



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE ECONOMÍA Y NEGOCIOS

ESCUELA DE ECONOMÍA Y ADMINISTRACIÓN

MODELOS ALTERNATIVOS DE LAS UNIVERSIDADES EN CHILE

**Seminario para optar al título de
Ingeniero Comercial, Mención Economía.**

Participantes: Nicolás Araneda González.

José Tomás Medina Donoso.

Profesor Guía: Jorge Katz Sliapnic.

Santiago de Chile - 2015

La propiedad intelectual de este trabajo es del profesor que dirigió el Seminario y de los participantes

ÍNDICE

RESUMEN	3
1. Marco Teórico	4
1. Modelo de Transferencia Tecnológica	8
1. Modelo Lineal	8
2. Modelo Dinámico	9
3. Modelo Triple Hélice	12
2. Evidencia Internacional	18
1. Los Primeros Pasos: El Cambio de Carácter en la Misión e Investigación Universitaria	18
2. El Desarrollo Concreto de la Transferencia Tecnológica desde la Universidad a la Industria	23
3. Experiencia Chilena	35
1. Vínculo Universidad – Empresa	45
4. Evaluación General y Discusión	50
REFERENCIAS	60

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es identificar y evaluar la situación en que se encuentra nuestro país en cuanto a I+D y Transferencia de Tecnología, tomando como base el vínculo existente entre los distintos agentes que participan de estas actividades: la Universidad, la Industria y el Estado. Para alcanzar las conclusiones generales se abordó primero el marco institucional y los diferentes modelos de transferencia tecnológica existentes en la literatura, que involucran a estos tres agentes. Luego se observó la experiencia de algunos países líderes en investigación universitaria y vínculo externo; como son Estados Unidos (con los casos del MIT y Stanford), el Reino Unido, Alemania, Canadá, Nueva Zelanda y Australia; extrayendo las lecciones que sirven como guía para el caso chileno. Posteriormente se realizó una revisión histórica que contextualiza la posición en que se encuentra Chile en esta materia, centrándose principalmente en el rol de las universidades. Finalmente se analizó el vínculo entre la academia y la industria chilena, contemplando los resultados de las diversas políticas, proyectos y fondos llevados a cabo a nivel país. De este modo se concluye que se debe seguir haciendo énfasis en la creación y desarrollo de políticas que fortalezcan el vínculo universidad – industria. Así también, se sugiere establecer un ente que se transforme en un puente sólido entre estos dos agentes, para que de este modo se vigoricen los sectores en que el país presenta ventaja comparativa y puedan crearse nuevas industrias que los fortalezcan.

1. Marco Teórico

Las relaciones entre la universidad, el privado y el Estado han estado marcadas por un gran número de transformaciones políticas y económicas a lo largo de la historia. Cada país ha seguido su propia búsqueda para llegar a un modelo de sociedad específico, eligiendo tipos de mercado financiero, sistemas de protección social, sistemas de educación, instituciones con distintos objetivos, etc. Es en estas esferas donde la transferencia de tecnología, innovación y conocimiento adquiere un rol fundamental en los procesos de transformación de la política económica.

Esta transformación no solo ha guiado a los países a distintos tipos de sociedad y orden económico sino que ha hecho que las instituciones cambien y se adecuen al nuevo modelo de sociedad de cada economía. La universidad como eje central de la transferencia de tecnología y conocimiento ha tenido que adaptarse y ampliar su abanico de bienes y servicios. Si en un comienzo cumplía con la función de creación y transmisión de conocimiento como tal, hoy cumple con la creación de capital humano, investigación y desarrollo, además de la producción de bienes y servicios dirigidos a sectores públicos y privados relacionados con cultura, salud, educación, medio ambiente, etc.

¿Cómo caracterizar la transferencia de tecnología? En la literatura y en la práctica podemos encontrar distintos modelos de transferencia tecnológica. Estos involucran no solo a la universidad, sino que también a distintos agentes como son

el Estado y las firmas, siendo estas últimas iguales de importantes para la transferencia de conocimiento. Estos modelos difieren entre países y se pueden separar según los intereses de estos mismos. Es así como Hall & Soskice (2001) separan a las economías en *mercados liberales* y *mercados coordinados*, viendo sus diferencias institucionales y como estas se desarrollan y afectan profundamente las relaciones entre la universidad, el Estado y la firma. Ellos utilizan a la firma como el centro del análisis, siendo esta el agente clave al enfrentar cambios tecnológicos o la competencia internacional para los desempeños económicos. Los autores enfatizan que para entender la comparación entre ambos modelos hay que ver a las instituciones como agencias socializadoras que instauran un grupo de normas y actitudes en los actores que operan en ellas. También describen el efecto que producen las instituciones por medio del poder que les confieren a los actores a través de canales formales proporcionados por la jerarquía o los recursos que pueden proveer las instituciones para la movilización de los actores. Por último toman a las instituciones como matrices de sanciones e incentivos que los actores internalizan, para así poder predecir los comportamientos de los actores en presencia de instituciones específicas.

Hall & Soskice (2001) diferencian a las economías antes mencionadas por cómo se enfrentan y resuelven ciertos problemas de coordinación esenciales en su núcleo de competencias. Estas son identificadas como *esferas*: la primera esfera es identificada como *relaciones de la firma*, donde la firma enfrenta problemas internos, como salarios y condiciones laborales; luego *educación y entrenamiento*

vocacional donde la firma quiere asegurar trabajadores con ciertas habilidades laborales, mientras que los trabajadores resuelven en qué habilidades desarrollarse; en tercer lugar está el *gobierno corporativo*, en donde se decide en que firma invertir y como asegurar retornos de la inversión por parte de los inversionistas, siendo un problema para las firmas la forma de conseguir fondos; la cuarta esfera es conocida como *relaciones inter-firmas*, en donde se coordinan las relaciones con otras firmas, más proveedores y clientes; y por último la coordinación con los *empleados*, esto quiere decir que estén alineados con los objetivos de la firma y que tengan las competencias requeridas por la empresa. Al analizar estos elementos, los autores caracterizan los dos tipos de economía y cómo reaccionan ante sus problemas de coordinación.

Al analizar el área de la innovación muestran como el marco institucional de los países con mercados liberales se diferencian de las economías de mercados coordinados por el tipo de innovación en el cual se centran; innovación radical e innovación incremental¹. Economías con mercados coordinados como Alemania tienen una mayor tendencia hacia la innovación incremental y países como Inglaterra, identificado como mercado liberal, patentan más innovación radical.

Por otro lado Friedman & Silberman (2003) identifican cuatro determinantes que aumentan la transferencia tecnológica que no habían sido estudiados en la literatura: mayores premios para los profesores involucrados en transferencia

¹ La innovación radical se caracteriza por pertenecer a sectores con tecnología con rápido recambio y actualización, con un desarrollo de producto acelerado; telecomunicaciones, softwares, biotecnología, aerolíneas, publicidad, entretenimiento, por otro lado la innovación incremental es más importante para la mantención de la competitividad en los bienes de capital; herramientas mecánicas, equipamiento de fábricas, bienes durables, transporte, etc. (Hall & Soskice (2001))

tecnológica, el entorno donde se ubican las universidades con gran concentración de empresas con alto nivel tecnológico, universidades con misión clara que apoye la transferencia tecnológica, y finalmente la propia experiencia de la oficina de transferencia tecnológica de la universidad.

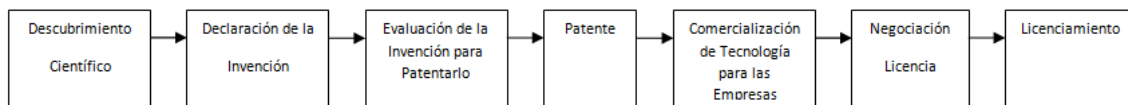
Otra forma de caracterizar la transferencia tecnológica es mediante la interacción entre los agentes que participan de ella, es así como Benavente (2004a) toma el vínculo entre la universidad y la empresa analizando sus características, problemas y distintos mecanismos de vinculación y solución. Principalmente se basa en las fallas de mercado que existen en la relación universidad-empresa y cómo el Estado intenta resolver estos problemas por medio de distintas instituciones.

Parte importante de la caracterización de la transferencia tecnológica es conocer los modelos que son utilizados por distintos países, economías e instituciones. Principalmente los modelos están compuestos por los tres agentes mencionados anteriormente, que interactúan y se relacionan en el proceso de producción y transferencia de conocimiento. Estos modelos han sido diseñados en base a la experiencia de las universidades y su vínculo con la firma y el Estado.

1. Modelo de Transferencia Tecnológica

1. Modelo Lineal

Como lo dice su nombre, este tipo de transferencia tecnológica, desde la universidad a la empresa, ocurre de manera lineal en distintas etapas. Estas se identifican de la siguiente manera:



Fuente: Siegel et al (2004)

En las primeras etapas, desde el *Descubrimiento Científico*, por parte de la universidad, hasta la etapa de patente, existe la participación activa de los científicos de la universidad; luego las *Oficinas de Transferencia Tecnológica (OTT)* participan desde la *Declaración de la Invención* hasta que termina el proceso con el *Licenciamiento*, y por último la empresa participa desde la comercialización de la tecnología hasta obtenerla.

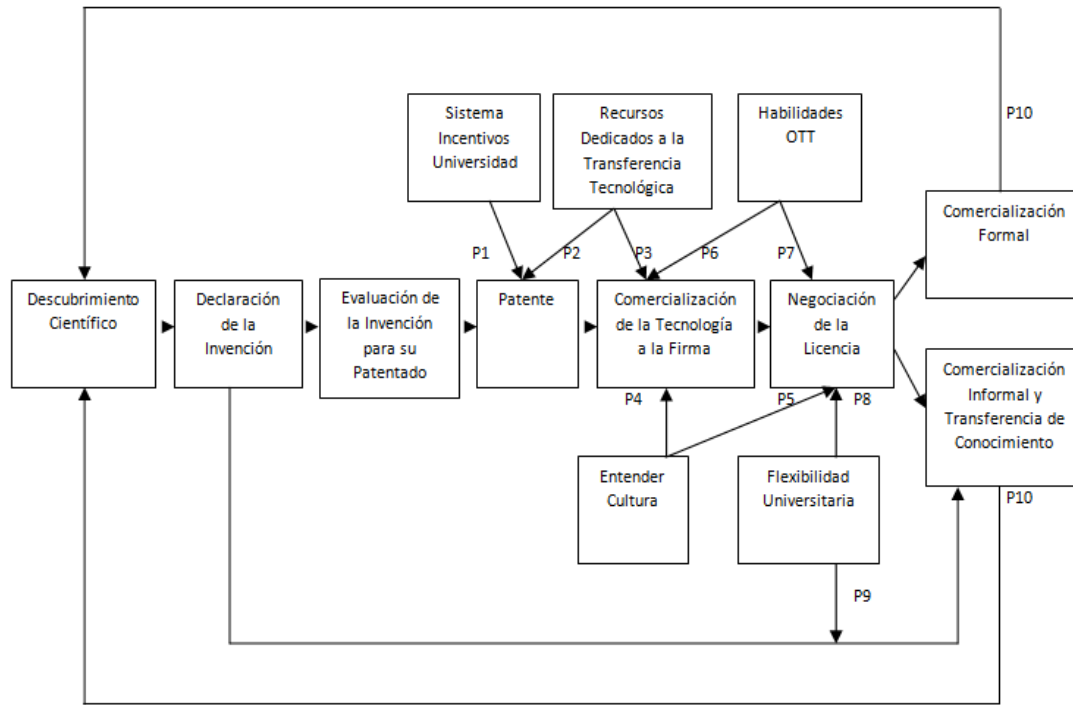
Siegel et al. (2004) caracteriza la primera etapa del modelo como una forma de búsqueda y apropiación de conocimiento, donde el científico universitario utiliza recursos públicos, entregados por una institución gubernamental, para la investigación de nueva tecnología. Después de hacer el descubrimiento entra en juego la *OTT*. En ese momento el científico firma un documento de declaración de la invención, donde se analiza la viabilidad del proyecto en cuestión, para su

posterior patentado². Luego de esta primera etapa la *OTT*, en conjunto con la universidad, buscan posibles industrias donde se podría introducir esta nueva tecnología. Muchas veces los científicos también participan de este proceso para velar por sus intereses y para los cuales fue desarrollada la tecnología. Los funcionarios que participan buscan en la negociación un acuerdo de licencia con la empresa que le entregue beneficios a futuro, los cuales pueden ser royalties y/o participación en nuevas empresas. En el fin de este proceso la tecnología se transformó en un bien transable. Hay que dejar claro que este proceso lineal, que muestra desde el trabajo universitario científico hasta la posterior comercialización de la tecnología, es solo un proceso estático que no representa los dinamismos y la complejidad que puede tener la transferencia de tecnología.

2. Modelo Dinámico

El autor, tomando en cuenta las falencias del modelo anterior y usándolo como base, desarrolla el modelo dinámico. Este modelo es más completo que el anterior al analizar factores internos del proceso de transferencia, donde añade 10 supuestos que ayudan a sustentar el nuevo modelo.

² Siegel et al. (2004) argumenta utilizando el ejemplo de Estados Unidos; en la Ley Bayh-Dole (rige desde 1980, donde se autoriza a las universidades a cobrar derechos por los conocimientos susceptibles comercializados y que tengan financiamiento por parte de entidades gubernamentales) se estipula que el científico tiene que firmar ante la *OTT* una declaración de invención, que luego es revisado por funcionarios de la Universidad, sirviendo como mecanismo de protección de la posible patente.



Fuente: Siegel et al (2004)

Los supuestos los obtienen de un estudio elaborado con 55 empresas entrevistadas, asociadas con 5 universidades de investigación de Estados Unidos, en una investigación cualitativa para poder saber los problemas organizacionales claves en promover la transferencia de conocimiento y tecnología.

Estos supuestos o propuestas son las siguientes:

- P1: Las universidades que proveen mayores incentivos por facultad en transferencia tecnológica generan más patentes y licencias.
- P2: Universidades que asignan mayores recursos a las OTT generan más patentes y licencias.
- P3: Universidades que asignan mayores recursos a las OTT dedican más esfuerzo en comercializar tecnología a las firmas.

- P4: El no entender la cultura de las firmas reduce la efectividad de las universidades en comercializar sus tecnologías con ellas.
- P5: El no entender la cultura de las firmas impide la negociación de los acuerdos de patentes y licencias.
- P6: OTT manejadas por personas con habilidad y experiencia para la negociación dedican mayor esfuerzo en generar vínculos con las empresas.
- P7: OTT manejadas por personas con habilidad y experiencia para la negociación y “*know how*” son más exitosas a la hora de cerrar tratos de transferencia tecnológica.
- P8: Un mayor grado de inflexibilidad de las universidades resultará en una menor cantidad de acuerdos de transferencia tecnológica con las firmas.
- P9: Cuando la inflexibilidad de la universidad es alta, científicos universitarios evitan los procesos formales de transferencia tecnológica, utilizando vías informales de comercialización y de transferencia de conocimiento.
- P10: Universidades que se involucran en la transferencia formal e informal de tecnología experimentan un crecimiento de la actividad de investigación básica.

Como se ve en la figura anterior, este modelo caracteriza la transferencia tecnológica por canales formales e informales, incluyendo varios factores como incentivos, habilidades de negociación, el entendimiento de la cultura y la utilización de recursos en OTTs. Todos estos factores explican la capacidad para patentar y comercializar la tecnología y la posterior negociación de las licencias. Al

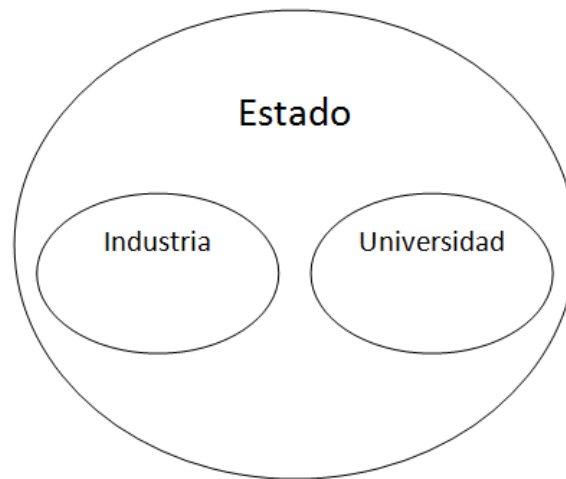
igual que el modelo anterior este tiene falencias, como la falta de control por factores externos, como lo son el Estado y la coyuntura. Si bien este modelo es más completo que el anterior, sigue con la estructura del modelo lineal que es por etapas y donde distintos actores influyen pero no actúan ni internalizan el aprendizaje en otras fases o en otros procesos de creación de conocimiento, lo cual puede llevar a una cierta miopía de las necesidades de la sociedad, incluso en cambios de la demanda de conocimiento donde los procesos de creación cambian.

3. Modelo Triple Hélice

El nombre de este modelo se debe a que a diferencia de los modelos vistos anteriormente, este incluye al Estado, cumpliendo funciones de mediación, aporte de recursos, regulación, etc. Esta trinidad Universidad-Empresa-Estado se puede ver de distintas maneras dependiendo de la evolución de la transferencia tecnológica y de los sistemas de innovación a lo largo del tiempo. En este sentido se ven los cambios en las instituciones y las relaciones entre los agentes para con el Estado.

1. Triple Hélice I

La Triple Hélice I se puede definir en un momento histórico específico como dice Etzkowitz & Leydesdorff (2000). En este caso se deriva del hecho de que el Estado cubre la Universidad y la Industria, estableciendo y dirigiendo la relación entre estos dos.

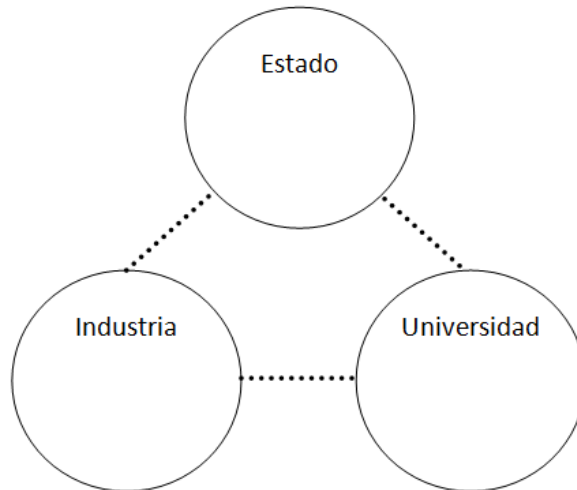


Fuente: Etzkowitz y Leydesdorff (2000)

Los autores señalan que el modelo se pudo representar fuertemente en sistemas como el de la Unión Soviética y países de Europa Oriental, refiriéndose a "socialismo real". Así mismo, dicen que versiones más débiles del modelo se pueden encontrar en países de Latinoamérica o de Europa como Noruega.

2. Triple Hélice II

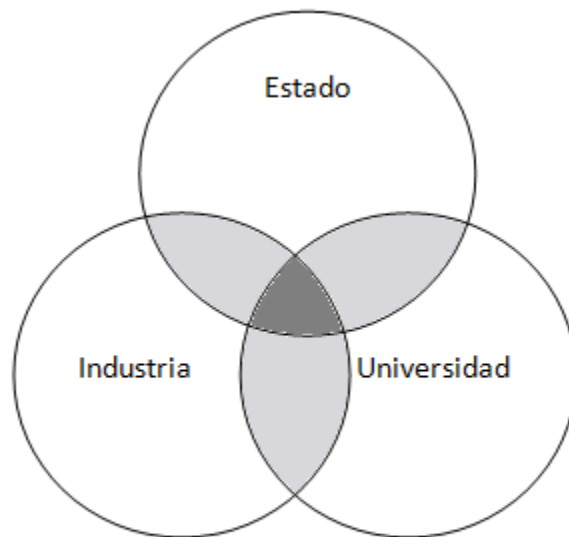
Este modelo toma los tres agentes como independientes, con límites bien establecidos, donde cada uno interactúa por separado con el resto de los agentes.



Fuente: Etzkowits y Leydesdorff (2000)

3. Triple Hélice III

Por último, los autores explican el sobre-posicionamiento de las circunferencias como la generación de infraestructura de conocimiento. Cada institución toma el rol de las otras, generando un tipo de institución híbrida, que es lo que sucede en la intersección de los tres agentes. En este caso surgen instituciones que cumplen más de una función, como pueden ser empresas de creación de tecnología, o empresas de investigación y desarrollo del gobierno para desarrollo regional. Esta dinámica se genera principalmente por incentivos generados por el Estado, pero no controlados por él, sino que son manejados por nuevas instituciones que promueven la innovación o mediante leyes como Bayh-Dole Act en Estados Unidos.



Fuente: Etzkowitz y Leydesdorff (2000)

Podemos ver que este último modelo de hélice es el más completo de los tres, donde no es solo el Estado el mediador y director como en el primer modelo, y tampoco se relacionan mediante el "*laissez-fair*" como en el segundo, sino que los tres interactúan generando espacios en los cuales las instituciones o agentes cumplen más de un rol en la creación y transferencia de conocimiento, y donde el principal objetivo es generar un ambiente donde los tres agentes se preocupen del desarrollo y transferencia de nuevas tecnologías y conocimiento.

4. Modelo Catch-Up

Este modelo ha sido muy utilizado por países en desarrollo, donde toman tecnología extranjera, la imitan y mejoran. Hobday (1995) muestra que países como Taiwán, Singapur, Corea del Sur y Hong Kong son buenos ejemplos a la hora de ver el modelo. En su estudio los resultados muestran que las empresas

locales asimilaron tecnología de corporaciones transnacionales y sus relaciones entre ellas, adaptando y mejorando la tecnología en un período no mayor a 30 años.

Sin ir más lejos, durante los años setenta los gobiernos hicieron muchos esfuerzos en lograr ser países industrializados. Kim (2001) señala como Corea del Sur utilizó distintos mecanismos para poder pasar de ser un país del *aprender haciendo* a ser uno del *aprender investigando*. Este nombra los cuatro principales mecanismo que se usaron: educación dirigida a la creación de capital humano, transferencia de tecnología extranjera, la creación de *chaebols*³ y movilidad de personal técnico experimentado. Pero a su vez, existen diferentes matices en los modelos *catch-up* y estos dependen de la trayectoria que pueda tomar la tecnología y del ambiente en el cual se desarrollan. El autor identifica la trayectoria de la tecnología en los países *catch-up* en distintas etapas: adquisición, asimilación y mejora. Por otro lado define las interacciones de las instituciones con el ambiente en la cual se desenvuelven, es decir, en la *comunidad internacional* (Inversión extranjera directa, licencias extranjeras, compra de bienes de capital, y migración de capital humano), la *comunidad doméstica* (universidades e institutos de investigación) y con los *esfuerzos internos* (esfuerzos propios de I+D, aprender haciendo y experiencias de producción)⁴.

³ Grandes grupos industriales, con presencia en distintos sectores económicos, donde chaebols significa "negocio familiar".

⁴ El aprendizaje de estos ambientes es manejada por cinco factores; mercado/ambiente tecnológico; educación formal, cultura, estructura organizacional y políticas públicas. (Kim, Linsu. 1997. Imitation to Innovation: The Dynamics of Korea's Technological Learning).

Fue así como durante los años ochenta hubo un cambio radical, pasando de la imitación duplicatoria a la imitación creativa, y fue en este estadio donde el gobierno empezó a implementar profundas reformas universitarias para aumentar la calidad de la educación superior, repatriando científicos coreanos con vasta experiencia que desarrollaron y crearon nuevos centros de innovación e I+D. Así este país pasó de duplicar tecnología a imitar, transformar y crear nuevas tecnologías, siendo capaces de concebir y transmitir nuevos conocimientos, con *chaebols* apostando por la inversión en I+D. Por otro lado, ya en los 90, muchos *chaebols* siguieron otros caminos como la “inversión del éxodo de competencias”, las cuales fueron muy importantes para llegar a ser pioneros en innovación y nuevas tecnologías (Kim, 2001).

2. Evidencia Internacional

1. Los Primeros Pasos: El Cambio de Carácter en la Misión e Investigación Universitaria

Durante los últimos cien años el mundo ha venido experimentado un dramático cambio en la generación de riqueza, pasando esta de ser una de bienes tangibles basada en recursos naturales, a una de bienes intangibles sostenida en la generación de conocimiento. Esta situación llevó consigo un impacto en el papel general de las universidades, haciendo que se modifique desde uno relativamente independiente centrado en la búsqueda y generación del conocimiento, hacia un rol que las hace jugar una posición clave en la transferencia de tecnología y conocimientos resultantes de la investigación pública hacia los sectores productivos.

Ya en los siglos XVIII y XIX destacó el sistema de innovación de Gran Bretaña, el cual generó cambios revolucionarios en las técnicas de energía y transformación de material (carbón, hierro y vapor), en la organización de la producción (“Factory System”) y en el transporte (ferrocarril y el barco de vapor) (Nelson, 1993). Durante esos años, el sistema de innovación británico no tenía comparación, por lo que puede ser considerado como uno de los pioneros en la búsqueda sistemática del avance tecnológico de la era moderna.

Así también, según lo expuesto por Pritchard (2004), tras la fundación de la Universidad de Berlín (llamada posteriormente Universidad Humboldt de Berlín, en honor a su fundador Wilhelm von Humboldt) en el año 1810 en Alemania, se dieron pasos claves para la mayoría de los sistemas nacionales de innovación en el mundo: orientar la universidad hacia la investigación, combinando la función educativa con el avance del conocimiento científico; y generar empresas basadas en la ciencia con departamentos de investigación y desarrollo separados de los departamentos de producción (Nelson, 1993). De este modo, y junto con el impulso que se le dio a la educación técnica, Alemania logró ser el precursor de las innovaciones sociales en Europa y el mundo.

En esta misma época, el movimiento "Land Grant" llevado a cabo en Estados Unidos a mediados del siglo XIX, creó universidades que se fueran comprometidas con sus respectivas regiones. De este modo, el modelo académico de las universidades "Land Grant" inspiró un elemento muy significativo, por ejemplo, en el crecimiento del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), haciéndola una escuela altamente involucrada en el desarrollo regional del área de Boston y posteriormente de toda la zona de Nueva Inglaterra, considerando siempre las necesidades y circunstancias locales para el desenvolvimiento de sus programas de investigación y formación (O'Shea et al., 2007). Posterior a la depresión de los años '30, el presidente del MIT planteó la hipótesis de que las universidades intensivas en investigación de Nueva Inglaterra podían sustituir a los recursos naturales que le faltaron siempre a la región, desarrollando así instancias de formación de nuevas firmas a través de sus propios académicos. Esta estrategia

de asistencia a la formación de firmas se basó en la investigación académica originada a principios del siglo XX como parte de una nueva tesis desarrollo económico regional basado en las ventajas comparativas de Nueva Inglaterra. De este modo se comenzaron a establecer y desarrollar vínculos entre las universidades (en general, las universidades públicas) con la industria (a través de establecimientos de investigación industrial). Sin embargo, cabe destacar que, de acuerdo a Nelson (1993), el financiamiento público a las universidades durante esa época en Estados Unidos estuvo a cargo de los gobiernos estatales en lugar de estar respaldado por el gobierno federal, provocando que los planes de estudios y la investigación de las universidades públicas se orientaran mucho más a las oportunidades comerciales que iban apareciendo.

Paralelamente a esto, el paso de la universidad “tradicional” a una “emprendedora” mencionado anteriormente coincidió con el incremento en la concentración de actividades económicamente relacionadas (clústeres de firmas de alta tecnología como son Silicon Valley, Research Triangle, Bangalore, Finnish Pharma, etc.) (Adams, 2005). Sin embargo la prosperidad de estos clústeres no se dio de la noche a la mañana. Así, un elemento que la mayoría de los clústeres exitosos comparten es que fueron edificados por uno o más pilares académicos⁵. Para el caso puntual de Silicon Valley, apoyado principalmente por la Universidad de Stanford, las actividades universitarias que involucraban *start-ups* fueron bastante limitadas en un principio (desde los años 1930s a los 1950s), por lo que los

⁵ v.g. Ruta 128 tiene Harvard y MIT; Research Triangle tiene a la Universidad de Carolina del Norte, la Universidad Duke y la Universidad Estatal de Carolina del Norte; Austin tiene la Universidad de Texas; Bangalore tiene El Instituto Indio de Tecnología y Silicon Valley tiene Stanford.

programas de alcance a la industria por parte de la academia fueron dominados por firmas ya establecidas, con sede fuera del valle. Hewlett-Packard (década del '30), Varian Associates (década del '40) y Watkins-Johnson (década del '50) aparecieron para apoyar el rol continuo como incubadora de Stanford en ese momento. Estas tres firmas involucraban actividades de los mismos profesores de Stanford y estaban ubicadas en Stanford Industrial Park. Sin embargo, durante los años formativos del valle, había muy pocas actividades relacionadas fuera de esas tres empresas, de hecho, sólo el 2% de los start-ups fundados en la década del 60 fueron iniciados por gente de Stanford. Así también, de acuerdo a O'Shea et al. (2007), durante este mismo período, específicamente durante la década de 1950, y dado el aumento de la tensión entre Estados Unidos y la Unión Soviética el gobierno federal de Norteamérica llevó a cabo un importante gasto en investigación, velando activamente por una nueva tecnología de la defensa, y protegiendo también al sector privado para que desarrollara tecnologías y construyera dispositivos que ayudarían a hacer al país lo suficientemente fuerte en materia militar para asegurar el dominio del liderazgo mundial de EE.UU. En esa misma época se propuso al presidente Truman un reporte llamado *La Frontera Sin Fin*, en donde se apuntaba a un intenso esfuerzo en tecnología avanzada al servicio de la política extranjera y bienestar de la nación. Contratos de defensa, tanto para la investigación como para los procesos de desarrollo y adquisiciones, alimentaron el crecimiento de las comunicaciones, de la informática y de la industria electrónica en las décadas de los 50s y 60s. Por lo tanto, este período resulta clave para el sistema de innovación estadounidense, ya que los fondos federales de investigación se expandieron en la posguerra, desplazando el papel

que desempeñaban los gobiernos estatales como actores esenciales en este sistema. Es por esto que Nelson (1993) destaca que el poderoso papel que juega el gobierno federal en el sistema nacional de innovación de Estados Unidos de la posguerra no estuvo vinculado a ninguna estrategia económica en sí, sino que, estuvo motivada en gran parte por las preocupaciones de seguridad nacional y por el avance soviético en la conquista espacial.

2. El Desarrollo Concreto de la Transferencia Tecnológica desde la Universidad a la Industria

Si bien es cierto que durante la primera mitad del siglo XX se pudo identificar un cambio en el carácter de la misión e investigación universitaria en gran parte del primer mundo, no fue sino hasta la década de 1980 en que se concretaron avances puntuales en la generación, promoción y comercialización de la tecnología y el conocimiento por parte de las principales universidades de Norteamérica, Europa y Oceanía.

Para el caso de Estados Unidos, la ley de innovación tecnológica de 21 de octubre de 1980 significó el principio de una serie de medidas legales que condujeron a reconocer la necesidad de mejorar la disseminación de información desde el Gobierno federal al sector privado. De la misma forma se promovió que los laboratorios Federales tuvieran un papel más activo en relación con la transferencia de tecnología. Igualmente se indicaba en esta ley que los laboratorios federales deberían establecer Oficinas Especializadas en Transferencia de Tecnología (ORTA, por sus siglas en inglés). Todo ello fomentó de forma extraordinaria el florecimiento de nuevas empresas de base tecnológica y supuso un cambio de las relaciones universidad-empresa. Se incorporó en la ley un concepto de transferencia de tecnología internacional como uno de los objetivos del desarrollo tecnológico y se propusieron indicadores para medir su nivel de inserción. Igualmente, se transfirió a cada laboratorio científico o

tecnológico la obligación de generar su política de transferencia de tecnología creando oficinas de investigación y aplicaciones tecnológicas como elementos estructurales de soporte al proceso de transferencia, haciendo especial mención del papel de estímulo de la transferencia de tecnología en beneficio de las regiones. La ley de Bayh-Dole puso las bases para la relación entre universidad, gobierno e industria en el campo de la comercialización tecnológica, permitiendo que los agentes generadores de nuevo conocimiento retuvieran ciertos derechos relativos a las invenciones desarrolladas en el marco de proyectos financiados por el gobierno. Los impactos de este nuevo marco legal no se hicieron esperar, la inversión privada en I+D subcontratada en las universidades aumentó un 160% en 15 años. Igualmente beneficioso fue el incremento en el número de patentes producidas en las universidades (230 patentes en 1976 y 1.346 patentes en 1991) (Rubiralta, 2004).

En lo que se refiere a la coyuntura puntual de la Universidad de Stanford, es en esta época cuando los profesores y alumnos egresados fundaron cientos de firmas gracias a la constante “concentración de cerebros” dentro de la institución y el permanente apoyo por parte de la universidad en la formación de *start-ups*. Gracias a esto, se lograron crear algunas de las empresas más icónicas de Silicon Valley: Silicon Graphics, Sun Microsystems, Cisco Systems, Yahoo y Google (Adams, 2005).

En el caso del MIT, de acuerdo a (O’Shea, 2007), es en 1985 en donde establece la Oficina de Licencias de Tecnología (TLO, por sus siglas en inglés), conocida anteriormente como la Oficina de Patentes, Derechos de Autor y Licencias. La

TLO juega un papel muy proactivo en actividades de transferencia tecnológica: en lugar de esperar un empujón tecnológico en respuesta a las solicitudes de licencias que puedan tener las empresas externas interesadas, la TLO alienta a los investigadores a divulgar invenciones de inmediato, y después, evalúa de forma rápida y cuidadosa el valor de mercado de las invenciones, y obtiene la protección de la propiedad individual. También se reúne con los capitalistas de riesgo para discutir las nuevas tecnologías y las investigaciones en curso que puedan ser apropiadas para un emprendimiento. La TLO está en una sintonía cercana a la misión de desarrollo económico de la universidad y a la cultura empresarial de la institución de promoción de start-ups. En armonía con el enfoque de apoyo de la universidad al emprendimiento de sus profesores y alumnos, las políticas de apoyo a la comercialización han evolucionado. Un sin número de principios básicos guían las políticas de conflictos de interés del MIT en transferencia tecnológica. En este sentido el MIT es reconocido por tener una de las más estrictas políticas en el manejo de conflictos de interés que emergen de sus licencias y colaboraciones con la industria. Según el director de TLO, estas políticas claras, bien pensadas y constantemente aplicadas, son diseñadas para facilitar los start-ups. La sencillez, el rigor y las reglas sin excepciones para mantener separados al MIT de sus start-ups realmente ayudan a mantener las cosas en movimiento, porque las negociaciones no se estancan mientras los comités reflexionan sobre las excepciones y riesgos. También en esta época emergen los "Programas de Desarrollo Emprendedor" que van en directo apoyo a la promoción de ideas por parte de sus alumnos y profesores. El apoyo al emprendimiento ha sido durante mucho tiempo una parte importante de la cultura

del MIT, pero su papel e importancia se han acelerado de manera dramática. Este aspecto de la cultura del MIT es fomentado de muchas maneras. Una de las más visibles de estos programas es el *Centro de Innovación Tecnológica "Deshpande"*. Este centro identifica a investigadores del MIT con ideas prometedoras que se pueden desarrollar con mayor rapidez, entregándoles una pequeña subvención de dinero para la investigación en curso, así como también, asesoramiento de expertos para guiar el spin-off. El MIT no se satisface con la producción de conocimiento, patentes y de grados académicos, sino que el MIT quiere que esas cosas se apliquen al uso comercial, y que intenten de formar su propio staff, haciendo que los estudiantes se vuelvan lo suficientemente competentes para realizar emprendimientos de alta tecnología con éxito.

Es también durante la década de 1980 en que surge el capitalismo académico en el Reino Unido. Desde 1982 en adelante, las universidades comenzaron a abrir sus oficinas de transferencia tecnológica. Sin embargo, no es hasta el año 1997 que las universidades recibieron tanto un aumento en el financiamiento a la investigación como también un incremento en el apoyo del gobierno a las actividades empresariales (Smith & Ho, 2006). Los incentivos financieros por parte del gobierno para desarrollar las actividades orientadas a la investigación y al desarrollo de servicios de orientación comercial se muestran en la siguiente figura.

Año	Iniciativa	Propósito
1998	Higher Education Reachout to Business and the Community (HEROBaC)	Financiar el apoyo a las actividades para mejorar los vínculos entre las universidades y sus comunidades.
1999	University Challenge Fund (UCF)	Suministrar capital semilla a los procesos de transferencia tecnológica
1999	University Science Enterprise Centres (SEC)	Enseñar emprendimiento para apoyar la comercialización de ciencia y tecnología.
2001	Higher Education Innovation Fund 1	Incrementar las capacidades de las universidades para aumentar su colaboración con las PYMES.

Fuente: Minshall and Wicksteed (2005).

No son solo las universidades las que están “incentivadas” a ser emprendedoras en el Reino Unido; desde el año 2000, a los laboratorios fundados por el gobierno también se les han dado incentivos similares a las universidades para una orientación más comercial. En 2001, se introdujo el *Fondo de Explotación de la Investigación del Sector Público* junto con las nuevas directrices sobre incentivos y la toma de riesgos. A diferencia de EEUU, sin embargo, el sistema de soporte a la innovación local del Reino Unido no tiene financiamiento automático a ninguna escala. La mayoría de las iniciativas tienen fondos del *Departamento del Comercio e Industria*; aunque en un inicio, las principales actividades de apoyo a la ciencia y empresas tecnológicas fueron iniciadas por un fondo de caridad local. Esto incluye eventos de creación de redes, el establecimiento de incubadoras y la *Red de Oportunidades de Inversión de Oxfordshire* (OION, por sus siglas en inglés) que vincula a los inversores con las empresas. Para el caso puntual de La Universidad de Oxford, al igual que en las universidades mencionadas anteriormente, también se tiene un sistema de comercialización de elite. El principal mecanismo de *spin-offs* universitarios se da a través de “*Isis Innovation*”: la empresa de transferencia tecnológica de la universidad. Esta organización, aunque se formó en 1988, no

llegó a ser la fuerza impulsora para la comercialización de las actividades de investigación de la universidad sino hasta 1997, con el nombramiento del Dr. Tim Cook, un empresario exitoso y ángel inversionista. Bajo su liderato, “*Isis Innovation*” se ha expandido y ahora tiene el mayor número de staff de comercialización de las universidades británicas y ha tenido mucho éxito atrayendo tanto a fondos del gobierno como privados para actividades de *spin-offs*, habiéndose adjudicado fondos de todos los principales programas del gobierno mostrados en la figura anterior.

Otro sistema exitoso explotado principalmente desde la década de 1980 se centra en el plan de desarrollo ejecutado con éxito en *Baden-Württemberg* y *Baviera* 312, Alemania. Cabe destacar primero que, de acuerdo a Nelson (1993), después de la Segunda Guerra Mundial, el país fue dividido en dos estados con los sistemas político-económicos opuestos, la República Federal de Alemania en el oeste (capitalista) y la República Democrática Alemana en el Este (socialista). Tras la caída de la Unión Soviética, la RDA se unió a la parte occidental, adoptando todas las instituciones políticas y económicas de la República Federal incluidos los relativos a la tecnología y la ciencia. Así, el actual modelo de crecimiento germano tiene la ventaja de aportar indicios de racionalidad en la elaboración de las políticas estatales (“*Bund*”) y los gobiernos regionales (“*Länder*”). La inversión en I+D realizada de forma decidida por ambas administraciones, las políticas de incentivo de la innovación, la construcción de estructuras de promoción de nuevas empresas de base tecnológica y de atracción de empresas de biotecnología internacionales alrededor del área de Múnich, juntamente con un modelo

económico mixto en donde se complementan grandes empresas multinacionales con grandes centros de excelencia (Max Planck Society) y estructuras originales de transferencia de tecnología y de apoyo a la empresa como los “*Fraunhofer*” y la *Fundación Steinbeis*, pueden explicar en parte su éxito reciente, al menos como una de las bio-áreas más innovadoras y dinámicas de Europa (Rubiralta, 2004); (Leydesdorff & Fritsch, 2006).

También en Canadá, los últimos 20 años han significado una evolución importante en la intensificación de la Investigación y Desarrollo (I+D), sobre todo después de la publicación en 1980 del documento de política científica “*Un Proyecto Colectivo*” y en 1982 en plan estratégico de acción económica “*Cambio Tecnológico*”. A diferencia de los casos analizados anteriormente, el sistema de innovación canadiense se ha centrado históricamente en agregar valor a los abundantes recursos naturales que el país posee, siendo este sector el que ha logrado tener un gran éxito innovador. Esto, sin embargo, ha provocado diversos comentarios debido a que el sistema innovativo no ha sido capaz de alcanzar otras industrias locales (como la de ingeniería, por ejemplo), lo que ha influido en una fuerte dependencia canadiense a los recursos naturales.

Por otro lado, y en contraste con los dos casos estadounidenses mencionados anteriormente (MIT y Stanford), una de las características principales del sistema canadiense, más específicamente, de lo que se ha experimentado en la región de Quebec, es que el gasto privado en I+D es considerablemente más significativo

que el gasto público⁶. Es por esto que este sistema de innovación se ha distinguido principalmente por la apertura a las organizaciones internacionales, haciendo que las empresas de propiedad extranjera contribuyan al desarrollo de economías de aglomeración y sirvan como incubadoras de *start-ups*. Esto ha facilitado la participación de Canadá en el sistema estadounidense, tanto como usuarios y como proveedores. Sin embargo, se ha criticado que esto ha tendido a centralizar toda la actividad innovadora hacia Estados Unidos, reportando así dificultades para generar interés local en el trabajo de organizaciones de investigación gubernamentales y universidades (Nelson, 1993). Es acá donde aparece el aspecto público, ya que el Gobierno de Quebec y el Gobierno Federal de Canadá aprobaron un conjunto de medidas entre los años 1980 a 1998 que provocaron que el esfuerzo en investigación industrial pasara del 0,51% al 1,33% del PIB (Rubiralta, 2004). De acuerdo a Landry et al. (2006) todo esto motivó a un proceso mucho más dinámico entre la universidad y la empresa, que dio lugar a un rápido crecimiento en subcontratación de investigación y servicios públicos por parte de la industria. Así también, la protección de la propiedad intelectual y los derechos institucionales individuales sobre esta propiedad intelectual son dos aspectos fundamentales que han sido positivamente resueltos. Precisamente, es asumido en general que la propiedad intelectual de los resultados de la investigación pública pertenece a la institución, actuando como interlocutor único en los procesos de negociación.

⁶ La inversión privada en I+D en este sistema de transferencia tecnológica se acerca a los dos tercios de los gastos internos totales, aportando unos 2,6 millones de dólares canadienses de un total de 4 millones (Rubiralta, 2004).

Otro caso importante a destacar es el de los sistemas de innovación de Australia y Nueva Zelanda, ya que en ambos países se da prioridad al desarrollo de la innovación en las industrias procesadoras de recursos naturales, lo que entrega lineamientos que sirven de ejemplo concreto a países como Chile. Además, estas naciones oceánicas han hecho grandes esfuerzos por generar transferencia de conocimiento y tecnología que vayan al servicio de industrias nuevas, específicamente en las de biotecnología y *NTIC's*. La principal función hasta el momento de estas es adicionar valor a gran parte de los recursos naturales, permitiendo así la comercialización de estos nuevos productos en agroindustria, en el sector forestal, en la acuicultura y, especialmente, en la minería. De este modo han logrado mantener al sector de recursos naturales como uno de los pilares de la economía, desarrollando ventajas en torno a servicios, tecnología y nuevos nichos asociados a la explotación de dichos recursos (Tokman & Zahler, 2004).

Así también, según lo puntualizado por Moguillansky (2006), en ambos países la existencia de una estrategia nacional de innovación es coherente con el surgimiento de estrategias sectoriales o regionales. Si bien; al igual que los casos norteamericanos principalmente; los privados comparten la visión y participan en el proceso, el gobierno también ha desempeñado una labor fundamental, con su visión de futuro y con recursos para impulsar la estrategia. Los programas desarrollados en torno a la estrategia de innovación involucran una cantidad muy respetable de recursos. Estos programas tienen metas y objetivos precisos, así

como indicadores de evaluación de los resultados. En ciertos casos los resultados son evaluados por agencias externas. Es en función del desempeño que los fondos son reinvertidos o se extienden los plazos y presupuestos. Así también, las autoridades de ambos países reconocen que sin una colaboración estrecha entre el empresariado, el sector público y los científicos, se dificulta enormemente la concreción de las políticas. Estas pueden estar muy bien delineadas, pero sin comunicación entre los actores, los resultados no suelen ser positivos. Es por ello que se visualiza el sistema nacional de innovación como una red compleja de relaciones e interdependencias dirigidas hacia las industrias de recursos naturales, y no como una colección atomizada de organismos y actores. En ambos países se observa que los programas son apoyados por distintos organismos, ya sea complementando las áreas de investigación o mediante esfuerzos conjuntos que crean una masa crítica para la investigación, o complementan los recursos. Por otra parte, el vínculo entre la empresa y la academia es biunívoco, en el sentido que parte del desarrollo científico tiene que tener una aplicación en la empresa, por lo que los programas de incentivos ponen el acento en la comercialización. Por otra parte, la empresa tiene que tener interés por demandar el conocimiento científico. Tanto en Australia como en Nueva Zelanda se crearon organismos que facilitan esta tarea, tales como las “*Corporaciones de Investigación y Desarrollo*” (RDC, por sus siglas en inglés), con su especial aplicación a las industrias rurales, y los Centros de Investigación Colaborativa en Australia, o los consorcios tecnológicos en Nueva Zelanda. Si bien, algunos programas favorecen explícitamente Pymes, en general todo el diseño de políticas en los sistemas de innovación de ambos países responde a resolver las trabas que normalmente

afectan a las empresas pequeñas y medianas para el desarrollo de nuevos procesos y nuevos productos. Por ejemplo, los RDC en Australia, al cual se asocian diversas cadenas productivas, tienen a su cargo promover los proyectos de investigación y desarrollo vitales para la competitividad de todas las empresas. Estas concurren con un gasto como porcentaje de sus ventas (entre 1 ó 2%) y se benefician de los recursos equivalentes aportados por el Estado y de las innovaciones resultantes. Esto les permite hacer un permanente *upgrading* tecnológico, aumentar los ingresos de sus exportaciones, lo que contribuye en definitiva a mantener una mayor igualdad en la distribución de los ingresos.

Ahora, el caso puntual de Australia, tal como se mencionó anteriormente, ha servido como ejemplo en la transformación de la ventaja competitiva que tiene como país intensivo en recursos naturales para potenciar su desarrollo. Sin ir más lejos, ha sido considerado históricamente como un país minero, y sin embargo, hoy exporta más servicios y tecnología asociada a la minería que a sus recursos, logrando fortalecer y extender sus ventajas competitivas a través de la innovación y el desarrollo tecnológico. Esto, según a lo expuesto por Urzúa (2012), se debe en gran parte al hincapié que se le ha puesto al crecimiento de los “*Servicios Mineros Intensivos en Conocimiento*” (KIMS, por sus siglas en inglés). Los KIMS australianos conforman un amplio rango de servicios y productos provistos a proyectos y operaciones de inversión minera en cualquier etapa del proceso (desde la exploración hasta el cierre de la mina), comprendiendo actividades como servicios de exploración, servicios de planeación minera, diseño de equipamiento, dirección de proyectos, diseño de procesos metalúrgicos y servicios de injerencia

medioambiental. El surgimiento y desarrollo del sector de KIMS ha sido dirigido por dos procesos interrelacionados: la reestructuración de la organización de la producción de la industria minera (extendiendo su presencia global por medio de sus empresas) y el rejuvenecimiento tecnológico de esta industria. Estos dos procesos han creado un modo de interacción que combina la competencia entre las distintas firmas con cooperación regular entre ellas, logrando que este sector crezca más de cuatro veces más en productividad que el promedio de todas las demás industrias⁷.

Si bien es cierto que existen algunas diferencias en el financiamiento de los procesos de transferencia tecnológica de cada uno de los casos analizados, se pueden establecer algunos denominadores comunes que han hecho de estas universidades y regiones, actores generadores de transferencia tecnológica altamente exitosos en el mundo. Es así como la cultura de cada una de las instituciones, la concentración de investigadores altamente calificados, al ambiente regional, el vínculo con el sector privado, y por sobre todo, el importante financiamiento y apoyo gubernamental que reciben las oficinas de transferencia tecnológica, las incubadoras y los *start-ups* universitarios han hecho que los sistemas de innovación y comercialización del conocimiento de estos países sean modelos a los cuales analizar acabadamente para obtener lecciones considerablemente útiles para el caso chileno.

⁷ Desde 1980 hasta el año 2003, la productividad del sector minero creció en un 130%, versus un 30% que tuvo el promedio de las demás industrias (Urzúa, 2011).

3. Experiencia Chilena

En Chile, el vínculo entre la universidad, la empresa y el estado se ha forjado de una manera distinta a la de los casos internacionales analizados anteriormente. Esto debido principalmente al “inmaduro” compromiso y aporte que hasta el momento ha representado el sector privado en la generación conjunta de conocimiento con la universidad. De esta manera, el Estado ha tenido que cumplir un rol importante en la generación del vínculo entre la empresa y la universidad, siendo esta última el eje central de una gran parte de las políticas enfocadas en innovación y transferencia tecnológica.

Es en el año 1842 en que se funda la Universidad de Chile, institución de carácter público erigida con la idea de que el Estado debía velar por el progreso y la promoción de valores universales (Contreras et al., 2002). Desde entonces, esta casa de estudios ha sido la principal generadora de conocimiento científico y profesional del país. Por otro lado, en el año 1888 se creó la Universidad Católica⁸, respondiendo a la necesidad de crear una universidad confesional para enfrentar la fuerza de las ideas y políticas liberales de aquella época fomentadas esencialmente por el presidente Domingo Santa María. De este modo comienza a tomar forma el Sistema Nacional de Educación, incluyéndose a estas distintas universidades públicas y privadas a lo largo del país durante los primeros sesenta

⁸ Actualmente esta casa de estudios es conocida como “Pontificia Universidad Católica de Chile” (PUC), título honorífico otorgado por la Santa Sede y el Papa Pío XI mediante el rescripto del 11 febrero de 1930.

años del siglo XX⁹. Cabe destacar que hasta ese momento la función de la universidad se remitía casi exclusivamente a la enseñanza y la otorgación de títulos y grados, dejando bastante de lado la función investigativa. De este modo se puede apreciar que, a diferencia de los casos internacionales, recién se fueron estableciendo las labores de docencia en el sistema de educación superior chileno a finales del siglo XIX, mientras que en Norteamérica y Europa ya existía el concepto de una universidad enfocada en la investigación.

Es ya por los años cincuenta en que las distintas universidades, principalmente las dos estatales existentes hasta ese momento (Universidad de Chile y Universidad Técnica del Estado), comienzan a aumentar de manera considerable su cobertura, extendiéndose a gran parte de las regiones, diversificando también la oferta académica a través de la creación de nuevas y diversas facultades, carreras, especializaciones y, por sobre todo, centros de investigación y extensión. De este modo se comenzó a potenciar la investigación universitaria, principalmente básica, financiada de manera pública y caracterizada por la baja apropiabilidad de sus resultados, sus elevados efectos de propagación y sus diluidos efectos productivos (Tokman & Zahler, 2004). Esto difiere un poco, por ejemplo, con el caso estadounidense, en donde si bien es cierto que por esos años el gobierno federal se hizo parte importante del financiamiento a la investigación académica, esta estaba enfocada principalmente al fomento y apoyo de *start-ups* y a la

⁹ Durante la primera mitad del siglo se fundaron tres universidades privadas en regiones (Universidad de Concepción en 1919, la Universidad Católica de Valparaíso en 1928 y la Universidad Técnica Federico Santa María en 1929) y una casa de estudios pública en la Región Metropolitana de Santiago (Universidad Técnica del Estado en 1947). Ya en la década del cincuenta, se añadieron dos universidades privadas en regiones aún más alejadas de la capital (Universidad Austral de Chile en 1954 y la Universidad Católica del Norte en 1956).

generación de patentes que fueran de directa utilidad para los sectores productivos. Así también se diferencia de los procesos estadounidense y británico, puesto que en estos países el sector privado tuvo un rol fundamental (con vínculos en programas de incentivo estatal) en darle un carácter comercial a la investigación llevada a cabo hasta el ese momento.

Consciente de la necesidad de extrapolar la labor universitaria a la sociedad, con el fin de intentar solucionar los problemas reales del país, Juvenal Hernández; Rector de la Universidad de Chile¹⁰; buscó, entre otras cosas, hacer participar a los ingenieros activamente en la toma de decisiones que hasta ese momento era de carácter netamente político. Con este propósito, la Facultad de Ingeniería creó las carreras de Ingeniería Civil¹¹, Ingeniería Civil de Minas¹², además de las especialidades de Ingeniero Electricista e Ingeniero Industrial. Con esta base, se crearon e iniciaron sus actividades el Instituto de Metalurgia, el Instituto de Física y el Instituto de Investigaciones y Ensayes de Materiales (IDIEM) (Contreras et al., 2002). Este último ha sido hasta el día de hoy uno de las principales entidades en investigación, desarrollo, innovación y vinculación con los sectores de la construcción e industria del país, caracterizándose por el trabajo que realizan los ingenieros de alta calificación de la misma universidad. Así también, la Pontificia Universidad Católica de Chile no sólo se preocupó de la docencia y la investigación académica, sino que también buscó adaptarse a las necesidades del país, buscando distintas formas de transferir el conocimiento y la tecnología hacia

¹⁰ El rectorado de Juvenal Hernández se extendió entre los años 1933 a 1953 (Contreras et al., 2002).

¹¹ Esta carrera contemplaba las especialidades de hidráulica, estructuras y transportes.

¹² En esta carrera se impartían las especialidades de geología y metalurgia.

la sociedad. En este sentido, se impulsó en el año 1947, a través de la Escuela de Ingeniería, la Dirección de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Pontificia Universidad Católica (DICTUC). En un comienzo, siendo sólo el Instituto de Investigaciones de Materiales de la Escuela de Ingeniería UC, se buscó entregar certificación de productos de alta calidad, capacitación, perfeccionamiento, estudios y desarrollo de proyectos en las diversas especialidades de la Ingeniería (Krebs et al., 1993). Posteriormente, a través de la búsqueda de una oferta de servicios más diversificada y especializada, el DICTUC se encargó de gestionar y rentabilizar el conocimiento especializado de la Escuela de Ingeniería de la universidad. Por estos días se constituye como una filial de la Pontificia Universidad Católica, DICTUC S.A., y cuenta con servicios de laboratorio y certificación, asesorías especializadas, capacitación, gestión de la innovación y apoyo al emprendimiento, así como también se hace cargo de la administración de la incubadora de negocios de dicha casa de estudios (IncubaUC). Paralelo a esto, durante los últimos veinte años, se ha ido potenciando de manera robusta el desarrollo regional a través de las distintas oficinas y centros de innovación, transferencia tecnológica y licenciamiento de las Universidades de Talca, Antofagasta, Católica del Norte, Católica del Maule, Valparaíso, Concepción, Los Lagos y Austral, apoyando y fomentando el crecimiento de la industria agrícola, vitivinícola, hortofrutícola, acuícola, entre otras.

Actualmente en Chile existen 59 universidades que imparten docencia, de las cuales 20 se encuentran entre las 4.840 instituciones de todo el mundo

destacadas en investigación¹³. De estas 20 entidades chilenas, la Universidad de Chile, la Pontificia Universidad Católica de Chile y la Universidad de Concepción se ubican dentro de las 1.000 mejores en investigación, situándose en los lugares 430, 559 y 922 respectivamente. Cabe destacar que, tal como se mencionó anteriormente, la investigación llevada a cabo por estas universidades ha sido en mayor parte de carácter básica, manteniendo aún cierta distancia de las prácticas llevadas a cabo por los países analizados en el capítulo anterior. En este sentido, si miramos el número de patentes otorgadas por el registro de patentes de Estados Unidos en los últimos años a los investigadores residentes en Chile, se ha logrado obtener sólo una patente por millón de habitantes por año (Cruz, 2008) (Lederman & Maloney, 2004) (Tokman & Zahler, 2004), distanciándonos del promedio de los países pertenecientes a la OCDE, que alcanza 35 patentes por millón de habitantes por año.

Si bien es cierto que durante los últimos veinte años se han ido dando pasos importantes en Investigación y Desarrollo, sobre todo en el ámbito académico, todavía queda tarea por hacer para alcanzar los niveles de élite internacional. En este sentido, un hecho relevante es que nuestro país ocupa una posición rezagada en cuanto a iniciativas para innovar, ya que sólo gasta cerca de un 0,38%¹⁴ de su PIB en Investigación y Desarrollo, menos de un tercio de lo que en promedio destinan los países de la OCDE (Álvarez et al., 2011).

¹³ De acuerdo al ranking SCImago 2014.

¹⁴ Gasto Público en ciencia, tecnología, innovación y emprendimiento (CTIE). División de Innovación, Ministerio de Economía, 2014.

Lo anterior se identifica como una de las falencias del Sistema Nacional de Innovación chileno, ya que los esfuerzos del Estado - que hasta ahora han sido los más significativos, puesto que el ahínco del sector privado ha sido más bien tímido - no han sido todavía los suficientes para fomentar, establecer y desarrollar una política de innovación de excelencia a nivel país que vincule todos los sectores.

Sin ir más lejos, la innovación como tal en Chile inició ascendente “despegue” en el año 2004 en el mundo económico y político (Cruz, 2008), año en el cual se ingresó un proyecto de ley al Congreso que proponía la creación de un *Fondo de Innovación para la Competitividad* (FIC), siguiendo los pasos de los países líderes analizados en la sección previa, quienes ya en los años ochenta tenían establecidos distintos programas, fondos, y por sobre todo, políticas nacionales de innovación que permitían un vínculo real y eficiente entre las universidades, el Estado y las empresas. Hasta el día de hoy, el FIC ha sido un instrumento muy importante para dotar de nuevos y mayores recursos los distintos esfuerzos que el Estado realiza en torno a la innovación. De este modo, este fondo destina recursos a proyectos de investigación científica, innovación empresarial, transferencia tecnológica y emprendimiento a través de agencias públicas especializadas como son Innova Chile de CORFO, la “Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica” (CONICYT)¹⁵, entre otras.

Es en el año 2004 también en que se dio inicio a los consorcios empresariales¹⁶ en Chile, los cuales buscaban incrementar la colaboración entre las empresas y

¹⁵ De acuerdo a datos de la DIPRES, estas dos instituciones alcanzaron el 88% del gasto total del año 2013.

¹⁶ Denominados formalmente como *Consortios Tecnológicos Empresariales de Investigación*.

Universidades. De acuerdo a Álvarez et al. (2012), esta iniciativa se enmarca en el “Programa Bicentenario de Ciencia y Tecnología” (PBCT), impulsado por CONICYT, con el aporte de fondos del Banco Mundial, la CORFO y la “Fundación para la Innovación Agraria” (FIA). Este instrumento busca justamente el fomento de la investigación aplicada, de modo que los resultados de la investigación sean posibles de empaquetar en un producto o servicio para posteriormente comercializarlo. Esta herramienta ha sido esencial para fomentar la formación de empresas con las capacidades de tener como principal giro de negocio el desarrollar investigación de punta que esté orientada a satisfacer las necesidades que los sectores productivos puedan demandar, sin embargo aún no se cuenta con resultados medibles que permitan evaluar su efectividad.

En los últimos cinco años se ha empezado a tomar conciencia con respecto a la importancia que tiene I+D para el desarrollo y la economía en nuestro país. En este período se han elaborado políticas enfocadas a mejorar el Sistema Nacional de Innovación. Durante el gobierno de Sebastián Piñera se implementó una política nacional de innovación, teniendo como eslogan “Chile: polo de Innovación en Latinoamérica”. Ocho fueron los pilares¹⁷ que sostenían esta política de innovación, de los cuales destacan *Cultura y Entorno*, *Capital Humano*, *Institucionalidad y Regulaciones*, y *Transferencia y Difusión Tecnológica*. Las principales medidas buscaron cambiar la percepción de riesgo, incertidumbre y desconfianza que genera la investigación en campos desconocidos, así como

¹⁷ Cultura y Entorno, Capital humano, Institucionalidad y Regulaciones, Conexión Global, Financiamiento, I+D, Transferencia y Difusión Tecnológica y Emprendimiento y Comercialización.

incentivar a las empresas a tomar como eje central de crecimiento la inversión en I+D. Dentro de los proyectos y propuestas que se generaron, se llevó a cabo el cambio de la Ley 20.241, ley de incentivos tributarios para fomentar la inversión de empresas chilenas en actividades de investigación y desarrollo, entrando en vigencia la actual Ley 20.570 en septiembre del 2012. Los principales cambios que contempla la modificada Ley son considerar el gasto en I+D que sea interno de la firma dentro de los gastos elegibles para la deducción y en incorporar hasta un 50% de los gastos en I+D ejecutados en el extranjero. Por otro lado se mantuvo el 35% de crédito tributario sobre el monto invertido en I+D, siendo certificado por Corfo, y el 65% que queda se deduce como gasto necesario de producción de renta. Así también se triplicó el máximo de crédito anual y se eliminó el tope de crédito máximo como porcentaje de las ventas. Esto significó un aumento de financiamiento de un 329% en poco más de un año de vigencia, y de un total de 74 solicitudes en este período, contra las 99 solicitudes durante los 4 años de la Ley anterior¹⁸.

Esta Ley benefició la creación y el desarrollo de tecnología y conocimiento por parte de las empresas, incentivando la creación de centros de I+D por parte del privado, al tener mayores incentivos de financiamiento y exenciones tributarias. Esto quedó demostrado en los primeros dos años de funcionamiento de la ley, donde las solicitudes se dispararon y la cantidad de financiamiento aumentó más

¹⁸ Sistema Nacional de Innovación 2010 – 2013. Principales avances y hechos relevantes desde la Política Pública. Documento recopilado y confeccionado por la División de Innovación del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. IMAGINACHILE.

que en todo el tiempo que estuvo vigente la antigua ley, siendo un gran avance para el desarrollo del sector privado en innovación y desarrollo.

Otro gran avance fue la creación de institutos y núcleos ICM¹⁹, ya que en el período 2011-2013 se crearon tres Institutos Científicos y siete Núcleos que desarrollan las Ciencias Naturales y Exactas; por otro lado, a favor de las Ciencias Sociales se desarrollaron seis Núcleos, renovándose finalmente 4 Núcleos de las Ciencias Naturales y Exactas y tres de las Ciencias Sociales. Durante este período se aumentó el monto de recursos para concursos en las áreas de las Ciencias Sociales y Naturales (abarcando cerca de un 9% de los recursos del gobierno destinado a este ámbito), además de nuevos procesos de postulación a programas ICM²⁰.

Con respecto al vínculo universidad-empresa, se han hecho distintos proyectos como el “Programa de Consorcios Tecnológicos 2.0” y “Programa de I+D aplicada”, los que vinculan a los productores de conocimiento y tecnología con las empresas. Intentando resolver problemas de incentivo, comunicación y de objetivos. Si bien, estos programas han sido un gran avance para un mayor e importante desarrollo científico, estos no son suficientes, por lo que es necesario continuar elaborando y desarrollando políticas que fomenten este tipo de ideas. Todos los proyectos para mejorar esta área del sistema nacional de innovación no han tenido hasta ahora la profundidad necesaria para resolver todas las fallas de mercado entre estos dos agentes de la transferencia tecnológica, ya que hasta

¹⁹ Iniciativa Científica Milenio.

²⁰ Concurso Núcleos Científicos ICM en Investigación en Ciencias Naturales y Exactas, Concurso de Institutos Científicos del Programa ICM en Investigación en Ciencias Sociales, Concurso Núcleos Científicos del Programa ICM en Investigación en Ciencias Sociales.

ahora no sea logrado internalizar completamente las externalidades de conocimiento, coordinar el uso de activos complementarios y compartir el riesgo tecnológico de las inversiones en innovación (Álvarez et al., 2012). Las políticas implementadas son abordadas principalmente desde el incentivo tributario para la inversión, desarrollo de patentes comerciales y *spin-offs* (*“Portafolio de Tecnologías Comercializables”*, *“Go to Market”*). Toda esta investigación enfocada a las demandas de mercado hace difícil el poder cimentar un base investigativa básica, pero dan paso a la discusión y el debate, el cual ayuda a elaborar políticas que generen un vínculo universidad-empresa más cercano, con mayores profundidades.

1. Vínculo Universidad – Empresa

Como se mencionó anteriormente una forma de caracterizar la transferencia tecnológica es analizando los vínculos que existen entre los agentes que participan en el proceso de la creación y traspaso de conocimiento. En nuestro país el vínculo universidad-empresa es todavía muy débil. Muchos autores como Benavente (2004a) y Cruz (2008) discuten los beneficios que traen los acuerdos de coordinación entre los dos agentes mencionados. En la literatura internacional no hay mucha evidencia del impacto que tienen este tipo de acuerdos en la productividad de las empresas, y para Chile existe cierta evidencia que muestra los beneficios de la relación universidad empresa para la productividad y la economía del país (Álvarez et al., 2011).

Estudios internacionales muestran como es beneficioso para ambas partes el generar lazos entre la universidad y la empresa. La empresa productiva se beneficia de la universidad gracias a nuevo conocimiento que adquiere, pudiéndolo internalizar al proceso productivo y creando nuevos productos (patentes), además de usarlo para solucionar problemas internos dentro de la firma. En tanto la universidad se beneficia de este vínculo para poder tener acceso a financiamiento para sus propias investigaciones y laboratorios, y poder realizar pruebas en terreno.

Benavente (2004a) reconoce tensión y rivalidad en los beneficios y objetivos de ambos agentes al buscar establecer lazos. Por un lado los investigadores universitarios buscan el financiamiento del privado para poder realizar su propia investigación y poder revisar y comprobar sus resultados. Por otro lado los investigadores de las firmas difieren en el uso del nuevo conocimiento generado en la investigación. Es así como el autor diseña un grupo de mecanismos para poder vincular a ambos agentes considerando sus intereses.

Este describe tipos de vinculación donde la empresa o la universidad son el principal, y otra vinculación más intermedia entre ambos extremos. Comúnmente se da la situación intermedia, donde existe un proyecto de investigación que está en su etapa inicial, donde ya se ha escrito y divulgado sobre el tema, y la industria quiere obtener no solo la información que se desprende de lo escrito, sino que el conocimiento tácito que se desprende del proceso de desarrollo de tecnología y/o conocimiento. Es ahí donde la investigación se lleva a cabo en la empresa y esta es la que asume todo riesgo asociado al desarrollo del posible producto a comercializar, más los derechos de propiedad del nuevo descubrimiento. También hay otro tipo de vinculación que ha sido muy común en los últimos años, Hall et al. (2001) lo describe como el desarrollo conjunto de nueva tecnología o conocimiento. En este caso la investigación no se podría elaborar de forma separada entre cada agente al necesitar los insumos de del otro, y por ende, la propiedad intelectual desarrollada es conjunta también. Algunos ejemplos serían: contratos formales manejados por OTT, intercambio estudiantes por administradores, consultorías, etc.

Esta vinculación de los agentes, como se mencionó, difiere en intereses y objetivos. El Estado, como autoridad pública, está presente en la mayoría de los acuerdos, esto se puede interpretar como fallas de mercado, que el estado debe manejar. El mejor ejemplo de estas fallas de mercado es la asimetría de información que se manejan desde el área de investigación universitaria, que son intrínsecas del conocimiento. Si no hay un manejo constante de información entre ambos agentes es muy probable que las transacciones de conocimiento y tecnología no ocurran por su fragilidad. El *Programa de Financiamiento Basal* CONICYT para *Centros Científicos y Tecnológicos de Excelencia*, surgido en el año 2006, busca establecer y fortalecer vínculos, es decir, contratos formales entre la universidad o centro de estudio y la empresa, ayudando a reducir este problema de información y potenciar el desarrollo de conocimiento. Así también existen contratos de tipo informal como pactos educativos, arreglos de consultorías o intercambio de estudiantes por administradores (Benavente, 2004). Por otro lado, estos contratos benefician en la propagación de las aplicaciones que puede tener las investigaciones y a la vez pueden ser efectivamente aplicadas, existiendo así un efecto de *spill-over* de conocimiento desde la universidad hacia los tecnólogos industriales (Benavente, 2004). De esta manera el *Programa de Financiamiento Basal* ha contribuido a la complementariedad entre la universidad y la empresa a través de contratos formales, ya que la empresa puede comercializar de mejor manera la tecnología o conocimiento creado por la universidad al estar más orientadas en ese ámbito, convirtiendo así las investigaciones en un producto vendible.

Hasta ahora hemos mencionados distintos beneficios o costos que tienen la relación universidad empresa. Entre otros, podemos nombrar consecuencias de estos vínculos, como aumentos de salarios, mayor personal en las universidades debido a los *overheads* recibidos. A su vez el beneficios social de generar nuevo conocimiento al ser un bien público. Por otro lado aumentos en la producción de investigación universitaria podrían aumentar la investigación en el sector privado aumentando la productividad agregada de la economía. Así también, tenemos efectos negativos que pueden tener estos vínculos, como influencias en la agenda investigativa de la universidades por parte de empresas con inversiones (financiamiento) muy grande, desviándolos de la misión de crear conocimiento y tecnología a crear tecnología para que la empresa obtenga mayores beneficios de esto.

Las universidades en nuestro país están enfocadas principalmente a la investigación básica, publicación en revistas científicas y en menor medida a desarrollo de conocimiento y tecnología hacia los sectores productivos. Estas desarrollan muy poco la investigación aplicada. Esto se puede deber a que los investigadores universitarios son evaluados por la cantidad de publicaciones y lo relevante de sus investigaciones. Además las investigaciones que pueden generar patentes son poco valoradas por los académicos universitarios. Teniendo un muy débil vínculo histórico entre la universidad y la empresa.

En Chile existen distintas instituciones que se preocupan de solucionar las fallas de mercado entre la universidad y la empresa. Las que más influyen en incentivos de innovación y desarrollo son CONICYT, MIDEPLAN Y CORFO. Estas realizan

distintos programas para realizar desarrollo científico y formación de capital humano avanzado, investigación aplicada orientada a los sectores productivos, y poder acercar a los centros de investigación a las empresas. En este sentido CORFO tiene una de las mayores políticas orientadas a generar vínculos de universidad empresarial. En los últimos 5 años han tenido un importante impacto en el desarrollo de lazos científicos entre la universidad y el sector privado, el aumento de incentivos como financiamiento, de capital humano (*“Programa Escuelas de Ingeniería 2030”* y *“Programa de I+D aplicada”*), y en el aumento de proyectos de investigación con vínculos de instituciones investigativas y empresas (FONDEF).

4. Evaluación General y Discusión

El vínculo entre la universidad y la empresa es bastante “tímido” en nuestro país hasta ahora. Con universidades enfocadas mayormente en investigación básica y empresas que necesitan investigación aplicada. Esta falencia en el sistema de innovación se debe, principalmente, a la aún inmadura coordinación entre los componentes, dígame público y privado, que participan del desarrollo de nuevas tecnologías e investigaciones. Sin ir más lejos, si miramos el porcentaje del PIB destinado a actividades de Investigación y Desarrollo en la actualidad en Chile, este alcanza sólo un 0,38% y es principalmente financiado por el Estado (universidades, institutos de investigación, etc.), distanciándose considerablemente del promedio de los países de la OCDE, los cuales destinan alrededor de un 2,3% del PIB en Investigación y Desarrollo, siendo este gasto financiado en más de un 60% por la empresa privada, logrando así una mayor pertinencia productiva de la investigación (Tokman & Zahler, 2004). Una política nacional única, que no tenga ambigüedades, que sea consistente con los fondos a repartir, congruente con la dirección de los proyectos y que tenga un sistema de evaluación con criterios relevantes para generar mejoras a nivel regional y país es lo que más se discute en la literatura.

Para aclarar el punto anterior, los fondos de investigación funcionan en su mayoría como sistema de ventanilla, donde los recursos se asignan dependiendo de la demanda que hay por estos. Esto puede traer ciertas complicaciones e

ineficiencias, como la duplicación de esfuerzos y el no aprovechar de mejor manera las economías de escala, además de falta de capital humano en ciertas áreas de interés económico²¹. En este sentido en Chile hace falta coordinación sobre el capital humano que existe y que se está generando, en especial en las becas que se otorgan, donde se ve un bajo presupuesto individual y poca capacidad de generar mayor capital humano. Una política nacional única del sistema de innovación podría acercar en una mayor medida los intereses universidad- empresa, y abrir los espacios para un norte común sobre este tema.

Para establecer una relación consistente entre la universidad y el sector privado es de imperiosa necesidad apuntar las agendas de investigación de la academia hacia un desarrollo científico que pueda tener una aplicación real y eficiente en la empresa. Hasta el momento en Chile, la investigación ha sido principalmente de carácter básica, en donde el Estado se hace cargo de la mayor parte del financiamiento de esta. Instrumentos como el Programa de Financiamiento Basal y los Consorcios Empresariales de Investigación han ido en ayuda de establecer un vínculo fuerte entre la empresa y la universidad. A modo de ejemplo, el “*Consortio I+D Vinos de Chile*”; en el cual participan la Pontificia Universidad Católica, Universidad de Concepción, Universidad de Chile, Universidad de Talca y Universidad Técnica Federico Santa María; ha ido estableciendo en forma satisfactoria un trabajo colaborativo entre estas universidades y las distintas empresas, reflejándose en la inducción de un mayor gasto de las firmas del sector, además de aportar un mayor conocimiento y experiencia de mercado en los

²¹ (Benavente, 2004b)

proyectos de I+D. Sin embargo, estos instrumentos aún no han sido suficientes como para entregar resultados plenamente exitosos en innovación debido, entre otras cosas, a las diferencias de objetivos entre empresas y universidades y/o centros de investigación (Álvarez et al., 2012). De acuerdo a la experiencia internacional, se hace indispensable fortalecer estas instancias en las cuales se desarrollen programas de incentivos enfocados tanto en la comercialización como también generar interés por demandar conocimiento científico en el sector privado, apelando de este modo, a un “*matching*” de objetivos públicos y privados.

Un punto importante que debe ser destacado es la condición que tiene Chile como país intensivo en recursos naturales, siendo una nación en vías de desarrollo que tiene a la actividad minera como motor fundamental de la economía. Es numerosa la literatura actual que indica que los países intensivos en recursos naturales deben fortalecer sus ventajas en torno a dichos productos a través de la innovación. Es por esto que se requiere sin dudas; tomando como ejemplo el caso australiano; desarrollar intensamente el sector de KIMS para sustentar un desarrollo a largo plazo de la industria minera, ya que las actividades de este sector son fundamentales para contribuir a la competencia y sostenibilidad de la industria. De acuerdo a Urzúa (2011) el desarrollo de las actividades KIMS en Chile ha ido evolucionando principalmente durante los últimos veinte años. A modo de contextualización, se debe destacar que hasta finales de los años sesenta la industria minera chilena estaba controlada por compañías estadounidenses, cuyos proveedores intensivos en conocimiento tenían lugar en su país de origen. Por lo tanto, la mayoría de los servicios intensivos en

conocimientos requeridos en Chile eran proporcionados por departamentos especializados localizados en Estados Unidos. Luego, a principios de los años setenta, debido a la nacionalización de la industria minera chilena, las empresas mineras extranjeras que operaban en el país fueron expropiadas y se dio paso a la creación de la *Corporación Nacional del Cobre de Chile (CODELCO)*, empresa de propiedad estatal responsable de la dirección de la producción minera. De este modo, CODELCO dependió en gran medida de los recursos y capacidades disponibles localmente, fortaleciendo así el desarrollo de algunos KIMS chilenos. Así, a finales de los años ochenta, entre el 70% y 90% de los proyectos mineros fueron provistos por empresas de servicios de propiedad local (Urzúa, 2011). Desde fines de los ochenta, y especialmente durante la década del 90 la producción minera chilena aumentó a altas tasas, creciendo en promedio un 11% al año. Este proceso fue impulsado por una cantidad significativa de *Inversión Extranjera Directa (IED)*, dirigido por las grandes empresas mineras multinacionales, haciendo que la participación de las empresas mineras multinacionales en la producción minera chilena creciera de un 20% en 1990 a alrededor del 70% en 1999. Durante los años noventa, y siguiendo a las compañías mineras internacionales, muchos proveedores internacionales de ingeniería y de KIMS llegaron a Chile, desplazando a las compañías locales de ingeniería e intensivas en conocimiento, cayendo así su participación en el mercado. En consecuencia, las empresas mineras contrataron gradualmente a las grandes empresas multinacionales para la mayoría de sus servicios de consultoría en ingeniería. Además, en términos de exportaciones, el éxito de los servicios de ingeniería y proveedores de KIMS chilenos ha sido más bien débil a nivel

internacional. Hay casos aislados, pero no hay una tendencia clara que podría sugerir un desarrollo del sector de KIMS chileno competitivo a nivel internacional. Es por esto que se necesita avanzar en políticas que fomenten a las compañías mineras fortalecer sus sistemas de innovación interno, permitiendo a otros actores participar en actividades mineras para innovar y aprender. En este sentido, hay que señalar que durante los últimos años se han hecho esfuerzos para impulsar las KIMS chilenas. En esto destaca el “*Programa de Proveedores de Clase Mundial*”, el cual pretende desarrollar al menos 250 empresas de clase mundial para el año 2020. Este programa fue iniciado por BHP Billiton en el año 2008, que posteriormente, en enero de 2010, firma un convenio con CODELCO para realizar un esfuerzo coordinado que amplíe la escala de la iniciativa, de tal modo que su impacto tenga un efecto significativo en la base productiva nacional. De este modo, aparte de contribuir a cerrar la brecha productiva hacia el futuro, se promueve el desarrollo de proveedores intensivos en conocimiento locales, impulsando así el fortalecimiento de una industria de tecnologías y servicios mineros para el mundo (FCh., 2014). Para la puesta en marcha de este programa, BHP Billiton y Codelco realizan un análisis interno para identificar y priorizar problemas que carecen de soluciones satisfactorias en el mercado nacional e internacional, y que presentan un potencial de beneficio cuantificable en términos económicos o un impacto positivo en materias de salud, seguridad, medio ambiente y comunidad (HSEC). Debe tratarse de un requerimiento altamente demandado por la industria. Luego se convoca a proveedores con potencial de desarrollo para resolver esos problemas, en conjunto con la operación minera. Se exigen soluciones de estándares superiores a los existentes en el mercado, que

generen una nueva capacidad en la empresa proveedora, de forma tal de potenciar su crecimiento como empresa de clase mundial. Una vez seleccionado el proveedor para cada desafío, se va monitoreando permanentemente que los beneficios de la cartera de proyectos sean mayores que los costos de su desarrollo. El programa fortalece también las conexiones entre empresas proveedoras y centros tecnológicos y universidades, tanto para el desarrollo de soluciones como para el fortalecimiento de las capacidades. Adicionalmente, se fortalecen los vínculos de las empresas con fuentes de financiamiento públicas y privadas que sirvan para el desarrollo de los proyectos. Hasta ahora, el *Programa de Proveedores de Clase Mundial* ha permitido, por ejemplo que en la Minera Escondida la empresa proveedora Prodinsa lograra aumentar en 40% la vida útil de los cables de pala, en un plazo de dos años, consiguiendo con esto, iniciar un contrato con la compañía minera Antemina en Perú en el año 2012.

Por otro lado, así como las grandes universidades extranjeras o los centros de investigación tienen oficinas especializadas en transferencia tecnológica (OTT) muy maduras; donde su objetivo es incrementar las relaciones entre la universidad y la empresa productiva; en Chile el nacimiento y desarrollo de estas ha sido muy reciente. Puntualmente es posible observar casos como el IDIEM de la Universidad de Chile cuyo alcance se ha podido identificar en obras de ingenierías a nivel nacional y regional como son el Metro de Santiago, refuerzo de túneles como el de Chacabuco, construcción de viviendas y edificios de altura, el Puente Aysén y diversas concesiones viales. Además de esto, dicha casa de estudios ha

logrado establecer distintos centros que buscan desarrollar mecanismos interactivos de gestión entre la universidad y la industria²².

Así también - además de todos los centros UC - destaca el DICTUC de la Pontificia Universidad Católica de Chile, el cual ha plasmado su investigación en obras públicas nacionales y regionales, en trabajos medioambientales y de recursos naturales, energía, salud, educación y transporte. Otro ejemplo es la Universidad de Talca, la cual a inicio de los años noventa creó un modelo de gestión para la investigación aplicada, desarrollo y transferencia de conocimiento a través de la implementación de sus Centros Tecnológicos. En la actualidad son 10 los centros que contribuyen a favorecer y promover el desarrollo de la investigación aplicada²³, dentro de los cuales destacan el *Centro de Tecnología de la Vid y el Vino*; el cual interactúa con más de 100 empresas vinculadas a la industria del vino; el *Centro Tecnológico de Peras y Manzanas*; el cuál interactúa con más de 50 empresas del sector; el *Centro Tecnológico de Suelos y Cultivos*; que interactúa con más de 300 empresas; y el *Centro de Pomáceas*; que está

²² Dentro de estos centros se encuentran el Centro de Economía de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente, el Centro de Biotecnología, el Centro de Equipamiento Mayor, el Centro de Física Experimental, el Centro de Química Ambiental, el Centro de Agricultura y Medio Ambiente, el Centro de Estudios de la Vid, el Centro de Estudios de Zonas Áridas, el Centro de Estudios Postcosecha, el Centro de Computación y Comunicación, el Centro Intelis de análisis de la Innovación y Emprendimiento, el Centro de Finanzas, el Centro de Gestión y Operaciones, el Centro Nacional de Electrónica y Telecomunicaciones, el CLCERT (Seguridad computacional), el Centro de Semillas y Árboles Forestales, el Centro Tecnológico de la Madera, el Centro de Estudios para el desarrollo de la Química, el Centro de Desarrollo y Tecnología Farmacéutica, el Centro de Derecho Ambiental, el Centro de Estudios Pedagógicos, el Centro de Oncología Preventiva, el Centro Cardiovascular, el Centro de Medicina Reproductiva y Desarrollo Integral de Adolescente, el Centro de Epidemiología Clínica y el Centro de Investigación en Medio Ambiente y Biomedicina (CIMAB).

²³ Estos diez Centros son: Centro de Bioinformática y Simulación Molecular, Centro de Geomática, Centro de Investigación y Transferencia en Riego y Agroclimatología, Centro de Mejoramiento Genético y Fenómica vegetal, Centro de Pomáceas, Centro de Sistemas de Ingeniería, Centro Tecnológico de la Vid y el Vino, Centro Tecnológico de suelos y cultivos, Centro Tecnológico del Álamo y Centro Tecnológico de Hidrología Ambiental

vinculado a más de 40 empresas. Además de los casos mencionados, existen más a nivel nacional, tales como la Universidad Católica del Norte, Universidad de Valparaíso, Universidad de Santiago, Universidad Austral, entre otras; que a través de sus centros de investigación y transferencia tecnológica intentan ofrecer soluciones para la industria mediante herramientas que le otorgan la investigación aplicada y la asistencia técnica, fortaleciendo la relación entre el sector privado público y la academia. Si bien es cierto que han sido una gran contribución para intentar establecer un vínculo robusto con los distintos sectores productivos, no han podido alcanzar todavía la fuerza suficiente para transferir todo el conocimiento y la tecnología que se requiere potencialmente en el país, a diferencia de lo que se ha alcanzado a través de, por ejemplo, el MIT o Stanford. Por lo tanto, continuar e insistir con el aliento de la implementación y por sobre todo del desarrollo de estas instituciones, sean pertenecientes a la universidad o no, puede ayudar a generar y fortalecer los vínculos universidad-empresa en nuestro país.

De acuerdo a los puntos anteriores, y guiados por la experiencia de las universidades líderes de Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, Alemania, Australia y Nueva Zelanda; se hace necesaria la implementación y el desarrollo de una política nacional de investigación e innovación, organizada a través consejos o ministerios que coordinen y orienten las agendas investigativas hacia objetivos científicos y comerciales que vayan en directa relación con los requerimientos de la industria. En este sentido es muy importante tomar como referencia la ley Bayh-Dole implementada en Estados Unidos en 1980 y adaptada con ciertos matices

por los demás países. De este modo se provocaría que los agentes generadores de nuevo conocimientos retengan ciertos derechos relativos a las invenciones desarrolladas en el marco de proyectos financiados por el gobierno, incrementado así considerablemente la relación entre universidad, Estado e industria. Así también, es indispensable provocar un aumento en la creación y conocimiento de patentes comerciales, para lo cual se necesita establecer oficinas de licencias que alienten a los investigadores a divulgar invenciones y que establezcan relaciones con los capitalistas de riesgo para discutir las nuevas tecnologías e investigaciones en curso que puedan ser apropiadas para un emprendimiento, tal como se hizo en el Instituto Tecnológico de Massachusetts. Por otro lado, las políticas y fondos implementados en el Reino Unido, Alemania y Canadá para financiar el apoyo a las actividades que mejoren los vínculos entre las universidades y sus comunidades, así como también los programas de enseñanza y soporte a la comercialización de ciencia y tecnología son de mucha utilidad para establecer líneas bases que provoquen un impulso sustantivo al Sistema Nacional de Innovación del país. Si bien es cierto que el camino que hasta ahora ha seguido Chile, enfocándose en fomentar subsidios colaborativos a la innovación es correcto ya que los programas existentes se han evaluado de forma positiva, es necesario ir más allá, puesto que el gasto en este sentido aún es muy tibio, permaneciendo alejados de lo que el país necesita.

Como se mencionó anteriormente, esta falta de comunicación y de convergencia en objetivos se puede producir a falta de visión por parte de las empresas en el sentido que no ven el potencial que puede tener la investigación para la creación

de nuevos productos o mejora de ellos, o incluso a que las investigaciones realizadas por los académicos no son enfocadas a las necesidades que tienen las empresas. Independiente de la razón, es claro que la necesidad de un ente que pueda unir a estos dos sectores es necesaria para poder tener un sistema nacional de innovación inclusivo, completo y consistente.

REFERENCIAS

- Adams, S. B. (2005). "Stanford and Silicon Valley: lessons on becoming a high-tech region". *California Management Review*, 48(1), 29-51.
- Álvarez, R., Bravo-Ortega, C., & Navarro, L. (2011). "Innovación, investigación y desarrollo, y productividad en Chile". *Revista CEPAL*.
- Álvarez, R., Contreras, C., & Contreras, J. L. (2012). "Análisis de los consorcios tecnológicos empresariales en Chile". *Estudios Públicos*, (126), 87-121.
- Benavente, J. M. (2004). "Cooperación tecnológica entre universidades y empresas. Qué son, cómo operan y cuál es su impacto en Chile". *En Foco*, 21.
- Benavente, J. M. (2004b). "Innovación Tecnológica en Chile: Dónde Estamos y qué se Puede Hacer". *Documentos de Trabajo (Banco Central de Chile)*, 295.
- Comisión Minería y Desarrollo de Chile. (2014). "Minería: Una Plataforma de Futuro para Chile". *Informe a la Presidenta de la República, Michelle Bachelet. Consejo Nacional de Innovación y Competitividad*.
- Contreras, G., Oses, D., and Arancibia, E. (2002). "*Universidad de Chile. 160 años haciendo historia*". *Editorial Universitaria, Santiago*.
- Cruz, A. (2008). "La Ruta a la Innovación en Chile". *Journal of Technology Management & Innovation*, 3(1), 1-9.

- Leydesdorff, L., & Etzkowitz, H. (2000). "The dynamics of innovation: from National Systems and *Mode, 2* to a Triple Helix of university-industry-government relations", 109-123.
- Friedman, J., & Silberman, J. (2003). "University technology transfer: do incentives, management, and location matter?" *The Journal of Technology Transfer*, 28(1), 17-30.
- Fundación Chile. (2014). "Proveedores de la Minería Chilena, Estudio de Caracterización 2014". *Innovum, Centro de Innovación en Capital Humano de Fundación Chile*.
- Hall, B. H., Link, A. N., & Scott, J. T. (2001). "Barriers inhibiting industry from partnering with universities: evidence from the advanced technology program". *The Journal of Technology Transfer*, 26(1-2), 87-98.
- Hall, P. A., & Soskice, D. (1989). "Varieties of Capitalism: The Institutional Foundations of Comparative Advantage". *Book manuscript*.
- Hobday, M. (1995). "East Asian latecomer firms: learning the technology of electronics". *World development*, 23(7), 1171-1193.
- Irrázaval, F., & Zahler, A. (2006). "Assessing Government's Role in the Creation of New Sectors in Chile". *Second Year Policy Analysis. Kennedy School of Government, Harvard University*.

- Katz, J. & Contreras, C. (2011). "Universidades y desarrollo económico: reflexiones sobre el caso chileno", en *Educación, desarrollo y ciudadanía en América Latina*, eds. A. Barcena & N. Serra, Cepal/CIDOB Barcelona 2011.
- Kim, L. (1997). "*Imitation to innovation: The dynamics of Korea's technological learning*". Harvard Business Press.
- Kim, L. (2001). "*La dinámica del aprendizaje tecnológico en la industrialización*". Seúl, Edit. Universidad de Korea.
- Krebs, R., Muñoz, M. A., and Valdivieso, P. (1993). "*Historia de la Pontificia Universidad Católica de Chile. 1888-1988*". Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Landry, R., Amara, N., & Rherrad, I. (2006). "Why are some university researchers more likely to create spin-offs than others? Evidence from Canadian universities". *Research Policy*, 35(10), 1599-1615.
- Lederman, D., & Maloney, W. (2004). "Innovación en Chile: ¿dónde estamos?". *Serie en foco*, 18.
- Leydesdorff, L., & Fritsch, M. (2006). "Measuring the knowledge base of regional innovation systems in Germany in terms of a Triple Helix dynamics". *Research Policy*, 35(10), 1538-1553.
- López, M. D. S., Mejía, J. C., & Schmal, R. (2006). Un acercamiento al concepto de la transferencia de tecnología en las universidades y sus diferentes manifestaciones. *Panorama socioeconómico*, (32), 70-81.

- Minshall, T., & Wicksteed, B. (2005). "University spin-out companies: Starting to fill the evidence gap". *A report on a pilot research project commissioned by the Gatsby Charitable Foundation, St. John's Innovation Centre Ltd.*
- Moguillansky, G. (2006). "Australia y Nueva Zelandia: la innovación como eje de la competitividad "(Vol. 72). *United Nations Publications.*
- Nelson, R. R. (Ed.). (1993). "*National innovation systems: a comparative analysis*". Oxford university press.
- O'Shea, R. P., Allen, T. J., Morse, K. P., O'Gorman, C., & Roche, F. (2007). "Delineating the anatomy of an entrepreneurial university: the Massachusetts Institute of Technology experience". *R&D Management*, 37(1), 1-16.
- Pritchard*, R. (2004). "Humboldtian values in a changing world: Staff and students in German universities". *Oxford review of education*, 30(4), 509-528.
- Rubiralta, M. (2004). "*Transferencia a las empresas de la investigación universitaria. Descripción de modelos europeos*". *Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica.*
- Siegel, D. S., Waldman, D. A., Atwater, L. E., & Link, A. N. (2004). "Toward a model of the effective transfer of scientific knowledge from academicians to practitioners: qualitative evidence from the commercialization of university technologies". *Journal of Engineering and Technology Management*, 21(1), 115-142.

- Smith, H. L., & Ho, K. (2006). "Measuring the performance of Oxford University, Oxford Brookes University and the government laboratories' spin-off companies". *Research Policy*, 35(10), 1554-1568.
- Tokman, M., & Zahler, A. (2004). "Innovación para un crecimiento sostenido: Siete lecciones para Chile". *En Foco*, 17.
- Universidad de Talca. (2015). "Currículum Institucional, Resumen". *Dirección de Transferencia Tecnológica. Vicerrectoría de Innovación, Desarrollo y Transferencia Tecnológica*.
- Urzúa, O. (2013). "The emergence and development of knowledge intensive mining service suppliers in the late 20th century" (*Doctoral dissertation, University of Sussex*).
- Zanlungo, M., Pablo, J., Katz, J., & Araya, G. (2015). "Servicios intensivos en conocimiento en la industria salmonera chilena". *Inter-American Development Bank*.