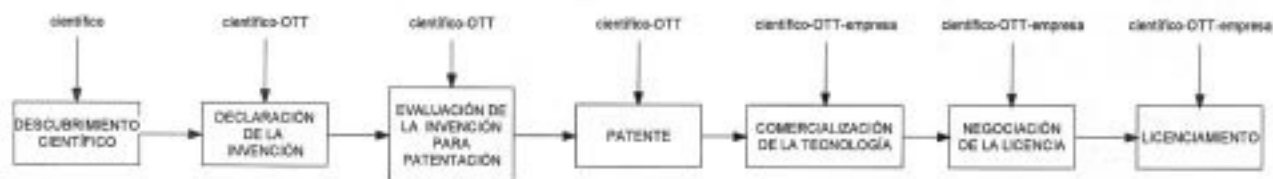
Bajo este modelo la transferencia tecnológica de una universidad a una empresa, es entendida como un proceso conformado por una secuencia lineal de etapas. Como se puede observar en la **Figura 1**, el modelo comienza con un descubrimiento de un científico en un laboratorio, que está trabajando con recursos de investigación públicos. En EE.UU., como lo estipula la ley Bayh-Dole, (esta ley, que rige en EE.UU. desde 1980, autorizó a las universidades a cobrar derechos por los conocimientos susceptibles de comercializarse que tuvieran financiamiento gubernamental 'Henderson et al., 1998') a los académicos se les solicita completar un documento de declaración de la invención ante la OTT, donde se analiza la conveniencia o no de patentar dicha innovación. El interés en dicha tecnología de una empresa o sector productivo suele proveer suficiente justificación para solicitar la patente. En otros casos, la OTT debe emitir un juicio concerniente a la comercialización potencial. No se trata de una decisión trivial, porque las universidades tienen presupuestos limitados para el diligenciamiento de

patentes, el cual es bastante oneroso, más aún si se desea hacer una protección de patente global.

Otorgada la patente, la OTT está en condiciones de comercializar la tecnología, algunas veces con el apoyo de las unidades académicas, particularmente de aquellas a las que pertenecen los investigadores o científicos, dado que son quienes se encuentran en condiciones de ayudar a identificar potenciales interesados en sus licencias. El siguiente paso involucra la negociación con la empresa y la construcción del acuerdo de licencia; este acuerdo podría incluir beneficios tales como regalías o una participación en el patrimonio de una empresa *startup* (empresa que ha sido creada para comercializar una nueva tecnología). En la etapa final, la tecnología se convierte en un producto comercializado. La universidad puede continuar su participación con la empresa, por ejemplo a través de la asignación de recursos para el mantenimiento de los acuerdos de licencia. Incluso, en el caso de las empresas *startups* los investigadores pueden servir como asesores técnicos. El modelo lineal concibe la innovación industrial como un proceso que va desde la investigación básica (universitaria) a la investigación aplicada y de ahí continua el desarrollo hasta llegar a la comercialización (Cohen et al., 2002).

En la **Figura 1** el recorrido de la invención hasta la comercialización es representada mediante rectángulos, comenzando con el descubrimiento científico y terminando en el licenciamiento a una empresa; sobre ellos se muestran los actores que participan en cada una de las instancias del proceso. Si bien el modelo lineal es una primera aproximación conceptual válida, no recoge la complejidad que encierra la dinámica realidad científico-tecnológica actual.

Figura 1. Modelo lineal de transferencia tecnológica



Fuente: Siegel et al (2004)

Modelo Dinámico

Fruto de un detallado análisis del modelo lineal y el desarrollo de un estudio cualitativo con los diferentes actores de la transferencia de conocimiento en diversas universidades de EE.UU., Siegel et al. (2004) proponen una reformulación del modelo, sustentado en 10 propuestas o supuestos básicos:

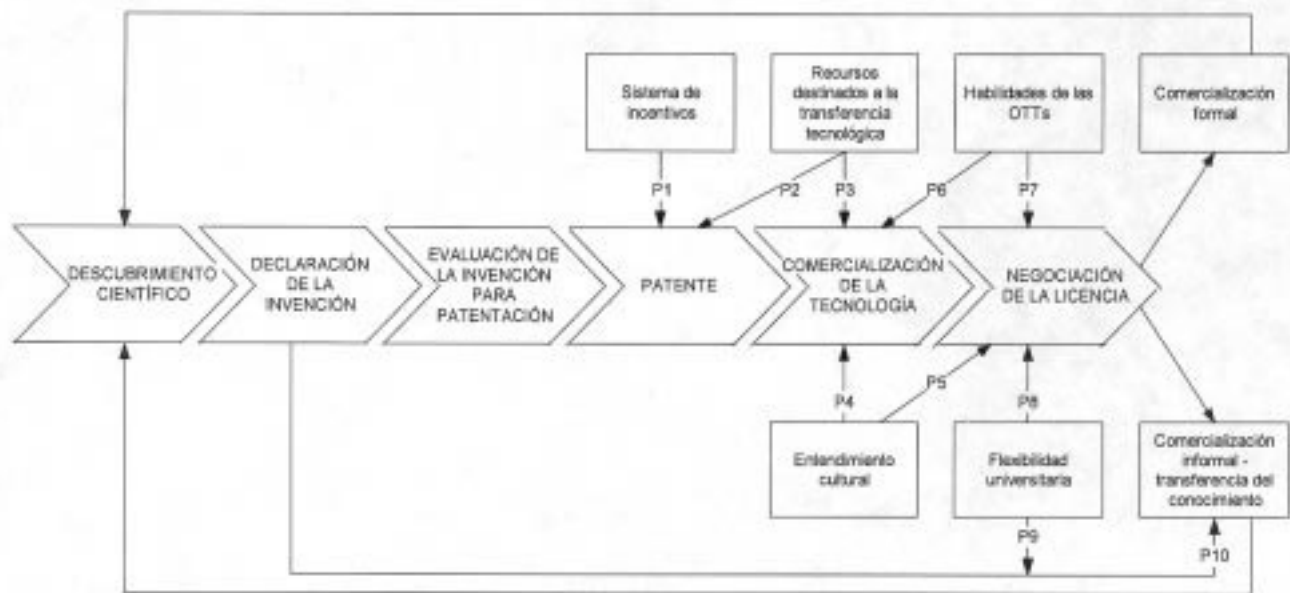
- P1. Las universidades que proveen mayores incentivos a la participación de los investigadores en transferencia tecnológica generan más patentes y licencias.
- P2. Las universidades que asignan más recursos para las OTTs generan más patentes y licencias.
- P3. Las universidades que asignan más recursos para las OTTs, dedican más esfuerzos a mercadear las tecnologías en la industria.
- P4. Un bajo nivel de entendimiento cultural reduce la efectividad de los esfuerzos de la Universidad por comercializar los resultados de sus investigaciones.
- P5. Un bajo nivel de entendimiento cultural impide la negociación de los acuerdos de licenciamiento.
- P6. Las OTTs administradas por personas con experiencia y habilidades en mercadeo dedicarán mayores esfuerzos en establecer

alianzas con las empresas.

- P7. Las OTTs administradas por personas con experiencia y conocimiento en negociación son más exitosas en concretar los acuerdos de transferencia tecnológica con las empresas.
- P8. Baja flexibilidad por parte de la universidad se deriva en un menor número de acuerdos de transferencia con las empresas/ empresarios.
- P9. Cuando la inflexibilidad de la universidad es alta, los investigadores tienden a evadir el proceso formal de transferencia y recurren a otros mecanismos informales.
- P10. Las Universidades que se involucran en la transferencia de conocimiento científico-tecnológico a las empresas, experimentan un incremento en la actividad investigativa básica o fundamental.

Como se representa en la **Figura 2**, el modelo tiene como fin la transferencia tecnológica a través de la comercialización o la difusión, sean estas formales o informales. Ello requiere una organización que contemple recursos de personal y tecnológicos, destinados a dicha transferencia, así como sistemas de compensación, incentivos y programas de capacitación para el desarrollo de habilidades para

Figura 1. Modelo dinámico de transferencia tecnológica



Fuente: Siegel et al. (2004)

la comercialización. El recorrido que realiza el conocimiento incorporado en la invención hasta llegar a las empresas es más o menos fluido y puede representar más o menos ingresos para la Universidad, dependiendo de las políticas y recursos que la misma haya dispuesto para la transferencia tecnológica y representados en los 10 supuestos básicos. La interacción de todos estos elementos configura la capacidad para patentar y comercializar la tecnología, así como de negociar las licencias. Se puede observar que este modelo contempla tanto los procesos formales como informales de transferencia, además de identificar los factores determinantes de éxito en el proceso de transferencia, que tienden a omitirse, tales como:

- El entendimiento intercultural,
- La preparación, conocimiento y habilidades de negociación por parte de las OTTs o de quienes desempeñen ese papel,
- Los recursos que deben asignarse para la intermediación efectiva,
- Los incentivos por parte de la universidad para la investigación.

En consecuencia, este modelo concibe la transferencia como un proceso que toma en

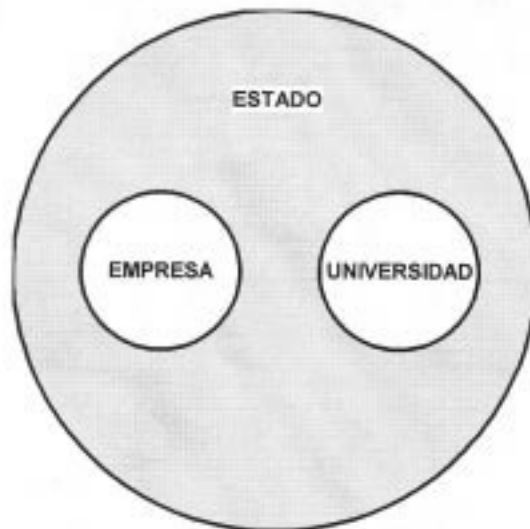
consideración el análisis de los factores internos que pueden afectar el proceso exitoso de transferencia de conocimiento científico-tecnológico. A pesar de ser una propuesta más integral respecto del modelo lineal, ella no contempla el análisis de los factores externos al proceso de transferencia, entre ellos el papel del Estado.

Modelo Triple Hélice I

Entre los actores participantes en el proceso de transferencia tecnológica bajo este modelo, a nivel institucional, destaca la triada Universidad-Empresa-Estado. Esta triada históricamente ha sido representada como se muestra en la **Figura 3**. Bajo este esquema el Estado acompaña el comportamiento de las universidades y empresas dirigiendo las relaciones entre ellas y puede asumirse que está influida por una visión estatista, centralista, socialista de la sociedad en que se asigna un rol preponderante al Estado. Esta versión del modelo se ha dado en llamar modelo de triple hélice I.

Posteriormente surge una segunda versión del modelo, denominado de triple hélice II, en el que las instituciones se visualizan como unidades con sus ámbitos de acción claramente delimitados y

Figura 3. Modelo triple-hélice I de transferencia tecnológica



Fuente: Etzkowitz y Leydesdorff, 2000

Figura 4. Modelo triple-hélice II de transferencia tecnológica



Fuente: Etzkowitz y Leydesdorff, 2000

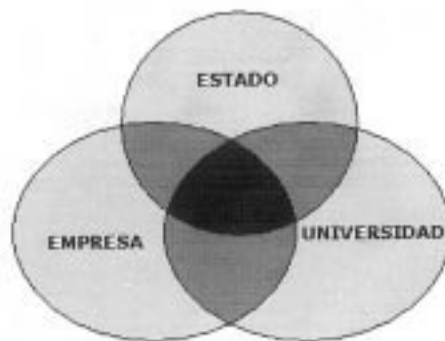
separados, que se relacionan entre sí como se muestra en la **Figura 4** a través de líneas punteadas.

Posteriormente surge una tercera versión, modelo triple hélice III, bajo la cual las instituciones además de realizar las funciones que les son propias, también asumen funciones de las otras. Es el caso de universidades que crean empresas o que asumen roles comúnmente asociados al gobierno, como organizar el desarrollo regional; también es el caso de aquellas empresas que cuentan con laboratorios de investigación y desarrollo destinados a crear nuevos conocimientos. La aparición de instituciones intermedias o híbridas, como agencias, pequeñas empresas u oficinas de transferencia tecnológica que no se sitúan en ninguna de las 3 esferas mencionadas -Universidad, empresa, Estado- pero cumplen más de una de sus funciones específicas dan cuenta de una nueva realidad. Ésta intenta ser representada por el modelo triple hélice III que se muestra en la **Figura 5**.

Esta última versión del modelo triple hélice parece recoger toda la complejidad subyacente en la inserción de la ciencia y la tecnología en el sector productivo y en el seno de la sociedad, dando cuenta de todo el entramado de relaciones entre los principales actores y cómo sus funciones se van solapando mutuamente. Las funciones que en el pasado eran específicas de unos y otros, en la actualidad se ven invadidas. Las universidades crean empresas, estas crean unidades de investigación y desarrollo, el Estado crea instituciones públicas de investigación, etc.

En EE.UU. y el Reino Unido las universidades han jugado un papel trascendental en los procesos de innovación de las regiones, a través de lo que Lam (2002) llama "modelos de comunidad de empleo". En ellos, el mercado laboral ofrece una gran movilidad del talento humano, siendo la educación formal y profesional las más importantes en la generación de

Figura 5. Modelo triple-hélice III de transferencia tecnológica



Fuente: Etzkowitz y Leydesdorff, 2000

competencias relevantes, donde los conocimientos teóricos y prácticos generan cualificaciones muy específicas, aunque puede haber una educación general amplia aplicable a una amplia gama de empleos. Adicionalmente, la eficiente transmisión del conocimiento tácito en este modelo, requiere de redes y concentraciones de empresas localizadas para poder mercadear las competencias personales acumuladas en los individuos. En este marco, las empresas pueden reconstituir su base de conocimiento de una manera flexible a través de la contratación y el despido.

La Silicon Valley en EE.UU., y Cambridge en el Reino Unido, son los ejemplos más representativos del rol desempeñado por las Universidades en la innovación y transferencia tecnológica mirados desde el modelo de la triple hélice. La Silicon Valley se centra en las interacciones entre política gubernamental, las universidades más prestigiosas por su investigación, redes de negocios, empresas de capital de riesgo y un mercado financiero desarrollado. Sin embargo se reconoce ampliamente que son las universidades allí ubicadas la fuente del desarrollo de industrias de alta tecnología y de la producción de talentos que abastecen la región. Las universidades de Stanford, Berkeley y la U.C. de San Francisco además de generar empresas *startup* y *spinoff*, producen la oferta de personal científico y ejecutivos altamente cualificados. Por otra parte, con su prestigio atraen patrocinios para su investigación y contratos de investigación colaborativa con la industria y no es menos valiosa su incidencia en el desarrollo técnico, vía publicaciones.

Similar a Silicon Valley, Cambridge generó una concentración de pequeñas empresas de alta tecnología, en telecomunicaciones, *software* y biotecnología, de las cuales muchas comenzaron como filiales de la Universidad a cargo de personal académico o graduados. La Universidad realiza actividades de asesoría técnica y tecnológica que se ha ido expandiendo en la red local generando una cultura de negocios, de riesgo y de investigación. La región se caracteriza por un mercado laboral de alta tecnología y movilidad, dinámico en su crecimiento y muy cualificado. Lam (2002) destaca las redes personales y profesionales, así como la movilidad laboral como factores importantes que contribuyen en la transmisión del conocimiento y en el cambio técnico de la región.

En EE.UU., con la ley Bayh Dole de 1980, el gobierno creó condiciones para la innovación y la transferencia tecnológica en los mecanismos del mercado, al

permitir que las universidades se apropiaran y comercializaran los resultados de las investigaciones financiadas con recursos públicos, estimulando así el establecimiento de convenios asociativos con la empresa privada para el desarrollo de investigaciones que podían derivar en inventos objeto de patentación o secretos industriales. Esto generó a su vez un cambio en las estructuras de transferencia de conocimientos de las universidades, pues después de la ley Bayh Dole, la mayoría de las universidades estadounidenses crearon infraestructuras especializadas para promover el enlace con entidades públicas y privadas para ejecutar investigación básica y aplicada, y negociar la explotación de los resultados.

Los efectos de la ley no se hicieron esperar, pues las universidades emprendieron una carrera de patentes, que dinamizaron la producción total de patentes del país; de hecho en el período 1980-1988 las patentes universitarias se multiplican por 2,5 veces (Henderson et al., 1998). En Europa, la incorporación de las universidades a la producción de tecnología patentada es algo posterior a lo acontecido en EE.UU. La producción de patentes universitarias en Europa dentro del quinquenio 1978-1982 era excepcional y sólo unas pocas universidades británicas las producían, y por la misma razón, la proporción de patentes universitarias sobre el total de cada país en Europa resultaba insignificante. El crecimiento en la patentación en las universidades europeas comienza en el periodo 1993 a 1997.

Los países nórdicos y los asiáticos presentan en cambio un modelo de mayor institucionalización, donde los gobiernos además de crear condiciones para la innovación y la transferencia tecnológica, desde lo jurídico, emiten políticas públicas de gran envergadura para generar cambios estructurales en la producción, basados en el aprovechamiento de variables endógenas socioculturales, incidiendo directamente en la formación de recursos humanos para el desarrollo tecnológico, incrementando la inversión en I&D y creando estímulos financieros y fiscales para facilitar el intercambio de aprendizaje tecnológico.

Modelo Catch Up

Este es un modelo de transferencia tecnológica basado en la imitación y captación de tecnología creada por un tercero, esquema que ha sido empleado activamente en Corea y Japón, países que han basado su desarrollo en la captación e imitación de tecnologías de terceros países. Kim (2000) explica el proceso dinámico del aprendizaje tecnológico en la industrialización exponiendo el caso de Corea, la cual

en cuarenta años pasó de una economía de subsistencia agraria a competir en la industria tecnológica de punta, tales como tecnologías de información y semiconductores, pasando por la industria de automóviles y la electrónica.

Siguiendo a Kim (2000) para este ejemplo, se rescatan los dos estadios de creación del conocimiento y sus características de desarrollo. En el estadio de imitación por duplicación (ingeniería inversa), en los decenios 60' y 70', Corea empleó cuatro mecanismos básicos: la educación dirigida al desarrollo de los recursos humanos, orientando el aprendizaje y creando una capacidad de absorción para la transferencia tecnológica; la transferencia de tecnología extranjera; la creación deliberada de grandes grupos industriales familiares (*chaebols*) y la movilidad de personal técnico experimentado. En la creación de estos mecanismos el Gobierno jugó un papel crucial, restringiendo la inversión extranjera directa, creando y alimentando los *chaebols*, fomentando la exportación de los productos coreanos, impulsando la creación apresurada de industrias químicas y pesadas y estimulando la movilidad de personal técnico, reclutando a los directivos e ingenieros más experimentados de las industrias electrónicas más competitivas, con particular fuerza en los años 70'. Las empresas por su parte se vieron obligadas a asimilar las nuevas tecnologías a marchas forzadas e intensificaron el uso de las capacidades para aumentar los niveles de competitividad.

En 1980 se da una pérdida de competitividad en las industrias tecnológicas maduras (electrónicas principalmente) lo que llevó a Corea a realizar una readecuación acelerada de sus competencias y pasó de la imitación por duplicación al estadio de la imitación creativa. En este estadio se requería una base de conocimientos significativamente superior a la anterior, por lo que el gobierno decide impulsar profundas reformas universitarias para incrementar su calidad, la que se encontraba rezagada tanto en la parte formativa como en el desarrollo de la investigación. Para estos efectos aplicó medidas sistemáticas conducentes a repatriar a científicos e ingenieros coreanos quienes jugaron un papel importantísimo en la creación y desarrollo de los centros de I&D de las empresas y en los institutos públicos de investigación. Otra característica destacable de este estadio (los años 80' y 90') es la apuesta decidida del empresariado a invertir en I&D, dando capacidad de negociación a las empresas en asuntos de transferencia formal de tecnologías, a la asimilación de las tecnologías importadas y a la

creación de nuevos conocimientos. Así los coreanos pasaron de imitar tecnologías maduras, a dominar tecnologías intermedias hasta producir tecnologías emergentes con una alta incidencia del gobierno en la creación de competencias educativas para la absorción y creación de nuevos conocimientos, pero también con una apuesta decidida de los *chaebols* en la inversión en I&D.

Como en el caso de Corea, Japón pone un énfasis en la movilización del conocimiento tácito como medio para absorber las tecnologías foráneas y desarrollar las propias. En su absorción exitosa de tecnología extranjera se destacan tres elementos: el carácter receptivo de los trabajadores, la utilización del capital social general existente y el fomento de este capital promovido por el gobierno. Dos de las condiciones más relevantes para la capacidad de absorción de tecnologías en Japón fue, por un lado, la existencia de un conocimiento general que fue difundándose en un período bastante prolongado y que preparó a la población para adquirir herramientas que les permitía manejar nuevos procesos y, por otro lado, la propensión a consumir nuevos productos, creando mercados y adoptando nuevas técnicas para mejorar la productividad y acelerar los procesos de transferencia tecnológica (Becerra, 2004).

Según Scorsa (2002), la creación y comercialización de un producto en Japón pasa por cinco fases distinguibles. En la primera fase se hace la vigilancia tecnológica, haciendo un minucioso rastreo de lo que están haciendo sus competidores en el mundo, de las patentes que han generado en el campo de I&D o innovación a desarrollar, de las publicaciones y cómo están comercializando las patentes y los productos. En la segunda fase se hace la apropiación de las tecnologías de las empresas del país en cuestión. En la tercera fase se hace mejora del producto o a la tecnología de producción. En la cuarta fase se crean nuevos productos. En la quinta fase se comercializan dichos productos en los mercados mundiales produciendo innovación. Adicionalmente el Estado influyó los procesos de selección, asimilación, operación e innovación de una tecnología, pero con mayor participación en el proceso de asimilación, al diseñar políticas e impulsar proyectos del sistema educativo que permitieron la formación de científicos e ingenieros.

El fortalecimiento de Japón a finales del siglo XX, en sectores como equipos de transporte, electrónica de consumo, componentes de equipos de informática y *hardware* de comunicaciones entre otros, tiene que

ver con los sistemas de producción muy flexibles para integrar los conocimientos prácticos y la experiencia laboral en sistemas de innovación basados en el mejoramiento continuo y en la estrecha relación de la I&D con la producción y el marketing. El empleo a largo plazo fomenta la implicación de los trabajadores en la capacidad organizativa, un sistema que fue muy efectivo y funcional hasta finales de los 90' y que le permitió al Japón competir con ventajas en mercados de productos estandarizados sujetos a mejoras. Sin embargo, las empresas japonesas han tenido serias dificultades para integrar sistemas complejos, como la aeronáutica y las telecomunicaciones, al tiempo que el predominio de grandes empresas japonesas se han convertido en un freno para la creación de pequeñas y versátiles empresas de base tecnológica (Lam, 2002).

Un aspecto de reconocimiento general distintivo en el desarrollo del Japón es la asimilación de las tecnologías occidentales unidas a unas legendarias tradiciones culturales. Pero adicionalmente se reconoce también la falta de integración y protagonismo de las universidades en el proceso de despegue y avance de la I&D japonesa. En la actualidad el gobierno hace ingentes esfuerzos por colocar a las universidades en equilibrio con el desarrollo industrial del Japón.

CONCLUSIONES

- En los modelos de transferencia tecnológica expuestos, además de los actores tradicionales, es importante considerar los actores que influyen de manera sistemática en la transferencia, como son quienes trabajan en las empresas, sean éstos científicos que desarrollan las aplicaciones comerciales del conocimiento transferido; o los usuarios quienes los aplicarán; o los ejecutivos que tomarán las decisiones. Además debe considerarse el rol de los gobiernos como garantes de políticas públicas que regulen y faciliten el proceso de transferencia.
- El modelo dinámico planteado, si bien es una propuesta que mejora el modelo lineal, aún no considera ni el proceso de análisis de la transferencia que se da conjuntamente entre Universidad y empresa como paso previo a la negociación de la licencia, ni el papel que el Estado juega en el proceso de transferencia. Estos últimos aspectos están

más claramente contemplados en el modelo de la triple hélice, el cual está siendo implementado en los modelos de innovación locales y regionales, con la participación de las universidades, empresas y el papel fundamental del Estado para la asignación de recursos y creación de condiciones que posibilitan estrategias organizativas de diversa índole.

- Las relaciones analizadas en el modelo de la triple hélice tienen un carácter local o regional, como lo ilustran los casos de Silicon Valley y Cambridge, donde la proximidad geográfica muestra su eficiencia en los resultados y la utilidad de las relaciones. Adicionalmente, es necesario destacar la importancia que tiene la creación y fortalecimiento de sistemas de financiación para que el modelo de la triple hélice funcione, con la formación de fondos de capital de riesgo industrial. Sin embargo, pocos países, entre ellos EE.UU., han logrado consolidar una cultura financiera con apuestas de riesgo en sectores de tecnologías emergentes.
- En EE.UU. la ley Bayh Dole estableció importantes mecanismos para facilitar la transferencia tecnológica Universidad-Empresa y modificó sustancialmente las estructuras universitarias para ejercer dicha transferencia. La ley ha generado una fuerte competencia entre las universidades para el acceso de fondos públicos y privados, pero éstos últimos por lo general están condicionados a restricciones en la divulgación de los resultados de las investigaciones, lo cual ha llevado a las universidades a generar políticas claras en la transferencia tecnológica, para mantener el equilibrio entre la financiación y la misión social abierta de la universidad.
- El modelo *catch up* se concibió por mucho tiempo como una estrategia de innovación tecnológica, que en un principio fue la estrategia de la imitación, del seguimiento o la copia. Sin embargo, el salto cualitativo que tanto Japón como Corea lograron dar a partir de esta estrategia, explican la inclusión de esta estrategia como un modelo de transferencia tecnológica. La observación, la apropiación de las tecnologías, la mejora de ellas, hasta producir nuevas tecnologías y

productos de utilidad, y por ello ampliamente comercializados en los mercados mundiales, llevaron a occidente a considerar a los países asiáticos como ejemplos de gestión empresarial y de transferencia tecnológica, pero sobre todo de innovación, pues son pocos los eventos de intercambio científico y tecnológico donde no se expongan casos de los países asiáticos.

- Los modelos discutidos en este trabajo, si bien tienen aspectos comunes, se distinguen por los distintos énfasis que asignan a los componentes, procesos y actores que participan en la transferencia tecnológica. Por ejemplo, el modelo *catchup* también puede ser concebido como un modelo de triple hélice, donde las empresas, universidades y Estado se alinean tras un seguimiento. En el caso de Japón y Corea, llama la atención que las universidades ocuparan un rol poco relevante en relación al peso que adquirieron las empresas y el Estado. Cabe puntualizar que una de las claves del desarrollo japonés y coreano basado en el modelo *catch up* viene dada por la disponibilidad de suficientes recursos humanos calificados capaces de absorber, estudiar, adaptar e innovar respecto de las tecnologías importadas y/o imitadas desde otras realidades.
- La transferencia tecnológica es una herramienta esencial para la generación de desarrollo económico sostenible en el tiempo, pero para que ésta pueda desempeñar el rol al que está llamada, deben existir condiciones sociales apropiadas, entre las que destaca una mentalidad emprendedora en los científicos y una mentalidad científica en los emprendedores no inventores, para posibilitar la construcción de equipos interdisciplinarios con facilidad de entendimiento entre sí. Las universidades son las llamadas a generar este tipo de culturas en sus estudiantes, docentes e investigadores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Beath, J.; Owen, R.F.; Poyago-Theotoky, J.; Ulph, D. 2003. Optimal incentives for income-generation in universities: the rule of thumb for the Compton tax. **International Journal of Industrial Organization**, 21:1301-1322.

Becerra, M. 2004. **La transferencia de tecnología en Japón. Conceptos y enfoques**. Ciencia VII, Nº1, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México.

Cohen, W.; Nelson, R.; Walsh, J. 2002. Links and impacts: the influence of public research on industrial R&D. **Management Science**, 48(1):1-23.

Durán, G.; Urraca, A.; Negrín, J.; Laguna, N.; Díaz, J.; Martín, A. 2003. **Análisis y comparación de las patentes universitarias españolas como indicador de resultados del esfuerzo investigador**. Ministerio de Educación y Ciencia de España (MECD), 30-37.

Etzkowitz, H.; Leydesdorff, L. 2000. The dynamics of innovation: from national systems and "mode 2" to a triple helix of university-industry-government relations. Available at <http://users.fmg.uva.nl/leydesdorff/rp2000/> consultado el 12/12/2005.

Rubiralta, M.; Bellavista, J. 2003. **Nuevos mecanismos de transferencia de tecnología: debilidades y oportunidades del sistema español de transferencia de tecnología**. Encuentros Empresariales Cotec: Madrid, España.

Henderson, R.; Adam, J.; Trajtenberg, M. 1995. Universities as a source of commercial technology. A detailed analysis of university patenting 1965-1988. **Working Paper**, Nº5068, National Bureau of Economic Research (NBER).

Henderson, R.; Jaffe, A.; Trajtenberg, M. 1998. Universities as a source of commercial technology: a detailed analysis of university patenting 1965-1988. **The Review of Economics and Statistics**, 80:119-127.

Kim, L. 2000. La dinámica del aprendizaje tecnológico en la industrialización. **Working Paper**, United Nations University, Institute for New Technologies. Available at www.campus-oei.org/slactsi/linsu.pdf. Accessed 10 May, 2006.

Lam, A. 2002. Los modelos societales alternativos de aprendizaje e innovación en la economía del conocimiento. **Revista Internacional de Ciencias Sociales**, 171:1-23.

Leydesdorff, L & Etzkowitz, H. 1998. The triple helix

model as a model for innovation studies. **Science & Public Policy**, 25(3):195-203.

Nelson, R. 2004. The market economy, and the scientific commons. **Research Policy**, 33:455-471.

Siegel, D.; Waldman, D.; Link, A. 2003. Assessing the impact of organizational practices on the productivity of university technology transfer offices: an exploratory study. **Research Policy**, 32:27-48.

Siegel, D.; Waldman, D.; Leanne, A.; Link, A. 2004.

Toward a model of the effective transfer of scientific knowledge from academicians to practitioners : qualitative evidence from the commercialization of university technologies. **Research Policy**, 32:27-48.

Scorsa, P. 2002. **De la vigilancia tecnológica a la inteligencia competitiva en las empresas.** Conferencia inaugural de los Estudios de Información y Documentación de la Universidad Oberta de Cataluña. Disponible en http://www.uoc.es/web/esp/art/uoc/escorsa0202/escorsa0202_imp.html. Leído el 10 de mayo de 2006.