

***Hacia una Caracterización del
Sistema Innovativo Nacional Chileno***

PRESENTACIÓN

Sin duda, el fenómeno de la innovación tecnológica depende fuertemente de la existencia de innovadores. Pero no menos cierto es que difícilmente hay innovación si los innovadores no están insertos en un determinado entorno que, de una u otra forma, incentive o, al menos, haga posible el despliegue de las iniciativas de innovación tecnológica. Dicho de otra forma, la evolución tecnológica de un país no depende sólo de la iniciativa, el empuje y los conocimientos de algunos empresarios con una mentalidad moderna, aunque éstos sean indispensables. Esa evolución también depende de un conjunto de condiciones económicas, sociales e institucionales, establecidas y maduradas en el tiempo, y de otros actores que, en forma directa y indirecta, actual o potencial, intervienen en los procesos de innovación tecnológica.

Ese conjunto de procesos, condicionantes y agentes interrelacionados entre sí son los que dan sustento a la existencia de un Sistema Nacional de Innovación (SIN). Mientras más rica y compleja sea esta trama, mayores serán las oportunidades de desarrollo de la base tecnológica nacional.

Si nuestro país ha experimentado en los últimos años cambios cualitativos y cuantitativos en la dirección y ritmo adquiridos por los cambios tecnológicos, esto se ha debido, en una medida importante, al desarrollo de los diferentes procesos constitutivos de su SIN.

El presente documento, elaborado por los consultores José Miguel Benavente y Gustavo Crespi por encargo de la Secretaría Ejecutiva del Programa de Innovación Tecnológica del Ministerio de Economía, es la síntesis de un trabajo de más largo aliento realizado por estos mismos autores. Este estudio constituye el intento más serio realizado hasta el momento por caracterizar tanto conceptual como empíricamente el Sistema Nacional de Innovación chileno. Los juicios y opiniones vertidas en este trabajo son de responsabilidad de sus autores y pueden no coincidir en algunos aspectos con los del Programa de Innovación Tecnológica.

I. INTRODUCCION

En términos generales, es posible afirmar que existe dentro del campo de la economía, un creciente consenso acerca de que, junto con la acumulación de capital, el progreso tecnológico y sus innovaciones asociadas constituyen las fuerzas centrales del proceso de crecimiento económico y aumento del bienestar de las naciones. No existe a nivel mundial ningún país que haya experimentado incrementos importantes en su grado de desarrollo sin que, en forma consistente, exhiba un incremento sostenido de la dotación de maquinarias y equipos por trabajador, como también mejoras continuas en la eficiencia y calidad tanto de estos bienes de capital como del recurso humano encargado de operarlos.

En función de lo anterior, esta investigación se orienta a identificar los procesos que determinan las interdependencias fundamentales y los agentes que gobiernan el fenómeno innovativo que experimenta toda sociedad. Al mismo tiempo, se llevará a cabo un primer intento en el sentido de aplicar estos conceptos al caso chileno, de forma de caracterizar algunas de las variables que se desprenden del marco teórico general.

Para ello, la presente investigación se ha dividido en dos secciones. En la primera, que se desarrolla a continuación, se expondrá un marco conceptual que permita identificar aquellas variables "claves" que son necesarias analizar para una cabal comprensión del problema que se intenta estudiar y se establecerán también las relaciones de causalidad que existen entre ellas. Mientras que en la segunda sección se aplicarán tales elaboraciones al caso de Chile.

Cabe hacer notar que el presente trabajo es un resumen de una investigación mayor llevada a cabo por los autores para la Secretaría Ejecutiva del Programa de Ciencia y Tecnología dependiente del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. En consecuencia, las fuentes de información y los detalles de las afirmaciones, conclusiones y recomendaciones de política que aquí se exponen, pueden encontrarse en dicho documento.

II. UNA APROXIMACION TEORICA AL CONCEPTO DE SISTEMA NACIONAL DE INNOVACION.

2.1. La definición de Sistema Nacional de Innovación.

El concepto de Sistema Nacional de Innovación (SNI) no es nuevo. Ya a mediados del siglo XIX, F. List (1841) exploraba este campo concentrando su atención en las relaciones económicas vinculadas al desarrollo de las fuerzas productivas, estableciendo que para ello el Estado tenía una responsabilidad indelegable en la provisión de educación, entrenamiento e infraestructura de

apoyo industrial; todos ellos, elementos centrales de lo que contemporáneamente se define como el SNI.

Más recientemente, C. Freeman (1987) caracteriza un SNI a través de la definición de subsistemas de investigación y desarrollo y de producción, las relaciones entre ambos y los roles del Estado y la historia de cada país en su configuración. Por otra parte, R. Nelson (1988), en su estudio sobre Estados Unidos, identifica el fuerte componente público-privado del cambio tecnológico y el rol que tanto las firmas privadas, el gobierno y las universidades tienen en su generación. M. Porter (1990) aporta cuatro nuevos conceptos que afectan fuertemente la competitividad nacional, ellos son: la estrategia de las firmas, las condiciones de los factores, las condiciones de demanda y las industrias de apoyo; todos ellos con fuertes componentes idiosincrásicos locales, que permiten interpretarlos como partes integrantes de un SNI. Por último, C. Dahlman y R. Nelson (1993) plantean que un elemento central para utilizar una tecnología exitosamente es poseer "capacidad tecnológica"¹, la cual está fuertemente enraizada en las personas y las instituciones del país y, además, requiere para su óptimo empleo de estrechas interacciones entre ellas. Precisamente, para estos autores, la red de información y el conjunto de agentes, políticas e instituciones, que afectan la introducción de nueva tecnología a una economía, conforman un SNI.

Del párrafo anterior se desprende que existen dos grandes aproximaciones al concepto de SNI. Una visión "estrecha" la cual se centra exclusivamente sobre organizaciones e instituciones involucradas específicamente en actividades de búsqueda y exploración de nuevas oportunidades tecnológicas (tales como departamentos de investigación y desarrollo, institutos tecnológicos y universidades). Y otra, más "amplia", la cual incluye todas las partes y aspectos de la estructura económica y el soporte institucional que afecta todo tipo de innovación (sistema de producción, sistema financiero y mercados). El interés de este trabajo estará centrado sobre esta última visión de SNI, ya que la misma permite profundizar en la interacción entre producción, institucionalidad e innovación.

El punto de partida para caracterizar en forma más precisa un SNI es definir en qué consiste el fenómeno innovativo. En términos generales, se puede afirmar que el concepto de innovación está directamente relacionado con la introducción y puesta en marcha de nuevos productos, nuevas técnicas productivas y formas de organización, como también en mejoras apreciables de aquellos productos y procesos ya existentes en los mercados.

Sin embargo, el debate aún se encuentra abierto en relación a cuáles son las fuerzas que conducen a una innovación. En este trabajo se asume la visión² de que la innovación es el resultado de actividades sistemáticas de aprendizaje, búsqueda y exploración, llevadas a cabo por las firmas en aras de obtener rentas económicas sustanciales asociadas al desplazamiento de la competencia o a la apertura de un nuevo mercado. Los costos de no innovar, o hacerlo menos exitosamente, son extremadamente altos: permanecer durante un largo período en un rol marginal, tomador de precios en la industria y eventualmente tener que salir de la misma.

¹ Capacidad tecnológica es la habilidad para buscar, seleccionar, usar, asimilar, adaptar, mejorar y desarrollar aquella tecnología más apropiada bajo circunstancias cambiantes.

² Originada en la Teoría Evolucionista de la Firma (Ver por Ejemplo R. Nelson y S. Winter (1982))

La secuencia lógica de decisiones que las firmas toman con el fin de alcanzar una innovación, se nutre crecientemente de las experiencias acumuladas durante años de practicar el proceso productivo, de observar el comportamiento de los productos en los mercados, de incorporar nuevos bienes de capital y capacitar a sus trabajadores. Se genera de esta manera una dependencia de la innovación futura sobre la pasada, dibujándose en el tiempo una trayectoria tecnológica particular. En este sentido la innovación aparece, no como un evento único, sino más bien como un proceso continuo que se produce, aunque con distintas magnitudes, en todas las partes del sistema económico.

Por otro lado, la manera en que las firmas lleven a cabo sus procesos productivos y la comercialización de sus productos, la incorporación de nuevos bienes de capital y la capacitación de su fuerza de trabajo, está fuertemente condicionado por el entorno en el cual operan. Así, por ejemplo, estas acciones no serán las mismas para firmas que, aun perteneciendo a la misma industria, operen en mercados de distintos tamaños y/o en un entorno que les permite subcontratar procesos versus otros entornos, más inmaduros, donde la subcontratación es más difícil. Lo que se quiere afirmar con esto es que el aprendizaje de cada firma en particular será distinto, dependiendo del mercado en el que actúa y de la madurez productiva de su entorno. Es la estructura de cada economía y de cada industria un elemento central que influye y condiciona la capacidad de aprender de cada empresa y, por ende, su capacidad de llevar a cabo innovaciones de algún tipo.

Por otro lado, el proceso de aprendizaje no es unipersonal sino que su naturaleza es fuertemente interactiva³. Como tal, se trata entonces de un proceso social que no puede ser entendido sin tomar en consideración su contexto institucional y cultural.

Habiendo definido lo que es un proceso innovativo, en este trabajo se entenderá por un SNI como **el conjunto de agentes (consumidores, firmas, trabajadores e instituciones) que involucrados en la introducción de una innovación determinada en la sociedad, se interrelacionan mediante la ejecución de cuatro procesos fundamentales:**

- i) **La absorción de tecnología extranjera.**
- ii) **La transformación doméstica de tecnología.**
- iii) **Producción de recursos humanos.**
- iv) **Difusión de tecnología.**

2.2. Caracterización de un SNI para el caso de países rezagados tecnológicamente.

La definición de SNI elaborada al final del párrafo anterior, es aplicable a cualquier economía nacional con independencia de su grado de desarrollo. Lo que hará la diferencia será la caracterización de los procesos y de las relaciones al interior de ellos. En particular, será de

³ Por ejemplo, a través de las relaciones entre trabajadores, entre ingenieros, entre usuarios y productores.

interés la caracterización de aquellos en el caso de un país en desarrollo, tecnológicamente rezagado, como el que aquí nos interesa examinar.

Desde el surgimiento del capitalismo, con la primera revolución industrial, se aprecia la existencia de diferencias sistemáticas en el grado de desarrollo de los países, originadas en las distintas formas en cómo los SNI son capaces de absorber los contenidos del progreso técnico universal. Este fenómeno resultaría sorprendente si la tecnología fuera el bien libremente accesible que se asume en los textos de economía tradicionales. Sin embargo, en el mundo real, la capacidad de acceder a una nueva tecnología viene condicionada por los procesos de aprendizaje, determinados, por una parte, por la estructura productiva vigente en cada economía y, por otra, por el soporte institucional que caracteriza a cada una de ellas.

Por ejemplo, mientras las compañías inglesas dominaron la primera revolución industrial y fueron claros líderes tecnológicos en la mayoría de los sectores económicos en la primera mitad del siglo pasado, las firmas británicas cayeron en desventaja relativa respecto a las empresas alemanas y americanas en las emergentes industrias eléctrica y química que surgieron en la segunda mitad del siglo diecinueve. Una razón principal de este fenómeno fue que los sistemas universitarios de Estados Unidos y Alemania reaccionaron mucho más rápidamente que el británico, ante la necesidad de generar capital humano para las nuevas disciplinas de ingeniería y ciencias aplicadas. Como resultado de este proceso, las nuevas compañías eléctricas y químicas, americanas y alemanas, tuvieron una mayor oferta de mano de obra entrenada requerida para sus procesos que lo que tuvieron las compañías inglesas.

Sin embargo, también desde el surgimiento del capitalismo, se observa la existencia de diversos canales de transferencia tecnológica desde los líderes tecnológicos de turno hacia los países rezagados. En la primera mitad del siglo XIX, un canal central de transferencia fue el movimiento de mano de obra a través de las migraciones internacionales (muchos de los principios técnicos que dominaron la primera revolución industrial fluyeron desde Inglaterra a Estados Unidos a través de la migración de británicos al nuevo mundo). En la segunda mitad del siglo el canal dominante fue la inversión extranjera (por ejemplo, al invertir Inglaterra fuertemente en el desarrollo del ferrocarril en diversos países, se generó una importante transferencia de conocimientos tecnológicos en las industrias de transportes, fundición, ingeniería mecánica e inclusive otras industrias cuyos productos usaban esta vía de transporte). En el siglo XX, a la inversión transnacional se agrega el creciente comercio de bienes (en particular, de capital) como un nuevo vehículo de transferencia tecnológica. Finalmente, a fines del presente siglo, los avances en las tecnologías de comunicación se convierten en un nuevo canal de transferencia de conocimientos entre las naciones.

A través de estos mecanismos, aun países con bajos niveles globales de educación, productividad e ingreso, fueron capaces de transformarse en receptores de empresas que operaban tecnologías de avanzada. Sin embargo, los países en desarrollo que iniciaron y alcanzaron un "catch-up" exitoso fueron aquellos en los que tales enclaves empezaron a difundir sus avances al resto de la economía como un todo, lo cual se produjo una vez que estas naciones rezagadas tomaron percepción de su atraso relativo, identificando qué era aquello que el extranjero conocía y que le daba su liderazgo tecnológico, e hicieron todas las inversiones

necesarias para adaptar sus SNIs a la nueva realidad tecnológica y ésta a las características de idiosincrásicas de sus propias realidades.

2.2.1. El proceso de absorción tecnológica en un país en desarrollo

Siguiendo a Dahlman y Nelson (1993), la generación de una innovación es altamente intensiva en recursos financieros y humanos, los cuales difícilmente estarán disponibles, en la escala necesaria, para un país en desarrollo. Por otro lado, la frontera tecnológica mundial está evolucionando muy rápidamente y existe un gran stock de tecnología extranjera "disponible". Entonces, un elemento central para la estrategia tecnológica de un país en desarrollo, es adquirir tecnología extranjera en la forma más barata y eficiente y, luego, adaptarla a las condiciones locales. Es importante reconocer que la importación de tecnología extranjera no es un sustituto para el desarrollo local de nueva tecnología, sino un complemento que da origen al aprendizaje local. La evidencia, tanto a nivel de firmas como de países, sugiere que la estrategia del "seguidor tecnológico" tiene altos retornos al menos hasta que la brecha tecnológica con los líderes se cierre. Japón, por ejemplo, progresó muy rápidamente a través de la adquisición y adaptación de tecnología extranjera hasta llegar a la frontera en muchas industrias, y desde entonces ha tenido que invertir más en desarrollar tecnología genuina.

En general, es posible identificar tres canales principales de absorción de tecnología extranjera: **inversión extranjera directa, contratos de licencia tecnológica e importaciones de bienes de capital**. El grado en el cual una economía depende de una u otra forma de transferencia tecnológica, depende de cómo ve culturalmente el control doméstico versus extranjero de la tecnología, de la disponibilidad de ésta a través de los diferentes modos posibles y de cuán bien una economía puede hacer un uso efectivo de esos modos. En definitiva, el marco institucional⁴ y la estructura productiva⁵ condicionarán fuertemente el modo en cómo se llevará a cabo la absorción tecnológica.

2.2.2. El proceso de transformación tecnológica en países rezagados

En este trabajo se entenderá por transformación a todos los procesos de creación, adaptación y mejora llevados a cabo endógenamente por los agentes del SNI, sin importar su dependencia institucional. La transferencia tecnológica involucra ideas y diseños desarrollados en función de las características correspondientes a otros SNIs. Existen en los países en desarrollo diferencias marcadas en relación la estructura productiva y el marco institucional que afectarán notablemente la performance nacional de los paquetes tecnológicos extranjeros.

Se pueden distinguir tres importantes componentes idiosincrásicos de la estructura productiva : **el tamaño del mercado, la densidad del tejido industrial y la estructura del**

⁴ A través de la legislación hacia la inversión extranjera, la regulación sobre el licenciamiento de tecnología extranjera, el régimen de propiedad intelectual, la adquisición de tecnología por parte del Estado y la infraestructura de soporte institucional, a través de los centros de información tecnológica.

⁵ A través de la capacidad, fruto del aprendizaje local, de hacer uso de cada uno de los canales y del patrón de especialización sectorial de la producción.

mercado. El primero, en los países en desarrollo significa la existencia de mercados notablemente menores que de los países proveedores de la tecnología, sin embargo, "la física y la química no son lineales"⁶. Lo anterior conduce a la necesidad de llevar a cabo una fuerte adaptación de los conocimientos tendiente a flexibilizar el proceso productivo y a ampliar el mix de producción, única forma de mantener una escala eficiente. El segundo, determina la ausencia de redes de proveedores especializados y de sistemas de soporte. El resultado es que muchas de estas actividades deben ser realizadas por la misma firma introductoria de la tecnología generando altos grados de integración vertical que van asociados a altos costos de coordinación⁷ que, a su vez, exigen de importantes innovaciones organizacionales. Es necesario destacar que estos determinantes no son estáticos sino que cambian su relevancia con el transcurso del tiempo, asociados al proceso de aprendizaje doméstico. Este puede permitir alcanzar escalas productivas mayores en la medida que la reducción de costos permita exportar. Además, el aprendizaje permite ir generando redes de proveedores a partir de la descentralización y posterior enajenación de secciones integrantes de la firma en su estado inicial⁸. Finalmente, la estructura de mercado determina fuertemente la dirección de la trayectoria tecnológica entre ingeniería de proceso e ingeniería de producto. En una situación en que la firma opera monopolísticamente, el sesgo en la adaptación del proceso productivo estará en su optimización tendiente a reducir costos de producción. Por otro lado, en un contexto de competencia monopolística, la ingeniería se concentrará en el desarrollo del mix de producción tendiente a la defensa y control de nichos de mercado⁹.

Por otro lado, el marco institucional que refleja la historia y la cultura de la nación, influirá fuertemente las relaciones capital/trabajo y la misma organización del trabajo al interior de cada firma. La existencia de diferencias en las leyes, laborales y ambientales, entre los países dadores y receptores, son elementos que exigen de una importante adaptación de éstos últimos. Además, la existencia de regulaciones de mercado, por ejemplo, leyes antimonopolios o antitrust, puede condicionar la trayectoria tecnológica seguida por cada firma. Sin embargo, en este punto, las diferencias alcanzan no solamente a la institucionalidad "regulatoria"¹⁰, sino que la cultura también se refleja en los propios hábitos de comportamiento de los agentes. Por ejemplo, una historia de fuertes transferencias no voluntarias de riqueza en un contexto de alta hostilidad entre los agentes, determinará un sesgo de ellos hacia comportamientos del tipo oportunista, consistentes en la permanente violación de los contratos implícitos pactados ex-ante, lo cual llevará a la generación de incertidumbre, pérdidas de confianza mutua, se promoverá el individualismo, por sobre la cooperación y el trabajo en grupo; es decir, se resentirá fuertemente la capacidad de aprender de una sociedad.

⁶ Esta es una de las principales características de los sistemas, la cual se denomina "sinergia", consistente en que el todo no es la suma de las partes constituyentes sino que al relacionarse las partes de algún modo particular, surgen nuevas propiedades que pueden ser adscritas al sistema y no a cada una de las partes aisladamente.

⁷ Los que son menores que los costos de transacciones asociados a la desverticalización.

⁸ Proceso que en la literatura administrativa se conoce como "outsourcing".

⁹ Por ejemplo, a través de la diferenciación de producto.

¹⁰ Leyes, reglamentos, normas, disposiciones, etc.

2.2.3. El proceso de formación de capital humano

Como se definió más arriba, capacidad tecnológica consiste en saber seleccionar, adquirir, usar, adaptar, mejorar y crear tecnología en forma eficiente. Estas acciones son esencialmente desarrolladas por las personas y no por las máquinas, por ende, un insumo clave para los procesos de absorción, transformación y difusión es el capital humano. El mismo posee dos fuentes importantes de acumulación : la educación formal y "on the job training" ya que se requiere de una continua actualización de las destrezas de las personas como consecuencia de la naturaleza fuertemente cambiante de la tecnología y la competencia.

El sistema de acumulación de capital humano aparece determinado, por una parte, por el marco institucional, ya que la existencia de importantes externalidades asociadas a la enseñanza conducen a que la asignación privada de recursos al sistema educativo sea siempre insuficiente¹¹. La forma como la sociedad cierre estas brechas va a condicionar la trayectoria tecnológica de un país. No sólo en relación a la cantidad de recursos sino también en relación a su asignación disciplinaria.

El segundo determinante de la acumulación de capital humano es la estructura productiva. En todo momento existen sectores industriales que se encuentran posicionados en diferentes niveles en sus curvas de aprendizaje y que poseen distintos grados de maduración. Por ende, la capacidad de los sectores productivos en acumular capital humano no es homogénea y los patrones de especialización productiva afectarán fuertemente la acumulación de habilidades y destrezas. Por ejemplo, una estructura productiva sesgada hacia la producción de bienes cuyos procesos se hallan estandarizados y que pertenezcan a paradigmas tecnológicos ya superados¹² también hará más dependiente a la economía de la inversión extranjera directa como mecanismo de transferencia tecnológica. No es sorprendente que resulte más probable observar el desarrollo de economías de enclave en sistemas productivos pre-capitalistas.

2.2.4. El proceso de difusión de tecnología

En este trabajo se entenderá por difusión al proceso mediante el cual se logra el más completo acceso por parte de los diferentes agentes del SNI, tanto a la tecnología transferida del exterior como aquella creada, adaptada y mejorada localmente. Siguiendo a Dahlman y Nelson (1993), una de las más importantes falencias de los sectores industriales de los países en

¹¹ Estas externalidades se refieren al hecho de la existencia de masas críticas en distintos niveles de la sociedad. Una inversión en un ingeniero aumenta el producto nacional en su productividad, más el diferencial de productividad adicional generada por él en la masa de ingenieros con los cuales se relaciona en su actividad productiva. Por otro lado, la educación al permitir el acceso a puestos de trabajo mejor remunerados, actúa positivamente sobre la distribución personal del ingreso. Una distribución más equitativa da mayores garantías acerca de la estabilidad del marco institucional y además, en caso de tener que alterarse éste, sus cambios serán probablemente menos traumáticos. Ello, en definitiva, va en favor de la actividad innovativa de un país.

¹² Por ejemplo, la agricultura tradicional.

desarrollo, es la existencia de una tremenda diversidad en las performance económicas de las firmas perteneciente a un mismo sector. Si bien es cierto que parte de esas diferencias son debidas a las diferencias naturales entre las firmas que operan en el sector, también es cierto que existe disparidad en los niveles de performances económicas, aun entre firmas que operan el mismo equipo y que tienen estrategias similares.

Si existen firmas que son relativamente parecidas y, sin embargo, no operan los sistemas productivos con la misma eficacia, puede afirmarse que ello es debido a las diferencias de acceso a la información tecnológica que les llega. En este punto, el tema de la difusión pasa a ser relevante como mecanismo de reducción del dualismo industrial.

Uno de los mensajes más importantes de la discusión más arriba mencionada es que la innovación es resultado de un proceso de aprendizaje cuyo componente central es su naturaleza interactiva lo cual implica relaciones permanentes entre introductores, usuarios y productores de tecnología. Tales relaciones son básicamente difusión tecnológica y se asientan sobre la infraestructura tecnológica de un país. En este sentido, se puede definir a ésta como un conjunto de servicios de información tecnológica. Los proveedores de estos servicios cumplen la función de coordinar las demandas por "necesidades tecnológicas" con la oferta de "soluciones tecnológicas".

La provisión de servicios tecnológicos tiene costos y, por ende, su existencia privada se producirá solamente en la medida que los beneficios privados sean tales que permitan cubrirlos y al menos ganar el costo de oportunidad del capital. Existen determinados servicios en que estas condiciones se cumplen. Típicamente esto se da cuando se desarrollan las redes de subcontratación en las cuales la empresa contratista se transforma en un proveedor de servicios tecnológicos a la contratada y viceversa. Por ejemplo, en los encadenamientos productivos hacia atrás, además de la transacción comercial involucrada en la compra de insumos, la empresa contratante, generalmente suministra a la contratada información y asesoría tecnológica acerca de la mejor manera de producir los insumos que ésta requiera. Muchas veces este asesoramiento va mas allá alcanzando la entrega del financiamiento del capital de trabajo y el leasing del equipo. Pero también la empresa proveedora del insumo asesorará a la compradora acerca de la mejor forma en cómo ese insumo puede ser utilizado en el proceso productivo para obtener el mejor rendimiento en la producción de bienes finales. Este ejemplo resulta esclarecedor en el sentido de que desarrollar la subcontratación, es desarrollar mercados de servicios tecnológicos. De ahí la importancia central que los países de crecimiento acelerado le han otorgado a este aspecto en los programas de desarrollo de la pequeña y mediana empresa¹³. Otro ejemplo donde los mecanismos de mercado permiten la existencia de algún grado de desarrollo privado, es en el caso de ciertos servicios de información (redes de bases de datos especializadas en información financiera, comercial, bursátil; páginas amarillas, diarios financieros, etc).

Sin embargo, existen muchos servicios donde los incentivos de mercado están lisa y llanamente ausentes. Son aquellos donde la información suministrada tiene alto contenido

¹³ En Japón el 65% de las PYMEs produce bajo acuerdos de subcontratación y el 85% de ellas se especializan en tal producción (Dahlman y Nelson 1993:9).

genérico y tiene utilidad para un amplio espectro de firmas en campos específicos, o bien, el sistema de información para que funcione eficientemente exige de un escala tal que los costos de operación serían lo suficientemente altos como para que las firmas sean capaces de financiarlos en su totalidad. Como consecuencia es muy probable que no existan proveedores privados de estos servicios; carencia que da origen a las redes de institutos públicos, agencias de extensión y universidades que los suministran.

Ejemplos de este tipo de servicios son las redes de información meteorológica, las agencias de extensionismo rural, el servicio de vigilancia sísmica, los sistemas de normalización (que permiten que las firmas del país tengan acceso, a bajo costo, a las normas de calidad necesarias para exportar).

2.2.5. El rol de las instituciones

Un aspecto central de los cuatro procesos definidos anteriormente es que los mismos se asientan en la estructura productiva de una economía y en el marco institucional. Siguiendo a Lundvall (1993), la relevancia de la dimensión institucional surge del hecho de que las instituciones proveen a los agentes (firmas y consumidores) de "guías en pos de la acción". En un mundo caracterizado por actividades innovativas, la incertidumbre aparecerá como uno de los aspectos dominantes de la vida económica. En contraposición con esto, un aspecto central de las instituciones es su relativa estabilidad en el tiempo, lo cuál permite que ellas actúen como agentes reductores de incertidumbre y de esta forma hagan posible que los sistemas económicos sobrevivan y se reproduzcan en un mundo incierto. Es decir, las instituciones proveen la estabilidad necesaria para que los esfuerzos innovativos tengan lugar y adquieran una mayor probabilidad de éxito.

La incertidumbre dentro de un SNI adquiere su aspecto más crítico en el proceso de transformación donde, en general, los resultados de un desarrollo tecnológico nunca serán seguros hasta que se contraste su performance en el mercado. Sin embargo, para llegar a esta fase, el tiempo y desembolso de recursos exigidos puede llegar ser demasiado importante. Esta elevada demanda de recursos, sumada a la incertidumbre de los proyectos y a su maduración "a muy largo plazo", genera que los mercados financieros y de capitales¹⁴ se sesguen naturalmente en contra de este tipo de proyectos. Esto genera una primera "brecha" entre la oferta y demanda de recursos privados para la innovación, lo cual conduce a que la cantidad de proyectos que se emprendan sea menor que lo que "privadamente sería eficiente".

La combinación de incertidumbre más la "falla" del sistema financiero genera la primera brecha que clama por una intervención. Sin embargo, las exigencias por una intervención institucional se multiplican por el hecho de que una innovación no sólo beneficia al innovador, sino que genera una cierta gama de ideas y alternativas de solución de problemas que se derrama hacia otras ramas y firmas del sistema productivo. Existe una rentabilidad social superior a la privada que lleva a que aún si la demanda privada de recursos para innovación fuera plenamente satisfecha por los mercados de capitales, la asignación óptima de recursos sería

¹⁴ Dominados por el riesgo moral y la selección adversa (Stiglitz 1992)

inferior a la social. La brecha anterior se magnifica si consideramos que el problema de la imperfecta apropiabilidad de los resultados de la innovación sesga la firma hacia la estrategia de la "copia - imitación" lo cuál reduce los incentivos a encarar esfuerzo privados por innovar.

Finalmente, el fenómeno del aprendizaje, el cual aparece en la base de todos los procesos de un SNI tiene lo que se denomina "economías de escalas dinámicas".

En ninguna sociedad, los agentes se caracterizan por absorber, operar los sistemas productivos incorporados desde el exterior y difundir el conocimiento (a través de servicios tecnológicos y redes de subcontratación) con la máxima eficiencia productiva; sino que alcanzar esta se produce con el transcurso del tiempo a medida que las transformaciones adaptativas y la creaciones locales, como también el proceso de difusión se alimentan a partir de los fracasos y cuellos de botellas de las primeras aplicaciones de los procesos incorporados.

Lo anterior conduce a que mientras más complejo es el proceso tecnológico¹⁵ que se absorbe desde el exterior, menos eficiente serán las primeras series producidas y ellos aumenta la probabilidad del fracaso y desincentiva la incorporación privada de nuevas tecnologías desde el exterior.

Ello también exige de un intervención "subsidiaria" del proceso de aprendizaje. Nelson y Dahlman (1993), ejemplifican lo anterior con el caso del Japón de fines del siglo XIX, donde la actividad industrial no existía y los capitalistas privados, que no tenían capacidad de acumular en cantidad suficiente, sólo se limitaban a reinvertir sus excedentes en actividades comerciales. Sin embargo, en el período inmediatamente posterior a la Restauración Meiji (1869), el gobierno estableció empresas públicas en diversos sectores (textiles, astilleros, acero y papel) que sirvieron para desencadenar curvas de aprendizaje domésticas en tecnologías avanzadas. Entre 1872 y 1892, el gobierno invitó a más de 5000 expertos extranjeros para llevar a cabo el proceso de puesta en marcha y entrenamiento del personal de la nuevas empresas. El gobierno también estableció escuelas de ingeniería para proveer manor de obra calificada y un creciente número de japoneses fue enviado al exterior para capacitarse en tecnologías aplicadas y reemplazar a su regreso a los expertos extranjeros en las fábricas del gobierno. Cuando la crisis financiera obligó al estado a desprenderse de muchas de estas empresas, recién entonces los capitalistas privados trasladaron sus excedentes al sector industrial y se mostraron como emprendimientos altamente eficientes; es decir, la curva de aprendizaje ya había madurado¹⁶.

Otro ejemplo de intervención para subsidiar los primeros pasos del proceso de aprendizaje es el ITRI taiwanés; se trata del mayor laboratorio de tecnología industrial de Taiwán, cuya propiedad es del Estado. Cuando el gobierno decidió que el país iniciara la producción de sus propios chips de computación, el ITRI después de negociar con más de 30 potenciales proveedores de la tecnología, obtuvo la licencia de RCA para el desarrollo del producto en el país. El ITRI generó la asimilación primaria de la tecnología y su adaptación para luego transferir aquel aprendizaje al sector privado. Como la tecnología avanzó y el país requería

¹⁵ Complejo en relación a la práctica actual de la economía.

¹⁶ Ver Nagaoka (1989).

la producción de chips más específicos, el ITRI acordó la formación de un Joint Venture con la Phillips para producir circuitos más avanzados en Taiwan¹⁷.

La discusión anterior sugiere la existencia de cuatro argumentos que justifican la intervención institucional en el marco de un SNI :

- . La elevada incertidumbre y asimetrías de información.
- . Las externalidades del conocimiento.
- . La imperfecta apropiabilidad.
- . Las economías de escala, en particular las dinámicas.

Los primeros tres factores exigen medidas de intervención permanentes, mientras que el último clama por una intervención masiva en la primera etapa del proceso de desarrollo de un complejo tecnológico, para luego de "subsidiar" el aprendizaje, transferir sus resultados al sector privado. Todo lo anterior va dibujando lo que se podría denominar "las fases de una política tecnológica" ¹⁸.

Existe un fenómeno de "big-push" institucional en el cual el Estado debe asumir un rol central. Para caracterizar la dinámica del ciclo de la política tecnológica, es necesario separar la naturaleza público-privada tanto de los agentes que llevan a cabo las actividades del SNI (absorción, transformación, formación de capital humano y difusión) como de las fuentes de financiamiento de dichas actividades¹⁹. Esta situación se puede graficar de la siguiente manera²⁰.

FASES DE LA INTERVENCIÓN INSTITUCIONAL EN UN SNI

¹⁷ Ver por ejemplo Romer (1991).

¹⁸ ver Teubal (1994)

¹⁹ Se refiere no solamente al financiamiento de los procesos propiamente dichos, sino también el necesario para la creación de la infraestructura científica, tecnológica y de información.

²⁰ Agradecemos el siempre inestimable aporte de Jorge Katz en este punto.

Procesos del SNI

PUBLICO

PRIVADO

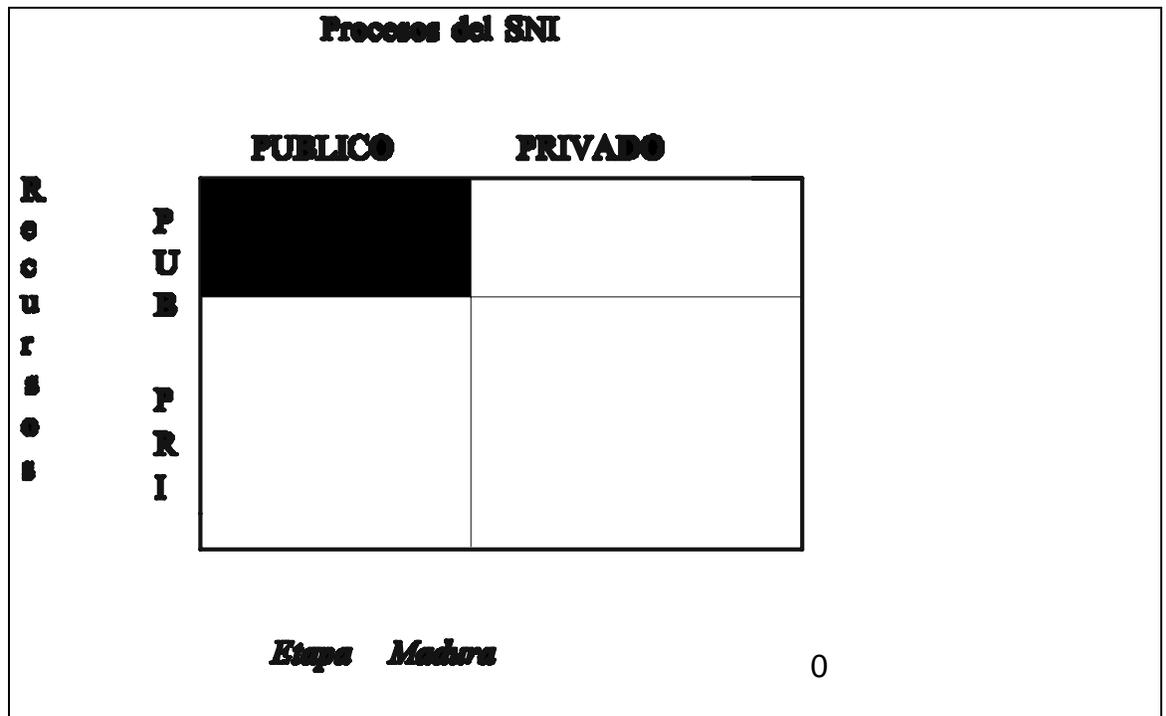
**R
e
c
u
r
s
o
s**

**P
U
B
L
I
C
o**

PRIVADO

Etapa Infante

0



Seguindo a Teubal (1994), la fase infante de la política se caracteriza por la alta participación de los agentes públicos, tanto como ejecutores de los procesos como también en el financiamiento de éstos. La participación privada/privada es marginal siendo ello una característica de las economías en desarrollo. La fase madura de la política es aquella en la cual se han creado los incentivos de mercado necesarios (al superar los problemas de masa crítica) para permitir una participación pública/pública, pública/privada, privada/pública y privada/privada equilibrada típica de los países más desarrollados.

2.2.6. Las restricciones macroeconómicas y del régimen de incentivos

En la primera sección se vio que el fenómeno del aprendizaje se desarrolla en un entorno gobernado por la incertidumbre y la competencia schumpeteriana y que los tres elementos definen la innovación. Por ende, distintos regímenes de incentivos en relación a aquellos tendrán efectos distintos tanto sobre el tipo de trayectoria tecnológica como sobre la misma tasa de mejora de una trayectoria dada, según el mismo promueva o inhiba el proceso de competencia²¹ y reduzca o exacerbe la incertidumbre.

Un elemento central del régimen de incentivos es el grado de exposición de la economía a la competencia internacional. Ella, por un lado, presiona a las firmas a innovar, y por otro, se

²¹ Los regímenes de incentivos son el fruto de distintos marcos institucionales.

transforma en un canal de transferencia de tecnología de extranjera a través de relaciones usuario/productor a niveles internacionales.

Además, el régimen de incentivos también se relaciona fuertemente con el entorno regulador del mercado y, por ende, con lo que se podría definir como la existencia de cierta "presión institucional" a favor de la innovación. Green (1993), sugiere en este sentido que buena parte de los cambios (fusiones, compras, entradas y salidas de firmas,) que se están produciendo en el mercado farmacéutico internacional, aparecen relacionadas con la mayor presión regulatoria de los gobiernos de los países desarrollados (controles de precios en Japón y Francia, Plan Clinton en Estados Unidos), sumado al vencimiento de algunas patentes altamente lucrativas, todo lo cual, al tiempo que restringe la posibilidades de aprendizaje para algunas firmas, potencia la trayectoria de otras.

No obstante, el régimen de incentivos competitivos por sí solo no es el único elemento que afecta el proceso de competencia schumpeteriana. Por ejemplo, durante la década de los setenta y ochenta, buena parte de los países de América Latina se acercaron desde un régimen de incentivos "inwardly oriented" hacia uno más expuesto a la competencia internacional. Sin embargo, aun en países con una buena base de capital humano, algún grado de desarrollo de su infraestructura tecnológica y con una creciente absorción de tecnología extranjera, presentaron pésimas performances en materia de crecimiento.

Buena parte de la explicación es que el proceso de reforma del sector real de la economía de fines de los '70 se llevó a cabo conjuntamente con una reforma financiera, en una secuencia que a posteriori demostró ser inconsistente, y con la implementación de políticas macroeconómicas que terminaron profundizando los desequilibrios hasta colocar las economías latinoamericanas sobre trayectorias explosivas. Es importante interrogarse en qué medida la inestabilidad macroeconómica afectó la performance de los SNI de la región.

Nosotros planteamos, en primer lugar, que la elevada volatilidad de la tasa de inflación, de los precios relativos y cantidades transadas que siguió a la llamada "crisis de la deuda", generó un cambio importante en las prioridades de las firmas. Para estas pasó a ser más relevante su capacidad para tomar decisiones rápidamente de modo de protegerse contra las transferencias de riqueza que aquella situación producía. El centro del interés empresarial pasó a estar relacionado con el manejo financiero de las empresas en lugar de problemas tecnológicos relacionados con "la línea de producción". Se produjo un suerte de "crowding-out" del aprendizaje financiero por sobre el productivo - organizacional^{22 23}.

En segundo lugar, un elemento central del "efecto desplazamiento" anterior y por el cual se redujo la rentabilidad del aprendizaje productivo, es el hecho de que los contratos de largo plazo mostraron ser instituciones fuertemente endógenas al sistema²⁴, de modo que la

²² En un contexto internacional donde precisamente el aprendizaje tecnológico-productivo se aceleraba en la frontera internacional.

²³ Esta situación también se vio incentivada por la diversificación de los grupos económicos locales ante el retiro del Estado de la actividad productiva y la globalización del capital financiero.

²⁴ La endogeneidad de los contratos a nivel macro fue planteada por J. Taylor(1982).

volatilidad de los años ochenta generó la caducidad o incumplimiento involuntario de muchos de ellos y además exacerbó los comportamientos oportunistas post-contractuales. La respuesta natural de los agentes ante esta realidad fue la reducción de la durabilidad media de los contratos, lo cual no sólo incrementó la ineficiencia económica por el incremento de los costos de transacciones, sino que, además, desapareció una herramienta central del proceso de aprendizaje tecnológico ²⁵.

En tercer lugar, la conducta conservadora de los agentes se manifestó en la existencia de elevadas tasas de descuento -corregidas por el riesgo-, lo cual generó una discriminación contra aquellos proyectos de inversión de maduración a largo plazo. Así se comienzan a postergar las compras de nuevos bienes de capital, ampliaciones de plantas y aun reposición de los activos físicos existentes con lo cual se reducen fuertemente la tasa de formación de capital y, conjuntamente con ella, desaparece un insumo central para el enriquecimiento de las curvas de aprendizaje.

Finalmente, los planes de estabilización ortodoxos implementados desde la crisis de la deuda pusieron especial énfasis en el ajuste fiscal, el cual, en un marco fuertemente recesivo, se canalizó vía importantes reducciones del gasto público que, por el hecho de formularse en forma indiscriminada no sólo profundizaron la crisis sino que debilitaron fuertemente las instituciones del Estado. Así por ejemplo, se redujeron los presupuestos de los institutos públicos de I+D y de las universidades, se deterioró el sistema de formación del capital humano en todos sus niveles y desapareció la banca estatal de desarrollo, justo en el preciso instante en el cual los mecanismos de mercado y las instituciones privadas dejaban de funcionar o lo hacían en formas altamente distorsionadas.

La suma de todos estos elementos permite afirmar que, sin lugar a dudas, la pendiente de la curva de aprendizaje de la región durante los ochenta sufrió un quiebre estructural negativo. La recuperación no se producirá en forma instantánea (lleva tiempo desactivar la característica de persistencia que gobierna los fenómenos arriba enunciados).

En síntesis, en este capítulo se plantea un marco teórico con el objeto de buscar una explicación alternativa más consistente al fenómeno de la innovación y al proceso de crecimiento. El esfuerzo por formular un marco conceptual de la innovación más acorde con las características dependientes y rezagadas de un país en desarrollo llevó a determinar la existencia de cuatro procesos clave, los cuales configuran la parte central del sistema; ellos son la absorción tecnológica, la acumulación de capital humano, la transformación (y creación de nueva tecnología endógena) y la difusión tecnológica. Algunos de los procesos señalados operan a través de los mercados; sin embargo, la naturaleza de la mayoría de ellos se caracteriza por la existencia de fuertes imperfecciones (economías de escala, característica de bien público de buena parte de la información, imperfecta apropiabilidad de los resultados de una innovación, las externalidades, etc.), lo cual genera una necesidad de intervención pública y exige la creación de instituciones. Dada la naturaleza de las imperfecciones, algunas de las

²⁵ Los contratos de largo plazo, ya sea implícitos o explícitos, son fundamentales en el desarrollo de la relaciones necesarias para el aprendizaje interactivo tanto al interior de la firma - en particular las relaciones capital-trabajo- como entre firmas -la relaciones capital-capital.

medidas de intervención serán transitorias (hasta que surjan los mercados faltantes), otras en cambio deberán existir permanentemente.

En resumen, el modelo teórico de este capítulo define el "deber ser" de un SIN. El interés de los capítulos siguientes se centra en la evaluación de los procesos, mercados e instituciones para el caso particular de la economía chilena.

III. ANALISIS EMPIRICO PARA EL CASO CHILENO

Como se planteó en el capítulo anterior, un sistema innovativo nacional puede ser caracterizado por tres procesos principales. También se estableció que los mecanismos de absorción tecnológica, educación y transformación están vinculados o relacionados entre sí por los traspasos de información, recursos financieros y mano de obra calificada; proceso que hemos caracterizado como "difusión tecnológica". Ahora bien, estas interacciones pueden estar regidas por mecanismos de mercado, o bien institucionalmente, cuando las características de bien público, externalidades estáticas y dinámicas inherentes a dichas interrelaciones, inducen a gruesas fallas de los mercados.

El marco conceptual anterior nos permite descubrir los distintos agentes y sus interacciones, que participan en el fenómeno innovativo en una nación. No obstante, caracterizar la evolución que ha tenido el sistema como un todo no es una tarea fácil. Los índices de productividad global, tasa de crecimiento del producto u otras medidas afines, son elementos que comunmente manejan los economistas para caracterizar indirectamente la evolución del fenómeno innovativo. Sin embargo, dichas medidas no dan cuenta de las fuentes de dicho crecimiento ni menos las implicancias de políticas orientadas a que este fenómeno se acelere.

Considerando que un SIN es un sistema social, compuesto principalmente por personas, la caracterización cuantitativa de la evolución de un sistema con estas propiedades sólo puede realizarse revisando, parcialmente, algunos componentes de este sistema y de allí inferir el impacto de cada uno de ellos sobre el sistema total. No obstante, la elección de los candidatos es arbitraria, basándose principalmente en la literatura existente y en la experiencia de los autores.

Teniendo en consideración lo anterior, el objetivo de este capítulo es proveer información y analizar algunos elementos constitutivos del SIN chileno que pueden caracterizar someramente la evolución de éste durante los últimos años. La metodología llevada a cabo consistió principalmente en elaborar una fundamentación teórica de la importancia de cada elemento en el desarrollo del SIN. Paralelo a ello, nos interesa estudiar la evolución del marco

regulatorio e institucional que está detrás de cada elemento y, por último, entregar información cuantitativa que describa la evolución que ha tenido cada uno de ellos en las últimas décadas.

Una síntesis de los resultados encontrados para el caso chileno se presenta en los siguientes párrafos. No obstante, si el lector necesitara algún detalle acerca de la información aquí presentada, lo remitimos al informe original denominado "Hacia una Caracterización del Sistema Innovativo Nacional Chileno" el cual puede encontrarlo en la Secretaría Ejecutiva del Programa de Ciencia y Tecnología del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.

3.1. Procesos de Absorción Tecnológica

3.1.1. Inversión Extranjera Directa (IED)

La literatura económica sugiere que la IED sería una de las potenciales vías de absorción de tecnología proveniente desde el exterior. A pesar que hoy en día persiste la discusión acerca de la calidad del potencial traspaso de conocimientos por este conducto, existe un cierto consenso de las distintos caminos a través de los cuales aquél puede materializarse.

En primer lugar, este canal actuaría como un mecanismo de transferencia de habilidades. Dado que, según la legislación vigente (D.L. 600), aproximadamente dos tercios del personal de la firma multinacional debe ser de nacionalidad chilena, la empresa extranjera está generalmente obligada a entrenar a parte de dicho personal local en las labores productivas que ésta desarrolla. Dicho entrenamiento no sólo incluye el uso de cierta maquinaria - que normalmente es desconocida en el ámbito productivo nacional - sino que generalmente las empresas multinacionales poseen ciertos "protocolos" de comunicación, reglamentación, u otros afines que deben ser aprendidos por el personal nuevo. Adicionalmente, junto con el entrenamiento específico, los mandos medios y altos reciben un voluminoso aporte a sus conocimientos técnicos y administrativos, los cuales han sido desarrollados o adquiridos por la casa matriz, conocimientos denominados generalmente como know-how.

En segundo lugar, la incorporación de una nueva empresa extranjera a la actividad productiva del país puede estimular actividades tecnológicas locales. Con frecuencia se observa que la maquinaria y equipos que incorporan las empresas multinacionales no son adecuadas a los niveles de producción domésticos. En consecuencia, estos equipos deben ser adaptados a las condiciones del mercado nacional, ya sea por el personal técnico doméstico o bien mediante la subcontratación de servicios de asesoría a empresas nacionales, estimulando de esta forma la actividad tecnológica local.

Por último, como consecuencia del interaccionar entre la firma trasnacional con sus contratistas o bien a través de la rotación del personal nacional, la venida de capitales extranjeros a explotar las ventajas comparativas que ofrece el país, puede generar un proceso de difusión de nueva tecnología en toda la economía nacional.

En Chile, la única institución autorizada para aceptar el ingreso de capitales desde el exterior y para establecer los términos y condiciones de los respectivos contratos, es el Comité de Inversiones Extranjeras, organismo dependiente del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.

El marco legal bajo el cual se rige el funcionamiento de esta institución, está contenido en el decreto ley N° 600 del año 1974 sobre "Estatuto de la Inversión Extranjera" donde se establece, en líneas generales, el carácter no discriminatorio frente al inversionista extranjero (trato nacional), contratos de estabilidad tributaria y una liberalización en el trato al capital extranjero.

Durante el año 1985, se creó en Chile un nuevo mecanismo de inversión extranjera el cual opera a través de la conversión de endeudamiento externo del país en activos internos o de inversión. Dicho mecanismo se conoce como Capítulo XIX del Compendio de Normas de Cambios Internacionales y que permite a personas naturales o jurídicas con residencia en el exterior, realizar inversiones en Chile a través de la adquisición y uso doméstico - en inversiones autorizadas por el Banco Central - de títulos de deuda externa chilena, con la única condición que tengan un vencimiento superior a un año desde el momento de la compra.

Junto con los dos mecanismos de inversión mencionados más arriba, existe un tercer canal a través del cual se permite la entrada de fondos de inversión extranjeros al país. Con motivo del proceso de privatización de algunas empresas que estaban en poder del Estado, se permitió a capitales extranjeros participar en la compra de paquetes accionarios de las empresas en venta. Los sectores de telecomunicaciones, electricidad y transporte fueron de principal interés para los capitalistas foráneos.

En general, desde un punto de vista sectorial, los cuerpos legales anteriormente analizados no discriminan en favor de algún sector productivo en particular. Por el contrario, a partir de 1976 se han promulgado cinco decretos que restringen las posibilidades de inversión extranjera en algunos sectores; entre los que se destacan los hidrocarburos, material atómico y cabotaje. Sin embargo, una especial atención merece el sector minero, el cual tradicionalmente había contado con una alta restricción a la inversión extranjera - en términos de plazos y montos de remesas y tasas impositivas - permitiéndose, a partir de 1992, a capitales extranjeros la co-financiación de proyectos de exploración de yacimientos mineros tradicionales²⁶.

A continuación se presenta la evidencia empírica recolectada para la inversión extranjera directa en Chile durante los últimos años, la cual está desagregada según origen y destino durante los últimos veinte años²⁷.

CUADRO 1

²⁶ El mejor ejemplo de este tipo de contratos, es la exploración y explotación del yacimiento El Abra en la II Región.

²⁷ Una revisión en detalle de la historia del marco regulatorio acerca de la inversión extranjera directa se puede encontrar en el informe original.

Distribución Sectorial de los Flujos de Inversión Extranjera Directa Y Conversión de Deuda Externa (en porcentaje).

Sector	1974-1978	1979-1983	1984-1988	1989-1993
Agricultura	0.62	3.86	3.74	2.38
Minería	38.01	39.24	52.30	61.90
Industria	39.10	27.56	17.18	16.36
Servicios	21.82	29.34	26.08	19.36
Total	100	100	100	100

Fuente : Elaboración propia a partir de datos obtenidos del Comité de Inversiones Extranjeras.

Como se puede observar, la mayor porción del total de flujos de capitales externos, a través de la IED, tienen como destino principal el sector minero. Por otro lado, el sector industrial y de servicios, se han repartido la otra mitad de capitales externos con la particularidad, a diferencia del sector minero, que sus respectivas participaciones han oscilado en forma marcada a través de los años. El sector agrícola, el cual incluye actividades relacionadas con silvicultura, pesca y ganadería, tiene una relativa baja importancia como destino de los flujos de inversión extranjera directa.

Continuando con el análisis de los flujos de capitales que provienen del extranjero a través de los mecanismos dispuestos en el Decreto ley N° 600 y el Capítulo XIX, resulta de interés caracterizar el origen de dichos fondos.

CUADRO 2

Distribución Geográfica del Flujo de Inversión Extranjera Directa y de los Mecanismos de Conversión de Deuda Extranjera.

Países	1974-1978	1979-1983	1984-1988	1989-1992
CEE	36.16	31.76	28.76	24.15
N. América	38.06	52.20	41.66	45.60
Otros	0.74	5.08	18.92 ²⁸	19.78 ²⁹
S.E. Asiático	0.62	0.36	0.42	0.70
A. Latina	8.46	10.50	6.90	6.87
Otros	15.96	0.10	30.32	2.90
Total	100	100	100	100

²⁸ Durante este período Nueva Zelanda aumentó su participación de casi nada a 337 millones de dólares principalmente en el sector minero.

²⁹ Este aumento es explicado por la inversión de Australia en el sector minero por un monto total de 509 millones de dólares.

Como se puede observar del cuadro, el origen de los flujos de capitales extranjeros se ha concentrado principalmente en los países desarrollados. Específicamente, los naciones pertenecientes a la comunidad económica europea y los países norteamericanos (sin incluir a México) generan sobre el 75% del total de fondos registrados en Chile durante la mayor parte de los setenta y toda la década de los ochenta.

Para evaluar el impacto de la transferencia tecnológica vía la IED, hay que tener en cuenta el dinamismo tecnológico mundial del sector hacia donde se orientan estos flujos de capitales. En este sentido, el aporte es mayor mientras más grande sea el gap tecnológico entre el sector de origen a nivel mundial y el sector doméstico de destino, y mientras más dinámico sea el sector de origen a nivel mundial³⁰.

De esta forma se observa que, a pesar de ser los países de origen de los capitales - canalizados vía la IED - líderes tecnológicos mundiales, dicha inversión se orienta principalmente a sectores de recursos naturales intensivos³¹, de los cuales no puede decirse que sean muy dinámicos en la frontera y que fruto de ello, el gap tecnológico relativo del país en estos sectores es más bien bajo, en comparación a otros sectores con un mayor grado de dinamismo tecnológico, como lo son la industria de consumo durables, bienes de capital o electrónica.

Al analizar los datos encontrados para Chile, se podría decir que la IED se ha visto inducida solamente por las ventajas comparativas naturales del país - de ahí que se destina principalmente a sectores con una alta participación en el producto y exportaciones nacionales - pero que su contribución tecnológica no es muy alta³².

3.1.2. Importaciones de Bienes de Capital

El segundo mecanismo de absorción de tecnología que reconoce la literatura son las importaciones de maquinarias y equipos desde el exterior, el que se denomina como cambio técnico incorporado. La principal modalidad de este tipo de transferencias es la tecnología que viene incorporada en los nuevos equipos. Dicho conocimiento puede estar en los elementos o materiales que conforman la estructura de la maquinaria o bien en los nuevas ideas o conceptos que conforman la organización de los mismos.

No obstante lo anterior, mas allá del potencial traspaso de nuevo conocimiento, asociado a los procesos de adquisición de los nuevos equipos, la incorporación de nuevos bienes de

³⁰ Mientras mayor sea su flujo de innovaciones.

³¹ Minería y agrindustria - como pesquero y frutícola -

³² De hecho, la participación relativa del sector industrial sobre el total de la IED ha caído desde un 39% a comienzos de los setenta, hasta un 16% veinte años después.

capital a la línea de producción genera un conjunto de nuevas destrezas y aprendizaje en los usuarios de los mismos. Estos últimos se refieren principalmente, a los esfuerzos necesarios para instalar, adaptar y operar en forma eficiente, los nuevos equipos en el proceso productivo.

Finalmente, la adquisición de nuevos equipos puede, por una parte, crear o bien ampliar ramas productivas vinculadas a la producción de bienes de capital y, por otra, aumentar en forma significativa el stock doméstico de conocimiento técnico. Con respecto al primer punto, existen casos exitosos en Chile de empresas que siendo parte de una empresa mayor, se han separado de ella para desarrollar en forma aislada nuevos bienes de capital, satisfaciendo de esta manera, parte de la demanda por este tipo de bienes de la otrora empresa madre (proceso de desverticalización). Y, con respecto al segundo punto, las ideas que estas nuevas empresas productoras de bienes de capital incorporan a sus bienes son obtenidas, principalmente, a través de la compra de maquinaria con tecnología de punta de sus potenciales competidores, a quienes no les conviene radicarse en el país pues las barreras a la entrada son muy altas³³.

Siguiendo con la estructura de análisis de la sección anterior, un primer aspecto interesante a evaluar, considerando lo expuesto en los últimos párrafos, será el estudio de los sectores geográficos desde donde se trae la maquinaria y equipos que se compran en el país.

El análisis del origen de las principales importaciones de bienes de capital es de vital importancia pues caracteriza la calidad tecnológica incorporada asociada a este mecanismo de transferencia. La hipótesis plantea que la compra de bienes de capital fabricados en países situados en la frontera tecnológica mundial, tiene importantes spill-overs sobre los compradores nacionales y productores domésticos en general. La posibilidad de generar ingeniería reversa, mejoras e innovaciones sobre la tecnología adquirida, procesos de aprendizaje dinámicos en los operadores, mantenedores y creadores de mejoras de los equipos comprados, la generación de un cambio en los procesos productivos y organizacionales, como hemos visto, son algunas de las importantes consecuencias de la compra de maquinaria y equipos con una tecnología mejor que la actualmente en uso en las industrias nacionales.

CUADRO 3
Principales Países de Origen de la Importaciones de Bienes de Capital (% del total importado)

	Mundo		A.Latina		EEUU		Alemania		Japón		Italia	
	1987	1991	1987	1991	1987	1991	1987	1991	1987	1991	1987	1991
Nó Eléctrica	91.5	89.1	8.5	10.9	24.1	33.3	15.4	14.5	15.3	6.4	5.3	5.8
Eléctrica	92.6	93.1	7.4	6.9	33.1	34.6	8.9	7.8	15.4	14.5	2.7	3.1

³³ Estas barreras pueden ser de orden legal o bien económico, como pequeño tamaño de mercado, necesidad de altas inversiones en planta, servicio de post-venta, cadenas de distribución, etc.

Otras	79.1	75.4	20.9	24.6	24.8	35.4	16.3	11.1	14.4	11.2	4.7	2.3
--------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	-----

Fuente : CEPAL.

Los países que se incluyen en el cuadro N°3 representan sobre el 60% del total de bienes de capital importados durante los años que se indican. Como se observa, el grueso de la importaciones de bienes de capital provienen de países industrializados. En particular, Estados Unidos, Japón y Alemania, considerados países que están en la frontera del desarrollo y aplicación de nuevos conocimientos y tecnologías, constituyen el origen de la mayoría de las máquinas eléctricas y no-eléctricas que se importan en Chile durante los últimos años³⁴.

Un segundo aspecto interesante de estudiar se refiere al destino de las compras de maquinaria y equipos desde el extranjero. En el siguiente cuadro se presenta una clasificación de los sectores destinatarios de dicha inversión.

CUADRO 4
Clasificación de las Importaciones de Bienes de Capital según Destino (promedio en millones de dólares del mismo año).

SECTORIALES	78-81	82-85	86-89	90-93
Agrícola	11.7	5.1	13.3	21.7
Alimentos	33.0	14.0	22.0	58.9
Celulosa y Papel	17.6	16.8	17.8	64.6
Imprenta y Artes Gráficas	16.5	7.3	9.0	38.1
Textil	19.6	8.6	33.5	45.2
Confección, Cuero y Calzado	5.1	2.9	7.4	13.2
Metalmecánica	14.4	4.9	15.9	32.1
Minería	7.7	2.7	10.3	23.7
Plástico y Caucho	13.2	-	13.7	39.6
Servicios Médicos	-	-	3.4	22.2
Pesca	-	-	2.0	10.4

³⁴ No obstante lo anterior, una atención especial merece el caso de Brasil dentro del conjunto de importaciones de bienes de capital de Chile. Ello pues tiene una gran importancia relativa como exportador de máquinas y equipos para la industria metalmecánica chilena. A pesar que este tipo de bienes de capital no incorporan necesariamente tecnologías muy sofisticadas, plantean un fuerte desafío para la industria nacional como potencial canal de imitación y posterior ingeniería reversa.

GENERICAS				
Computadores y Equipos de Oficina	56.7	47.8	89.8	172.9
Telecomunicaciones	24.6	18.3	60.2	125.6
Máquinas Eléctricas en General	27.8	36.6	93.1	142.0
Máquinas para Movimiento de Tierra	39.9	17.6	59.8	142.4
Equipos de Carga y Descarga	31.2	26.0	70.1	91.6
Otras Máquinas y Equipos	177.4	141.2	275.3	503.4
TOTAL	505.5	368.3	814.8	1577.1

Fuente : Boletines de Comercio Exterior. Banco Central de Chile.

Como se observa el valor total de las importaciones de maquinaria y equipos ha crecido notoriamente en los últimos quince años. La excepción ocurre durante el período de la crisis de los ochenta donde estas importaciones presentan una gran caída, similar al fenómeno que se observa a nivel general sobre las importaciones³⁵.

A pesar de que el crecimiento de las importaciones de bienes de capital ha sido relativamente sostenido durante los últimos quince años, es necesario destacar el gran aumento que presentan entre los años 1989 y 1993³⁶. Efectivamente, las importaciones de este tipo de bienes aumenta en casi un 100% en sólo tres años, destacándose las maquinarias de movimiento de tierra que aumentan en un 140%, respondiendo en gran medida a las alzas registradas en las actividades de construcción -grandes centrales hidroeléctricas, nuevos caminos y edificios en general.

Por otra parte, dentro de los bienes de capital sectoriales, las importaciones de máquinas necesarias para la producción de alimentos, celulosa y papel, han tenido un espectacular incremento en los últimos tres años. Como se puede observar del cuadro anterior, estos sectores presentan un aumento en sus importaciones de bienes de capital cercanos al 170% y 260% respectivamente.

No obstante lo anterior, y sabiendo que una parte considerable de la maquinaria que se adquiere en el extranjero proviene de países desarrollados, es necesario estudiar con algún detalle el potencial impacto tecnológico asociado a la compra de este tipos de bienes para el sector productivo nacional.

En primer lugar, bajo la clasificación "otras máquinas y equipos" se incluyen todos los equipos que son utilizados por la mayoría de las industrias con independencia del giro de éstas. La principal característica de ellas es que las tecnologías que incorporan son de dominio público

³⁵ Este hecho se puede explicar por la liberalización del tipo de cambio - el cual subió mas de un 200% - y el proceso de ajuste que se vivió durante esos años.

³⁶ En particular la importación de bienes de capital genéricos.

y, luego, la novedad tecnológica es mínima³⁷. Por otra parte, la incorporación de estos equipos a los procesos productivos, en términos relativos, no exige grandes esfuerzos adaptativos de los ingenieros locales pues generalmente es maquinaria estandarizada y secundaria dentro de la línea.

En segundo lugar, aquella maquinaria clasificada como "genéricas" generalmente incorpora tecnología de punta, la que va cambiando rápidamente a través del tiempo. Es decir, a pesar que los principios bajo los cuales opera son los mismos (organización), los elementos constitutivos de las máquinas (estructura) han ido cambiando aceleradamente en los últimos años³⁸. Como en el caso anterior, el esfuerzo adaptativo de este tipo de bienes es casi nulo y sólo se necesita una mínima capacitación para las personas que las van a operar.

En tercer lugar, muchos de los equipos que tienen como destino sectores productivos específicos³⁹ necesitan de un gran esfuerzo adaptativo. Las asimetrías de información entre las necesidades de los productores y las características de la maquinaria ofrecida; la importancia fundamental de la maquinaria dentro del proceso productivo; las modificaciones necesarias en la línea para incorporalas; y en general, la particularidad de las características y especificaciones técnicas de la maquinaria necesaria, hace que la adquisición de este tipo de bienes de capital demande una cantidad notable de horas de ingeniería a fin de adaptar, e incluso modificar - mejorar - el bien adquirido para cumplir efectivamente los objetivos de su compra. Buenos ejemplos de este tipo de fenómenos se pueden encontrar en la industria de pinturas, minería y agroindustrias en general⁴⁰.

Finalmente, se observa de la realidad nacional que en los sectores tecnológicamente más dinámicos - metalmecánica y plásticos - las importaciones de bienes de capital crecen menos que aquellos sectores menos dinámicos - alimentos, celulosa, imprenta y pesca . Ello da cuenta de la falta de una política industrial selectiva que acelere la incorporación de bienes de capital más específicos y sofisticados. Los datos para Chile, también muestran que las compras de maquinaria y equipos en el extranjero muestran un fuerte sesgo hacia la introducción de tecnologías blandas - telecomunicaciones, computadores -en lugar de tecnologías duras. Si bien ello es bueno, no resulta a priori suficiente.

3.1.3. El Sistema de Protección de la Propiedad Industrial y el Licenciamiento de Tecnología Extranjera

³⁷ Un buen ejemplo son las calderas, turbinas, equipos de refrigeración, intercambiadores de calor y otros. La tecnología que incorporan estos equipos es conocida. Las diferencias entre cada máquina está en las capacidades y especificaciones técnicas, y la calidad de los materiales con que están construidas.

³⁸ Por ejemplo, el principio lógico que operan los computadores es el mismo desde su invención. Sin embargo, los elementos que los constituyen han cambiado dramáticamente con los años. En el caso de equipos de telecomunicaciones, el cambio de alambres de cobre a fibra óptica constituye otro buen ejemplo.

³⁹ Clasificadas aquí como "sectoriales".

⁴⁰ Además, su adquisición es más riesgosa por la falta de un mercado local de reventa y soporte técnico.

El análisis convencional de las finanzas públicas, considera la existencia de dos grandes categorías de bienes: los públicos y los privados. Estos últimos se caracterizan por gozar de los atributos de la rivalidad en el consumo y del derecho a excluir que les confiere la propiedad. Dadas estas dos condiciones, se prevé que el mercado asignará todos los recursos suficientes para su producción, hasta que la disposición a pagar de los consumidores se iguale con el costo marginal de producir la última unidad.

Los bienes públicos, por el contrario, son aquellos donde no hay ni rivalidad en el consumo, ni gozan del derecho de exclusión que confiere la propiedad. Estas dos condiciones, en conjunto, generan una falta importante de incentivos para su producción privada. Es el Estado en estos casos, ya sea directamente o indirectamente, quien debe correr con los costos de su provisión.

Romer (1990) sostiene que la tecnología es un bien "intermedio" entre los dos anteriores, ya que es no rival en el consumo -quien accede a un nuevo diseño y lo utiliza no impide que otros que hayan accedido al mismo diseño, lo empleen simultáneamente- sin embargo, es parcialmente excludible, ya que mediante el secreto de la innovación, es posible resguardar gran parte de la información asociada a ella.

La existencia de no rivalidad, genera un comportamiento típico del free-rider: lo más eficiente desde el punto de vista privado es esperar que otro incurra en los costos de un nuevo diseño, para luego acceder a su uso a través de la copia, la imitación o la ingeniería reversa. Si todas las firmas se comportan de esta manera, la asignación de recursos a la producción de conocimiento, acaba siendo subóptima socialmente.

Por otro lado, la exclusión mediante el secreto genera que los costos de difusión crezcan con la asimetría de la información (es decir con la novedad del producto o proceso). Mientras más se demora la difusión, menores son los beneficios sociales de una innovación.

La solución social estándar para estos problemas es a través del marco regulatorio conocido como sistema de propiedad intelectual. En términos generales, todo derecho conferido por esta vía, en particular una patente, es un contrato entre el innovador y la sociedad, mediante el cual éste recibe el goce exclusivo de los beneficios de su invento por un tiempo limitado (creándose de esta manera la rivalidad y exclusión necesarias de forma de generar los incentivos para la asignación de recursos a la actividad) a cambio de entregar la más completa información sobre el invento, para fomentar la difusión.

No obstante, es necesario reconocer que el rol de las oficinas de registro de patentes en los países en desarrollo debiera ser muy diferente al del mundo industrializado. Es decir, que sus actividades no deberían estar orientadas al estímulo de la actividad innovativa vía el bloqueo de la información, sino más bien al fomento de la misma a través de la difusión del stock de conocimiento existente en sus archivos. Desafortunadamente, las oficinas de patentes han estado funcionando como secciones del registro civil; cuando en realidad ellas debieran estar integradas con la planificación del desarrollo, o al menos, administradas como una rama de la política industrial. Ello podría incluir medidas como difusión sin costo de la información a los

residentes, financiándola con el cobro de los derechos de patentamiento y coordinándose con las agencias antimonopolios o oficinas antitrust, con el objetivo de controlar los abusos de los derechos conferidos⁴¹.

La evolución de la regulación en este campo en el país, reconoce dos etapas claramente diferenciadas. Hasta el año 1991 el sistema chileno se asemejaba, en cuanto a derechos y obligaciones, fuertemente al del resto del mundo en desarrollo y se caracterizaba por una mayor flexibilidad que lo establecido en la Convención de París. Sin embargo, en dicho año se produce una radical transformación en el sistema de concesiones, que se caracteriza por una armonización hacia los estándares internacionales.

Al comparar los dos regímenes, se puede apreciar que el segundo significa una mayor cobertura en las innovaciones sujetas al patentamiento, ya que se incluyen los medicamentos, alimentos y preparados químicos. Además, hay mayores restricciones en lo referente a la posibilidad del país de hacer uso del licenciamiento obligatorio con motivos de política industrial, ya que el mismo queda ahora limitado a prácticas desleales que pudiera cometer el dueño original del derecho. Sin embargo, a pesar de que existen menores grados de libertad en este punto, la evidencia muestra que a nivel internacional es muy poco relevante el número de licencias obligatorias que se han concedido y, además, en Chile no fue posible detectar un solo caso⁴².

Patentes

En el período analizado (1963 - 1992), el patentamiento total en Chile promedió las 664 patentes concedidas al año. De ese total, las patentes correspondientes a extranjeros ascendieron a 613, mientras que las de origen nacional fueron 51, lo cual representa una participación promedio anual del esfuerzo innovador "de frontera" en el total de tan solo el 7.68%. Si descomponemos el período analizado en quinquenios de forma tal de eliminar los comportamientos cíclicos y centrarnos en las tendencias, los resultados son los siguientes:

CUADRO 5

Evolución del Patentamiento en Chile.

Período	Totales	Extranjeras	Nacionales	Ratio
1963-1967	707	655	52	7.5
1968-1972	1040	985	55	5.3
1973-1977	594	538	56	9.4

⁴¹ Por ejemplo, a resueltas del citado caso de los abusos de precios del laboratorio Hoffman - La Roche de Inglaterra, la Comisión Antimonopolios del aquél país exigió la reducción de sus precios a algunos productos de uso masivo como el Valium y, además, le impuso una fuerte multa (O'Brien 1974). Esto demuestra que si bien se le otorga un monopolio legal al beneficiario, no por ello los estados del mundo desarrollado renuncian a su derecho nacional a regular.

⁴² Según Pedro Roffe (1974), los licenciamientos compulsorios en el mundo en desarrollo eran particularmente reducidos, aun así era posible considerar a Filipinas (con 8), India (4) e Israel (3) dentro de los más activos en este campo en el período 1950-1970.

1978-1982	631	577	54	8.5
1983-1987	496	455	41	8.2
1988-1992	14	466	48	9.3
Promedio	664	613	51	7.7

Fuente : Elaboración propia según datos de la Dirección de Propiedad Industrial.

La tendencia global del patentamiento es claramente descendente, ubicándose los promedios correspondientes a los períodos 1963 - 1972 por encima del promedio, y los períodos más recientes claramente por debajo del promedio. Tales patrones se repiten tanto para el patentamiento extranjero como para el de origen nacional.

Para analizar el patrón del patentamiento extranjero en Chile, se procedió a computar los promedios por quinquenios del número de patentes extranjeras según países, los resultados se muestran a continuación:

CUADRO 6
Patrón de Patentamiento Extranjero en Chile.

PAISES	1983/1987	1988/1992
ESTADOS UNIDOS	40.3	42.2
ALEMANIA	18.4	11.3
SUIZA	9.0	11.4
REINO UNIDO	5.5	5.0
FRANCIA	3.9	2.9
HOLANDA	4.6	5.0
CANADA	2.2	2.3
SUECIA	2.2	2.6
ARGENTINA	0.6	1.5
BRASIL	0.4	1.2

Se aprecia que Chile reproduce en gran parte, el comportamiento del resto del mundo en desarrollo. Esto es que los Estados Unidos, Holanda, Suiza y Suecia, son los principales registradores de ideas tecnológicas vía patentamiento en el país. No obstante, resulta relevante la mayor participación que con el tiempo han adquirido los países de latinoamérica, en particular Argentina y Brasil.

El Licenciamiento de Tecnología Extranjera

Si bien no es posible afirmar que el registro de una patente extranjera sea por sí solo un elemento de absorción tecnológica, si es posible afirmar que lo son los contratos de

transferencia de tecnología los cuales incluyen desde la adquisición de los diseños de una patente foránea, hasta la compra del know-how que se requiere para operarlos. Si bien el registro de una patente no significa que ella genere producción doméstica, ya que el titular puede hacer valer su derecho simplemente importando el producto protegido, sí es cierto que el licenciamiento local de una patente dará origen a intentos nacionales de aplicar la idea a las condiciones domésticas; sin embargo las características nacionales (o idiosincráticas del medio local), se convierten en elementos centrales para inducir, alrededor de la idea y al know-how adquirido, importantes esfuerzos adaptativos, generándose de esa forma unidades incrementales de conocimiento de naturaleza fuertemente endógena. Sin bien existirá cierto grado de dependencia tecnológica inicial, es importante tener en cuenta la posible generación de un sendero de aprendizaje adaptativo endógeno que, con el correr del tiempo, puede ir reduciendo a aquella.

Con estos elementos, se procederá a describir la importancia de los acuerdos de transferencia de tecnología para el caso de Chile. El siguiente cuadro muestra la evolución del monto de regalías pagadas tanto en millones de dólares como en % del PBI:

CUADRO 7
Evolución del Pago de Regalías

Período	MMU\$S	%PBI
1978	15.9	0.10
1979	20.5	0.10
1980	28.9	0.10
1981	38.9	0.12
1982	33.2	0.14
1983	32.4	0.16
1984	25.6	0.13
1985	23.1	0.14
1986	25.8	0.15
1987	29.7	0.16
1988	36.2	0.16
1989	39.9	0.16
1990	37.1	0.13
1991	33.9	0.11
1992	39.2	0.11
1993	43.6	0.11

Del cuadro se desprende que el país ha hecho "uso" de este vehículo de transferencia tecnológica al mismo ritmo de crecimiento del PBI, de manera tal que su participación del total

negociado en el PBI se ha mantenido constante. En cuanto a la distribución de los contratos por sector económico, la información se presenta a continuación ⁴³:

CUADRO 8
Distribución Sectorial de las Regalías

SECTOR	Nº PROMEDIO	%
Laboratorios, química y petroleras	161	50.3
Automotrices, metalúrgicas y const.	67	20.9
Electrónicas	10	3.1
Agroindustrias, tabaco y pesqueras	19	5.9
Derechos de Autor y editoriales	7	2.0
Software	22	6.8
Servicios	11	3.4
Caucho y Cuero	23	7.2
TOTAL	320	100

Fuente : Banco Central.

Del cuadro anterior se desprende que las actividades donde el licenciamiento es llamativamente dominante son las vinculadas a los procesos farmoquímicos. Debe acotarse que el mercado para estos productos se caracteriza por una conformación fuertemente oligopólica por parte de los oferentes de tecnología y con demandas locales generalmente inelásticas. Se trata entonces de sectores donde los montos transferidos son más altos y los costos sociales concomitantemente mayores.

3.2. Proceso de Formación de Capital Humano

El principal objetivo de esta sección es caracterizar la evolución del proceso de educación en nuestro país. Lo anterior es de vital importancia, pues entrega una radiografía de la situación actual sobre el tema educativo, factor que será de especial interés para formular una política tecnológica global para los siguientes años, ya que el pilar fundamental sobre el cual descansan todos los procesos que componen un SNI -incluido el educacional- es el capital humano.

Nelson y Dahlman (1993), plantean que para poseer capacidad tecnológica (CT) local, es necesario poder utilizar exitosamente tecnología disponible ya en el mundo. Para ellos, CT es la habilidad para buscar, seleccionar, usar, adaptar, mejorar y desarrollar tecnología que resulte apropiada en circunstancias cambiantes. La clave para los países en desarrollo es tomar

⁴³ la información corresponde a promedios de los años 1984, 1985 y 1986, ya que ellos fueron los únicos en los que esta información fue procesada y analizada.

ventajas de las nuevas alternativas tecnológicas que se presenten para converger hacia la frontera.

Los procesos de búsqueda, selección, adaptación y mejora, son esencialmente llevados a cabo por las personas; es decir, en buena medida CT y capital humano son la misma cosa. Para llevar a cabo estas actividades simultáneamente, se requiere cada vez más de un sistema educativo formal de amplia cobertura ya que el control doméstico de una tecnología moderna es una cuestión "multi-agente" (es decir el problema de la masa crítica es cada vez mas restrictivo). Además, su simple acceso exige, para el que está absorbiendo, poseer una base conceptual mínima que sólo es posible de ser adquirida a través de la educación formal en disciplinas científicas y de ingeniería.

Por otro lado, hay un vasto universo de detalles tecnológicos especializados que uno no puede aprender en el sistema formal, en parte porque muchos académicos no los conocen, pero en parte también porque son específicos de un proceso de aprendizaje desarrollado al interior de una firma y de su particular medio ambiente. Es por ello, que otra importante fuente de acumulación del capital humano necesario para absorber y adaptar una tecnología en forma exitosa exige de un esfuerzo, deliberado y considerable, de capacitación en el trabajo.

CUADRO 9
LOGROS DE OBJETIVOS ACADEMICOS POR ASIGNATURA

Años	Castellano	Matemáticas	Cs.Naturales	Historia
1989	56.46	54.69	58.60	57.12
1989	61.21	60.14	61.25	60.64
1991	55.07	51.60	50.95	52.93

Fuente: CONICYT (1993)

Con el fin de responder algunas de las reflexiones que se han planteado anteriormente, a continuación se resumen algunos indicadores de la evolución del capital humano en Chile durante los últimos años.

En relación a la enseñanza media, el número total de docentes alcanzaba en 1991 a 43.124 los cuales se desempeñaban frente a una matrícula de 699.455 alumnos, lo cual constituye una media de 16.22 alumnos por docente. Sin embargo, en cuanto al tipo de enseñanza se aprecia que solamente un 24% del total de docentes corresponde a las asignaturas llamadas "científicas" (matemática, biología, física y química) lo cual habla de un marcado sesgo en la enseñanza media hacia conocimientos "no tecnológicos" en su base. Otro indicador de la calidad de la educación son los resultados de una prueba nacional que se aplica

a los alumnos de octavo año básico, con el objeto de medir el logro de los objetivos académicos. En general, los resultados de esta prueba muestran un rendimiento en matemática y ciencias naturales a penas superior al 50% y por debajo de historia y castellano (ver cuadro 9). También se aprecia una involución general en todas las disciplinas.

En relación al sistema de educación superior, se aprecia que luego de una reducción en su número a partir de 1973, en 1981 se revierte la tendencia y el número de vacantes se duplica en prácticamente 10 años (lo cual implica una tasa de crecimiento cercana al 10% anual, superior al promedio internacional). A pesar de lo anterior, la cobertura de la educación superior alcanzaba en 1988 al 13.2 % de la población en edad de acceder a este sistema. Ello constituye un déficit importante en relación al mundo desarrollado (32,2 %) y los NIC's (20,4%). En relación a la asignación de la matrícula superior a disciplinas tecnológicas (básicamente ingeniería, matemática, computación y agropecuaria). En general se aprecia que Chile asigna un tercio de su matrícula en educación superior a este tipo de disciplinas y además este comportamiento ha sido bastante estable en el tiempo. Estos niveles son bastante similares a los de algunos países desarrollados y a la de algunos NIC's (en particular Corea y Singapur). De ser así, el principal problema de Chile en materia de educación superior, no es tanto la mala asignación hacia disciplinas más tecnológicas, sino el bajo grado de cobertura, lo que se materializa en una pobre dotación relativa de capital humano formal.

Resulta también esclarecedor, el análisis de la composición de la matrícula tecnológica para Chile. Lo más importante es el marcado descenso de las áreas de ingeniería "dura", en especial en el período 73-80 (que coincide precisamente con el período "destrutivo" de la reconversión industrial). Esta menor participación es compensada por un creciente dinamismo de las ingenierías "blandas" (fundamentalmente la de sistemas) en particular en el período 80-87 (cuando se generaliza el uso de la informática en vastos sectores de la economía). Esto bien podría estar sugiriendo la existencia de una importante interdependencia entre la evolución de la estructura económica y el capital humano.

En relación a la formación de postgraduados, es posible descomponer el total entre estudiantes de postgrado (que reciben una formación de contenido más académico y científico) de estudiantes de postítulo (que reciben una formación más técnica), de ella se aprecia un estancamiento relativo de la matrícula de postgrado y postítulo en relación a la del pregrado, lo cual muestra la incapacidad del sistema por retener estudiantes de alta calidad para una calificación superior.

(cuadro)

Cuadro 10

MATRÍCULA DE PREGRADO, POSTGRADO Y POSTÍTULO EN EDUCACIÓN SUPERIOR

Años	Pregrado	Postgrado	Postítulo
1982	116.474	1.676	6.101
1983	128.142	1.990	3.260
1984	126.198	2.371	4.197

1985	138.495	2.835	4.528
1986	149.050	2.865	4.607
1987	149.224	2.864	4.667
1988	151.771	2.696	4.849
1989	147.801	2.392	2.901
1990	164.819	2.622	5.471
1991	174.860	2.945	6.436
1992	199.868	3.512	8.115

Fuente: CONICYT

Una dimensión especial del capital humano, es la de favorecer a la incorporación de conocimiento nuevo desde el exterior. Fuentes y Vatter (1991), discuten el rol del capital humano como importador “directo” de tecnología a través de los estudiantes que salen a adquirir capacitación científico- tecnológica en los países desarrollados. La idea subyacente es que en las naciones más desarrolladas se está investigando y estudiando nuevas técnicas de producción, las que dan origen a lo se denomina cambio tecnológico desincomporados, y esto eventualmente les permite crecer más rápido que los países subdesarrollados. Los estudiantes, cuando regresan, no sólo ponen en funcionamiento y adaptan estos nuevos conocimientos, sino que generan “derrames institucionales” al tratar de modernizar su entorno a través de la asimilación de instituciones foráneas exitosas. En el cuadro número 11 se resumen los totales de estudiantes de los países de la muestra que estudiaban en países desarrollados para los años 1973 y 1990.

De la información arriba presentada, se desprende la existencia de una fuerte correlación entre los países de alto crecimiento y el número de estudiantes en países desarrollados. América Latina, en general, pareciera no haber hecho uso de este vehículo de transferencia tecnológica. Chile, en particular, sigue los lineamientos de la región, no observándose tendencia a utilizar esta vía intensamente⁴⁴.

**CUADRO 11
ESTUDIANTES EN EL MUNDO DESARROLLADO POR
CADA 100.000 HABITANTES**

PAISES	1973	1990
JAPON	6.4	29.6

⁴⁴ Debe tenerse en cuenta que el sólo hecho de la existencia de estudiantes en el exterior, no garantiza una mayor transferencia tecnológica si los mismos no regresan al país de origen o se quedan en el huésped cortando todo vínculo con su país. Por ende la información del cuadro, debe ser interpretada con la cautela de una proxi.

COREA	12.7	73.6
SINGAPUR	50.0	247.2
ISRAEL	101.5	98.6
ARGENTINA	5.6	8.6
BOLIVIA	16.5	18.2
BRASIL	3.2	4.9
CHILE	17.3	16.6
COLOMBIA	12.5	13.3
ECUADOR	12.3	12.0
PARAGUAY	6.9	7.9
PERU	14.0	17.6

Fuente : Anuario Estadístico UNESCO.

**CUADRO 12
INVESTIGADORES EN CHILE**

AÑOS	CIENTÍFICOS	INGENIEROS	TOTAL	POR MIL HAB.
1981	2.338	1.282	3.620	0.95
1982	2.457	1.290	3.747	0.96
1983	2.604	1.317	3.921	0.95
1984	2.709	1.369	4.078	0.98
1985	2.840	1.429	4.269	1.01
1986	2.965	1.474	4.439	1.02
1987	3.157	1.616	4.773	1.09
1988	3.181	1.805	4.986	1.10
1989	3.409	1.887	5.296	1.13
1990	3.572	1.966	5.538	1.17
1991	3.662	2.059	5.721	1.19
1992	3.804	2.152	5.956	1.19

Fuente: CONICYT

En relación a la proporción de recursos humanos que se dedica a la creación de conocimiento, se aprecia que el número total asciende a casi 6.000 investigadores, lo cual hace una relación de 1.19 investigadores por cada mil habitantes, esta muestra un rezago relativo gigantesco en relación a los países desarrollados como Japón (9.1), USA (7.6) y Francia (5.6). En relación a la asignación sectorial se muestra que el grueso de los científicos se emplea en el sector público aunque la tendencia a la participación del sector privado es creciente, como así también en la participación de los institutos, ello estaría indicando una reasignación de la investigación hacia proyectos más aplicados y de desarrollo experimental por sobre los de investigación básica (ver cuadro 12 y 13).

**CUADRO 13
ASIGNACIÓN SECTORIAL DE INVESTIGADORES (%)**

AÑOS	UNIVERSIDADES	INSTITUTOS	EMPRESAS	OTROS
1984	73.10	20.52	0.74	5.64
1985	72.94	20.55	1.17	5.34
1986	73.08	20.07	1.69	5.16
1987	70.27	18.86	4.19	6.68
1988	69.43	19.27	6.70	4.59
1989	67.41	20.47	5.93	6.19
1990	66.56	19.50	6.97	6.97
1991	66.47	19.19	7.97	6.36

Fuente: CONICYT (1993).

En relación a la calificación de la fuerza de trabajo, el cuadro número 14 muestra la composición de la misma según los años medios de escolaridad y la tasa de crecimiento para todo el período considerado. Se aprecia el elevado déficit existente, si se tiene en cuenta una presencia completa en el sistema formal de enseñanza de 17 años, hacia 1990 el promedio de la población alcanzaba la mitad de esa cifra. Sin embargo, la descomposición es importante, si se toma como base 8 años de educación básica el promedio de la población tiene el 67% de sus exigencias completadas; mientras que en educación media el cumplimiento alcanza al 76% (sobre una base de 4 años ciclo completo). Esto estaría mostrando la existencia de una más alta tasa de deserción a nivel básico que medio, lo cual resulta preocupante. En relación a la educación superior, el promedio de la población en edad de trabajar no alcanza a tener ni siquiera el 10% de la duración de una carrera de educación superior media, lo cual es un claro resultado de la baja tasa de matrícula de la educación universitaria.

Finalmente, uno de los mecanismos adicionales que el sistema educativo cuenta para entrenar a su capital humano, es la capacitación en el trabajo. El país cuenta con un marco regulativo de capacitación institucional a través del "Sistema de Capacitación y Empleo" regulado por el DL N°1 de 1986. En él, el Estado desarrolla un rol normativo y financiador de las acciones que en este aspecto deciden de manera autónoma las empresas. El ente administrador de los programas de capacitación es el Servicio Nacional de Capacitación y Empleo (SENCE), dependiente del Ministerio de Trabajo. El costo de los programas es parcialmente financiado mediante un subsidio estatal llamado "Franquicia Futura".

CUADRO 14
AÑOS PROMEDIO DE EDUCACIÓN FORMAL DE LA POBLACIÓN ENTRE 15 Y 64 AÑOS

AÑOS	TOTAL	BÁSICA	MEDIA	SUPERIOR
1950	4.46	3.65	0.70	0.11
1960	5.16	4.00	1.03	0.13
1970	6.13	4.42	1.43	0.28
1980	7.34	4.91	2.12	0.31
1990	8.81	5.35	3.04	0.43
Variación % '50-'90	97.53	46.57	334.28	290.90

Fuente: CEPAL

En cuanto a los resultados del programa, se aprecia un crecimiento permanente de la cobertura. Así, mientras para 1988 esta ascendía al 5,6% de la fuerza de trabajo, para 1993 había alcanzado el 8.8%. A pesar de este crecimiento, el universo de agentes que tiene acceso al programa es todavía muy bajo⁴⁵.

Es interesante analizar la composición del grado de cobertura según tamaño de las firmas y grado de calificación de los trabajadores, lo cual se resume en el cuadro 15. El desempeño reciente del sistema muestra un escaso acceso al mismo de las pequeñas empresas, mientras que la participación dominante es la de las grandes firmas (quienes son las que menos dificultades tendrían para financiar la acumulación de capital humano específico). Por otro lado, también se aprecia una participación muy escasa de los trabajadores sin ningún grado de calificación, lo cual corrobora nuestra hipótesis de que, en el contexto actual, en el cual la base tecnológica se mueve cada vez más hacia la ciencia intensiva, partir de una buena base de educación formal es necesario para acceder a una capacitación importante en el trabajo.

CUADRO 15

SISTEMA DE CAPACITACIÓN Y EMPLEO (1993). DISTRIBUCIÓN DEL % DE LA FUERZA DE TRABAJO CAPACITADA SEGÚN EL TAMAÑO DE LAS EMPRESAS

TAMAÑO	PEQUEÑA	MEDIANA	GRANDE	TOTAL
%	0.49	1.18	4.11	8.8

Fuente: SENCE

CUADRO 16

SISTEMA DE CAPACITACIÓN Y EMPLEO (1993). DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL USO DE LA FRANQUICIA SEGÚN CALIFICACIÓN DEL TRABAJADOR.

CALIFICAC	PROFES.	MEDIO	ADMINIST.	CALIFIC	SEMICALIF	NOCALIFIC
%	20.1	13.7	29.7	29.5	5.5	1.3

Fuente: SENCE

CUADRO 17

SISTEMA DE CAPACITACIÓN Y EMPLEO (1993). PORCENTAJE DE EMPRESAS QUE USAN LA FRANQUICIA Y EN QUÉ MAGNITUD.

% USO DE FRANQUICIA	100%	DE 50% AL 99%	DE 1% AL 49%
% EMPRESAS	17.0	35.0	48.0

⁴⁵ A modo de ejemplo, con el actual índice de cobertura, se capacitará un trabajador promedio cada 15 años. En las economías del este de Asia, cada trabajador se capacita en promedio cada 4 ó 5 años, según datos del SENCE.

Fuente: SENCE

Una información relevante que muestra el cuadro es que el porcentaje de empresas que agota el cupo fiscal es menor al 20%, lo cual puede estar reflejando que, o bien el sistema está sobredimensionado para las necesidades chilenas -lo cual no es independiente del grado de capacitación formal de la fuerza de trabajo- o, si está bien dimensionado, que la dinámica de la firmas chilenas en cuanto a su inversión en aprendizaje es muy pobre.

3.3. El Proceso de Transformación Tecnológica en Chile.

Un primer paso para abordar este tema es aclarar qué elementos forman parte de este proceso. Como se propuso en la primera sección, en este trabajo se entenderá por transformación a todos los procesos de creación, adaptación y mejora llevados a cabo endógenamente por los agentes del SNI, sin importar su dependencia institucional.

No obstante, cuantificar dichos esfuerzos es una tarea compleja; separar no sólo cuantitativa sino cualitativamente los esfuerzos de creación, adaptación y mejora tecnológica no es trivial, pues no se cuenta hoy en día con una base teórica que los distinga. No obstante lo anterior, en la práctica se pueden observar algunos elementos resultantes de dichos esfuerzos; productos o procesos productivos nuevos o bien una nueva forma de organizar la empresa, fenómenos que generalmente se denominan "innovaciones".

Lamentablemente, en nuestro país aún no se cuenta con un instrumental que pueda dar cuenta de la evolución de los resultados de dichos esfuerzos tecnológicos. Es decir, no se sabe con certeza los éxitos que han tenido las empresas - públicas o privadas - o bien universidades en desarrollar nuevos productos o procesos productivos⁴⁶.

Por otra parte, al revisar las diversas formas de cuantificar los procesos de transformación de los países, generalmente se encuentra que los gastos en investigación y desarrollo es uno de los indicadores de mayor uso. Sin embargo, el problema de este parámetro es que no considera en forma explícita ni completa los resultados de estas inversiones.

Teniendo en consideración lo anteriormente expuesto, en esta sección se presenta un breve resumen de los resultados encontrados sobre el esfuerzo de investigación y desarrollo que realiza la sociedad chilena, prestando especial atención tanto a los agentes que llevan a cabo tales esfuerzos como también a aquellos que aparecen responsables por su financiamiento.

⁴⁶ No obstante, durante 1995 el Ministerio de Economía junto con el Instituto Nacional de Estadísticas con el apoyo de los autores, realizó la primera encuesta nacional de innovación, que tuvo como objetivo principal caracterizar el esfuerzo innovativo nacional y sus resultados, elementos que serán fundamentales para el diseño de una política tecnológica para los próximos años.

Los esfuerzos de investigación y desarrollo (I+D) son cruciales, no sólo para una firma dada tomada individualmente, sino también desde el punto de vista de la economía globalmente considerada. El descubrimiento de Solow (1957) de que sólo una pequeña fracción del crecimiento per cápita se asociaba con el incremento de la relación capital/trabajo, dio origen a una creciente preocupación por parte de los economistas de analizar el papel del progreso tecnológico en el mejoramiento del bienestar. Este papel central implica que hay que prestar una atención cuidadosa a los incentivos de las empresas para innovar y adoptar nuevas tecnologías.

El conjunto de actividades que conforman la I+D de una nación son variadas tanto en su naturaleza como en relación a sus ejecutantes, sin embargo existe en la literatura cierto consenso en distinguir tres tipos de investigación⁴⁷:

- . **Investigación básica:** la constituyen el conjunto de actividades dirigidas a acrecentar el conocimiento científico, sin ningún objetivo práctico previamente determinado.
- . **Investigación aplicada:** se refiere a aquel trabajo creativo y sistemático emprendido con el fin de lograr nuevos conocimientos científicos que contribuyan a la solución práctica de programas específicos y determinados.
- . **Desarrollo experimental:** Es aquél trabajo creativo y sistemático que partiendo de la utilización práctica del conocimiento científico y técnico existente, como también del conocimiento empírico, se dirige a la introducción de nuevos materiales, productos, dispositivos, procesos y métodos o bien mejorar aquellos que ya existen.

La fuerza motriz para el proceso de investigación y desarrollo que llevan a cabo las firmas es la competencia schumpeteriana. En ella, la función objetivo del empresario es la obtención de las rentas monopólicas que se originan en una innovación exitosa. Más en detalle, si la innovación es de proceso, la reducción de los costos de producción permitirá que la firma exitosa baje los precios de sus productos y reduzca la participación de mercado de sus competidoras, las que según su grado de eficiencia pueden llegar a salir de la industria; si la innovación consiste básicamente en la introducción de un nuevo producto o proceso, la creación de un nicho de mercado, le permitirá la obtención de beneficios monopólicos.

Sin embargo, la existencia de beneficios supernormales llamará la atención de sus competidores y de otras firmas fuera del mercado; se generará entonces un proceso de búsqueda por parte de aquellas tratando de identificar qué es lo que la firma líder hace tan bien que le permite su liderazgo⁴⁸. Buena parte de este proceso se nutre del hecho de que un monto no despreciable de la información sobre el éxito fluye a través de los mismos productos y formas de producción que elabora la firma que posee la mejor práctica productiva. Es decir, una vez materializada la innovación, la misma se difunde a través de la industria vía licencias, imitación

⁴⁷ La siguiente clasificación se basa en UNESCO 1980.

⁴⁸ Inclusive llegará siempre a existir alguna firma que esté dispuesta a pagarle a la firma líder para que le suministre la información tecnológica relevante (Outsourcing).

de innovaciones patentadas, o adopción de innovaciones no patentadas. Este proceso de difusión, que se va materializando a través de la caída de la curva de precios de la industria, es el que genera el beneficio social de la innovación.

Se produce en la práctica una situación de profunda dicotomía; por un lado, la firma innovadora necesita de los beneficios monopólicos de su innovación para pagar los costos del proceso de I+D en que se vio comprometida; por el otro, la información sobre la innovación fluye y es usada por otras empresas, a un costo bajo o nulo, lo cual le da el carácter de limitados a los beneficios monopólicos que la firma líder obtuvo. Precisamente, el hecho de que los beneficios de la innovación pueden ser tarde o temprano erosionados, genera que mientras todas las empresas están dispuestas a utilizar este tipo de información, ninguna lo esté a pagar, sin compensación, las sumas de dinero (a menudo inmensas) necesarias para producirla. Esta situación genera una cuña entre la disposición privada a pagar y el beneficio social de los esfuerzos de I+D, lo cual da lugar al colapso de la eficiencia asignativa del mercado. Es por ello que resulta necesario crear instituciones que permitan cerrar la brecha entre lo social y lo privado, es decir que permitan corregir la externalidad.

De lo anterior se desprende que, dada la elevada incertidumbre que rodea al proceso innovativo, junto con las externalidades que genera el conocimiento, como por ejemplo la imperfecta apropiabilidad de éste, se justificaría la intervención institucional en el marco de un SNI.

No obstante, los tipos de intervención serían distintos dependiendo de la inercia temporal que cada uno de éstos genere. Siguiendo lo expuesto en la primera parte de este documento, existirán medidas de intervención permanentes cuando las fallas no puedan ser corregidas por el mercado, mientras se justificará una intervención masiva en la primera etapa del proceso de desarrollo de un complejo tecnológico ante la presencia de economías de escala dinámicas, para luego de "subsidiar" el aprendizaje, transferir sus resultados al sector privado, dibujando lo que denominamos "fases de una política tecnológica".

El objetivo principal de esta sección es caracterizar parte del proceso innovativo nacional. Esta empresa tiene un elevado conjunto de restricciones, comenzando por la dificultad de cuantificar el esfuerzo innovativo que realizan tanto las empresas vinculadas al sector privado como las instituciones públicas. No obstante lo anterior, en las siguientes líneas se resume la información existente respecto a este tema y las deficiencias encontradas. En seguida se presentan los resultados de una encuesta llevada a cabo por los autores con el fin de estimar, en forma somera, el nivel de gasto en investigación y desarrollo del país durante el año 1993, y comparar, luego, este esfuerzo en relación a un conjunto de países seleccionados.

El organismo nacional que tradicionalmente se ha encargado de la recolección de información relacionada a las actividades de ciencia y tecnología es el Consejo de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICYT) dependiente del Ministerio de Educación, que elabora los "Indicadores Científicos y Tecnológicos". Esta institución ha elaborado una serie de gasto de I+D para el período comprendido entre 1961/1992.

No obstante, diversos problemas metodológicos, agregados a la carencia de una información vital para el propósito de este trabajo, como es la falta de una apertura consistente por fuentes y usos de fondos de los diferentes sectores, motivó la realización de un relevamiento paralelo, que permitiera construir estadísticas tendientes a corregir algunos de estos problemas. El costo de esta decisión ha sido, no obstante, perder la dimensión temporal de la serie.

En las siguientes tablas se presenta un resumen de la información relevada para el país durante 1993. En ellas, se ha distinguido dentro del esfuerzo innovativo las fuentes de financiamiento y las instituciones que efectivamente realizan actividades de investigación y/o desarrollo, no debiendo necesariamente coincidir ambas⁴⁹.

**CUADRO 18
GASTO EN I+D EN 1993 (DEVENGADO)**

AGENTES	MM\$	MMUS\$	\$
UNIVERSIDADES	53854.98	126.50	41.05
I.P. SERVICIOS	22299.52	52.38	17.00
I.P. PRODUCTIVOS	38751.15	91.20	29.54
EMPRESAS PUBLICAS	4151.26	9.75	3.16
CONSULTORES	4108.29	9.65	3.13
CODELCO	4225.21	9.92	3.22
S.A.ABIERTAS	3799.59	8.92	2.90
PYMES (FONTEC)			
TOTAL	131.189.98	308.15	
PBI	17.663.643.00	41.490.20	
Gasto I+D/PBI			0.74

Fuente : Elaboración propia.

Nota : I.P.:Institutos Tecnológicos Públicos.

**CUADRO 19
FINANCIAMIENTO DEL GASTO EN I+D**

AGENTES	MM\$	MMU\$	\$
UNIVERSIDADES	14398.47	33.82	10.89
	14902.79	35.01	11.27

⁴⁹ En el trabajo original se presenta una descripción detallada acerca de todas las fuentes de financiamiento detectadas como también de las instituciones que realizan investigaciones básicas, aplicadas o desarrollo experimental.

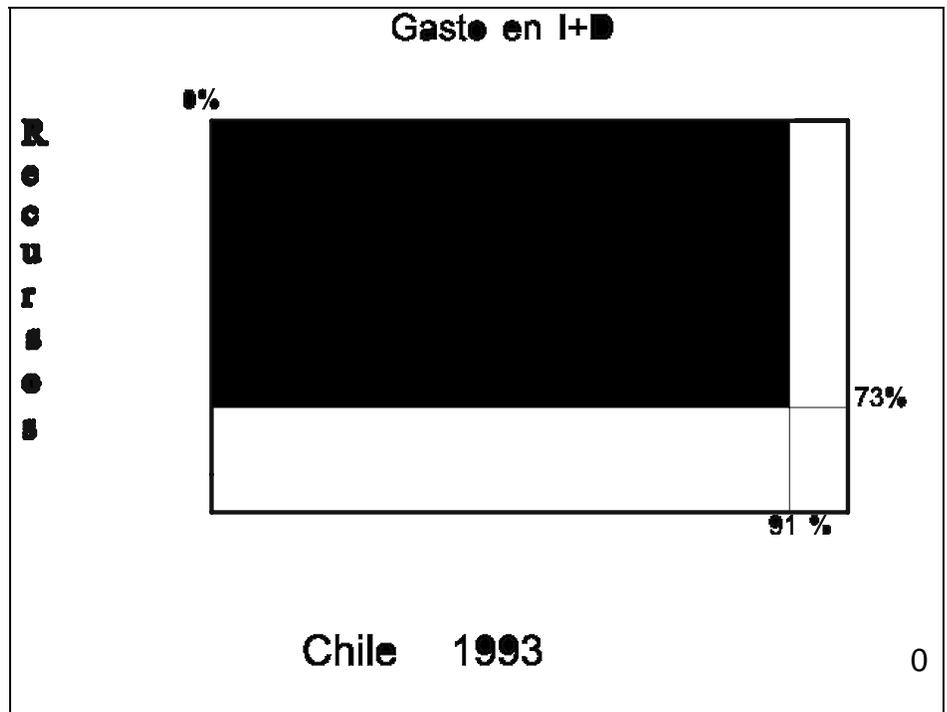
I.P.SERVICIOS	17240.10	40.50	13.04
I.P.PRODUCCION	10388.20	24.40	7.86
EMP.PUBLICAS	35843.97	84.19	27.12
EMP.PRIVADAS	2214.02	5.20	1.67
FONTEC	23335.00	54.81	17.65
FONDEF	8174.02	19.20	6.18
FONDECYT	5715.00	13.42	4.32
COOP.INTERNAC.			
TOTAL	132.211.57	310.55	
PBI	17.663.643.00	41.490.20	
Gasto I+D/PBI			0.75

Fuente : Elaboración propia.

Nota : I.P.:Institutos Tecnológicos Públicos.

En términos generales, es posible observar que el nivel de gasto en I+D de Chile es bajo en relación a los países desarrollados (promedio del 2.14%). En relación al financiamiento de este gasto, el mismo es aportado en un 27.1% por el sector privado. Esta participación es similar a la de otros países subdesarrollados como es el caso de Brasil (33%) y superior a la India (10%); sin embargo, está muy lejos del nivel de los países desarrollados (51%) y de los países de crecimiento acelerado (71%). En este sentido no puede decirse que el país haya comenzado el proceso de catch-up, o bien que el mismo resulta aún muy incipiente, ejemplo de ello es que la participación privada del gasto en Chile es el 53% de la correspondiente a los países desarrollados y el 38% de la de los países en desarrollo de alto crecimiento.

El gráfico siguiente representa un resumen de los hallazgos en relación a las fuentes y usos de fondos para la I+D.



Nota : El achurado representa el financiamiento y ejecución pública al gasto en I+D, en blanco el financiamiento y ejecución privado, el financiamiento privado y ejecución pública y el financiamiento público y ejecución privado respectivamente.

Sin embargo, al momento de establecer brechas relativas, un elemento importante es que las mismas sirvan de guía para la fijación de metas de política, lo cual implica la consideración de metas "viables".

El establecimiento de metas alcanzables como país desarrollado, implica considerar las restricciones existentes en relación a la estructura productiva y al régimen de incentivos imperantes. Para ello es necesario tener en cuenta que, ante la existencia de un importante consenso a cerca del mantenimiento de la políticas funcionales y neutrales en el plano sectorial, tanto la estructura productiva del país como la composición de sus exportaciones no sufrirán grandes alteraciones en el largo plazo (es decir estarán sesgadas hacia la incorporación de valor agregado a la dotación local de recursos naturales). Si lo anterior es verdadero, entonces la comparación del esfuerzo nacional -para fines de política- con el promedio del esfuerzo de países desarrollados o en vías de desarrollo carece de mayor relevancia, tal vez resulta más productivo comparar a Chile con países desarrollados donde la base de la estructura productiva se asienta más -aunque no exclusivamente- sobre el procesamiento de recursos naturales. En

este sentido, dos países que muestran una estructura potencialmente comparable son: Canadá y Australia.

En la perspectiva del cuadro, un elemento importante es que tanto Canadá como Australia muestran un menor nivel de gasto total en relación al promedio del mundo desarrollado, como también una participación menor del sector privado. Lo anterior conduce a que las brechas relativas de Chile se reduzcan; así, el esfuerzo innovativo total ahora es solamente un 50% del de Australia y Canadá y la participación del financiamiento privado del mismo un 66% del de estos dos países. Lo anterior sugiere que para llegar a los niveles de Australia, Chile debería incrementar el gasto total en 0.62 puntos del producto (es decir, un incremento del 84% sobre los niveles actuales) y el financiamiento privado en 0.36 punto porcentuales (es decir, un incremento del 180% sobre los niveles del financiamiento privado), lo cual releva lo fundamental que resultará el esfuerzo privado en llegar a estos objetivos, y hacia esa dirección deberían dirigirse buena parte de las innovaciones institucionales⁵⁰. Sin embargo, no sólo son los indicadores monetarios los que hay que observar; además, existe un déficit pronunciado en relación al número de investigadores y científicos por cada 10.000 habitantes en donde la relación de Chile sólo alcanza al diez por ciento de la de Canadá y Australia. Además, en el caso chileno, sólo el 25% del personal calificado en ciencia y técnica aparece en la investigación aplicada, cuando en el caso de Australia lo hace el 44% del total; existen por ende problemas tanto de déficit total como de asignación sectorial.

Al observar los datos, se puede concluir, en primer lugar, que existen importantes problemas en la homogeneidad y en la consistencia en relación a la medición del gasto de I+D, tanto en su nivel como composición sectorial. No es posible definir una política tecnológica sin buenas estadísticas, ni tampoco es posible instrumentar ninguna (¿cómo se evalúan los proyectos y programas entonces?). Es importante reconocer que mejores estadísticas implican un mayor gasto en la construcción del sistema informativo.

En segundo lugar, se observa que el sector privado es un oferente neto de fondos al SNI, ya que financian más que lo que ejecutan ellos mismos. La situación reviste un mayor desequilibrio que la observada en países más desarrollados.

Por otra parte, se observa que los fondos concursables, aunque han mantenido una característica de fuerte neutralidad, aparecen como complementarios y no sustitutos de los esfuerzos en I+D del sector privado, lo cual se explica por la modalidad compartida de operación de los mismos. Adicionalmente, los fondos de fomento a la I+D se han mostrado como herramientas válidas para "crear" mercados, sobre todo en relación a los vínculos pyme/institutos, pyme/universidades y pyme/pyme.

⁵⁰ En términos monetarios, en dólares de 1990 y al PBI vigente en 1993, ello implicaría incrementar el gasto en 257 millones de US\$, de los cuales aproximadamente 150 millones deberían ser aportados por el sector privado, las magnitudes se incrementan sustancialmente si se supone un crecimiento importante del PBI y si se desea que el mismo sea impulsado fundamentalmente por el incremento de la productividad total de los factores.

Finalmente, el país posee un nivel de esfuerzo innovativo total "bajo" en relación a los países que están llevando a cabo o que alcanzaron un catch-up exitoso. Lo mismo puede decirse en relación al financiamiento privado de ese gasto, siendo en este caso la brecha mayor que en relación a la magnitud total de lo gastado. Sin embargo, los déficits se reducen cuando la comparación se lleva a cabo respecto a países desarrollados con estructura productiva más asimilable a la chilena, aunque las diferencias siguen mostrando una magnitud muy importante.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE POLÍTICA

De los párrafos anteriores se desprende que el Sistema Innovativo Chileno posee un dinamismo tal que lo lleva a absorber tecnología extranjera en forma sesgada hacia aquellos sectores en los cuales la brecha tecnológica con la frontera internacional es menos importante. Por otro lado, buena parte de los conceptos incorporados revisten la características de "tecnologías blandas", las que si bien son importantes al momento de aumentar la productividad nacional, poseen una naturaleza fuertemente estática.

La anterior situación se suma al hecho que la importancia del licenciamiento de tecnología extranjera es marginal y concentrada en sectores cuya estructura de mercado inhibe la obtención de importantes derrames y beneficios sociales. En términos generales, es posible afirmar que Chile no está aprovechando a cabalidad la totalidad de los beneficios tecnológicos que de una estrategia imitativa se desprenden.

Si bien un elemento central en explicar un comportamiento de este tipo pasa por la carencia de una masa crítica de recursos humanos calificados, también vale la pena indagar acerca de la inexistencia de innovaciones institucionales en esta materia, las que se reflejan en el hecho de la política hacia la inversión extranjera y la compra de bienes de capital es absolutamente neutral.

En materia de acumulación de capital humano, el hallazgo más importante resulta en reconocer la existencia de una estructura de asignación hacia disciplinas tecnológicas que comparativamente con otros países exitosos, resulta adecuada. Por ende, el principal factor a tener en cuenta en esta materia pasa por una baja tasa de crecimiento global de la matrícula. Sin embargo, no puede decirse que es necesario aumentar de forma inmediata la cobertura de la educación superior sin tener en cuenta los impactos distributivos, potencialmente regresivos, que tal situación puede tener. En efecto, una de las características de la educación chilena a nivel básico y secundario es una gran dualidad entre la enseñanza fiscal y privada, lo que inhibiría a los estudiantes de más bajos recursos a acceder a una capacitación superior.

Con respecto a los procesos de adaptación y transformación tecnológica, el país muestra todas las características de una economía infante, con el grueso del gasto y financiamiento de actividades innovativas corriendo por cuenta del Estado. En particular y comparando los países

desarrollados de estructura productiva similar a la chilena, si bien el déficit en materia de gasto total en I&D es importante, la brecha es mayor en relación al esfuerzo privado en estas actividades. Es indudable que un panorama de este tipo tiene necesariamente que estar relacionado con la falta de instituciones y políticas que internalicen las fuertes externalidades resultantes de la acumulación de conocimiento, así como también la falta de corrección a las fallas en los mercados de factores que la inhiben.

Nuestra discusión de párrafos previos justifica la existencia de un cierto espacio para pensar en una política tecnológica. El análisis de una estrategia consistente de intervención exige examinar al menos tres aspectos distintos. En primer lugar, es necesario identificar y probar que existe una distorsión con argumentos suficientes para conceptualizarla. En segundo lugar, diseñar una intervención adecuada⁵¹ y, finalmente, evaluar las capacidades administrativas para implementarla eficientemente.

La debilidad de los procesos que forman parte del SNI chileno y de sus interrelaciones sólo amerita una implementación de medidas de política industrial si la misma es el resultado de profundas fallas de mercado que en última instancia son las que condicionan el proceso de convergencia. Existen numerosos argumentos para justificar la existencia de importantes distorsiones. En primer lugar, el fenómeno del aprendizaje depende crucialmente de la capacitación de la fuerza de trabajo y, en particular, de las destrezas adquiridas a través del “on-the-job-training” en la fábrica. Ahora bien, desde que las firmas perciben la probabilidad de no apropiarse completamente de los beneficios de capacitar a su fuerza de trabajo, tienden a subinvertir en capital humano. Hay entonces una externalidad en la acumulación de este factor.

No es sólo en el mercado laboral en donde existe una “falla evidente”, también es el caso del mercado de capitales en donde las asimetrías de información, generan el fenómeno del racionamiento crediticio para los innovadores. El resultado es que las firmas innovadoras pasan a depender de fondos propios para financiar sus actividades de búsqueda. Ello conduce a una tasa de aprendizaje insuficiente.

También existen fallas en los mercados de productos; por ejemplo, cuando las firmas desarrollan un nuevo producto, ingresan en un nuevo mercado o introducen una nueva tecnología productiva desde el exterior, proveen de información al resto de los agentes económicos que les facilita sus propias búsquedas imitativas. Hay, por lo tanto, una externalidad tecnológica en los mercados de productos de tal forma que sin correcciones se generará una tasa de innovación y difusión que tampoco será la adecuada. Además, toda la infraestructura física y tecnológica clave en el proceso de difusión (telecomunicaciones, energía, servicios tecnológicos, etc.) gozan de economías de escala en grado tal que su provisión privada será escasa en cantidad y demasiado costosa, ello llevará a encarecer en grado extremo algunos insumos fundamentales del proceso de búsqueda.

Es decir, existen en relación al fenómeno del aprendizaje distorsiones en los mercados de productos y de factores en grado tal, que se hace imprescindible ciertas medidas de intervención. Por ejemplo, en relación a las imperfecciones en los mercados de capitales, los

⁵¹En términos generales, la intervención debería ser capaz de corregir las distorsiones con la mayor efectividad posible y al menor costo en términos de costo social. En este sentido, “the first best policy” sugiere corregir una distorsión con un instrumento de política que actúe directamente en el mismo mercado en el que ésta se produce.

fondos para el financiamiento de I&D (aun a tasas de mercado), fondos de garantía, etc.; flexibilizan el racionamiento de créditos, además de generar un efecto de aprendizaje sobre la evaluación del riesgo en proyectos de I&D que pueda luego ser internalizada por el propio sistema financiero privado.

En relación a las imperfecciones en los mercados de productos, en aquellos sectores donde las economías de escala están presentes (como parece ser el caso de la infraestructura física y tecnológica), los subsidios a la producción pueden ser las políticas más adecuadas. En relación al esfuerzo en I&D, la sola corrección de las fallas de los mercados de capitales no es suficiente, ya que aun en este caso el nivel de gasto en innovación, si bien será óptimo desde el punto de vista privado, será subóptimo en el plano social. Por ende, subsidios explícitos al gasto en I&D, vía fondos concursables o vía desgravaciones impositivas, también serán necesarias.

Cabe acotar que, a diferencia de lo que comúnmente se interpreta, las argumentaciones sobre la naturaleza de las fallas de mercado inclinan el análisis en favor de la selectividad en lugar de la neutralidad. Esto obedece a que las distorsiones no se distribuyen uniformemente entre sectores y mercado. Entonces, si la externalidad y/o la presencia de economías de escala pueden ser identificadas precisamente, se dará origen a una muy altamente diferenciada estructura de subsidios, impuestos y regulaciones.

En relación a la capacidad gubernamental para administrar medidas como las señaladas más arriba, la implementación de estas políticas de first-best no está exenta de problemas. En particular, destaca el hecho de que mucha de las distorsiones en cuestión son difíciles de identificar y de medir; además, la mayoría de los Estados de la región tienen serias limitaciones administrativas para controlar un sistema flexible y heterogéneo de subsidios e impuestos en diferentes mercados. Existe el riesgo de que muchos de estos esquemas terminen siendo presas de caza de prácticas rent-seeking de algunos empresarios. Finalmente estas políticas, en la medida que engloban importantes montos de recursos, pueden terminar entrando en conflicto con el equilibrio fiscal y con la estabilidad. Estas serias limitaciones en el diseño y administración de políticas de first-best, generalmente conducen al “policy maker” a implementar políticas second-best (por ejemplo, la utilización de la política comercial para promover sectores con externalidades, promoción de PYME con fines distributivos, desgravaciones impositivas de amplia cobertura, etc.) que inducen distorsiones en otros mercados y, por ende, generan costos en términos de consumo sacrificado.

En síntesis, tanto el hecho que las fallas de mercado no pueden ser identificadas precisamente y debido a que los instrumentos de intervención en general son de second-best, la realidad muestra políticas industriales que terminan subsidiando a sectores equivocados (además de algunos correctos) y que generan crecientes costos sociales.

Lo anterior entonces señala que el diseño de una política industrial para el Chile de los '90, bien podría estructurarse en base de intervenciones del tipo neutral, que sean relativamente “suaves” en relación a su magnitud, tanto para evitar derroches de recursos como también para reducir los costos sociales de intervenciones equivocadas. También, es importante que muchas de las intervenciones antes propuestas sean estables. En el sentido que el cambio permanente de incentivos inducidos por la volatilidad de la política industrial genera en una primera etapa importantes costos sociales, relacionados con la naturaleza irreversible de muchas de las inversiones a que da lugar, y a largo plazo termina siendo inoperante por pérdida de credibilidad. Por otro lado, en la medida que algunas de ellas sean diseñadas con el objeto de promover el proceso de aprendizaje, deberían tener una trayectoria decreciente en el tiempo, tal como ocurre

con los subsidios a los sectores con economías de escala estáticas o dinámicas. Además, en la medida que los mercados de capitales nacionales se profundicen y globalicen, es probable que las necesidades de fondos específicos para I&D sean menos importantes. Tal vez, las únicas intervenciones que podrían justificar permanencia en el tiempo se relacionan con el mercado laboral y el esfuerzo en I&D, ya que aquí las externalidades poseen permanencia. Todo lo anterior no pretende desconocer la importancia de la selectividad, pero el hecho es que la existencia de una grave falla de mercado o una importante capacidad de aprendizaje en un sector tienen que ser probadas antes que el mismo sea elegido para una promoción especial⁵². Dada la aleatoriedad del proceso de selección, se puede decir que en definitiva una selección exitosa es siempre cuestión de “buena suerte”, por el hecho de haberse llevado a cabo en el sector correcto, en el momento oportuno. Desgraciadamente, la distribución de probabilidades para la selección o bien no existe o bien existe pero es demasiado sofisticada e inestable como para que un diseñador de política sea capaz de identificarla.

⁵²Como sostiene D. Rodrick (1992), mucho se habla de la política industrial selectiva exitosa de Corea, pero nunca se plantea la posibilidad de una correlación espúria. “El hecho de observar que los sectores seleccionados crecen más rápidamente y se convierten en exportadores exitosos es insuficiente para probar que la política es exitosa...No es posible que en ausencia de su política industrial Corea lo hubiese hecho mejor que lo que hizo? Corea creció tan rápido gracias o a pesar de su gobierno? Así, por ejemplo, es importante notar que las políticas emprendidas por Corea hacia fines de los '70 promoviendo la industria química son ahora juzgadas como de costosamente equivocadas.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Academia de Ciencias del Instituto de Chile/ Corporación de Promoción Universitaria. El Desarrollo Científico-Tecnológico en Chile. Un Análisis Cualitativo 1965-1985.
- 2.- Alchian, Klein y Crawford. "Vertical Integration Appropiable Reint and the Competitive Contractive Process". Journal Literature of Economics. Octubre de 1978.
- 3.- Aldunate, R. El mundo en Chile: La Inversión Extranjera. Editorial Zig-Zag. 1990.
- 4.- Agosín, M. "La Inversión Extranjera Directa en América Latina. Su Contribución al Desarrollo". paper preparado para el proyecto BID Red de Investigaciones en Economía Aplicada. 1994.
- 5.- Agosín, M. y Fuentes, R. "El Retorno de los Capitales Extranjeros a Chile: Un Análisis Interpretativo". Departamento de Economía, Universidad de Chile. 1993.
- 6.- Andersen, E.S. "Approachin National Systems of Innovation" en Lundvall (de) National Systems of Innovation. Towrads a Theory of Innovation and Interactive Learning. Pinter Publishers. London 1993.
- 7.- Arellano, J.P. "Política Fiscal y Desarrollo Social (1990 -1993), mimeo (1994).
- 8.- Astori et al. Inversión Extranjera y Dearrolo Económico. Fundación de Cultura Universitaria. Colegio de Doctores en Ciencias Económicas y Contables del Uruguay. 1974.
- 9.- Banco Mundial. The East Asian Miracle. World Bank Policy Research Report. Oxford University Press. 1993.
- 10.- Benavente, J.M y Crespi, G. " Hacia una aproximación teórica de Sistemas Nacionales de Innovación". Anales de la conferencia Desarrollo Económico, Recursos Humanos y Tecnología. Tucumán, Argentina 1994.
- 11.- Cominetti, R. y Di Gropello, E.. " El Gasto Social en América Latina". Un exámen Cuantitativo y Cualitativo". mimeo CEPAL (1994).
- 12.- Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT). Indicadores Científicos y Tecnológicos. Informes 1990 y 1991.
- 13.- Corporación de Promoción Universitaria (CPU) El Desarrollo Científico y Tecnológico en Chile (1965-1985). Academia de Ciencias del Instituto Chile. 1985.
- 14.- Dahlmann, C y Nelson ,R." Social Absortion Capability, National Innovation Systems and Economic Development" mimeo UNU. Intech 1993.
- 15.- Freeman C. Technology and Economic Performance: Lessons from Japan. London Pinter Publishers, 1987.
- 16.- Fuentes, R. "Productivity, Factor Accumulation nad Economic Policy : The Case of Korea and Singapure". Estudios de Economía, vol.20.-
- 17.- Fuentes, R y Vatter, J " Los efectos de la Inversión en Capital Humano o Investigación y Desarrollo en el Crecimiento Económico. Una análisis comparativo", Estudios Públicos 44, 181-205.
- 18.- Granell, F. Las Empresas Multinacionales y el Desarrollo. Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Barcelona. Editorial Ariel. 1974.
- 19.- Hall, A.D. Ingeniería de Sitemas. México, Cecsá Editores, 1964.
- 20.- Hall, G y Johnson, R. "Aerospace Technology to Japan" en Vernon, R.(ed) The Technological Factor in International Trade. NBER. New York. 1970.
- 21.- INE. Compendio Estadístico 1992.

- 22.- Johansen ,O. Introducción a la Teoría General de Sistemas. México, Editorial Limusa, 1987.
- 23.- Johnson, B. “ Institutional Learning”, en Lundvall (de) National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning. Pinter Publishers. London 1993.
- 24.- Katza, J. Importación de tecnología, aprendizaje e industrialización dependiente. Fondo de Cultura Económica, Serie Economía, cap VI.
- 25.- Labarca, G. “¿ Cuánto se puede gastar en educación?”, mimeo de CEPAL (1994).
- 26.- Larraín, F y Silva, J.M. “ La IED en la Economía Mundial. Incentivos y Tendencias”, en Cáceres C. (de) Exportar, un Gran Desafío par Chile. Editorial Universitaria.1988.
- 27.- Lucas, R. “ On the Mechanics of Economic Development”, Journal of Monetary Economics, Vol.22, N° 1,1988.
- 28.- Lundvall, B. “Introduction”, en Lundvall (de) National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning. Pinter Publishers. London, 1993.
- 29.- MIDEPLAN. Integración al Desarrollo. Balance de la Política Social:1990-1993. Editores Asociados Ltda., 1994.
- 30.- Murphy,K, Shleifer, A y Vishny, R. “Industrialization and the Big Push”, Journal of Political Economy, vol. 97, 1003-1025.
- 31.- Nelson, R.”Institutions supporting Technical Change in The United States”, en Dossi, G. et al (de), Technical Change and Economic Theory. London, Pinter Publishers, 1988.
- 32.- Nelson, R. National Innovations Systems. A comparative Analysis. New York, Oxford University Press, 1993.
- 33.- Nelson ,R. y Winter, S. An Evolutionary Theory of Economic Change, Cambridge, Mass. The Belknap Press of Harvard University Press,1982.
- 34.- O'Brien, P. “Developing Countries and the patent system: An economic appraisal”, World Development, Vol 2 N° 9.
- 35.- Pavitt, K. “ Innovate Activities and Export Shares: some Comparisons between Industries and Countries”, en Technical Innovation and British Economic Performance, SPRU, 1980.
- 36.- Penrose, E. The Economics of The International Patent System, The John Hopkins Press, 1951.
- 37.- Pérez, C. “Microelectronics, Long Waves and World Sructural Change: New Perspectives for Developing Countries”, World Development. Vol.N° 3,1985.
- 38.- Pietrobelli,C. “Technological Capabilities at the National Level: An International Comparison of Manufacturing Export Performance”, Development Policy Review. Vol. 12 N°2, 1994.
- 39.- Porter, M. The Competitive Advantage of Nations. London Macmillan 1990.
- 40.- Rivero,L. “Diferencias sectoriales del Ingreso y Retornos Privados y Sociales de la Educación”, Departamento de Economía. Universidad de Chile.
- 41.- Roffe,P. “Abuses of patent monopoly: a legal appraisal”, en World Development, Vol. 2 N°9.
- 42.- Romer,P.”Endogenous Technical Change”, Journal of Political Economy,1990, Vol.98, núm.5.
- 43.- Romer,P. “Increasing Returns and Long-Run Growth, Journal of Political Economy, vol 94,1002-1037.
- 44.- Schkolnik,M y Bonnefoy, J. “Una Propuesta de Tipología de las Políticas Sociales en Chile”, Documento de Trabajo UNICEF (1994).
- 45.- Scholknik,M. “Marco Conceptual y Desafíos para Formular Políticas de Inversión en la Infancia” UNICEF (1994).
- 46.- Schultz,T. “Investment in Human Capital” American Economic Review, vol.51.
- 47.- Solow,R. “Technical Change and the Aggregate Production Function”, en Review of Economics and Statistic.Agosto 1957.

- 48.- Teubal,M. "Towards an Evaluation of Chile.Fontec and Fondef Programs",mimeo, 1994.
- 49.- UNCTC, Transnational Corporations in World Development.Trends and Prospects.New York,1988.
- 50.- UNCTC, World Investment Report. Transnational Corporations as Engines of Growth, New York.1992.
- 51.- UNCTC Fotmulation and Implementation of Foreign Investment Policies, New York.1992.
- 52.- UNESCO Anuarios Estadísticos (1975-1990).