Estudios de la OECD sobre políticas de innovación

CHILE

2007

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT

ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACION Y EL DESARROLLO ECONOMICO

La OCDE constituye un foro único en donde los gobiernos de treinta democracias trabajan juntos para encarar los desafíos económicos, sociales y ambientales de la globalización. La OCDE también esta al frente de los esfuerzos para comprender y ayudar a los gobiernos a responder a los nuevos acontecimientos y inquietudes, tales como la gobernabilidad corporativa, la economía de la información y los desafíos de una población que se envejece. La Organización ofrece una plataforma en donde los gobiernos pueden comparar experiencias de políticas, buscar respuestas a problemas comunes, e identificar buenas practicas y trabajar juntos para coordinar políticas domesticas e internacionales.

Los países miembros de la OCDE son: Australia, Austria, Bélgica, Canadá, República Checa, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Hungría, Islandia, Irlanda, Italia, Japón, Corea del Sur, Luxemburgo, México, Los Países Bajos, Nueva Zelanda, Noruega, Polonia, Portugal, Eslovaquia, España, Suecia, Suiza, Turquía, el Reino Unido y los Estados Unidos. La Comisión de la Comunidad Europea participa en el trabajo de la OCDE.

Obra publicada originalmente por la OCDE en inglés bajo el título:
OECD Reviews of Innovation Policy Chile
© 2007 OECD
Todos los derechos reservados

© 2007 Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Chile para esta edición en español, publicado por acuerdo con la OCDE, París.
La calidad de la traducción al español y su coherencia con el texto original es responsabilidad del Ministerio de Economía, Fomento y reconstrucción, Chile

Prólogo

Este estudio de la política de innovación chilena forma parte de una serie de estudios sobre los sistemas nacionales de innovación. Fue hecho a solicitud de las autoridades chilenas, representadas por el Ministerio de Economía, y fue llevado a cabo por el Directorate for Science, Technology and Industry de la OCDE (DSTI por sus siglas en inglés) dependiente del Committee for Scientific and Technological Policy (CSTP por sus siglas en inglés).

Este estudio se apoya en el estudio de antecedentes elaborado por el Ministerio de Economía de Chile como también en los resultados de una serie de entrevistas con *partes interesadas* importantes en el sistema de innovación chileno y una reunión de revisión entre pares dentro de la CSFP. Este estudio fue elaborado por Gernot Hutschenreiter (Country Review Unit, DSTI, OCDE), Patricio Velasco (consultor de la OCDE, ex director en CONICYT, Chile) y Guillermo Rozenwurcel (consultor de la OCDE, profesor en la UNSAM, Argentina), y ha beneficiado de las contribuciones y la supervisión de Jean Guinet (Director, Country Review Unit, DSTI, OCDE).

Este estudio le debe mucho al apoyo recibido por parte del personal del gobierno chileno, especialmente de parte de Marcia Varela, quien ayudó aportando antecedentes, coordinando entrevistas en Chile, y apoyando al equipo de la OCDE durante el proceso de revisión.

Ver www.oecd.org/sti/innovation/reviews.

Durante esta reunión los examinadores de los países miembros de la OCDE eran: Alpo Kuparinen (Finlandia) y Roger Ridley (Nueva Zelanda).

INDICE

EVALUACIÓN Y RECOMENDACIONES GENERALES 3

El sistema de innovación chileno: características distintivas, principales debilidades y potencialidades 4

Un sistema centrado en la investigación pública y desconectado de las dinámicas del mercado 4

Discrepancias en el proceso de creación de capacidades 5

Cuellos de botella que impiden el flujo de información y los emprendimientos cooperativos 5

Potencial para el desarrollo a futuro 6

Política gubernamental de innovación: un proceso de aprendizaje en una etapa crítica 7

Débil gobernabilidad y coordinación entre agencias 8

Conjunto de políticas desbalanceadas 8

Instrumentos fragmentados y no focalizados 8

Recomendaciones 9

Orientaciones estratégicas 9

Principios guía 11

Recomendaciones específicas 12

CAPÍTULO 1 – HACIA UN MAYOR CRECIMIENTO IMPULSADO POR LA INNOVACIÓN 16

1.1 Desempeño macroeconómico y fortalecimiento institucional 16

1.1.1 Desempeño económico 16

1.1.2 Reforma económica y fortalecimiento institucional 17

1.1.3 Fuentes de crecimiento económico 17

1.2 Comercio internacional e inversión extranjera directa 20

1.2.1 Comercio internacional 22

1.2.2 Inversión extranjera directa (IED) 24

1.3 Principales características estructurales y cambios estructurales en la economía chilena 26

1.4 Condiciones marco para la innovación 28

1.4.1 Entorno macroeconómico, ambiente de negocios y emprendimiento 28

1.4.2 Regulaciones sobre competencia, productos, el mercado de trabajo y otras condiciones del entorno 30

1.5 Desigualdad y reducción de la pobreza 32

1.6 Una estrategia para generar mayor crecimiento impulsado por la innovación 33

CAPÍTULO 2 – LA INNOVACIÓN CHILENA EN LA PERSPECTIVA INTERNACIONAL . . . 39

2.1 Medición comparativa del desempeño en ciencia, tecnología e innovación 39

2.1.1 Insumos para la innovación 39

2.1.2 Desempeño en innovación 48

2.1.3 Eficiencia de los insumos y resultados en innovación – un diagnóstico inicial 53

2.2 El enfoque del SNI: principales lecciones de la experiencia de países de la OCDE 54

2.2.1 La naturaleza del sistema de innovación 57

2.2.2 El proceso de innovación 61
2.2.3 Una racionalidad extendida para la política gubernamental de innovación 64

CAPÍTULO 3 – ACTORES DE LA INNOVACIÓN EN CHILE 66

3.1 El sector empresarial 70
3.1.1 Tendencias generales de I+D e innovación (I+D+i) 70
3.1.2 Innovación en industrias basadas en recursos naturales 76
3.2 Los institutos públicos de investigación y organizaciones tecnológicas 80
3.2.1 Las universidades 80
3.2.2 Los institutos tecnológicos 82
3.3 La interacción entre actores 85
3.3.1 El trabajo en redes y clustering de las empresas 87
3.3.2 Relaciones entre Ciencia e Industria (RCIs) 90

CAPÍTULO 4 – EL ROL DEL GOBIERNO 93

4.1 La evolución de la política de innovación chilena 93
4.1.1 La fase inicial 93
4.1.2 1ª transición: diferenciación institucional 96
4.1.3 2ª transición: equilibrando el conjunto de políticas con mayor diferenciación institucional 97
4.1.4 Transición permanente: avanzando desde el apoyo estatal hacia la gobernabilidad de la innovación . 98
4.2 Gobernabilidad y conjunto de políticas 99
4.2.1 Gobernabilidad 99
4.2.2 Conjunto de políticas 105
4.3 Portafolio de instrumentos 107
4.3.1 Agencias de financiamiento, fondos y programas 107
4.3.2 Fallas en la coordinación entre agencias 110
4.3.3 Instrumentos fragmentados y no focalizados. 111
4.3.4 Evaluación y aprendizaje institucional 112
4.4 Tareas estratégicas de la política de innovación: una evaluación funcional 115
4.4.1 Ofrecer al sector empresarial los incentivos apropiados para aumentar sus esfuerzos de I+D+i 116
4.4.2 Asegurar una masa crítica, excelencia y relevancia en la investigación científica 120
4.4.3 Fortalecer la infraestructura de conocimiento a través de la conducción de los institutos tecnológicos 121
4.4.4 Fomentar las relaciones entre ciencia e industria 122
4.4.5 Asegurar la oferta de recursos humanos calificados 124
4.4.6 Conectar al SNI chileno con las redes mundiales de innovación 125

SIGLAS Y ABREVIACIONES 127
REFERENCIAS 128
RECONOCIMIENTOS 133

EVALUACIÓN Y RECOMENDACIONES GENERALES

Chile, una economía pequeña y abierta, con una producción fuertemente basada en recursos naturales, ha registrado un desempeño económico impresionante durante las últimas dos décadas. El producto interno bruto (PIB) per cápita ha aumentado un notable 5-6% anual durante los años 1990. Esta cifra representa más del doble de la tendencia de largo plazo del 2,4% obtenida en las 4 décadas precedentes. Después de un breve período de estancamiento a fines de los años 90, el crecimiento se recuperó rápidamente en 2005 y 2005, debido en parte a las favorables condiciones existentes en los principales mercados de exportación chilenos.

Como resultado, Chile ha logrado reducir significativamente la brecha en ingresos per cápita con respecto a los países avanzados, destacándose como el país latinoamericano de mejor desempeño en las dos últimas décadas. Con un PIB per cápita de alrededor de USD 11.000 a paridad de poder de compra (PPP por su sigla en inglés), actualmente Chile ocupa un lugar entre los países de ingresos medios-altos. El diferencial de ingresos con los países ricos se debe en parte a una baja utilización de mano de obra, pero su fuente principal es una brecha de productividad. Aun cuando el incremento en el nivel de ingresos ha aliviado considerablemente la pobreza, la distribución del ingreso ha permanecido excepcionalmente desigual.

El buen desempeño de la economía chilena en las dos últimas décadas ha sido apuntalado por las reformas económicas y la construcción de instituciones modernas y estables. El país ha seguido las mejores prácticas internacionales en gestión macroeconómica y el desarrollo de mecanismos de mercado. Su estabilidad monetaria y fiscal se ha traducido en sólidas finanzas públicas y una tasa de inflación que ha estado disminuyendo de manera sostenida hacia el nivel de los países desarrollados. La apertura al comercio internacional y la inversión extranjera directa (IED) han sido piezas claves del éxito chileno al aprovechar sus ventajas comparativas para incrementar sus ingresos. Esta apertura internacional también ha contribuido al desarrollo de mercados eficientes, generando un aumento explosivo de las exportaciones en industrias que aprovechan las ventajas comparativas chilenas.

El surgimiento de una actividad exportadora dinámica dejó en evidencia las debilidades del sistema chileno de apoyo a la innovación, que ha sido bastante incapaz de entregar servicios y conocimientos relevantes. En parte como respuesta a la demanda nueva y más sofisticada de algunas empresas, pero también respondiendo a otras necesidades de la sociedad y la economía, Chile ha comenzado a crear un sistema de innovación más amplio e incluyente. Sin embargo, se ha avanzado a un paso más lento de lo que se ha visto en el caso de otros pilares institucionales característicos de una economía de mercado eficiente.

Existe una creciente conciencia por parte de los actores políticos acerca de la importancia de la innovación para el futuro del país. Esto se ha traducido en tres audaces decisiones, alineadas con las mejores prácticas internacionales: la creación del Consejo de Innovación para la Competitividad, encargado de proponer pautas para una estrategia nacional de innovación de largo plazo; la introducción de un impuesto específico a la actividad minera para aumentar los recursos públicos disponibles para implementar esta estrategia; y la creación de un incentivo tributario para la realización de actividades de I+D, que busca comprometer al sector empresarial con esta estrategia. Este informe evalúa la situación actual del sistema y políticas de innovación de Chile con el objetivo de identificar las áreas que requieren perfeccionamiento, para utilizar este aumento de la inversión pública de la manera más eficiente posible.

El sistema de innovación chileno: características distintivas, principales debilidades y potencialidades

Al evaluar la situación actual y proyectar el futuro del sistema chileno y sus políticas de innovación, se deben considerar algunas de las características de la economía chilena, específicamente:

- *Geografía.* Chile es un país alejado de los principales mercados y centros de conocimiento. Además, su territorio se extiende a lo largo de 4.300 kilómetros, una distancia similar al trayecto entre San Francisco y Nueva York. Al mismo tiempo, su ancho jamás excede los 240 kms., de manera que su longitud es 18 veces mayor que su tramo más ancho. Su posición geográfica y su topografía generan varios desafíos, especialmente para el desarrollo y gestión de infraestructura y la mantención de la conectividad internacional, esenciales para la innovación y el crecimiento económico.

- *Centralización Política.* Chile es un estado unitario y relativamente centralizado. Los gobiernos locales dependen sustancialmente de las transferencias del gobierno central, y tienen una posición bastante débil y escasa autonomía para la toma de decisiones. En consecuencia, la mayoría de ellos no ha desarrollado las capacidades institucionales y de gestión necesarias para ejercer un papel más determinante en la política de innovación. Se han hecho esfuerzos para aumentar la participación de los gobiernos regionales y locales (como por ejemplo las agencias regionales para el desarrollo productivo), pero los resultados aún están por materializarse.

- *Concentración geográfica del poder económico y del capital intelectual*, que contrasta con la dispersión geográfica de las actividades exportadoras. Una excesiva separación física entre los productores del conocimiento y algunos usuarios complica el desarrollo de sistemas de innovación regionales y *clusters* innovadores centrados en los productores.

- *El legado de una cultura "fisiocrática"*. Tradicionalmente, la economía chilena ha dependido de las exportaciones de recursos naturales. En consecuencia, es común un comportamiento basado en la captura de rentas. A menudo la tecnología y la innovación son vistas como herramientas que pueden ser fácilmente importadas para obtener dichas rentas. En la comunidad empresarial y en la sociedad en general, aún no logra instalarse una cultura de innovación que visualice la tecnología y el conocimiento como fuentes principales de la creación sustentable de riqueza.

La baja intensidad de la investigación y desarrollo (I+D) de la economía chilena (0,67% del PIB en 2002) no puede ser enteramente atribuida a una brecha de ingresos con países desarrollados y a una ventaja comparativa en industrias basadas en recursos naturales, lo que reduce el espectro para una innovación basada en I+D. También es un reflejo de la ineficiencia del sistema nacional de innovación, que exhibe fuertes desigualdades y "cuellos de botella" que producen un desempeño decepcionante y bajos retornos de la inversión en I+D, lo cual desacelera la creación de capacidades.

Un sistema centrado en la investigación pública y desconectado de las dinámicas del mercado.

- *El modesto rol del sector empresarial* en el financiamiento y desempeño de la I+D es la característica más visible que diferencia al sistema de innovación chileno de aquellos de las economías más avanzadas. Esto se debe en parte a su especialización en industrias no intensivas en I+D, pero también al hecho que la gran mayoría de las pequeñas y medianas empresas (PYMEs), en todas las áreas, no realizan I+D ni actividades innovadoras. En efecto, las encuestas sobre innovación –que consideran también la innovación no basada en I+D– refuerzan la impresión que la mayoría de las PYMEs muestran una baja tendencia a innovar. Sólo una pequeña proporción de las empresas ha puesto el desarrollo de nuevos productos y procesos en el centro de su estrategia competitiva. Las empresas exitosas de exportación en *clusters* industriales basados en recursos naturales utilizan la innovación básicamente para generar diferenciación no basada en I+D, tanto para sus productos como en sus modelos de negocio y marketing. Una mayor proporción de empresas innovadoras se centra en la adaptación de tecnologías y know-how importados. No obstante, para la gran mayoría de las empresas chilenas, la adquisición de bienes de capital es el único canal de adopción de nuevas tecnologías. En contraste con su importante aporte a la inversión,

el empleo y las exportaciones, las filiales locales de las empresas multinacionales muestran una escasa actividad innovadora y de I+D en Chile.

- *La mayor parte de la* I+D *es financiada por el gobierno y ejecutada por las universidades*. La comunidad científica chilena es pequeña, pero de buena calidad, sin embargo, presenta problemas de masa crítica en algunos campos, a pesar de las mejoras introducidas a través de medidas para promover centros de excelencia. Dado que en el sector empresarial hay un bajo nivel de actividades innovadoras basadas en I+D, la investigación científica ha experimentado por largo tiempo una menor presión por demostrar su relevancia económica, a diferencia de la mayoría de países de la OCDE. El portafolio chileno de actividades científicas, determinado por las políticas de unas pocas universidades dominantes y pocas posibilidades de cooperación internacional dentro de la comunidad académica, no se ha modificado significativamente en respuesta a las transformaciones dinámicas que ha experimentado la economía chilena durante los últimos 20 años.

- *Los institutos públicos de investigación juegan un rol cuestionable en el sistema de innovación.* Estos institutos, que dependen de diversos ministerios u organizaciones privadas sin fines de lucro, juegan un papel menor en la I+D precompetitiva, y están involucrados principalmente en la investigación aplicada y al desarrollo tecnológico, la transferencia de tecnología, el suministro de "servicios tecnológicos" y la generación de información. Si bien en algún momento estos institutos contribuyeron positivamente al desarrollo tecnológico de la economía chilena, en la última década las presiones por ofrecer más servicios al mercado los han hecho cambiar. Sin embargo, su desempeño sigue siendo bastante dispar, y varios de ellos son percibidos como ineficientes e indiferentes a las necesidades de los sectores a los cuales prestan servicios. Adicionalmente, también se perciben como desconectados de las tendencias internacionales, y la investigación que desarrollan no es considerada de alta calidad (y en ocasiones tampoco es de relevancia económica).

Discrepancias en el proceso de creación de capacidades.

- *Escasez de recursos humanos especializados.* Aunque la situación ha mejorado durante la última década y la actual matrícula universitaria en ciencia y tecnología (CyT) y en ingeniería es prometedora, la escasez de recursos humanos para ciencia y tecnología (RHCT) sigue siendo un importante cuello de botella. Si bien hay incertidumbre respecto de la futura demanda por recursos humanos especializados en ciencias, la capacitación avanzada -especialmente a nivel de doctorado en ciencias, tecnología e ingeniería- es cuantitativa y cualitativamente insuficiente. Existe un déficit particular en la formación de habilidades de gestión tecnológica avanzada y de liderazgo empresarial necesario para la incorporación de la innovación a las estrategias de las empresas.

- *Bajo desarrollo de mecanismos de apoyo financiero.* La provisión de capital de riesgo y capital semilla parece ser aún menor que la demanda de instrumentos especializados para el financiamiento de capital propio.

- *Un mercado para el conocimiento muy restringido.* El mercado para la provisión de servicios está poco desarrollado en áreas como derechos de propiedad intelectual, gestión de innovación, ingeniería, etc. Esto se debe en parte a una escasez de especialistas con una sólida trayectoria profesional o científica y un marcado estilo empresarial, la existencia de barreras al emprendimiento y la competencia inapropiada de los institutos tecnológicos públicos.

Cuellos de botella que impiden el flujo de información y los emprendimientos cooperativos.

- *Insuficientes redes y clusters industriales*. La mayoría de las empresas chilenas no percibe el valor de la cooperación en innovación. Aquellas que sí lo hacen, no cuentan con marcos institucionales que les faciliten la asociación con otras empresas del mercado. Si bien se han creado *clusters* innovadores en algunos sectores (por ejemplo, en las industrias de alimentos y bebidas), muchos otros se encuentran atrasados. Por ejemplo, la industria minera podría ser el nexo de un conjunto más amplio de servicios y actividades manufactureras que se encuentran diversificados e interrelacionados.

- *Las relaciones entre ciencia e industria (RCIs) enfrentan los mismos problemas que en otros países*, tales como la falta de demanda por parte de las empresas, una cultura de investigación académica que no enfatiza la relevancia económica, una baja movilidad de investigadores, y una competencia entre la investigación pública y la industria por el apoyo estatal. No obstante, estos problemas son más agudos en Chile que en la mayoría de los países de la OCDE por dos razones. En primer lugar, existe una importante escasez del tipo de recursos humanos necesarios para relaciones prósperas entre ciencia e industria. En especial, las disciplinas de ingeniería no están cumpliendo efectivamente su rol de puente entre ciencia e innovación, ni en forma temprana en el sistema educativo ni posteriormente en el lugar de trabajo. En segundo lugar, los marcos institucionales que comúnmente son utilizados para promover las RCIs, están poco desarrollados, especialmente las alianzas público-privadas para la innovación, a lo que se suma la inexistencia de mecanismos para estimular y organizar el intercambio entre empresas e instituciones educacionales respecto las necesidades actuales y futuras de capital humano especializado.

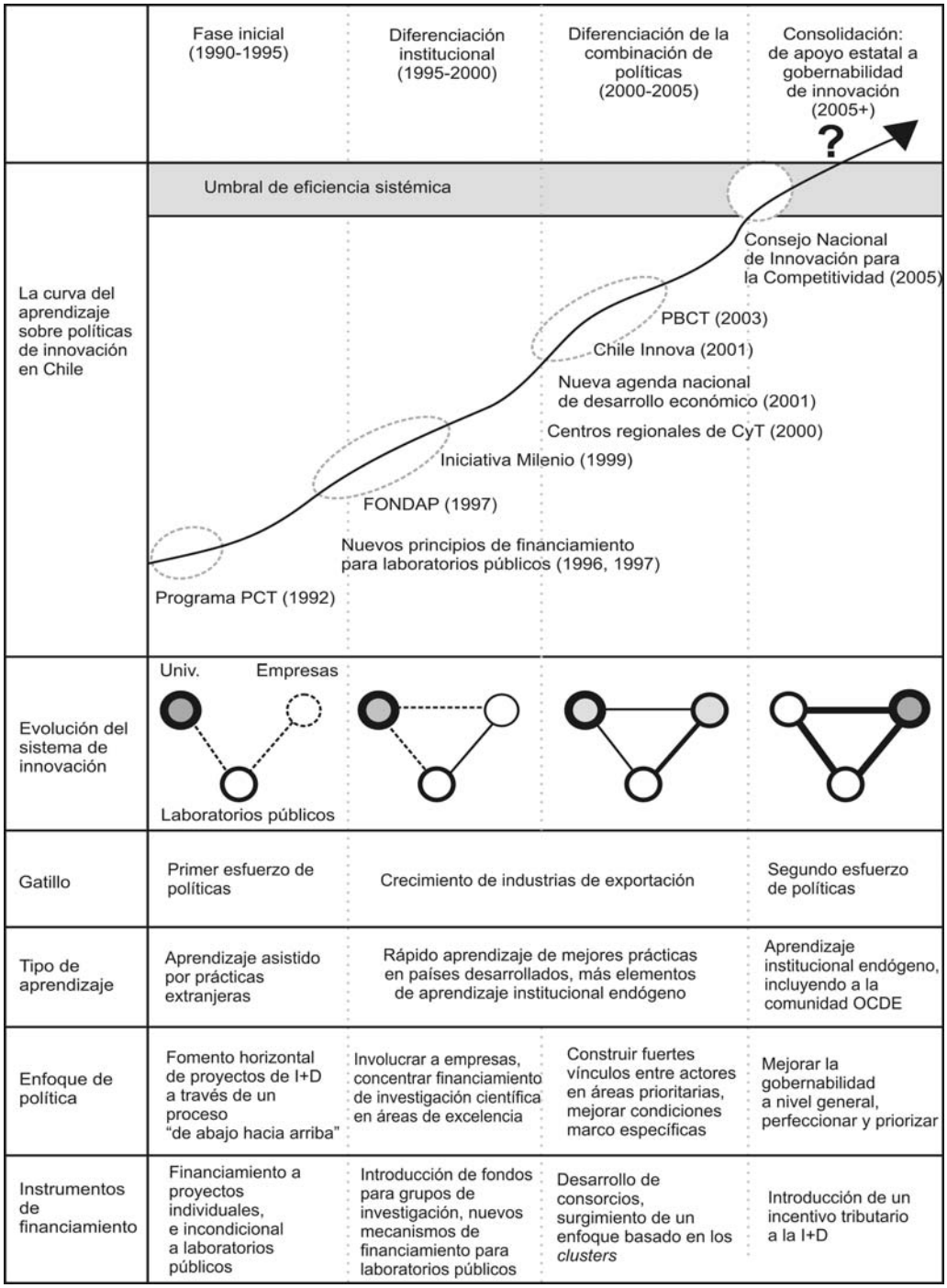
Potencial para el desarrollo a futuro

- *Mejor aprovechamiento de condiciones favorables del entorno*. Chile ha sido pionero en el campo de la legislación y política pro-competencia entre los países sudamericanos y los países en vías de desarrollo. Además ha sido un líder en la aplicación de los principios para la política de competencia en el sector de la infraestructura. Otras condiciones favorables básicas del entorno pueden aumentar significativamente la efectividad de la política de innovación, incluyendo: calidad y confiabilidad de las instituciones y estabilidad política; sólido desempeño macroeconómico, incluyendo una inflación estable y cuentas fiscales balanceadas; un régimen de apertura comercial y una legislación favorable a la inversión extranjera directa. Sin embargo, actualmente la participación de las filiales extranjeras en la I+D empresarial es considerablemente inferior a la de otros países latinoamericanos como Brasil, México y Argentina. Si Chile fortalece sus capacidades nacionales de absorción tecnológica, podría esperar beneficiarse en el futuro de la creciente globalización de la I+D.

- *Un núcleo de actores competentes está alcanzando masa crítica*. El éxito chileno en los mercados de exportación no hubiera sido posible sin algunas formas de innovación. Durante la última década, una cantidad importante de empresas y emprendedores demostró su capacidad de unir creativamente las oportunidades tecnológicas y las oportunidades de mercado. Chile posee una experiencia considerable en el incremento del valor agregado en industrias basadas en recursos naturales a través de la innovación, incluyendo la generación de nuevas tecnologías científicas (especialmente en biotecnología). Esto se relaciona con el desarrollo de competencias empresariales y el apoyo de instituciones como Fundación Chile, ampliamente reconocida como ejemplo de una “mejor práctica” internacional.

- *Nuevas oportunidades*. Chile tiene una gran cantidad de oportunidades para dinamizar su sistema de innovación: puede explotar nuevos conocimientos para incrementar el valor agregado en industrias basadas en recursos naturales; utilizar los *clusters* industriales consolidados para desarrollar nuevos servicios y actividades industriales innovadoras; transformar limitaciones logísticas en desafíos de innovación; avanzar aún más en su consolidación como un líder regional en determinados nichos industriales y de servicios; aprovechar sus ventajas medioambientales para capturar una mayor participación del mercado de turismo de alto poder adquisitivo; y obtener beneficios inesperados de los hallazgos en ciencia y tecnología (CyT) producto de la inversión constante en investigación básica de alta calidad.

Figura 0.1 Política de innovación de Chile – la trayectoria del aprendizaje



Política gubernamental de innovación: un proceso de aprendizaje en una etapa crítica.

Hasta comienzos de los años 90, las herramientas de política para el fomento de la innovación consistían principalmente en una agencia de financiamiento que apoyaba la investigación académica y financiaba becas, y un conjunto de institutos tecnológicos. Éstos últimos tenían una misión pública y suministraban algunos servicios tecnológicos básicos a una cantidad reducida de empresas en los sectores industriales y agrícolas. En los últimos 15 años, Chile ha experimentado un proceso de aprendizaje acelerado mediante el cual se ha ido construyendo un portafolio más completo de instrumentos dirigidos a un grupo más amplio de objetivos (Figura 0.1). Aún cuando la política de innovación todavía no se encuentra bien priorizada o implementada de una forma equilibrada, ha alcanzado un estado de madurez en términos de

capacidades institucionales. Esto hace posible pensar en un salto cualitativo en su eficiencia, siempre que el alto compromiso político de aumentar los recursos públicos estimule la adopción de reformas que corrijan las principales fallas en las prácticas actuales.

Débil gobernanza y coordinación de agencias.

Hasta ahora, Chile no ha desarrollado un mecanismo formal para definir una estrategia explícita, traducirla en prioridades y guiar su implementación.

- Las prioridades han sido siempre definidas de una manera relativamente descentralizada por agencias como la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) del Ministerio de Economía; la Comisión Nacional de Investigación en Ciencia y Tecnología (CONICYT) del Ministerio de Educación; y la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) del Ministerio de Agricultura. Otros Ministerios, como Salud y Planificación, han jugado un rol comparativamente menor. Existe algún grado de coordinación a nivel de programas, y en menor medida entre las agencias, pero esto no reemplaza la conducción de alto nivel del sistema.

- La falta de coordinación entre las agencias, especialmente entre CONICYT y CORFO, es un problema de larga data que hasta ahora no ha sido solucionado satisfactoriamente. Como resultado, los objetivos de muchos fondos y programas, así como su funcionamiento y los resultados esperados, no están lo suficientemente diferenciados. De hecho, cada una de las agencias principales ha tendido a desarrollar sus propias respuestas a todos los problemas, dando como resultado una deficiente división del trabajo en el sistema de apoyo público.

En este sentido, dos decisiones recientes y especialmente oportunas del gobierno chileno son la creación del Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad y la creación del Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC), que asignará los recursos recolectados a través del también recientemente introducido impuesto específico a la actividad minera.

Conjunto de políticas desbalanceadas

El conjunto de políticas de innovación en Chile presenta un desequilibrio bastante fuerte. Los aspectos estructurales de este conjunto de políticas sólo pueden ser cambiados en forma progresiva, como por ejemplo el rol dominante de las universidades en la ejecución de la I+D, así como también la elección de los objetivos prioritarios e instrumentos preferidos. Para esto último, se destacan tres características problemáticas:

- Primero, el énfasis se ha situado en I+D más que en la difusión del conocimiento y del emprendimiento tecnológico, aún cuando Chile Innova ha sido mucho más activa en estas áreas en los últimos años.

- Segundo, el apoyo a proyectos (más que a programas) representa el mayor porcentaje del gasto público en I+D.

- Tercero, en comparación a la mayoría de los países de la OCDE, el portafolio de instrumentos para promover la I+D en el sector empresarial en Chile ha estado inclinado hacia el apoyo gubernamental directo. Actualmente, el gasto en I+D es deducible de las obligaciones tributarias en las empresas, tal como lo es la mitad de las donaciones a la universidades. El grueso del apoyo público corresponde a fondos concursables repartidos a través de una multiplicidad de organismos.

Esta última característica está a punto de corregirse con la introducción de un incentivo tributario para la inversión privada en I+D. Sin embargo, dado su diseño, es poco probable que cambie en forma importante los actuales incentivos dentro del sistema de innovación.

Instrumentos fragmentados y no focalizados.

Falta de masa crítica

- El gasto público en I+D e innovación en Chile es significativo en términos relativos si se compara con el nivel de esfuerzo privado, pero en términos absolutos es limitado. La multiplicidad de instrumentos genera inevitablemente que los recursos estén muy diluidos en cada área de apoyo. Esto afecta especialmente la promoción de la innovación empresarial, ya que una gran proporción de los recursos públicos para el fomento a la I+D son destinados a la investigación básica. Esta fragmentación también ha sido alentada por la introducción de medidas que se basan en las buenas prácticas de países avanzados, pero en un contexto político e institucional que carece de la madurez necesaria para enfrentar la subsecuente diferenciación institucional.

Duplicación y áreas grises

- La fragmentación y los problemas de coordinación inevitablemente conducen a la duplicación o, por lo menos, a la superposición innecesaria de tareas. Existen muchos ejemplos de lo anterior. Para mencionar sólo dos, citaremos los proyectos de precompetitividad promocionados a través del Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico de CONICYT (FONDEF) y el Fondo de Desarrollo e Innovación (FDI, administrado actualmente por Innova Chile de CORFO), o la promoción de centros de excelencia en investigación científica por la Iniciativa Milenio y el Fondo de Financiamiento de Centros de Excelencia en Investigación (FONDAP).

- Al mismo tiempo, algunas de las necesidades más básicas de muchos actores han permanecido insatisfechas debido a que habrían requerido acciones que son: *i)* más difíciles de articular debido a que requieren coordinación entre agencias, tales como políticas para el fomento de *clusters*; y/o *ii)* son menos visibles políticamente y consecuentemente menos demandados por los beneficiarios de las agencias de financiamiento, tales como las medidas para apoyar la "mayoría silenciosa" de las PYMES a dar sus primeros pasos hacia la innovación; y/o *iii)* son más difíciles de gestionar desde las agencias públicas existentes, dadas sus capacidades y/o cultura corporativa, tales como reducir las "brechas de capacidad" en algunas áreas.

- Uno de los principales problemas del actual portafolio de instrumentos es que éste ofrece un apoyo desigual a las diferentes fases de los proyectos de innovación a empresas de distinto tipo. El sistema público permanece centrado en la etapa de investigación en las empresas mejor preparadas. Sin embargo, la etapa inicial de creación de capacidades en firmas que podrían ser innovadoras no está bien cubierta. Lo mismo ocurre con la eliminación de obstáculos encontrados por empresas que podrían ser innovadoras en etapas como la conceptualización de prototipos, industrialización y comercialización. Como consecuencia, la política de innovación no llega a la gran mayoría de las PYMES chilenas.

Deficiente articulación con la demanda sectorial

- La relación entre el sistema de apoyo a la innovación y el desarrollo competitivo de los sectores productivos ha sido demasiado débil por demasiado tiempo, aunque instituciones como Fundación Chile demostraron hace años la factibilidad en el desarrollo de *clusters* para la promoción de la innovación. Últimamente, la política pública también ha comenzado a seguir esta senda.

Recomendaciones

Orientaciones estratégicas

A pesar del impresionante desempeño económico de Chile durante las dos últimas décadas, aún existe una brecha importante por cerrar respecto de los niveles de ingresos de los países desarrollados. El objetivo fundamental de la política económica de Chile es lograr un elevado crecimiento, equitativo y sustentable, de manera de cerrar esta brecha y, al mismo tiempo, seguir reduciendo la pobreza y la persistente desigualdad en la distribución del ingreso.

Lograr este objetivo requiere de un ajuste en los factores responsables del crecimiento. Se ha venido consolidando un consenso en el sentido de que la acumulación de factores productivos necesita ser complementada por un crecimiento sostenido de la productividad de estos factores. La innovación – apoyada por condiciones de entorno favorables y estimulada por una política de innovación explícita – constituye el camino principal para incrementar la productividad. Hasta ahora, el desempeño de Chile en el área de la innovación ha sido desigual respecto a otras áreas. En Chile no existe una cultura emprendedora fuertemente arraigada y la actividad innovadora sigue siendo escasa y a menudo aislada.

Chile requiere llegar a un consenso respecto de la importancia de la innovación para el desarrollo económico. En particular, para la implementación de una estrategia de innovación el gobierno no sólo debe asegurar las condiciones macroeconómicas apropiadas para lograr altas tasas de inversión, sino también corregir las fallas sistémicas y de mercado que impiden que el país realice su potencial innovador. La política gubernamental también puede jugar un rol importante facilitando y estimulando la diversificación de la economía, que en el largo plazo beneficiará la estructura industrial de la economía del país.

La distancia a la frontera tecnológica construida por los países más avanzados puede transformarse en una ventaja para Chile, ya que acercarse a esa frontera exige un potencial importante para aumentar la eficiencia de la economía. Chile ha demostrado que tiene las capacidades sociales y de absorción para aprovechar dicho potencial, pero para lograr este objetivo, se deben cumplir con diversas tareas.

Desarrollo de recursos humanos

- El desarrollo de recursos humanos constituye la piedra angular de cualquier estrategia que busca un mayor crecimiento basado en la innovación. La falta de capital humano calificado es un importante cuello de botella para el desarrollo social y económico chileno, junto a su capacidad de innovar. Por lo tanto, el desarrollo de una base sólida de recursos humanos constituye una de las tareas más urgentes del país. Si bien el nivel de escolaridad ha mejorado en los últimos años, la calidad de la educación continúa siendo inadecuada. Ya se están desarrollando importantes medidas para elevar el rendimiento educacional con el fin de cumplir con estándares internacionales, y nuevas medidas están en camino de serlo.

Extender la amplitud y profundidad de las ventajas comparativas

- A pesar de la mayor diversificación de la economía producto del surgimiento de nuevas industrias exportadoras en el sector agrícola y de alimentos y el crecimiento en la exportación de servicios, la economía chilena aún está relativamente poco diversificada. La gama de bienes y servicios exportables ha permanecido limitada. La agricultura y la minería tienden a generar una menor variedad de productos que algunos servicios y que la industria manufacturera (cuyo crecimiento se ha estancado). El intercambio comercial entre industrias –una actividad altamente dinámica en el comercio internacional– es muy bajo en Chile, incluso al ser comparado con países como Brasil, México y Argentina. Así, el nivel de especialización de la economía chilena posee desventajas como:

    - Un alto riesgo asociado a una elevada especialización en materias primas, lo cual deja vulnerable a la economía frente a cambios en la demanda internacional y los precios de las materias primas.

    - Una baja variedad de productos y participación del comercio intra-industrial en el intercambio internacional (un segmento altamente dinámico en los países de la OCDE), lo que podría restringir el crecimiento de la economía en el largo plazo.

- Una estrategia de innovación puede facilitar un cambio estructural y de esta forma reducir los riesgos inherentes a este tipo de especialización.

- En la transición hacia un mayor crecimiento impulsado por la innovación, Chile debiese aprovechar sus fortalezas y ventajas comparativas mediante el fortalecimiento de aquellos *clusters* incipientes, principalmente basados en recursos naturales, con el fin de desarrollar prácticas innovadoras que

ayuden a transformar en ventajas dinámicas las actuales ventajas estáticas de la economía chilena. Para ello se puede incentivar tanto el desarrollo de nuevas actividades, mediante la incorporación a la base exportadora de productos con alto valor agregado, como la mejora de productos y servicios especializados originalmente enfocados a los *clusters* basados en recursos naturales.

Principios guía

Al perseguir estas tareas, el gobierno debería aplicar los siguientes principios guía:

- *Oportunidad.* Desarrollar nuevas ventajas comparativas aprovechando las actualmente existentes y el favorable contexto económico actual. La aceleración de la globalización genera nuevos desafíos y oportunidades, y los países pueden quedar rezagados si no aprovechan dichas oportunidades. Para Chile, los desafíos de corto plazo son menos preponderantes que en muchos otros países. Chile ha sido pionero entre los países en desarrollo en reformas liberales y la apertura económica. A diferencia de otros países con ingresos per cápita similares, el sector manufacturero chileno está menos expuesto a la nueva y fuerte competencia proveniente de economías emergentes ya que su productividad no es baja ni tampoco es intensivo en mano de obra. Por el contrario, en la actualidad el país se beneficia del rápido crecimiento de las economías en vías de desarrollo, en especial debido a la consiguiente demanda por materias primas. No obstante, parece prudente adoptar una perspectiva de largo plazo y aprovechar la actual ventana de oportunidades. Desde esta perspectiva, la estrategia del gobierno chileno de utilizar una parte del incremento de sus ingresos con visión de futuro es oportuna y está bien fundada.

- *Construir sobre el marco macroeconómico actual y las sólidas instituciones.* Chile ha sido exitoso en el establecimiento de un marco macroeconómico e instituciones modernas y sólidas, que son uno de los principales activos que posee el país. El buen desempeño macroeconómico y la estabilidad de la economía contribuyen al fortalecimiento de la confianza del sector privado. Dicha estabilidad reduce la incertidumbre y de esta forma se genera un clima favorable a la inversión y la innovación.

- *Encargarse de las fallas de mercado y las fallas sistémicas.* Para el buen funcionamiento de un sistema de innovación, se precisan buenas condiciones de entorno. Sin embargo, se requieren políticas más específicas para la corrección de las fallas de mercado y las fallas sistémicas que obstaculizan la I+D y la actividad innovadora. La implementación de políticas para el fomento de la innovación deben asegurar tanto la estabilidad de las instituciones como de las políticas que el país ha puesto en marcha durante las últimas décadas.

- *Una visión amplia y equilibrada respecto de la innovación.* La estrategia no debiese limitarse sólo al fomento de la alta tecnología sino que debiese estar construida sobre las fortalezas que posee el país con el fin de permitir cambios orientados a fortalecer y ampliar los cimientos de un crecimiento de largo plazo. Una visión integral del fomento de la innovación incluye la innovación organizacional, nuevos modelos de negocios, así como la innovación en el sector de servicios. Un enfoque equilibrado reconoce que la difusión de tecnología es clave para permitir la innovación en la mayoría de las empresas.

- *Consolidación del sistema de apoyo público a la innovación.* Es urgente reducir las actuales superposiciones entre los instrumentos existentes, así como definir el tamaño necesario para cada uno de ellos. Sin embargo, esto no debiese hacerse en desmedro de una adecuada diferenciación institucional, necesaria para abordar de manera eficiente los objetivos del país en materia de innovación. Cuando diversas instituciones han intentado resolver problemas similares a través de sus instrumentos y programas, es el momento de concentrar los recursos en aquellos que han demostrado ser más eficaces.

- *Focalización "inteligente"*. En Chile, la pregunta no es si *debiese* focalizarse, sino *cómo debiese* focalizarse hacia el desarrollo de *clusters* o de redes empresariales, utilizando mecanismos de focalización orientados hacia el mercado, tales como las alianzas público-privadas. Esto no excluye la utilización de políticas horizontales para capitalizar los hallazgos inesperados de la investigación,

ayudando a las empresas de todos los sectores a aprovechar las externalidades generadas por los *clusters* y modernizando las capacidades de innovación de la economía.

- *Principios avanzados de gobernabilidad.* Se debería distinguir claramente entre la formulación y la implementación de las políticas, y ésta última debiese realizarse utilizando una gama de instrumentos ya comprobados: coordinación, competencia (por ejemplo, financiamiento competitivo), cooperación (por ejemplo, proyectos conjuntos de investigación); mecanismos de apoyo basados en resultados (por ejemplo, convenios con indicadores de desempeño, criterios de financiamiento , etc.).

Recomendaciones específicas

Gobernabilidad general

El Consejo Nacional de Innovación podría ser el órgano catalizador para hacer madurar en forma acelerada al sistema de innovación chileno, siempre que tenga la adecuada composición, posicionamiento institucional y equipamiento. En este sentido, la experiencia de los países de la OCDE sugiere que:

- Su composición, el número de integrantes y la afiliación institucional de sus miembros debiese equilibrar representatividad y eficiencia, para evitar su captura por grupos de interés y asegurar un trabajo productivo. Si bien debiese incluir representantes de todas las "comunidades" (gobierno, industria, sector financiero, académicos e institutos tecnológicos), al menos un tercio de los miembros no debiese tener responsabilidad alguna sobre la gestión de la política de innovación. Al menos uno de estos miembros debiese ser extranjero o por lo menos un chileno que haya vivido en el extranjero con experiencia demostrada en ciencia, tecnología o innovación.

- Debe lograr un posicionamiento institucional que permita maximizar el impacto de sus políticas y otorgar garantías sobre su carácter imparcial, que actúa por el interés público.

- Su mandato y funcionamiento debiesen fomentar que luego de las discusiones se tomen decisiones, e incentivar las argumentaciones basadas en evidencia proveniente de evaluaciones de política y de asesorías.

- Debiese estar respaldado por un secretariado ejecutivo fuerte y con recursos disponibles, dirigido a través de un reducido comité ejecutivo, con las capacidades y medios financieros para ejecutar o contratar estudios y evaluaciones independientes y asegurar un monitoreo permanente.

- Si es que demuestra un funcionamiento eficiente, se podrá encargar de orientar estratégicamente el flujo de los nuevos recursos públicos para la innovación mediante un mecanismo que transforme sus prioridades en las prioridades de financiamiento del Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC).

Las evaluaciones que realice debiesen incorporar los siguientes dos aspectos: *i)* fijar los estándares de calidad y un marco para la adecuada evaluación de las instituciones, programas y medidas; y *ii)* efectuar evaluaciones temáticas desde una perspectiva sistémica. Respecto de este último punto, las siguientes tareas se destacan como especialmente importantes:

- Evaluar el rol de los institutos tecnológicos (ITPs) en el sistema de innovación y sus mecanismos de gestión. Estos institutos han evolucionado a diferente velocidad en el tiempo y de acuerdo a diversas motivaciones y objetivos. Desarrollar una política coherente para los ITP requerirá de una evaluación sistémica de su desempeño así como de sus capacidades. Ello permitirá, en caso que sea necesario, redefinir sus objetivos, sus modalidades de operación y sus enfoques tecnológicos implicando posibles reorganizaciones, fusiones, privatizaciones o, incluso, cierres.

- Evaluar la eficiencia de los programas y medidas existentes desde una perspectiva integral, incluyendo las principales condiciones de entorno (por ejemplo, derechos de propiedad intelectual – DPIs) para promover la comercialización de la investigación universitaria a través de la movilidad de

los investigadores, el patentamiento y el licenciamiento, contratos de investigación y la generación de productos derivados (spin-offs).

- Evaluar el impacto de los incentivos tributarios para I+D recientemente introducidos.

- Evaluar la disponibilidad y demanda por aquellos recursos humanos especializados necesarios para la innovación, con un acento particular sobre el rol de las ciencias de la ingeniería, con miras a obtener un modelo que permita mejorar la cooperación público-privada en esta área.

- Evaluar el marco para el desarrollo de *clusters* a través de la política de innovación mediante la evaluación de los actuales programas para la promoción de consorcios y redes empresariales; un mapeo de los *clusters* innovadores existentes y latentes; la extracción de lecciones provenientes de experiencias exitosas tanto en Chile como en el exterior; la determinación de la manera de lograr una mayor descentralización de la política de innovación.

- Evaluar los nexos internacionales (desde la IED hasta becas de estudio) con miras a encontrar e intensificar aquellos que mejor contribuyan a todo el sistema de innovación.

El FIC será una herramienta fundamental en la implementación de la estrategia del Consejo de Innovación. No obstante, esto no sólo debiese significar la simple traducción de prioridades políticas en incrementos en los presupuestos de las actuales instituciones. Por el contrario, el gobierno debiese lograr que el FIC se transforme en un instrumento acotado y de cambio estructural, con el fin de inducir cambios más profundos al sistema de innovación. Para estos efectos:

- Una opción podría ser que el FIC absorba algunos de los fondos públicos destinados a la innovación, especialmente aquellos que están dirigidos a objetivos múltiples y con múltiples tipos de beneficiarios.

- Otra opción sería la de estructurar y administrar el FIC siguiendo el modelo de la industria de capital de riesgo basado en un “fondo de fondos”, con las adaptaciones necesarias para cumplir con los requisitos exigidos por las finanzas públicas y con su misión de interés público. Esta opción garantizaría una diferenciación institucional, además de capitalizar la experiencia de las agencias de financiamiento existentes en el trato con los diferentes actores.

Los gobiernos locales debiesen transformarse en fuertes actores del sistema de innovación chileno. Se requiere una mayor descentralización en la elaboración de políticas con el fin de desarrollar sistemas de innovación regionales, así como *clusters* innovadores en torno a industrias exportadoras que contribuyan a la diversificación económica. Sin embargo, cambios al actual equilibrio de poder entre los diversos niveles del gobierno generarán estos beneficios sólo si van acompañados por el fortalecimiento de las capacidades institucionales y de gestión de los gobiernos locales.

Mejoramiento del conjunto de políticas e instrumentos.

El sistema de apoyo público debiese estar menos enfocado en la investigación en aquellas compañías bien preparadas y motivadas. Esto requeriría en particular:

- Brindar mayor apoyo a la etapa inicial de creación de capacidades en la amplia mayoría de las PYMES que aún no innova, centrándose también en los obstáculos encontrados por las PYMES innovadoras en etapas tales como la transformación de conceptos en prototipos, su industrialización y su comercialización.

- Promover el desarrollo de un mercado del conocimiento, incorporando a instituciones relevantes tales como agentes de tecnología (*technology brokers*) y otros intermediarios que acerquen a los productores del conocimiento con los usuarios finales.

- Delimitar de mejor manera los roles de CONICYT y CORFO mediante una mejor diferenciación de sus respectivos fondos y programas, de acuerdo a objetivos claros y racionales y a los resultados deseados.

- Mejorar la gestión de las agencias de financiamiento en el apoyo a proyectos, especialmente en aspectos relacionados con la evaluación de los aspectos financieros de los proyectos, la celeridad para el procesamiento y selección de las solicitudes y la respuesta a las inquietudes de los beneficiarios.

- Dedicar más recursos y fortalecer la administración de programas con múltiples objetivos y actores, tales como los consorcios de investigación.

Recursos humanos para la innovación

- Continuar con los esfuerzos para alcanzar el rendimiento educacional mostrado por países con alto desempeño académico. La creciente inversión en educación debiese mantenerse en el tiempo, junto con un monitoreo adecuado de las mejoras en la calidad de la enseñanza.

- Enfatizar la formación de capacidades en todos los niveles en vez de enfocarse los niveles más altos de formación. Un sistema efectivo de capacitación vocacional fomenta la actividad innovadora en toda la economía, incluyendo a las PYMES. Así, el rol de las empresas como creadoras de capital humano para la innovación, especialmente a través de la capacitación formal, debiese recibir mayor atención.

- Continuar las iniciativas para expandir la alfabetización digital a través de la sociedad , para cerrar la brecha digital.

- Incentivar el emprendimiento a través de la difusión de formas de comenzar un nuevo negocio, tal como lo ha hecho una gran cantidad de países de la OCDE durante los últimos años. Mejorar la capacitación en técnicas de gestión avanzadas y liderazgo empresarial.

- Desarrollar políticas para equilibrar la cantidad disponible y demandada por recursos humanos en ciencia y tecnología (RHCT) en el mediano y largo plazo. Estas políticas debiesen estar dirigidas tanto a la oferta como a la demanda de capital humano. La demanda de investigadores por parte del sector empresarial, tanto estatal como privado, necesita ser estimulada. Por el lado de la oferta, la política de fomento de capital humano en ciencia y tecnología debiese considerar un futuro crecimiento de la demanda por parte del sector empresarial. Debiesen fortalecerse los mecanismos para generar un diálogo entre los sectores público y privado para definir las prioridades educacionales para el mediano y largo plazo.

- Concentrar los escasos recursos de apoyo a programas de Doctorado y Maestría en áreas estratégicas específicas. Asimismo, se requiere desarrollar incentivos para lograr una mayor cooperación entre instituciones para el diseño e implementación de programas conjuntos.

- Desarrollar políticas para la “atracción de talentos” (*brain gain*), que estén dirigidas tanto a chilenos viviendo en el extranjero como a extranjeros. De modo más general, mejorar el nivel de internacionalización del sistema educacional. En especial, adoptar medidas para incrementar el número extranjeros que estudian en Chile y la cantidad de alumnos chilenos que estudian en el exterior. Considerar la adopción de un planteamiento más estratégico para la utilización de las becas como una herramienta de internacionalización de capacidades, alineando de mejor manera las políticas de desarrollo de recursos humanos con las metas de desarrollo económico de largo plazo.

Tabla de resumen:
fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas
del sistema de innovación chileno

Fortalezas	Oportunidades
• Marco macroeconómico estable y mercados de productos que funcionan bien • Apertura internacional • Marcos regulatorios y legales confiables • Compromiso político para aumentar el apoyo a la innovación • Relaciones de confianza entre gobierno, funcionarios públicos y el sector privado • Industrias fuertemente orientadas hacia la exportación y basadas en recursos naturales • Un núcleo significativo de empresas y empresarios dinámicos con modelos de negocios innovadores • Aprendizaje acumulado y un modelo comprobado para modernizar a las industrias basadas en recursos naturales a través del conocimiento y la tecnología • Grupos de excelencia en investigación científica	• Mayor generación de valor agregado a partir de la innovación en industrias basadas en recursos naturales • Creación de *clusters* innovadores alrededor de industrias de exportación dinámicas • Importante potencial del sector de servicios, desde empleos menos calificados hasta servicios comerciales intensivos en conocimiento • Explotación de las ventajas medioambientales de Chile para lograr una mayor participación en el mercado de turismo de alto poder adquisitivo • Convertir las limitaciones logísticas en desafíos para la innovación • Avanzar como líder regional en nichos específicos de los sectores industriales y de servicios • Derivar beneficios inesperados de hallazgos fortuitos producto de la inversión sostenida en investigación básica de calidad
Debilidades	**Amenazas**
• Rentabilidad de la explotación de recursos naturales excede la que se puede esperar de la mayoría de la innovación • Desafíos logísticos debido a la geografía • Sistema de innovación centrado en la investigación • Muy bajo nivel de I+D en innovación empresarial, incluyendo a las empresas extranjeras • Débil institucionalidad para la innovación, sin una estrategia global de alto nivel, y con actores regionales débiles • Sistema de apoyo público fragmentado, centrado en la I+D y en los proyectos, con duplicación de esfuerzos y áreas grises • Un mercado para el conocimiento muy limitado • Infraestructura subdesarrollada y atrasada para la difusión de la tecnología • Baja oferta de capital semilla y capital de riesgo • Severos “cuellos de botella” en la disponibilidad y movilidad de RHCT	• Tendencias a largo plazo en los costos de transporte de larga distancia para exportaciones de poco valor agregado • Especialización internacional amarrada a productos con baja elasticidad de ingresos frente a la demanda mundial • Marginalización como fuente y destino de flujos internacionales de capital humano altamente calificado • Crecientes desigualdades regionales • Escasez de recursos humanos especializados necesarios para la innovación • Pérdida de capital humano y social si no se reduce el actual nivel de desigualdad • Deterioro de las capacidades no utilizadas, especialmente en las ciencias de ingeniería

CAPÍTULO 1

HACIA UN MAYOR CRECIMIENTO IMPULSADO POR LA INNOVACIÓN

1.1 Desempeño macroeconómico y fortalecimiento institucional

1.1.1 Desempeño económico

En las últimas dos décadas, el desempeño económico de Chile – una economía pequeña, con apertura comercial, y una producción tradicionalmente basada en recursos naturales – ha sido impresionante. Entre 1988 y 1997 este desempeño fue particularmente bueno, con un PIB real que creció a un ritmo anual de 7,9%. Durante ese período, Chile logró una espectacular "aceleración del crecimiento" (Hausmann et al., 2004). Entre 1984 y 1997 el PIB per cápita creció entre 5 y 6% al año, más de dos veces la tendencia a largo plazo de 2,4% en las 4 décadas anteriores (OCDE, 2003). Con este crecimiento, Chile no sólo se destacó dentro de América Latina, sino que fue una de las economías con mejor desempeño a nivel mundial. El alto crecimiento se asoció a una significativa alza en la productividad total de factores.

La sólida estabilidad fiscal y monetaria de Chile se ha traducido en una reducción constante de la inflación, que se va acercando al nivel de los países desarrollados. Una política fiscal prudente – desde 2001 existe una norma fiscal que requiere un superávit fiscal estructural equivalente al 1% del PIB (OCDE, 2003) – ha mantenido bajos niveles de endeudamiento fiscal.

Durante este período de gran desempeño económico, Chile ha logrado reducir la brecha de ingresos per cápita que lo separa de los países desarrollados. Con un PIB per cápita de U$ 10.874 a paridad de poder de compra (PPC) (2004), Chile se ubica entre los países de ingresos medios-altos. La diferencia en PIB per cápita (basado en PPC) versus los países de ingresos altos, específicamente los Estados Unidos, se explica hasta cierto punto por una utilización comparativamente menor de la fuerza de trabajo, sin embargo la principal fuente de esta diferencia de ingresos es la brecha en productividad laboral, utilizando la medición de PIB por hora trabajada (OCDE, 2005a, p. 25). Además, existen diferencias sustanciales de productividad entre los distintos sectores industriales[1]. La productividad laboral en el sector manufacturero no ha crecido al mismo ritmo de otros países de la OCDE en las últimas dos décadas. La Encuesta Económica de la OCDE concluye que se debería avanzar más decididamente hacia una sostenida convergencia con los países de altos ingresos a largo plazo (OCDE, 2007a).

Después del período de crecimiento muy acelerado entre 1988 y 1997, el crecimiento se desaceleró en 1998 (3,2%), y la economía tuvo un crecimiento negativo en 1999 (-0,8%). Entre 2000 y 2003, el crecimiento económico se recuperó, pero ha sido más variable que en los años de alto crecimiento hasta 1997. Después, en 2004 y 2005, el crecimiento real del PIB aumentó fuertemente, llegando a 6,2 y 6,3% respectivamente. Desde 2005, las condiciones internacionales han sido favorables para la economía chilena: un rápido crecimiento de la economía mundial, un alto precio del cobre, y condiciones financieras externas favorables. Todos los sectores de la economía (excepto la pesca) contribuyeron al crecimiento de la economía, siendo los más importantes el comercio, la manufactura y la industria de la construcción. El gasto interno fue impulsado tanto por el consumo privado como estatal, y también en gran medida por la formación bruta de capital fijo. Como resultado de los términos de intercambio, el Ingreso Nacional Bruto real disponible creció 9,1%,

[1] Hay evidencia anecdótica que indica que la productividad laboral en la minería y algunos sectores de la agro-industria se acerca a los niveles observados en los países de mejor desempeño, pero que está retrasada en otros sectores de la economía como los servicios financieros y las industrias de redes (OCDE, 2005a, p. 22).

producto de un aumento de precios en la minería que compensó el aumento de los precios del petróleo. El ahorro total ascendió a un 23,0% del PIB (Banco Central de Chile, 2006).

El crecimiento real del PIB cayó a poco más de 4% en 2006. Esta desaceleración, pese a contar con un récord histórico en el precio del cobre, parece haber sido causada por una disminución pasajera de la inversión y algunos factores especiales, incluyendo condiciones climáticas adversas, el estancamiento en las exportaciones de cobre -debido, entre otras cosas, a una huelga en una de las principales minas-, y un recorte en las exportaciones de gas natural desde Argentina a Chile. Los pronósticos para 2007 y 2008 continúan situando el crecimiento real de Chile en el rango de 5%, y quizás un poco más (Fondo Monetario Internacional, 2006; Banco Mundial, 2007).

En los últimos veinte años, Chile ha logrado reducir significativamente la brecha en ingreso per cápita con respecto a los países avanzados. Sin embargo, aunque se ha destacado entre las economías latinoamericanas, no ha logrado el dinamismo de los países más exitosos de Asia. Aún quedan importantes desafíos para Chile, incluyendo sus altos niveles de desigualdad y las mejoras relacionadas con la gestión y desempeño de su sistema educacional.

1.1.2 Reforma educacional y fortalecimiento institucional

El buen desempeño económico de Chile en las últimas dos décadas – que contrasta con el desarrollo de la región – ha estado marcado por los esfuerzos del país en cuanto a las reformas económicas y la construcción de su institucionalidad. Las reformas macroeconómicas y estructurales, así como sus políticas fiscales y monetarias prudentes y predecibles, han contribuido a establecer con éxito una base macroeconómica sólida; y la creación de instituciones modernas y sanas ha contribuido a un alto y sostenido crecimiento de la economía. Esto ha creado un ambiente favorable al emprendimiento y la innovación.

El éxito de Chile en las últimas décadas ha estado basado en un modelo de desarrollo cada vez más orientado hacia el exterior. En los años 70, bajo el régimen militar, Chile comenzó una primera oleada de reformas económicas, cambiando su orientación desde la sustitución de importaciones hacia las exportaciones. La economía se abrió a través de reformas comerciales, que generaron incentivos para la producción de bienes transables. La mayor apertura vino acompañada de una privatización de las empresas estatales y una desregulación de los mercados. En 1982-1983, Chile se vio afectado por una sacudida externa que gatilló una profunda crisis económica y financiera, revelando una serie de debilidades en el sistema regulatorio. Eventualmente, esto llevó a reformas institucionales más profundas en la segunda mitad de la década (incluyendo un cambio en el estatus del Banco Central de Chile – ahora completamente autónomo).

Durante la transición a la democracia iniciada en 1989, el modelo económico de mercado se ha mantenido y hasta fortalecido. Las reformas económicas continuaron durante los años 90 y al comienzo del nuevo siglo. Esto incluyó la participación privada en el desarrollo de la infraestructura, la introducción de la competencia en las telecomunicaciones, más reformas comerciales a través de la reducción unilateral de los aranceles y una serie de acuerdos de comercio exterior, legislación anti-monopólica, política monetaria, abolición de la banda cambiaria, adopción de un superávit estructural de 1% del PIB como norma fiscal, eliminación de todos los controles sobre el capital, reforma al mercado de capitales, y creación de tribunales de competencia (Corbo, 2007). Hoy, Chile es el país latinoamericano con mayor apertura comercial, y las instituciones modernas y estables creadas en las últimas décadas ayudan a mantener un alto y sostenido crecimiento económico. Desde la transición a la democracia, las políticas sociales que apuntan a promover la cohesión social y la reducción de la pobreza han sido prioridades del gobierno.

1.1.3 Fuentes de crecimiento económico

Mantener un alto crecimiento sostenido es un objetivo central de la política económica chilena. En este contexto, es importante comprender los patrones, incluyendo las principales fuentes de crecimiento. Hay un cuerpo significativo de estudios empíricos sobre esta cuestión, varios de los cuales utilizan el *"growth accounting"* (estudio de los determinantes del crecimiento). Estos estudios se usan para cuantificar – bajo ciertos supuestos – las causas aproximadas del crecimiento económico, en particular el aporte relativo de los factores de producción – capital y trabajo – y de la productividad total de factores (PTF) que, en términos amplios, mide los cambios en la eficiencia del uso de dichos factores.

Varios estudios han analizado el aporte de la productividad total de factores (PTF) al crecimiento económico chileno en distintos períodos, entre ellos los estudios de Beyer y Vergara (2002), Fuentes et al. (2004), Álvarez y Fuentes (2004), y Vergara y Rivero (2005). Estos estudios muestran que durante los años 90 hubo un cambio significativo en el aporte relativo de las fuentes aproximadas de crecimiento. Para un resumen de varios estudios de determinantes en Chile ver OCDE, 2005a.

Debería recordarse, sin embargo, que los resultados de los ejercicios de *growth accounting* difieren, entre otras cosas, dependiendo de la metodología escogida y el período de observación. Ya que la PTF se calcula como un residuo, también es susceptible a la medición errónea de los factores de producción, factores omitidos, etc. Más aún, la PTF tiende a ser cíclica, ya que los factores de producción tienden a sub-utilizarse durante el período bajo del ciclo.

Aunque la acumulación de factores continúa siendo reconocida como una fuente importante del crecimiento económico, hay un consenso emergente que las mejoras en la PTF, que pueden ser más relevantes a largo plazo, requieren mayor atención. Mientras la evidencia empírica indica que ha habido un aumento significativo del aporte de la PTF al crecimiento económico chileno – especialmente durante la fase de alto crecimiento de los años 90 – aparentemente existe el riesgo del estancamiento, que se ha atribuido al agotamiento de las reformas estructurales de los años 80 y comienzos de los 90. Se percibe que – para volver a retomar el ritmo de crecimiento del rango de 7% – será necesario llevar adelante reformas que puedan incentivar un aumento en la productividad. Esto incluye avances en el área de la educación, la implementación de nuevas reformas al sector público, y medidas diseñadas para aumentar la capacidad innovadora del sector privado.

Beyer y Vergara (2002) observan que el crecimiento mediocre de la economía chilena después de la llegada del ciclo económico bajo en 1997 estuvo influenciado por condiciones externas desfavorables, pero enfatizan que el aumento del crecimiento de la PTF puede dinamizar el crecimiento. La mejor forma de lograr esto sería a través de una nueva oleada de reformas que apunten a la base del crecimiento económico, a una mayor eficiencia en el uso de los recursos económicos, y a la salud, educación y empleo, así como a generar incentivos a la actividad innovadora. Para lograr otra década de alto crecimiento, también es necesario mejorar la estructura institucional de Chile, que a nivel general se evalúa positivamente, pero que aún puede perfeccionarse para estimular el crecimiento. Para un marco institucional que vincula el crecimiento con oleadas consecutivas de reformas, ver OCDE (2003).

La Tabla 1.1 muestra la evolución de la PTF y su aporte al crecimiento económico chileno. En la segunda mitad de los años 70, hubo un *boom* de productividad que coincidió con la primera oleada de reformas estructurales. Esta fase llegó a su fin con el endeudamiento y la crisis bancaria de principios de los años 80. A esta crisis siguió la recuperación y el comienzo de un segundo *boom* de productividad en la segunda mitad de la década, que coincidió con una segunda oleada de reformas. En la segunda mitad de los años 90, el crecimiento de la productividad se desaceleró progresivamente, y eventualmente hubo crecimiento negativo entre 1998 y 2001. Podría concluirse que Chile necesita una nueva oleada de reformas, diseñadas esta vez a fomentar el crecimiento de la PTF – como las reformas laborales, en salud, y en educación – y también a estimular la actividad innovadora.

Tabla 1.1 Aportes al crecimiento del PIB, en %

	Aporte al crecimiento			
	Crecimiento del PIB	Capital	Fuerza de Trabajo	PTF
1976-1980	6,8	2,3	0,8	3,7
1981-1985	-0,1	1,2	0,9	-2,2
1986-1990	6,8	2,5	2,0	2,3
1991-1996	8,7	1,5	3,5	3,7
1996-2000	4,1	0,5	3,6	0,1
1998-2001	2,4	0,1	2,8	-0,6

Fuente: Beyer y Vergara (2002).

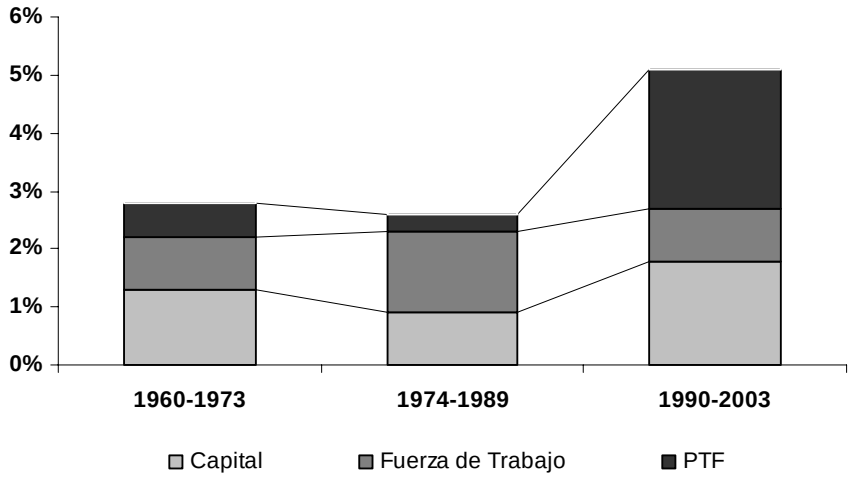
Fuentes *et al.* (2004) descompone el crecimiento económico del período 1960-2003 en los aportes de capital, trabajo y PTF, y estudia los determinantes de la PTF durante este período. Utilizando medidas alternativas de capital y trabajo, la descomposición del crecimiento económico chileno da lugar a varias medidas de serie residuales de PTF.[2] Los resultados indican que el PIB de Chile creció a un ritmo promedio anual de 3,8% durante el período, y que la mayor parte del crecimiento – observando el período completo – se debió a la acumulación de los factores de producción, mientras que el aumento de la eficiencia sólo parece haber jugado un rol secundario. Sin embargo, hay diferencias notables entre los sub-períodos.

Entre 1960 y 1973 – un período de modesto crecimiento económico – el aporte relativo más significativo para el crecimiento provino de la acumulación de capital (ver Figura 1.1), mientras que entre 1974 y 1989 – cuando el crecimiento económico fue aún menor – el aporte más significativo lo hizo la fuerza de trabajo. Una descomposición mayor de este período indica que el aporte de la PTF fue especialmente importante durante el período de alto crecimiento entre 1990 y 1997. A esta fase alcista siguió un descenso y un período de crecimiento moderado (1998-2003) caracterizado por un bajo aporte de la PTF (ver Figura 1.2). Esto refleja fuertes influencias cíclicas, pero también pueden haber existido causas más profundas.

La evidencia respecto a los determinantes del crecimiento PTF indica que – aparte de los efectos cíclicos (representados a través de los términos de intercambio) – este crecimiento está influenciado por la estabilidad macroeconómica (caracterizada por la baja inflación) y la reforma micro-económica. La interacción de factores macro-económicos y micro-económicos parece ser muy importante. Bajo condiciones de inestabilidad macroeconómica alta/baja, el impacto de la reforma micro-económica es más alto/más bajo. Finalmente, el estudio concluye que, ahora que Chile ha logrado un alto nivel de estabilidad económica, se requieren nuevas reformas micro-económicas para lograr mayores tasas de crecimiento de PIB y PTF de manera más sostenida.

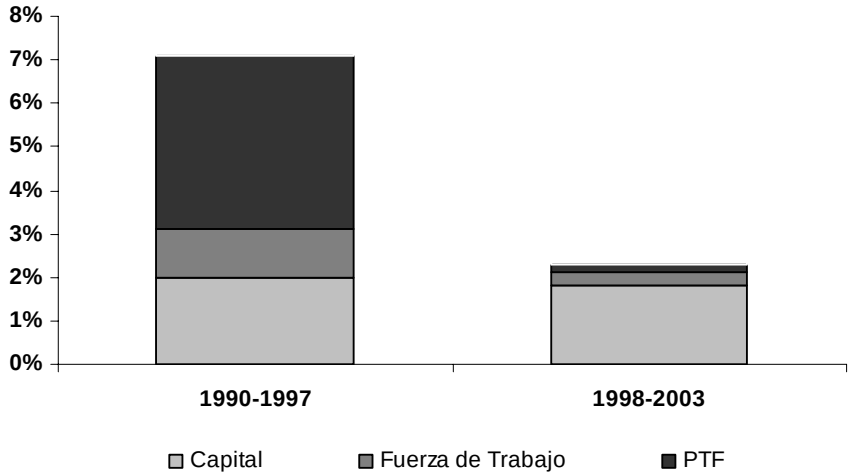
[2] Ver Fuentes *et al.* (2004) sobre medidas alternativas para la medición de capital y trabajo. En lo sucesivo, utilizaremos la medición tradicional – capital como reserva de capital físico y trabajo como la cantidad de trabajadores.

Figura 1.1 Fuentes de crecimiento PIB en Chile, varios períodos



Fuente: Fuentes et al (2004)

Figura 1.2 Descomposición de capital, trabajo y PTF, 1990-1997 y 1998-2003



Fuente: Fuentes et al (2004)

Han habido pocos intentos de llevar a cabo descomposiciones a nivel sectorial. Un esfuerzo reciente en este sentido se muestra en el Cuadro 1.1, y los análisis tentativos sobre el aporte actual y potencial de I+D al crecimiento económico chileno se informan en el Cuadro 1.2.

1.2 Comercio internacional e inversión extranjera directa

Al comienzo de los años 70, Chile estaba lejos de ser una economía abierta. Desde entonces, se han hecho avances muy significativos, abriéndose al comercio internacional y – con algunas precauciones – a los flujos de capital. La mayor apertura ha cambiado los incentivos, contribuido a la diversificación de la economía, difusión de la tecnología y así a un aumento de la eficiencia y un crecimiento favorable de la economía chilena.

Los vínculos internacionales a través del comercio internacional y la inversión extranjera directa (IED) son también de gran importancia para el desempeño en innovación. Son canales de conocimiento que fluyen tanto en una transferencia directa de conocimiento, la difusión de *know-how*, las prácticas de gestión, etc., así como más indirectamente a través del conocimiento representado por el capital importado y los bienes intermedios.

Cuadro 1.1 Crecimiento a nivel sectorial

Vergara y Rivero (2005) calculan los aportes de la fuerza de trabajo, capital y productividad total de factores al crecimiento sectorial entre 1986 y 2001 para seis sectores de la economía chilena (manufactura; electricidad; gas y agua; construcción; comercio mayorista y minorista, restaurantes y hoteles; transportes y comunicaciones; y servicios financieros)[3], y para el sub-período 1996-2001 (cubriendo también la agricultura, la minería, y los servicios comunitarios).

En el período más largo, el sector de comercio mayorista y minorista, que utiliza la tecnología informática de manera muy intensiva, registró la más alta mejora en su productividad, tanto en términos absolutos (2,7 puntos del crecimiento anual de este sector se deben al crecimiento PTF) y en términos relativos (36% del crecimiento de este sector se debe a mejoras de PTF). Este resultado es consistente con los hallazgos para otros países: los sectores con el mayor crecimiento de la PTF son aquellos que más utilizan tecnología informática. En los Estados Unidos, el crecimiento de la productividad en la segunda mitad de los años 90 se explica en gran medida por la mayor productividad del sector minorista. En Chile, el sector con la segunda mayor tasa de crecimiento de la productividad en el período completo es el de lservicios financieros y comerciales, que también usan intensivamente tecnología informática y se encuentran entre los sectores de mayor crecimiento de la PTF, de acuerdo a varios estudios internacionales.

Crecimiento de la PTF, 1986-2001

		Aporte al crecimiento		
	Crecimiento del PIB	Capital	Fuerza de Trabajo	PTF*
Manufactura	4,77	0,89	4,33	-0,45
Electricidad, gas y agua	5,03	0,08	4,28	0,67
Construcción	5,87	2,02	2,90	0,95
Comercio, restaurantes y hoteles	7,39	1,92	2,82	2,65
Transportes y comunicaciones	9,02	2,99	4,80	1,23
Servicios Financieros	7,26	3,90	1,98	1,38

Crecimiento de la PTF, 1996-2001

		Aporte al crecimiento		
	Crecimiento del PIB	Capital	Fuerza de Trabajo	PTF*
Agricultura	4,12	-2,76	0,95	5,92
Minería	8,09	-1,45	3,20	6,34
Manufactura	1,51	-1,66	3,43	-0,26
Electricidad, gas y agua	3,58	-1,79	4,19	1,18
Construcción	-0,10	-1,64	2,98	-1,44
Comercio, restaurantes y hoteles	2,54	0,38	2,50	-0,34
Transportes y comunicaciones	6,78	2,10	5,22	-0,54
Servicios financieros	4,13	1,88	3,74	-1,49
Servicios comunitarios	3,59	-0,37	1,51	2,45

Fuente: Vergara y Rivero (2005).

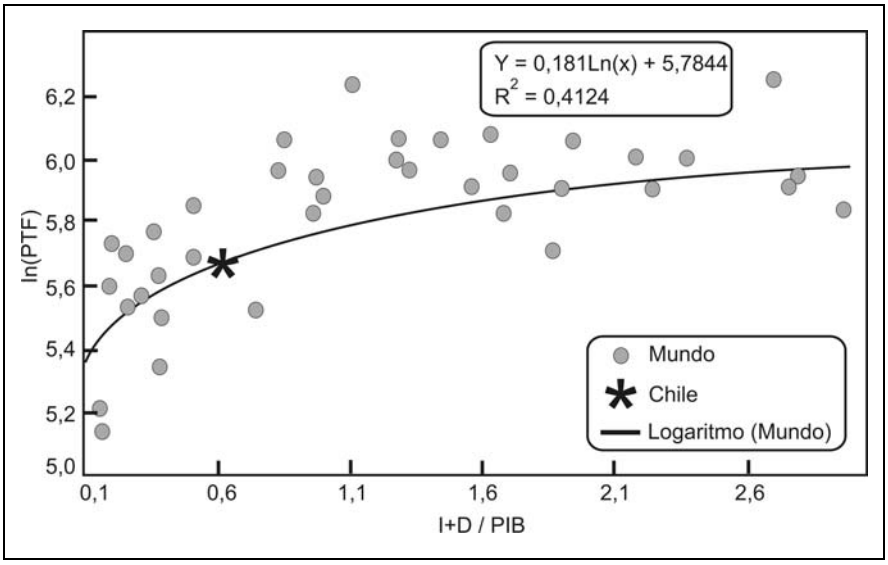
[3] No se incluye la agricultura, la minería ni los servicios comunitarios, ya que los datos sobre la reserva de capital son altamente volátiles, poniendo en duda su confiabilidad. Se debe mencionar que los sectores analizados representan alrededor de un tercio de la reserva de capital de la economía, y por lo tanto no permiten sacar conclusiones sobre la productividad total.

Cuadro 1.2 El aporte real y pronosticado de la I+D al crecimiento económico chileno

Hasta ahora, se sabe muy poco acerca del impacto real o potencial de la I+D sobre el crecimiento económico en Chile, y la evidencia sobre el impacto de la innovación tecnológica también es bastante escasa. Los estudios que buscan analizar esta relación consideran principalmente el gasto nacional en I+D como la principal variable asociada a la innovación tecnológica. Los resultados sugieren que el crecimiento económico de un país se ve afectado por su propio gasto en I+D, pero también por el gasto extranjero, aunque pueda existir un período de desfase bastante significativo.

Basado en los datos sobre PTF, calculados por De Gregorio (2004), y estadísticas nacionales de I+D construidas por Lederman y Sáenz (2003), Benavente (2005) encontró una relación positiva entre las dos variables promediadas sobre largos períodos (un simple análisis de correlación produce un valor estadísticamente significativo de casi 0,6). Para Chile, se puede esperar que pequeños aumentos en los esfuerzos de innovación – medidos por el gasto en I+D – generen aumentos importantes en su crecimiento, reflejando el potencialmente gran desempeño a partir de este tipo de actividades para países ubicados por detrás de la frontera mundial del conocimiento.

Relación entre PTF y gasto en I+D (1985-2000)



Fuente: Benavente (2005)

En el la evaluación de impacto del Programa de Desarrollo Tecnológico en Áreas Prioritarias, Crespi y Rau (2000) estudiaron el impacto sobre el PIB de los estímulos a la PTF introducidas por el programa. Estos estímulos están relacionados con efectos sociales positivos estimados para los proyectos financiados a través del programa, y un creciente gasto privado en I+D bajo el supuesto que el sector privado contribuye al financiamiento de los proyectos escogidos (los instrumentos de apoyo a la innovación están diseñados bajo un esquema de co-financiamiento). El estudio concluye que esto puede llevar a estímulos en la productividad total de factores de la economía chilena, de entre 0,11% y 0,18%, que se estima va a generar una aceleración temporal del crecimiento del PIB de entre 0,4% y 0,7%.

Fuente: Benavente, 2005.

1.2.1 Comercio internacional

El régimen militar que llegó al poder en 1973 inmediatamente se embarcó en una reforma comercial radical, aboliendo el control estatal sobre las importaciones y exportaciones. Todas las restricciones al comercio internacional, fuera de los aranceles, se eliminaron en 1973, mientras que los aranceles se redujeron de un promedio de 94% a una tasa uniforme de 10% entre 1973 y 1979. Después de un retroceso momentáneo en respuesta a la deuda y crisis bancaria de 1982-1984, los aranceles se redujeron gradualmente otra vez hasta llegar a 15% en 1989, al final del gobierno militar. Desde el retorno de la democracia, la política ha sido profundizar la apertura internacional a través de políticas comerciales unilaterales, bilaterales y multilaterales. Los aranceles se redujeron a 6% en 2003. Bilateralmente, Chile ha negociado con la mayoría de sus socios comerciales y ha perseguido el mejoramiento de los acuerdos existentes. Este arancel bajo y uniforme ha sido fundamental en permitir a Chile la negociación bilateral sin correr el riesgo de crear conflictos entre los distintos acuerdos.

En los últimos quince años, Chile ha negociado nuevos acuerdos comerciales o fortalecido los acuerdos existentes con toda América Latina. También ha negociado tratados de libre comercio con algunos de sus principales socios comerciales fuera de la región, como Canadá (1996), la Unión Europea (2002), Asociación Europea de Comercio Justo (2003), los Estados Unidos (2003), Corea del Sur (2003), China (2005), el Acuerdo Estratégico Trans-Pacífico de Asociación Económica P4 (2005), y un Acuerdo de Alcance Parcial con India (2006). Las negociaciones con Japón para un Acuerdo de Asociación Económica se completaron en noviembre 2006. Las negociaciones con Australia y Malasia están a punto de comenzar, mientras que pronto comenzará un estudio conjunto para la factibilidad de un Acuerdo de Libre Comercio con Vietnam. En el futuro cercano, cuando los acuerdos con Japón e India entren en vigencia, alrededor del 90% del comercio extranjero chileno se hará bajo tratados de libre comercio. La cooperación en el tema de la innovación ha sido incluida en todos los acuerdos desde la negociación del P4 (Brunei Darusalam, Chile, Nueva Zelanda y Singapur); el acuerdo con la UE para el período 2007-2013 incluye una importante cantidad de fondos asignables a proyectos relacionados con la innovación y la competitividad.

Ha habido un giro radical en la orientación de las políticas desde la sustitución de importaciones hacia una pronunciada orientación exportadora. Como consecuencia de las reformas comerciales y los incentivos a favor de la producción de bienes transables, la relación comercio (exportaciones más importaciones)/PIB aumentó de un 45,7% en 1976-1984 a un 60,3% en 1995-2002, con una relación de exportaciones/PIB de 30,2%.

La apertura de la economía chilena – así como las reformas microeconómicas y estructurales – proporcionaron la base para el surgimiento de nuevas industrias, en particular un sector agro-industrial más exportador y diversificado. Las industrias de la fruta fresca, el vino y el salmón son conocidas "historias exitosas", que juntas suman alrededor de la mitad de las exportaciones agrícolas chilenas. Chile se ha convertido en el mayor exportador mundial de uvas frescas y salmón cultivado, y está entre los principales exportadores de vino (Andersson *et al.*, 2006, Brooke y Lucatelli, 2004). Aunque el cobre sigue siendo el principal producto de exportación, las exportaciones chilenas gradualmente se han comenzado a diversificar y volverse menos dependientes de las materias primas. Los productos forestales, los productos químicos y la celulosa son otras de las exportaciones importantes del país.

Durante el período 1976-1984, los metales no-ferrosos representaron un 41% de las exportaciones (la segunda materia prima de exportación más importante), y los minerales metalíferos representaron casi un 22%. Ambos han disminuido su importancia en el largo plazo, y en 1995-2003 su participación combinada promedio era menos de 42%. En contraste, los vegetales y frutas, pescado y una gama de productos forestales como el corcho y la madera, la pulpa de madera y el papel reciclado, y productos relacionados con el papel, han crecido en importancia. Lo mismo es cierto de los bebidas (Andersson et al., 2006). Las exportaciones de servicios también se están haciendo cada vez más importantes, particularmente los transportes y el turismo.

A pesar de la gradual diversificación – y las obvias e impresionantes historias exitosas que han marcado este desarrollo – la economía chilena aún puede describirse como relativamente poco diversificada. Evaluar cuantitativamente los cambios estructurales en el intercambio internacional chileno requiere de un examen más detallado de los patrones específicos de estos cambios.

Entre 1970 y 2001, las ventajas comparativas reveladas (VCR) más altas de Chile siguieron siendo los metales y minerales no-ferrosos, aunque el índice correspondiente[4] para estos ítems se ha reducido considerablemente (OCDE, 2003). Han ocurrido cambios asombrosos en una gama de productos agrícolas, donde desde los años 70 han venido surgiendo nuevas ventajas comparativas, y algunos productos se han logrado establecer sólidamente. La concentración de las VCR – medidas por un índice Herfindahl – ha disminuido muy significativamente en las tres décadas después de 1970, de 49,2% a 12,2% (OCDE, 2003, p. 148). Esta concentración de VCR aún es alta comparada con Argentina (5,6%), Brasil (3,1) México (2,5), los Estados Unidos (1,9%) y la UE (1,4%).

[4] El índice de ventajas comparativas reveladas (VCR) se define como $(Xi/\Sigma Xi) - (Mi/\Sigma Mi)$, donde Xi representa las exportaciones del producto i y Mi representa las importaciones del producto i.

Un aspecto de los patrones de exportaciones cambiantes es que a pesar de la introducción de grandes innovaciones que han llevado a fuentes de ingresos sustanciales para nuevas industrias de exportación (principalmente agro-industriales), el rango de los bienes exportables sigue siendo limitado. La industria chilena se ha estancado, y aunque una disminución relativa de la manufactura puede considerarse un aspecto normal del proceso de desarrollo económico, en cierto sentido puede resultar una disminución prematura. Esto es relevante para las capacidades innovadoras de Chile, ya que se ha observado que la agricultura y la minería pueden ser menos proclives al desarrollo de nuevos productos que la manufactura y ciertos servicios (OCDE, 2003, p. 150).

Como consecuencia de las condiciones iniciales y del patrón específico de cambio estructural en Chile, el nivel del comercio inter-industrias – un segmento altamente dinámico del comercio internacional – es muy bajo, mucho más que en Brasil, México y Argentina (Oliveira-Martins y Precio, 2004).

Hay desventajas obvias en el patrón de especialización de la economía chilena. Una desventaja es el alto riesgo asociado a una alta especialización en materias primas, que contribuye a una mayor vulnerabilidad ante *shocks* (sacudidas) externos. Tales *shocks* pudiesen estar relacionados con variaciones en los precios internacionales de las materias primas, pero también y más profundamente con las variaciones seculares o incluso colapsos de la demanda para una determinada materia prima (a veces relacionados con la innovación). Otra gran desventaja proviene de la limitada variedad de productos. El comercio intra-empresa e intra-industria se ha estado expendiendo con gran rapidez en países de la OCDE, para Chile la baja tasa de comercio intra-industria del comercio internacional podría representar una limitación para su crecimiento a largo plazo. La canasta de exportaciones de Chile no está muy bien sintonizada con ciertos segmentos dinámicos de la demanda internacional (OCDE, 2003).

La acelerada globalización presenta nuevos desafíos y oportunidades, incluyendo la amenaza de quedarse atrás si estas oportunidades no se aprovechan. En el caso chileno, los desafíos inmediatos son quizás menos severos que en otros países. Entre los países en vías de desarrollo, Chile ha sido un país pionero en cuanto a reformas liberales y apertura. A diferencia de otros países de similar ingreso per cápita, Chile no tiene industrias manufactureras de baja productividad y gran utilización de fuerza de trabajo que puedan quedar expuestas ante nueva y vigorosa competencia de economías emergentes. Por el contrario, actualmente Chile se beneficia del rápido crecimiento las economías emergentes y de su consiguiente alta demanda de materias primas. Sin embargo, pareciera ser prudente adoptar una perspectiva de largo plazo, y la estrategia del gobierno chileno de utilizar parte del aumento de los recursos disponibles mirando hacia el futuro parece estar bien fundamentada.

1.2.2 Inversión extranjera directa (IED)

El régimen chileno de IED fue liberalizado completamente en 1974, y la inversión extranjera comenzó a jugar un rol en el desarrollo de varias industrias (incluyendo la industria de fruta fresca y la agro-industria en general). En los años 90 – respondiendo a la volatilidad del tipo de cambio y de la bolsa de valores – el gobierno temporalmente implementó controles de capital a corto plazo (un requisito no remunerado de reserva para créditos menores a un año e inversión de cartera desde el extranjero). Hoy, el marco institucional incluye un marco legal desarrollado, con instituciones establecidas que dan confianza a los inversionistas.

Desde los años 90, la apertura financiera (medida como la suma de reservas de activos y pasivos externos de IED y de inversión de cartera como porcentaje del PIB) ha aumentado sostenidamente, acercando a Chile a los países desarrollados en este sentido, con niveles de apertura mucho mayores que las economías de los países comparables de América Latina, así como otras economías emergentes alrededor del mundo.

Cuando la liberalización y la privatización abrieron los mercados en varios países latinoamericanos durante los años 90, las empresas multinacionales de fuera de la región aprovecharon la oportunidad de establecer su presencia (UNCTAD, 2006, p. 73). Más recientemente, se ha observado una inversión de esta tendencia, con algunas empresas latinoamericanas que adoptan una estrategia expansiva que incluye adquisiciones. Algunas empresas, como los minoristas chilenos *Falabella* y *Farmacias Ahumada*, se han convertido en nuevas empresas multinacionales regionales.

La inversión extranjera directa puede ser funcional a una variedad de objetivos en el proceso de desarrollo económico. Ciertamente, la IED puede tener impacto significativo en cuanto al desempeño de los sistemas nacionales de innovación. La IED entrante puede actuar como un canal de flujo de conocimiento, y pueden surgir redes locales alrededor de o involucrando a empresas extranjeras ubicadas en Chile. La IED saliente también juega un rol importante, vinculando a las empresas chilenas a redes internacionales y centros de conocimiento en el exterior.

La reserva de IED entrante como porcentaje del PIB ha aumentado sostenidamente desde la mitad de los años 90, llegando a 64,6% en 2005 (UNCTAD, 2006). Esto es más del doble del promedio sudamericano de 30,3%; Argentina registró un 30,4% y Brasil un 25,4%, mientras que el promedio de la OCDE fue de 20,3% (2003). En 2005, la reserva de IED entrante de Chile estaba en segundo lugar en Sudamérica después de Brasil. Las reservas de IED en Chile son principalmente de origen estadounidense, seguido de Canadá y el Reino Unido.

Entre 1990 y 2000, los flujos de IED entrante representaron un 22,7% de formación bruta de capital fijo (15,2% para Argentina y 9,6% para Brasil). Entre 2003 y 2005, esta relación subió al rango del 30%, y Chile ocupó el segundo lugar en Sudamérica, después de Brasil. Los influjos de IED llegaron a su punto cúlmine en 1999 debido a las mayores adquisiciones en el sector de servicios. En fuerte contraste con el origen geográfico de las reservas de IED entrante, los influjos de IED en la década 1992-2002 vinieron principalmente de Europa Occidental. Desde 1990, los influjos de IED estuvieron destinados principalmente al sector terciario, específicamente la electricidad, la banca y las comunicaciones. La industria minera fue particularmente atractiva para los inversionistas extranjeros, especialmente en 2002, mientras que la manufactura continuó recibiendo menos IED. *Minmetals* de China ha recientemente establecido una empresa conjunta en cooperación con la empresa chilena de minería de cobre, Codelco.

Las filiales más grandes de empresas multinacionales extranjeras se encuentran en el sector servicios, incluyendo empresas como *BBVA*, *Banco BHIV*, *Scotiabank Sud Americano* y *Banco del Desarrollo* en el sector financiero, *Enersis* en electricidad, gas y agua, *Getronics Chile* en actividades informáticas y relacionadas, y *Telefónica CTC Chile* en telecomunicaciones (datos de 2002). En el sector industrial, *Noranda Chile* (metales), *Minera Escondida* (minería) y *Laboratorios Chile* (farmacéuticos) eran las filiales extranjeras más importantes.

Las reservas de IED salientes de Chile son mucho más bajas – 18,7% del PIB en 2005 – en relación a las reservas de IED entrante, pero resultan bastante altas comparadas con los de otros países de la región (12,5% para Argentina y 9,0% para Brasil). Las reservas de IED saliente de Chile se aproximan a las de Argentina. Después de Brasil, Chile es una de las mayores fuentes de flujos de IED saliente entre los países sudamericanos. Argentina es lejos el destino más importante de reservas de IED chileno en el extranjero. De acuerdo al índice de desempeño de IED entrante de la UNCTAD – basado en la participación que representa la IED y PIB del país con respecto al total mundial – Chile ocupa el lugar número 25 (2005). En términos de esta medición, Chile mantiene una posición fuerte en la región pero ha perdido terreno con el tiempo. También tiene un potencial bastante alto para IED entrante – medido por un índice basado en 12 variables económicas y políticas.

De acuerdo a una comparación internacional, a base de indicadores de países miembros y no miembros de la OCDE (Koyama y Golub, 2006), que cubre servicios comerciales, telecomunicaciones, construcción, distribución, hoteles y restaurantes, transportes, electricidad, y manufactura, la medición general de Restricción Regulatoria de IED es relativamente baja (Figura 1.3). Mientras que la restricción regulatoria es menor que el promedio de la OCDE en todos los demás sectores, es relativamente alta en el sector de transportes.

Las empresas multinacionales realizan muy poca I+D en Chile. A pesar de una relativamente alta reserva de IED entrante, la participación de filiales extranjeras en la I+D comercial total fue sólo de un 3,6% en 2002 (UNCTAD, 2005, p. 127), significativamente por debajo de países latinoamericanos comparables como Brasil (47,9% en 2003), México (32,5% en 2001) y Argentina (23,2%).[5] Menos de 50 empleados de

[5] La comparación está sesgada a favor de Brasil, ya que para Argentina, Chile y México el gasto en I+D para filiales estadounidenses se utiliza para representar la investigación y desarrollo de todas las filiales.

empresas multinacionales estadounidenses están llevando a cabo I+D (UNCTAD, 2005, p. 131). Más aún, la participación de filiales extranjeras (en el caso de Chile, estadounidenses) parece haber disminuido en un 10% desde 1995, mientras que en la mayoría de los países de la OCDE (incluyendo a México), así como en países como China y Argentina, la participación de filiales extranjeras ha aumentado con el proceso acelerado de globalización. La baja participación en la I+D refleja, entre otras cosas, la composición industrial del conjunto de empresas multinacionales con presencia en Chile.

1.3 Principales características y cambios estructurales en la economía chilena

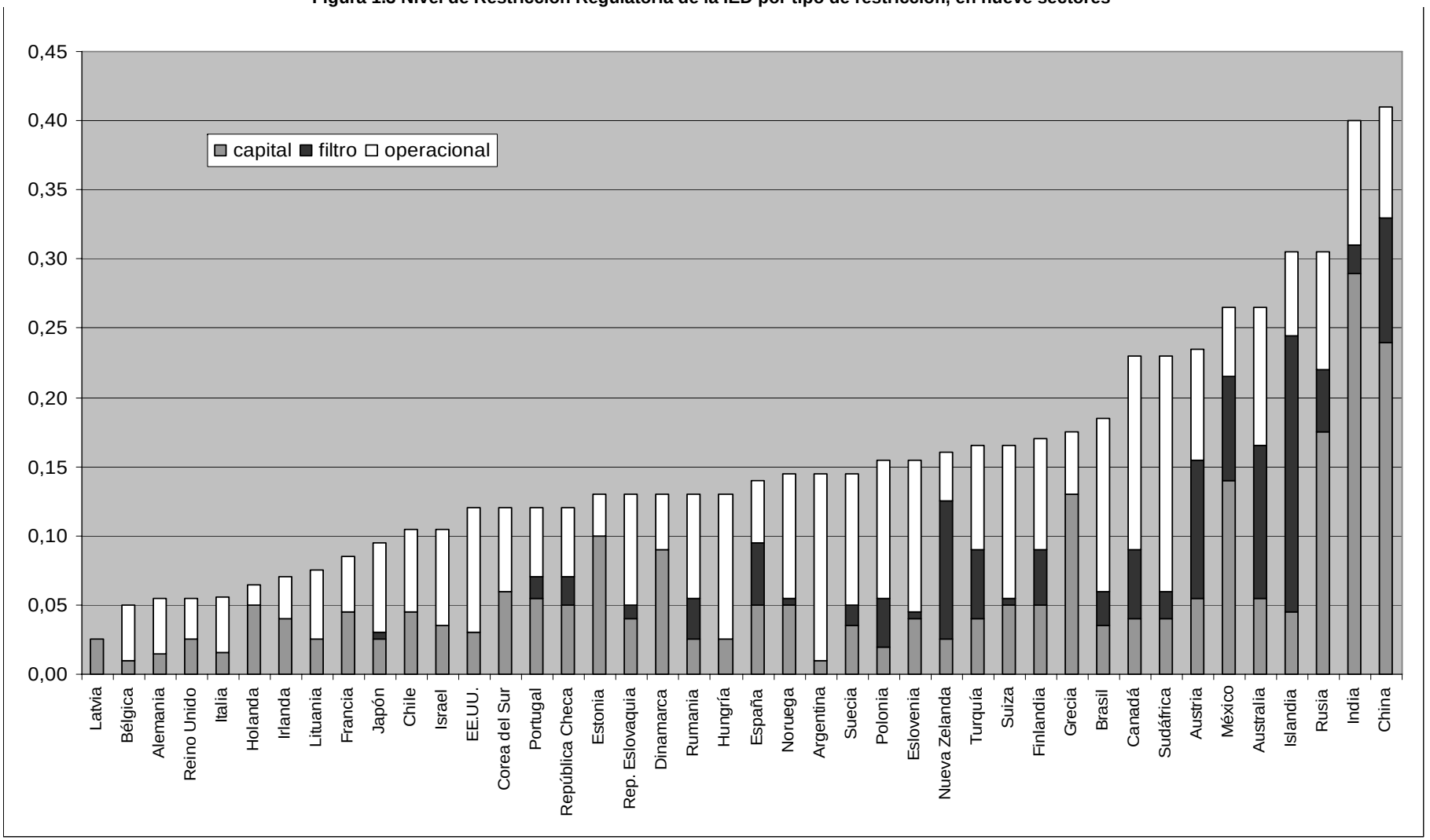
Chile es una economía pequeña, abierta y basada fuertemente en (y muy dependiente de) la producción de materias primas vinculadas a los recursos naturales. Desde los años 70, la estructura de la economía chilena ha cambiado en muchos aspectos, sin embargo sigue siendo relativamente poco diversificada. Mientras que ha disminuido el sector manufacturero tradicional que competía con las importaciones (textiles, herramientas y maquinaria, etc.), el crecimiento ha ocurrido en nuevas industrias de exportación basadas en recursos naturales. Esto sigue siendo así, aunque hoy la economía chilena está basada mayoritariamente en los servicios. De hecho, la industria de servicios representa casi la mitad del producto nacional chileno y generan un gran porcentaje del empleo total. Las exportaciones de servicios – especialmente en los transportes y el turismo – también están volviéndose más importantes.

De acuerdo al modelo propuesto por Leamer, la especialización de producción de un país depende de su dotación inicial de factores y su posterior acumulación de factores. De este modo, una economía como la chilena – abundante en recursos naturales – inicialmente se especializa en productos agrícolas y forestales con bajos niveles de procesamiento, y en actividades de extracción básica de minerales. Sin embargo, a medida que el capital se acumula, el patrón de especialización va girando hacia la producción de bienes que no están basados en los recursos naturales, sino que son más intensivos en capital físico y humano. Uno no debiera, en este sentido, esperar que Chile se especialice en la producción, por ejemplo, de vestuario o textiles, que requieren mucha fuerza de trabajo, y por lo tanto pueden producirse de forma más barata en países con abundancia de este factor, como China o India.

De este modo, la economía chilena debería tender hacia un patrón de especialización basado en recursos naturales cada vez más procesados, lo cual podría ocurrir con el proceso de apertura, crecimiento y acumulación de capital físico y humano. El desafío es desarrollar una estrategia que combine un aumento de la producción y diversificación de las exportaciones que agregue valor a la producción y las exportaciones basadas en recursos naturales. Otros países con una fuerte base de recursos, incluyendo, por ejemplo, Nueva Zelanda y Sudáfrica, enfrentan desafíos similares. La política de ciencia, tecnología e innovación podría jugar un rol fundamental al facilitar y apoyar la mayor diversificación de la actividad económica, especialmente promoviendo la diferenciación de productos en distintos nichos de mercado.

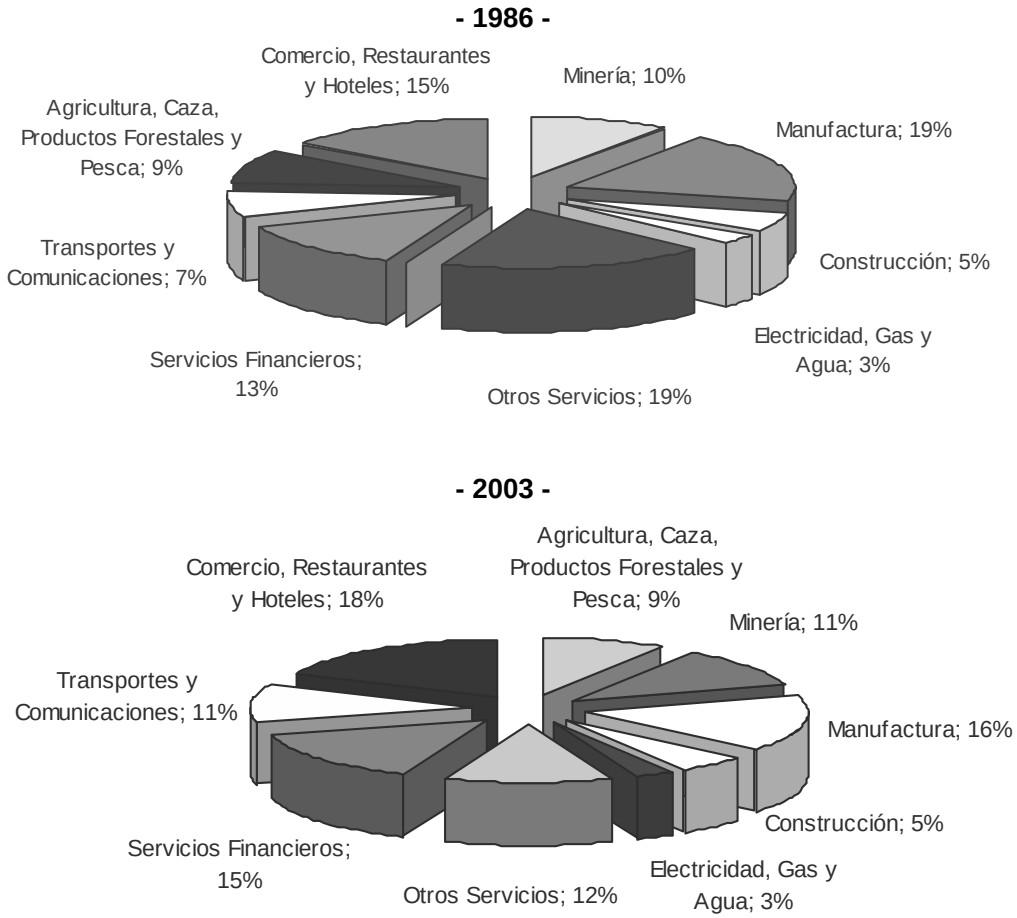
De acuerdo a Álvarez y Fuentes (2004), la evidencia para el período 1986-2003 es consistente con lo que podría esperarse dada la dotación de factores de Chile. El crecimiento promedio de Chile fue de 6% durante ese período, pero los patrones sectoriales de crecimiento fueron bastante heterogéneos. La Figura 1.4 muestra el aporte al PIB de nueve sectores de la economía (para 1986 y 2003). Mientras que el aporte de las comunicaciones, servicios financieros, comercio mayorista y minorista, restaurantes y hoteles, y la minería aumentó en este período, el aporte de “otros servicios” – que incluye servicios sociales y comunitarios así como el sector manufacturero – disminuyó. El aporte de otros sectores fue constante.

Figura 1.3 Nivel de Restricción Regulatoria de la IED por tipo de restricción, en nueve sectores*



* Este índice agregado cubre los siguientes sectores y subsectores: Negocios (servicios legales,de contabilidad, arquitectura e ingeniería), Telecomunicaciones (telefonía línea fija y móvil), Construcción, Distribución, Finanzas (seguros y banca), Turismo, Transportes (aéreo, marítimo y terrestre), Electricidad y Manufactura. Fuente: Koyama y Golub (2006).

Figura 1.4 Aporte al PIB por sector



Fuente: Alvarez y Fuentes (2004).

1.4 Condiciones del entorno para la innovación

La existencia de condiciones marco favorables permite y facilita la innovación. El marco macroeconómico, el ambiente general de negocios, la intensidad de la competencia, las regulaciones de los mercados de productos y del trabajo, así como el grado y la calidad del emprendimiento – que está influenciado por factores institucionales y culturales – son claves para el desempeño en innovación.

1.4.1 Entorno macroeconómico, ambiente de negocios y emprendimiento

Chile – basado en una postura política prudente – ha establecido exitosamente un marco macroeconómico sólido que ha contribuido a su gran desempeño. Este marco es uno de los mayores activos del país. Las reformas económicas y la construcción de la institucionalidad han hecho a la economía chilena más resistente a los vaivenes de la demanda y otras influencias exógenas. Un buen desempeño y estabilidad macroeconómica contribuyen a mejorar la confianza empresarial del sector privado. Al reducir la incertidumbre, la estabilidad contribuye a un clima favorable a la inversión y la innovación. La alta calidad de las instituciones chilenas se refleja en la medición de "facilidad de hacer negocios" del Banco Mundial (que es el promedio de seis índices: estado de derecho, controles anti-corrupción, estabilidad política, calidad de las regulaciones, eficiencia gubernamental y rendición de cuentas, o *accountability*).

En el ranking del Banco Mundial de 2006, Chile ocupa el lugar Nº 28 entre 175 países. Sin embargo, los resultados varían según área temática. Mientras que Chile está bien rankeado (Nº 19) con respecto a la protección a inversionistas, su puntaje en otros aspectos no es tan bueno: dar término a un negocio (el tiempo

y costo que se requiere para resolver la bancarrota, Nº 107), hacer cumplir los contratos (la facilidad o dificultad de hacer cumplir contratos comerciales, Nº 73) y emplear trabajadores (las dificultades que enfrentan los empleadores al contratar y despedir trabajadores, Nº 58). Esto último se debe a los altos costos de los despidos (que son altos en general para toda la región).

1.4.1.1 Emprendimiento

Chile ofrece un amplio espectro de oportunidades para la actividad empresarial. En el 2005, el índice TEA[6] (Actividad Total de Emprendimiento Incipiente) de Chile era de 11,1%, el octavo lugar entre 35 países incluidos en el GEM (Monitoreo Global de Emprendimiento, 2006). Esto es una caída de un tercio comparado con 2003, que se debe completamente a una disminución en el "emprendimiento de necesidad". En contraste, el "emprendimiento de oportunidad", relacionado a los negocios que se iniciaron en respuesta a oportunidades percibidas en el mercado, se ha mantenido estable alrededor de un 8%. La caída en el "emprendimiento de necesidad" podría estar relacionada con el aumento de otras opciones de trabajo o de participación en la economía en un ambiente de renovado y vigoroso crecimiento económico. En general, el nivel de actividad empresarial incipiente en Chile – medido por el porcentaje de la población adulta que participa en ella – es similar a países comparables como Brasil y Argentina.

La mayoría de los esfuerzos empresariales están orientados a negocios de poco valor agregado, como el comercio minorista o el trabajo independiente. Pocas iniciativas empresariales son percibidas con un alto potencial de creación de riqueza. Se debe observar que – tal como en otros países – en Chile hay una falta de capacitación respecto de cómo iniciar un negocio, a pesar de la presencia de buenas escuelas de negocios en el país. Varios países de la OCDE han enfrentado esta misma debilidad recientemente. Aunque en general existen suficientes recursos para financiar actividades empresariales, aún faltan los instrumentos adecuados para financiar las etapas iniciales.

Entre un conjunto de factores que supuestamente afectan la actividad empresarial, las opiniones expertas asignan puntajes muy bajos (índice de percepción) a la "educación" y a la "transferencia de I+D" en Chile. El índice de percepción de los "programas de gobierno", "acceso a los mercados", "normas sociales y culturales" y "políticas de gobierno" es también bastante bajo. Los "mercados financieros" y la "infraestructura comercial y legal" (consultores legales y de contabilidad, etc.) se consideran moderadamente negativos o positivos, respectivamente. Sólo la infraestructura física (incluyendo las telecomunicaciones, puertos, carreteras, etc.) obtiene un puntaje claramente alto.

1.4.1.2 Derechos de propiedad intelectual

En 2005 una nueva ley cambió significativamente el sistema de propiedad industrial en Chile. Esta reforma le permite a Chile cumplir con los estándares mínimos de la OMC, según aparecen en el ADPIC (Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio), firmado por Chile en 1995. Además, los tratados de libre comercio suscritos con la UE, Corea del Sur y los Estados Unidos incluyen capítulos sobre la propiedad industrial. Por lo tanto, fue necesario alinear la legislación vigente con los compromisos suscritos (sobre el régimen de derechos de propiedad intelectual en Chile, ver también OCDE, 2003, p. 75).

Otros temas relevantes para la innovación, con respecto a las condiciones marco y el ambiente de negocios, se abordarán más adelante. El capital de riesgo y el capital semilla (OCDE, 2003, p. 72f) se tratarán en el Capítulo 2, mientras que el Capítulo 4 ofrecerá una descripción de la propuesta de incentivo tributario que se ha presentado al Congreso. En general, Chile ha tenido un sistema tributario atractivo para las empresas, pero hasta ahora carece de un incentivo tributario para la I+D.

---

[6] El índice de Actividad Total de Emprendimiento Incipiente (*TEA, Total Early-Stage Entrepreneurship*) se define como la cantidad de adultos entre las edades de 18 y 64 que inician una empresa, esperando ser dueños y administrar toda o parte del negocio, y que no hayan recibido salario en 3,5 años.

1.4.2 Regulaciones sobre competencia, productos, el mercado del trabajo y otras condiciones del entorno

1.4.2.1 La competencia

Chile ha sido un "pionero silencioso en el campo de la legislación y las políticas pro-competencia en Sudamérica y entre los países en vías de desarrollo" (OCDE, 2006a, p. 191), y ha estado a la vanguardia en la "aplicación de principios sobre políticas de competencia en algunos sectores de la infraestructura". Esta exposición a la competencia se ve aumentada por la apertura internacional de su economía. Las reformas regulatorias a favor de la competencia han sido prioritarias dentro de la agenda chilena "pro-crecimiento".

1.4.2.2 La infraestructura física

Al comienzo del gobierno militar en 1973, Chile tenía una infraestructura física – varios puertos grandes, un aeropuerto internacional nuevo y una carretera Norte-Sur construida con ayuda internacional – que facilitó el crecimiento de sus exportaciones (Andersson et al., 2006). La privatización y desregulación de las aerolíneas y las telecomunicaciones mejoró la calidad de los servicios a la vez que redujo los costos. Este factor contribuyó al desarrollo de la industria de la fruta fresca (basado en las exportaciones de alimentos perecibles). Reconociendo el esfuerzo sin precedentes que ha hecho Chile en el desarrollo de su infraestructura de transportes, incluyendo aeropuertos, carreteras (de propiedad y administración privada y pública), y puertos, sigue siendo una tarea primordial desarrollar aún más la infraestructura física del país, incluyendo, por ejemplo las estaciones multimodales.

1.4.2.3 Regulación del mercado de productos

La regulación del mercado de productos es de gran importancia para el desempeño económico y la dinámica de los negocios (Brandt, 2004). La competencia en el mercado de productos es un motor importante del crecimiento de la productividad, ya sea directa o indirectamente a través de un impacto positivo en la innovación, por lo menos hasta cierto nivel de intensidad (Aghion *et al.*, 2002). Las regulaciones del mercado de productos en Chile se discuten en profundidad en la Encuesta Económica 2003 de la OCDE. En general, la regulación del mercado de productos parece ser razonablemente pro-competitiva. La liberalización del comercio ha ayudado a avanzar hacia un mercado de productos de buen funcionamiento y un mejor ambiente de negocios. Con respecto a las industrias de redes, una mayor liberalización en el comercio minorista de electricidad y una mejor regulación del sector de telecomunicaciones podría contribuir a mejorar aún más el clima de negocios (OCDE, 2005a).

1.4.2.4 Regulación del mercado del trabajo

Las regulaciones del mercado del trabajo son un componente del ambiente regulatorio que podría tener un impacto enorme en el desempeño del mercado del trabajo. En particular, las regulaciones e instituciones del mercado del trabajo son un factor importante al determinar la utilización de la fuerza laboral. Chile tiene un gran potencial para aumentar su fuerza de trabajo (OCDE, 2003) debido a su relativamente joven población y baja tasa de empleo entre mujeres y jóvenes. La oferta laboral podría aumentarse a través de varias medidas, incluyendo una relajación de las restricciones en la duración de los contratos temporales, la asignación de tiempos de trabajo para trabajadores de jornada completa y mejoras en la educación pre-escolar, incluyendo salas cuna. Para los que ya están trabajando, la formación de capital humano – una pieza clave de cualquier estrategia basada en la innovación y el conocimiento – se podría fortalecer mejorando la eficiencia de la capacitación laboral a nivel de empresas (OCDE, 2005a, Capítulo 5). Las regulaciones del mercado laboral no son el único factor que afecta el desempeño del mercado del trabajo. La falta de habilidades, desigualdad en el acceso a la educación, e inmovilidad de la fuerza laboral podrían contribuir a un desempeño menor al óptimo alcanzable.

Cuadro 1.3 Cerrando la brecha digital

Casi el todas las escuelas primarias y secundarias chilenas tienen laboratorios de computación. Sin embargo, en promedio hay 30 estudiantes por computador, mientras que en países como España, por ejemplo, esta tasa es de tan sólo 10 estudiantes por computador. En términos de conectividad, actualmente más del 70% de las escuelas tienen acceso a internet. Sin embargo, sólo 60% de ellas tienen acceso a banda ancha, mientras que el resto se conecta por línea telefónica. Aún más, varias escuelas con conexiones de banda ancha carecen de un ancho de banda adecuado para ofrecer una conexión rápida y confiable a internet.

Para cerrar la brecha digital con los países desarrollados, actualmente el Gobierno está implementando un plan de tres años que busca: *a)* instalar nuevos computadores en escuelas para reducir la tasa de estudiantes por computador de 30 a 10, *b)* aumentar drásticamente el uso de los computadores y proyectores en las salas de clases como herramientas educativas, y *c)* proporcionar a las escuelas conexiones a internet de banda ancha con un promedio de rapidez de 2 MBPS.

Computadores nuevos

- Para reducir la tasa de estudiantes por computador de 30 a 10, se instalarán 220.000 nuevos computadores en las escuelas, a un costo de aproximadamente U$ 200 millones.
- *Enlaces*, la agencia gubernamental a cargo del programa, está evaluando los requisitos tecnológicos de más de 9.000 escuelas públicas. Después de completada la evaluación, Enlaces firmará acuerdos con las escuelas para establecer los aspectos financieros y no-financieros del proyecto, como la mantención y reemplazo de los computadores, etc.
- A fines de 2007, se harán las primeras compras y se comenzarán a instalar los computadores en las escuelas.

Tecnologías de Información y Comunicaciones (TICs) en la sala de clases

- Para mejorar la calidad de enseñanza en matemáticas, lenguajes y ciencia en las escuelas, un programa piloto financiará el desarrollo de software especializado, la instalación de computadores y proyectores, y capacitación para los profesores.
- Durante 2007, el programas se concentrará en 500 escuelas (3.500 salas de clases), sirviendo a 122.500 estudiantes. Durante 2008, otro grupo de 500 escuelas se beneficiará del programa, llegando en total a 245.000 estudiantes.

Conexión de Internet Banda Ancha en las escuelas

- El objetivo es proporcionar al 70% de los estudiantes chilenos conexiones internet de banda ancha de buena calidad (1 a 2 MBPS), a través del desarrollo de un Proveedor de Servicios de Internet (ISP) específicamente para las escuelas públicas.
- El ISP será administrado de manera privada, y el administrador será escogido a través de un proceso de licitación pública. Los Términos de Referencia están siendo desarrollados en este momento, y el administrador debiera designarse en noviembre de 2007.

Fuente: Ministerio de Finanzas.

1.4.2.5 La educación

Un principal escollo en el desarrollo social y económico de Chile, incluyendo su capacidad de innovación, es la formación de capital humano y la disponibilidad de personal capacitado. Aumentar el capital humano es uno de los desafíos más urgentes que enfrenta Chile. Las evaluaciones nacionales e internacionales indican que aunque los logros educacionales han aumentado últimamente, la calidad sigue siendo inadecuada. Esto constituye un serio obstáculo al logro de un crecimiento acelerado basado en el conocimiento y la innovación. Chile debería elevar su desempeño educacional al nivel de los países líderes en la materia. De hecho, ya se están implementando medidas significativas para elevar los estándares educacionales chilenos hacia los niveles internacionales, y se están diseñando nuevas medidas. Sin embargo, para que los aumentos del gasto en educación lleven a mejores resultados, es importante que esta inversión se mantenga en el tiempo y venga acompañada de mejoras debidamente fiscalizadas en la calidad de los docentes. También se han adoptado nuevas iniciativas para comenzar a cerrar la brecha digital (ver Cuadro 1.3).

Tabla 1.2 Pobreza e indigencia, 1990-2003

Como porcentaje de la población

	Situación de pobreza				
Año	Pobres indigentes	Pobres no-indigentes	Total pobres	No-pobres	Total
1990	13,0	25,6	38,6	61,4	100
1992	9,0	23,8	32,9	67,1	100
1994	7,6	20,1	27,6	72,4	100
1996	5,8	17,5	23,2	76,8	100
1998	5,6	16,1	21,7	78,3	100
2000	5,6	14,6	20,2	79,8	100
2003	4,7	14,0	18,7	81,3	100

Fuente: Encuesta CASEN, MIDEPLAN.

1.5 Desigualdad y reducción de la pobreza

Reducir los niveles de pobreza en Chile ha sido uno de los objetivos prioritarios de las políticas públicas desde el comienzo de los años 90, cuando el país recuperó el sistema de gobierno democrático. En 1990 casi un 40% de la población chilena vivía en la pobreza, pero en 2000 esa cifra se había reducido a la mitad (Tabla 1.2). El último censo confirmó un aumento significativo de la calidad de vida de los chilenos, además de mejoras importantes en otros indicadores sociales como la mortalidad infantil y la esperanza de vida. Esto es un éxito notable comparado con cualquier otro período de la historia del país, o con otros países de la región.

La principal causa de la reducción de la pobreza ha sido el alto crecimiento económico de la última década. La evidencia empírica sugiere que el crecimiento económico fue responsable de alrededor del 80% de la disminución lograda en el período de mayor reducción de la pobreza, principalmente a través de la creación de empleos y el aumento de salarios. Los diversos grupos socio-económicos del país se han beneficiado de manera similar: entre 1987 y 1998, el crecimiento anual del ingreso fue casi idéntico en todos los deciles (Tabla 1.3), lo cual ayuda a explicar la aguda reducción de la pobreza durante este período.

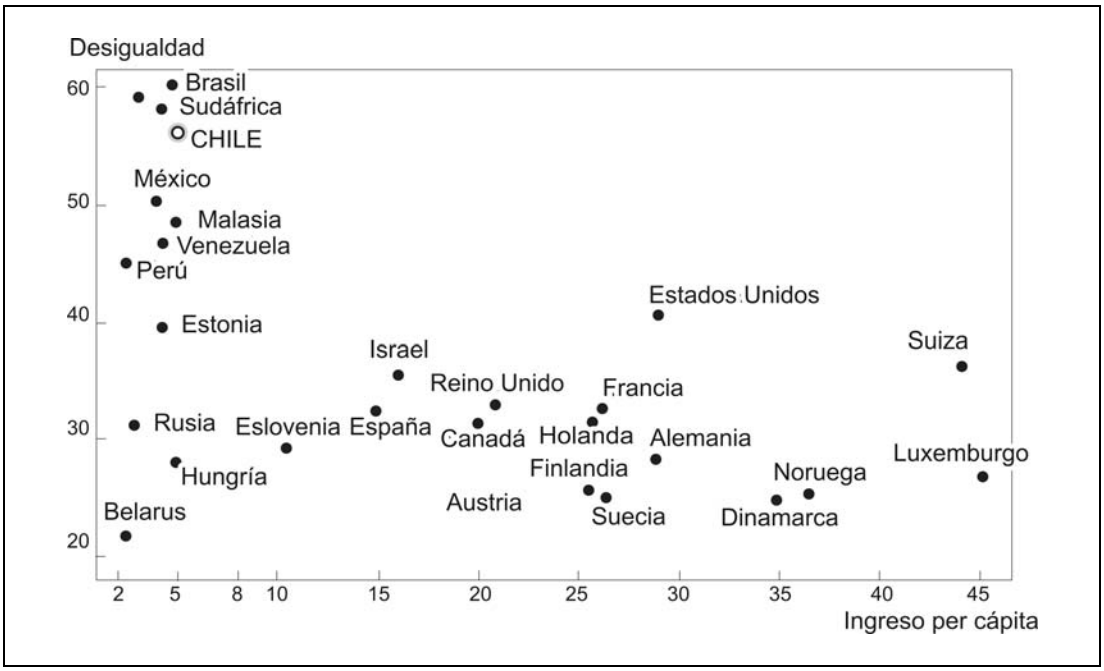
Tabla 1.3 Crecimiento en ingreso por decil, 1987-1998
(Ingreso per cápita del hogar)

Decil	1987	1990	1992	1994	1996	1998	Variación anual (%)
1	6.017	8.403	11.866	12.058	13.984	15.222	8,8
2	10.910	15.645	20.099	22.165	24.869	28.028	9,0
3	14.664	20.793	26.702	29.520	33.663	38.338	9,1
4	18.747	26.464	33.237	37.486	42.763	49.183	9,2
5	23.438	32.873	41.028	46.911	53.405	61.350	9,1
6	29.408	41.135	51.336	58.603	66.856	76.909	9,1
7	37.789	52.225	65.233	74.025	85.963	98.380	9,1
8	51.298	69.063	86.065	99.231	115.468	132.963	9,0
9	79.800	104.758	127.345	147.987	173.687	202.639	8,8
10	226.552	305.257	384.565	400.724	493.519	579.726	8,9
Total	49.843	67.631	84.687	92.818	110.365	128.263	9,0

Fuente: Cooper y Neilson, basados en la Encuesta CASEN, 1987-1998.

Sin embargo, la desigualdad en la distribución del ingreso ha persistido, y es alta a nivel mundial, aún cuando se compara con países de ingresos per cápita similares a los de Chile (Figura 1.5). Sólo Brasil, Paraguay, Sudáfrica y Colombia tienen mayores tasas de desigualdad que Chile (medida por el coeficiente Gini). La desigual distribución del ingreso continúa siendo una de las principales debilidades de la economía y de la sociedad chilena. Aunque el crecimiento económico ha reducido la pobreza, sigue siendo un desafío importante lograr un crecimiento con igualdad.

Figura 1.5 Desigualdad (coeficiente Gini) e ingreso per cápita **a nivel mundial**



Fuente: Cooper y Neilson (2004).

1.6 Una estrategia para generar mayor crecimiento impulsado por la innovación

A pesar del impresionante desempeño económico de Chile en las últimas dos décadas, aún hay una brecha significativa con respecto a los niveles de ingresos de los países desarrollados. El ingreso per cápita de Chile es poco más de un tercio del ingreso promedio de las economías desarrolladas. Abordar esta brecha en ingreso y estándar de vida obviamente requiere un alto y sostenido crecimiento por un período de tiempo muy extendido. La distancia que aún persiste puede representar una ventaja (Gerschenkron, 1962) ya que implica un potencial significativo para recuperar terreno, y Chile ya ha demostrado un nivel importante de capacidad social y capacidad de absorción para realizar este potencial (ver, por ejemplo, Rodrik, 2004).

Parece existir un consenso que, para lograr esta meta, la acumulación de factores debería complementarse con un mayor aumento de la productividad. Promover la acumulación de capital humano es uno de los desafíos más urgentes que enfrenta Chile, y la base de cualquier estrategia que promueva mayor crecimiento basado en la innovación y el conocimiento. Un aumento sostenido de la productividad requiere mejorar el desempeño chileno en innovación, incluyendo la difusión de la tecnología. De hecho, en Chile hay consenso sobre el rol fundamental que juega la innovación en el futuro desarrollo de la economía chilena.

Será necesario dedicar mucha mayor atención a la innovación, y formar cadenas de producción más sofisticadas. Comparado con los muchos logros de Chile, su desempeño actual en el área de la innovación no es nada de impresionante (ver Capítulo 2). Aún no ha alcanzado niveles de innovación comparables a muchos países con niveles similares de desarrollo, y está atrasado respecto a otras economías emergentes – algunas de las cuales también dependen de los recursos naturales – que en las últimas décadas han mostrado avances sustanciales en el área de la innovación. A pesar de algunas iniciativas privadas y públicas notables, aún no ha permeado al país un cambio pro-tecnología en la cultura empresarial. La actividad innovadora es escasa y muchas veces ocurre de manera aislada. En el mundo actual, la innovación avanza rápidamente en todos los sectores, incluyendo aquellos basados en la explotación de los recursos naturales. Las empresas

están utilizando tecnologías de la información, biotecnología, nanotecnología y otros avances científicos y tecnológicos dentro de marcos culturales y organizacionales abiertos al cambio y a la innovación (el Cuadro 1.4 muestra los principales determinantes de la innovación en la manufactura chilena.)

Cuadro 1.4 Determinantes de innovación en la manufactura chilena

Basado en información de las encuestas de innovación chilena llevadas a cabo por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) para 1995, 1998 y 2001, un estudio econométrico de las principales determinantes de la actividad innovadora en la manufactura chilena sugiere que:

- La probabilidad de efectuar gastos en I+D en un año está relacionada con el gasto en estas mismas actividades durante el año anterior. Esto sugiere que el gasto en I+D tiene una persistencia significativa en el tiempo. Las empresas más grandes tienen una mayor probabilidad de gastar en I+D, reflejando las economías de escala, la variedad de productos, y las ventajas que pueden tener las empresas más grandes al financiar este tipo de actividades.

- La intensidad de I+D aumenta con el tamaño de la empresa, pero no de manera proporcional: para cada 1% de aumento en la cantidad de trabajadores, el gasto en investigación aumenta entre 0,8% y 0,6% dependiendo del año. Esto sugiere una rentabilidad decreciente respecto al tamaño de la empresa, y que disminuye con el tiempo.

- Con respecto a la innovación, el gasto en investigación indica una mayor probabilidad de innovación en productos así como en procesos; esto confirma que es fundamental para la innovación. El tamaño de la empresa, medido por la cantidad de empleados que tiene, también se asocia positivamente a una mayor probabilidad de innovación.

- Junto con el gasto en I+D, las ideas innovadoras que se originan dentro de la empresa, la observación de competidores e ideas sugeridas por clientes aumenta la probabilidad de innovar (la tasa de ventas de productos innovadores versus las ventas totales). Esto sugiere que, dada la inversión en actividades de I+D, una mayor "capacidad de monitoreo", tanto interna como externa, puede llevar a resultados positivos en la innovación exitosa dentro de la empresa.

- Finalmente, la productividad de la empresa está relacionada con la intensidad de la innovación, aún después de controlar para la composición de la fuerza de trabajo, así como el capital físico de la empresa. Los hallazgos sugieren que el impacto de la innovación sobre la productividad ha aumentado con el tiempo.

Fuente: Benavente, 2004.

En el corto plazo, Chile puede continuar beneficiándose de la fuente de ingresos producida por las exportaciones basadas en recursos naturales. Sin embargo, se puede esperar que una disminución en estos ingresos lleve a una desaceleración del crecimiento económico, disminuyendo la capacidad del país de generar empleo y bienestar social. Si Chile no avanza en el área de la innovación, incluyendo el desarrollo y transferencia de tecnología, corre el riesgo de comenzar a perder velocidad y quedar atrás con respecto a otros países con una trayectoria de crecimiento menos dependiente de los recursos naturales. Las ventajas comparativas estáticas pueden verse seriamente amenazadas y desaparecer en un período de tiempo relativamente corto, como ocurrió, por ejemplo, hace casi un siglo cuando el salitre sintético – una innovación científico-tecnológica – reemplazó al salitre. Un rol preponderante de la innovación podría contribuir a que el crecimiento económico fuera menos dependiente de las variaciones de los ingresos relacionados con exportaciones de materias primas, y por lo tanto ayudar a aumentar los ingresos de la población y a reducir la pobreza. Para mitigar esta vulnerabilidad de la economía chilena, es razonable construir sobre las fortalezas y ventajas comparativas del país, agregando más valor a los productos provenientes de los recursos naturales – especialmente aquellos que se exportan. La innovación puede cumplir un rol clave en esta estrategia de crecimiento económico a largo plazo.

Chile debería emprender un esfuerzo mayor y coherente en el área de la I+D+i, invirtiendo más en su capital humano. Debiese aprovechar los nacientes *clusters*, basados principalmente en los recursos naturales, y establecer prácticas innovadoras que permitan que las ventajas estáticas de la economía chilena se conviertan en ventajas dinámicas. Para diversificar el sistema nacional de producción, se pueden desarrollar nuevas actividades, agregando productos de alto valor agregado a la base de exportación y desarrollando bienes y

servicios especializados que originalmente fueron creados y diseñados para satisfacer las necesidades de los *clusters* de recursos naturales.

Durante esta transición hacia un crecimiento impulsado por una mayor innovación, Chile debería combinar las ventajas y el dinamismo del modelo de exportación basado en recursos naturales con las capacidades creadas por un perfeccionamiento de su capital humano, que podría ayudar a transformar, extender y vincular los procesos de producción originalmente diseñados para el procesamiento de materias primas. Chile aún no ha explotado las oportunidades para el desarrollo profundo de productos innovadores con valor agregado en sectores basados en recursos naturales. Los sectores basados en recursos naturales ofrecen un rango considerable para la aplicación de ciencia y tecnología avanzada: el desarrollo de nuevos tipos de plantas y árboles, la agricultura marina y la producción de compuestos terapéuticos utilizando animales y plantas genéticamente alterados. La sinergia entre recursos humanos, innovación tecnológica y recursos naturales podría fortalecer la competitividad internacional, ayudar a un crecimiento continuo en el mercado mundial, y generar más y mejores empleos (y mejor calificados). Este informe no promueve una orientación limitada a la alta tecnología, sino una estrategia que construya sobre las fortalezas, fortaleciendo y ampliando la base para un crecimiento a largo plazo, utilizando una estrategia de innovación amplia. La inversión en ciencia, tecnología e innovación es fundamental si Chile quiere mantener su competitividad internacional en estos sectores, aumentando su productividad y creando oportunidades para la innovación más arriba en la cadena de abastecimiento.

Más allá de la segmentación tradicional utilizada en los análisis de políticas (manufactura vs. servicios, alta tecnología vs. baja tecnología, empresas pequeñas vs. grandes, etc.), un objetivo transversal de las políticas chilenas en innovación debería ser promover empresas de alto valor agregado basadas en el conocimiento (ver Cuadro 1.5). Además, esto le permitiría a Chile perseguir simultáneamente objetivos complementarios en vez de sobre-enfatizar algunos de ellos a riesgo de distorsionar el proceso de ajuste estructural: diversificación de exportaciones, construcción de *clusters* innovadores en las industrias basadas en recursos naturales, desarrollo de nuevas ventajas comparativas basadas en el conocimiento, incluyendo servicios transables, etc. Existen grandes oportunidades de creación y promoción de empresas de alto valor agregado basadas en el conocimiento, principalmente en las siguientes áreas:

- Utilizar la experiencia chilena en áreas como la agricultura, el cultivo de peces, la minería y otros sectores primarios, y empleando mejor su base científico-tecnológica para desarrollar productos de alto valor dentro y alrededor de esos sectores, mejorando la eficiencia y efectividad de los procesos utilizados, y desarrollando equipamientos, servicios, software y otros insumos novedosos para la cadena de abastecimiento nacional.

- Promover la creación, crecimiento y desarrollo de empresas basadas en las fortalezas de la investigación chilena y las fortalezas tecnológicas, organizacionales y de diseño del sector empresarial. Cualquier cosa que los chilenos sepan hacer muy bien (por ejemplo, áreas en que posean conocimientos únicos) puede formar la base de una empresa de valor agregado, siempre que se tomen las medidas necesarias para mantener y desarrollar las fuentes iniciales de esa ventaja competitiva.

- Explotar otras ventajas de Chile, tales como su geografía y paisajes, para crear productos y servicios con valor agregado y aprovechar las oportunidades para establecer ventajas competitivas.

Cuadro 1.5 Las empresas de alto valor agregado basados en el conocimiento – motores del crecimiento

Incrementar la productividad, y por lo tanto el crecimiento económico, depende fundamentalmente de la capacidad de transferir recursos desde las empresas de bajo valor agregado a aquellas de alto valor agregado. Estas últimas son aquellas que logran un alto precio por sus productos y servicios, comparado con sus costos totales de producción. Por lo tanto, son capaces de pagar mejores salarios a sus empleados y/o obtener mayores ganancias para sus accionistas. Ambas cosas sirven para elevar el aporte per cápita de la fuerza de trabajo de la empresa al PIB. Un crecimiento en el nivel de actividad de tales empresas promueve un crecimiento del valor agregado. En la medida en que estas empresas puedan repetir este éxito en mercados extranjeros, este crecimiento puede crecer aún más rápido. Es, por lo tanto, de interés nacional promover condiciones en las cuales las empresas de alto valor agregado puedan prosperar, exportar y crecer y absorber recursos de sectores menos productivos de la economía.

Las empresas de alto valor agregado tienden a exhibir una o más de las siguientes características:

- Tienen una fuente de ventajas competitivas únicas a largo plazo, que es difícil de replicar o superar para sus posibles competidores. Tales ventajas pueden ser creadas a través de innovación persistente y mayor eficiencia, pueden reflejar un monopolio natural, o pueden ser el resultado de prácticas anti-competitivas. Generalmente, los dos últimos casos generan alto valor agregado en desmedro de otros sectores de la economía y no contribuyen al bienestar económico nacional.

- Son exitosos innovadores en serie, capaces de generar períodos limitados de ventajas competitivas que son constantemente renovadas por la introducción continua de nuevos productos y/o servicios.

- Operan en mercados en rápida expansión, donde la demanda tiende a superar la oferta, y donde son muy rápidas las tasas de innovación, cambio tecnológico, “aprender-haciendo” y creación de economías de escala y enfoque.

Juntas, las altas tasas de ganancia y el rápido crecimiento de las ventas financian las inversiones que fomentan la expansión, innovación (incluyendo la entrada a nuevos mercados) y la creación y mantención de ventajas competitivas. A su vez, una mayor competitividad permite a la empresa obtener una mayor participación del mercado y aumentar más sus ventas. La competencia en los mercados, impulsada principalmente por avances tecnológicos tiende a erosionar continuamente el valor agregado obtenido por las empresas, a menos que éstas también puedan elevar permanentemente su nivel. Aún cuando aparentemente tengan alguna ventaja competitiva única y permanente, las fuerzas del mercado pueden eventualmente encontrar la forma de anular o reducir su valor.

Se puede decir que las empresas creadas de esta manera están basadas en el conocimiento (ver Cuadro 1.6) ya que sus ventajas competitivas – que les permiten generar alto valor agregado – dependen principalmente contar con conocimientos únicos o combinaciones de distintos tipos de conocimiento que son difíciles de replicar para sus competidores, por lo menos dentro de un marco de tiempo comercialmente relevante. Estas sugerencias no son una fórmula para la estructura futura de la economía chilena – en todas las partes de la economía, se pueden encontrar oportunidades para la innovación que lleven a la creación de empresas y actividades de valor agregado (ver, por ejemplo, von Tunzelmann y Acha, 2005) – sino una estrategia para promover la innovación y el desarrollo de empresas de alto valor agregado, que también requiere de programas y políticas diseñadas para elevar también la productividad en el resto de la economía chilena.

Un componente esencial de este enfoque es facilitar el acceso de la empresa de alto valor agregado a los mercados extranjeros, satisfaciendo las necesidades de clientes extranjeros altamente exigentes. De otra manera, la empresa no se desarrollará y no realizará su potencial aporte a la economía. Varias de ellas operan en nichos especializados donde el logro de un mercado de tamaño viable requiere la exportación en una etapa temprana del desarrollo de la empresa. Puede que necesiten ayuda para desarrollar alianzas con empresas basadas en el extranjero, que sean ventajosas tanto para ambas empresas como para la economía nacional. Los incentivos cuidadosamente diseñados para la inversión interna pueden significar un medio a través del cual se logre convencer a las empresas extranjeras que establezcan empresas de alto-valor agregado en Chile, generando beneficios importantes para la economía nacional.

Cuadro 1.6 El rol del conocimiento y las ventajas competitivas

En el siglo 21, la principal fuente de ventajas competitivas está en aquellas actividades comerciales en las cuales la empresa sabe cómo ser exitosa. Las fábricas y equipos siempre se pueden comprar, los empleados se pueden contratar, y la tecnología se puede licitar, pero a menos que la empresa y su gerencia sepan combinar y explotar esos recursos efectivamente, no crearán una empresa viable ni competitiva. El conocimiento que posee la empresa, su "base de conocimiento", cumple así un rol esencial en la sobrevivencia, innovación, rentabilidad y crecimiento de la empresa. Las empresas poseen distintos tipos de conocimiento, incluyendo los conocimientos científico-tecnológicos, conocimientos sobre sus mercados y clientes, conocimientos sobre fuentes de abastecimiento de materiales y componentes, conocimientos y habilidades de sus empleados, etc. Las empresas necesitan saber cómo organizar varias actividades como el abastecimiento, la producción, la comercialización, el servicio post-ventas, la innovación, etc., y cómo combinarlas para asegurar la entrega de productos competitivos y rentables en el mercado. La empresa también necesita saber cómo reclutar y formar empleados y gerentes, motivarlos a trabajar efectivamente, e incentivarlos a cooperar para lograr los intereses generales de la empresa.

Algunos de estos conocimientos se pueden obtener comprándolos en el mercado o invirtiendo en actividades como la investigación y el desarrollo. Muchas veces estos conocimientos están codificados, de manera que pueden ser fácilmente escritos y absorbidos por alguien con suficientes conocimientos y experticia complementarios. Si no están protegidos por alguna forma de derechos de propiedad intelectual o secreto, pueden ser adquiridos fácilmente por los competidores. En cambio, otros tipos de conocimiento sólo se adquieren a través de la experiencia de la empresa en cuestión, a través del "aprender-haciendo". Tales conocimientos muchas veces son 'tácitos', difíciles de escribir o comunicar excepto a través de la experiencia humana directa, y difíciles de adquirir para los competidores, que deberían crear estos conocimientos por si mismos. Gran parte de los conocimientos organizacionales son de esto tipo. El conocimiento tácito es una fuente esencial de las ventajas competitivas de las empresas. Si la explotación de conocimientos fácilmente transferibles requiere de conocimientos complementarios (u otros activos) que son difíciles de adquirir por los competidores, entonces también están efectivamente protegidos. La innovación involucra la creación de nuevos conocimientos y/o nuevas combinaciones de conocimientos que después pueden ser explotadas de manera rentable.

La importancia del conocimiento en la competitividad y actividad económica de las empresas no es algo nuevo. Sin embargo, aquellos cambios que conforman la transición hacia una "economía basada en el conocimiento" están aumentando enormemente la importancia del conocimiento en la actividad económica y la competitividad de las empresas. También están cambiando los tipos de conocimiento que necesitan poseer las empresas, la manera en que estos conocimientos se adquieren y administran, la manera en que las empresas se organizan y los tipos de conocimiento y habilidades que requieren sus empleados. La cada vez mayor importancia del conocimiento se demuestra con el hecho de que, en muchos sectores, las inversiones en los activos intangibles actualmente superan aquellas utilizadas para adquirir capital fijo.

La cantidad de tecnologías utilizadas en la producción de un determinado producto o servicio está aumentando, y las empresas necesitan experticia en un mayor abanico de tecnologías que antes. Esto, combinado con el ritmo acelerado de los cambios científico-tecnológicos, significa que las empresas dependen cada vez más de la colaboración en la I+D y la externalización para adquirir las tecnologías que necesitan. Actualmente, el desarrollo de una ciencia y tecnología de vanguardia está siendo abordado en más y más lugares, y junto con la creciente globalización de los mercados, esto significa que las empresas deben estar preparadas para buscar la tecnología relevante para sus empresas en cualquier lugar del mundo en que se encuentre.

Hace treinta años, las economías industriales avanzadas estaban dominadas por sectores que invertían enormes cantidades de recursos en infraestructura y maquinaria. En contraste, los sectores de mayor crecimiento de las últimas décadas, como la electrónica, los farmacéuticos y las telecomunicaciones, invierten principalmente en I+D, software y tecnología informática, publicidad y capacitación. Algunos sectores emergentes, como aquellos asociados al internet, casi no invierten en activos fijos. Hoy, los gerentes y trabajadores necesitan estar mucho mejor preparados y capacitados. La creciente rapidez de los cambios tecnológicos y organizacionales significa que los empleados necesitan ser mucho más flexibles y requieren mucha más capacitación y actualización de sus conocimientos y habilidades durante su vida. Debería existir un compromiso mutuo entre las empresas y sus empleados para que las empresas tengan el incentivo de invertir en la capacitación, mientras que los empleados tengan el incentivo de adquirir conocimientos y habilidades específicos a la empresa en la cual trabajan.

Los esfuerzos por actualizar la educación y la capacitación claramente juegan un rol muy importante. El acceso a excelentes comunicaciones electrónicas también es vital, ya que facilita la entrega de los frutos de esos conocimientos y habilidades digitalmente hacia ubicaciones remotas, permitiendo a las empresas e individuos chilenos cooperar mucho más efectivamente con sus socios extranjeros. Chile tiene mucho por ganar de la 'muerte de la distancia', y muchas de las oportunidades para crear nuevas actividades de alto valor agregado utilizarán el internet de alguna u otra manera. Varias otras políticas de innovación relevantes

también cumplirán un rol importante, incluyendo aquellas que apoyan la investigación científica, promueven el uso de los DPIs, mejoran el acceso al capital de riesgo, etc.

El rol del gobierno no es sólo asegurar las condiciones macroeconómicas adecuadas que permitan altas tasas de inversión, tanto de origen nacional como extranjero, sino también corregir las fallas sistémicas o del mercado que puedan obstaculizar la obtención del máximo potencial innovador del país. Las políticas gubernamentales también pueden cumplir un rol fundamental para facilitar y estimular el surgimiento de la diversidad que – a largo plazo – tendrá un impacto en la estructura industrial de la economía chilena. Dada la experiencia histórica de Chile, existe consenso que una dimensión de este cambio debería consistir en alejarse de la tradicional y fuerte dependencia de las actividades basadas en recursos naturales. Países como Sudáfrica, y hasta cierto punto Nueva Zelanda, comparten esta preocupación. Un patrón de especialización más variado podría contribuir a reducir este alto riesgo asociado a una sobre-exposición ante la volatilidad de los precios de materias primas, y también podría proporcionar nuevas oportunidades de crecimiento en áreas donde existe una demanda alta y creciente.

Si se incrementan los esfuerzos en las áreas con las mayores debilidades – especialmente la innovación y la educación[7] – Chile podría fortalecer y ampliar la base para un alto crecimiento sustentable. Esto podría contribuir al logro de múltiples objetivos, tales como aumentar el ingreso per cápita, reducir la pobreza, y hacer más pareja la distribución del ingreso. Sin embargo, será necesario asegurar la estabilidad de las instituciones y políticas que constituyen las mayores fortalezas del país en las últimas décadas. Esto es un requisito previo para enfrentar los futuros desafíos con éxito.

[7] Ver, por ejemplo, Banco Mundial (2004ª, 2004b).

CAPÍTULO 2

LA INNOVACIÓN CHILENA EN LA PERSPECTIVA INTERNACIONAL

2.1 Medición comparativa del desempeño en ciencia, tecnología e innovación

2.1.1 Insumos para la innovación

2.1.1.1 Inversión en I+D

La intensidad de I+D es un insumo clave para la innovación y, a pesar de su limitaciones,[8] uno de los indicadores más utilizados para comparar las actividades innovadoras de distintos países. La intensidad total de la I+D en Chile – la tasa de Gasto Bruto en Investigación y Desarrollo (GBID) sobre PIB – es de 0,68% (2004), menos de un tercio del promedio de la OCDE (2,25% en 2003). El gasto empresarial en investigación y desarrollo (GEID) – 0,31% del PIB chileno – es aún menor comparado con la cifra total de la OCDE (1,53%). Mientras la intensidad de I+D ha aumentado constantemente desde los años 80 en el área de la OCDE, en Chile el gasto en I+D se ha mantenido estable en el tiempo, aunque la información limitada al respecto llama a ser cautelosos al hacer comparaciones internacionales (Tabla 2.1).[9]

En general, con respecto al esfuerzo nacional en I+D, la información disponible sugiere las siguientes claves:

- Chile tiene una mayor tendencia a invertir en I+D que sus comparadores Latinoamericanos, con la excepción de Brasil.

- Chile se compara favorablemente con algunas de las economías emergentes de la OCDE, como Turquía y Polonia, no así con otras, como Hungría y la República Checa.

- Comparado con economías emergentes no pertenecientes a la OCDE, Chile tiene una intensidad de I+D menor que algunos países de incluso menores ingresos per cápita, como China e India.

- Chile se queda atrás con respecto a las economías basadas en recursos naturales de la OCDE, especialmente Nueva Zelanda.

Pareciera ser que la relativamente baja intensidad de I+D en Chile no se puede explicar completamente por la combinación de: *i)* una brecha de ingresos que pudiese eliminarse rápidamente a través de un crecimiento económico rápido y continuo, y *ii)* las ventajas comparativas de las industrias basadas en recursos naturales, que reducen el alcance de las innovaciones a base de I+D (Figura 2.1). Otras razones tienen que ver con el

---

[8] Los indicadores relacionados con I+D son una medición imperfecta de los insumos de innovación. Muchos otros tipos de gastos, como la inversión fija y la capacitación laboral, también contribuyen al desarrollo comercial exitoso de las innovaciones. Más aún, las limitaciones de la medición de insumos como indicadores de innovación subrayan la importancia de observar también la medición de salidas y evaluar la eficiencia de los mismos procesos de innovación.

[9] En el año 2002, un primer Censo Nacional de I+D Privada reveló que el gasto era un 74% más alto en términos reales que en 2001, comparado con un aumento de 7% en el sector público para ese mismo período, lo cual podría indicar que anteriormente se había subestimado los esfuerzos en I+D auto-financiados del sector empresarial.

grado de madurez y eficiencia del sistema nacional de innovación, que será evaluado más adelante en este informe. Una comparación internacional de la composición de la inversión en I+D apunta a algunos desajustes estructurales de dicho sistema, con signos alentadores de mejoras en el último período.

Tabla 2.1 Intensidad de I+D y estructura del financiamiento de I+D en países escogidos, 2004 o más reciente

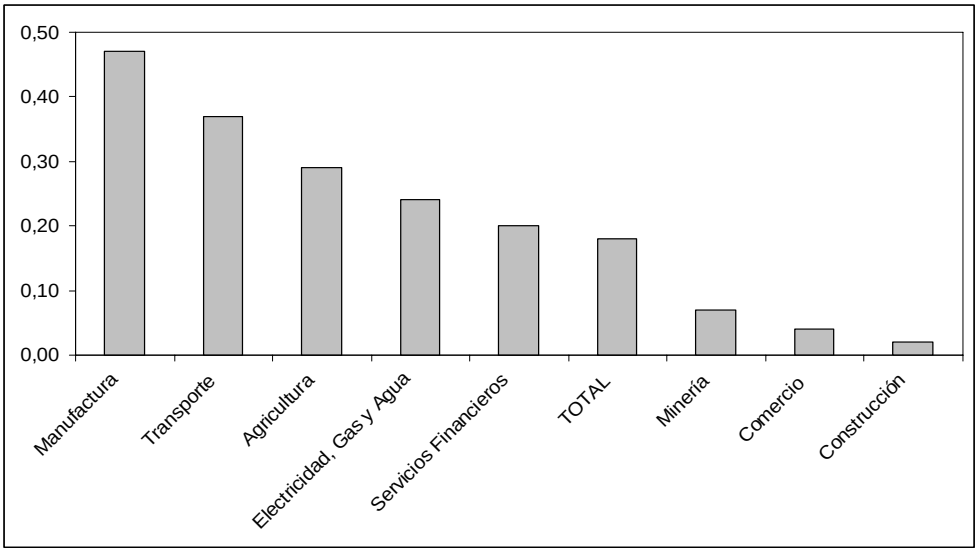
País	GBID (% de PIB)	GBID por fuente de financiamiento (%)		
		Empresas	Estado	Otros*
México	0,39	29,8	59,1	11,1
Argentina	0,42	26,3	68,9	4,9
Polonia	0,59	31,0	61,1	8,0
Turquía	0,66	41,3	50,6	8,2
Chile	**0,68**	**45,7**	**44,5**	**9,8**
Hungría	0,95	30,7	58,0	11,1
Portugal	0,94	31,5	61,0	7,2
España	1,03	48,9	39,1	12,0
Brasil	1,04	38,2	60,2	1,6
Irlanda	1,13	67,2	25,2	7,7
Nueva Zelanda	1,16	37,1	46,4	16,5
República Checa	1,34	51,4	41,8	6,8
Singapur	2,15	49,9	41,8	8,3
EE.UU.	2,60	63,1	31,2	5,7
Corea del Sur	2,64	74,0	23,9	2,1
Japón	3,12	73,9	18,2	8,0
Finlandia	3,46	69,5	26,1	4,3
Suecia	4,27	71,9	21,0	7,2
Israel	4,90	69,6	24,7	5,6

* Otras fuentes nacionales y extranjeras de financiamiento.

Columna 1: 2003 para Argentina, República Checa, Hungría, Israel, Corea del Sur y EE.UU.; 2002 para Chile, Finlandia, Polonia, Japón, Portugal, Singapur, España y Turquía; 2001 para Irlanda, México, Nueva Zelanda y Suecia; 2000 para Brasil. *Fuente:* OCDE, excepto CONICYT para Chile, y RICYT para Brasil y México. Columnas 2, 3 y 4: los mismos años que en la Columna 1 excepto 2000 para Israel, y 2001 para Portugal. Las mismas fuentes que en la Columna 1.

Fuente: OCDE, RICYT y CONICYT.

Figura 2.1 Intensidad de la I+D en los principales sectores económicos en Chile, 2002
Gasto como % de valor agregado



Fuente: Ministerio de Economía.

Figura 2.2 GBID por fuente de financiamiento
Como porcentaje del total nacional, 2003

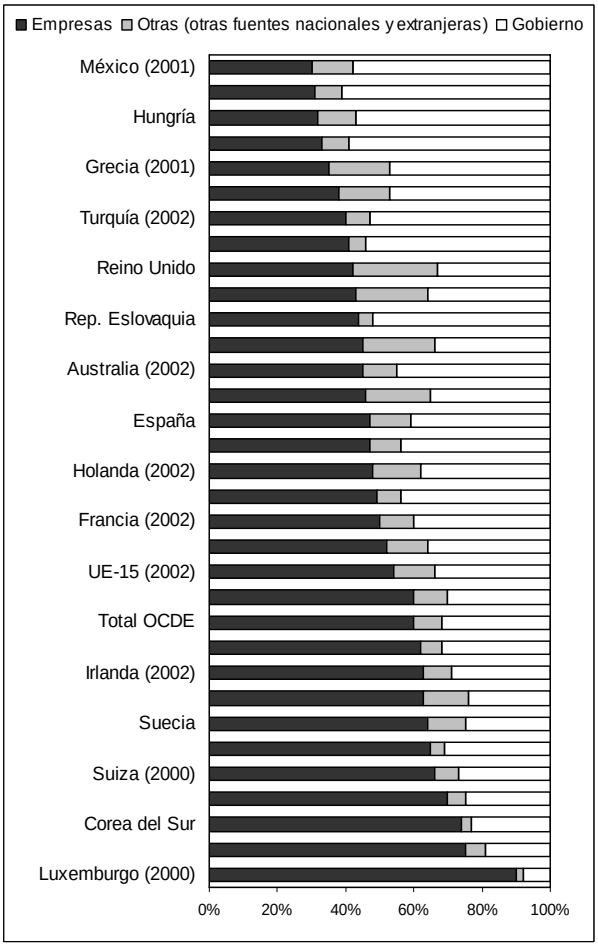
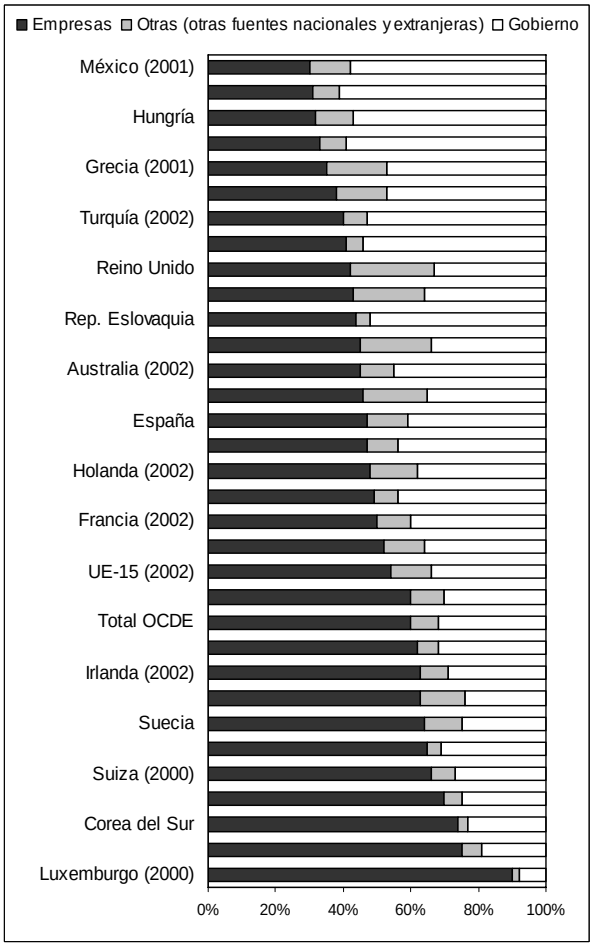


Figura 2.3 GBID por sector de ejecución
Como porcentaje del total nacional, 2003



Fuente: OCDE.

- Al igual que en el resto de América Latina – y en general en las economías menos desarrolladas – la mayoría de la I+D chilena es financiada por el gobierno y llevada a cabo desde el sector público (Tabla 2.2), en contraste con las tendencias de la OCDE, donde el sector empresarial es el principal actor en ambos sentidos (Figuras 2.2 y 2.3). En Chile, las empresas financian apenas poco más que un tercio del GBID.[10] Casi dos-tercios del gasto público chileno en I+D durante 2002-2004 estuvo destinado a instituciones de educación superior y fondos relacionados.

- La orientación de la inversión en I+D refleja en parte el rol aún predominante, aunque ya en declive, de la educación superior en el desempeño de la investigación (Tabla 2.3). Las últimas cifras del 2003 indican que un tercio del financiamiento en I+D se destina a la investigación básica, una tasa relativamente alta comparado con la mayoría de los países de la OCDE, pero comparable a México y Nueva Zelanda. Anteriormente, el gasto en investigación básica siempre había superado el 50%, llegando a casi dos tercios al comienzo de los años 90.

- El apoyo estatal a la I+D privada es muy bajo de acuerdo a los niveles internacionales, lo cual confirma que el sistema de innovación chileno está centrado en el sector público en todos los sentidos (Figura 2.4).

Tabla 2.2 GBID por financiamiento y sector de ejecución en Chile, 2004

Sector	Financiamiento (%)	Implementación (%)
Empresas	45,7	46,1
Estado	44,5	10,2
Educación superior	0,8	32,0
Organizaciones privadas sin fines de lucro*	0,3	3,2
Extranjero	8,7	8,5
Total	100,0	100,0

Fuente: CONICYT.

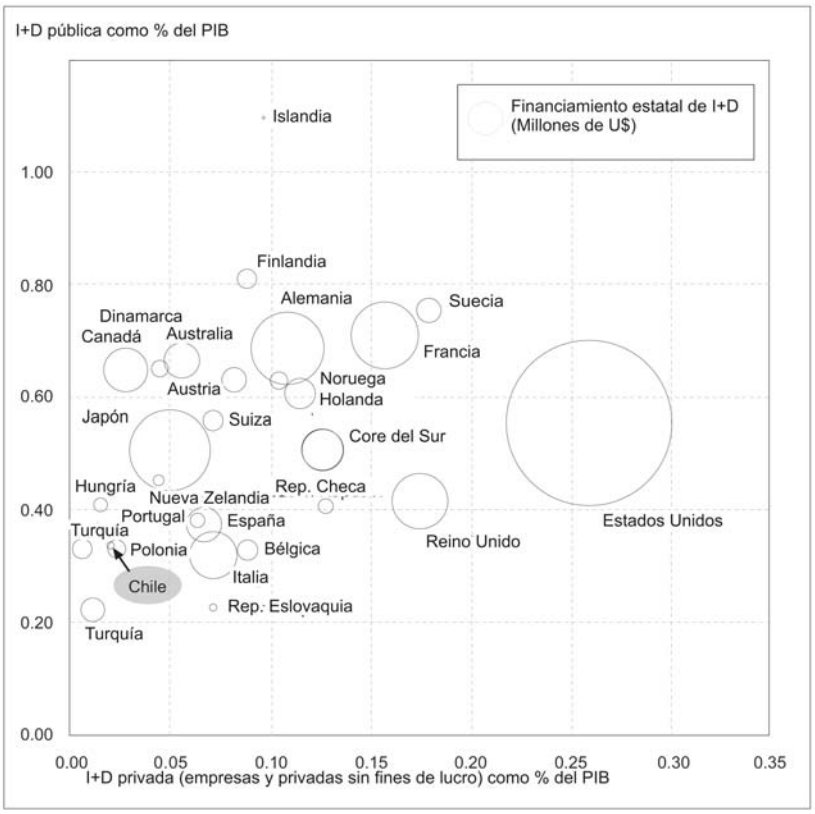
Tabla 2.3 GBID por tipo de investigación en Chile, 2003

País	Investigación básica	Investigación aplicada	Investigación experimental
Chile	35,7	51,5	12,8
Argentina	25,6	46,9	27,5
México	34,5	40,2	25,2
Nueva Zelanda	33,9	37,8	28,3
España	20,2	38,8	41,0
Portugal	24,1	29,8	36,1
EE.UU.	19,1	23,9	57,1

Fuente: CONICYT; RICYT; Estadísticas Nueva Zelanda.

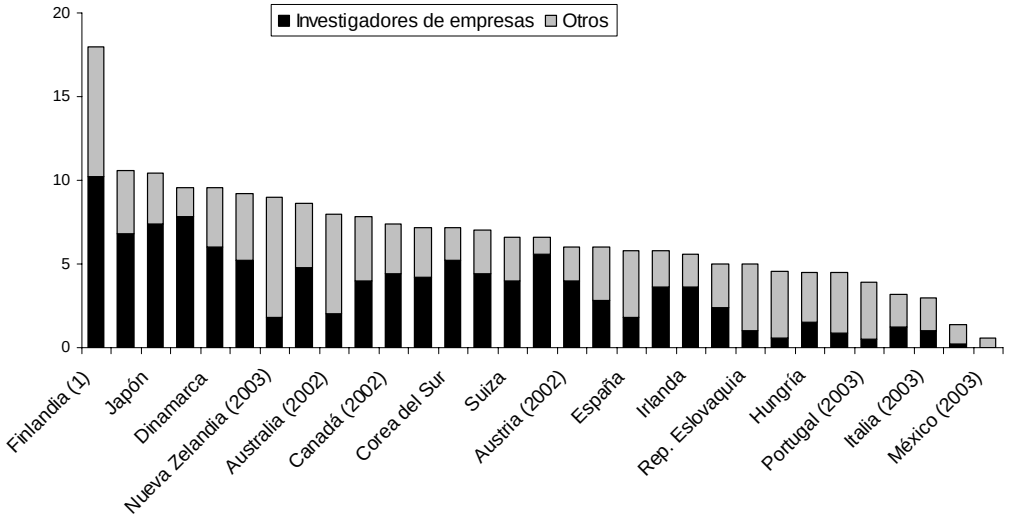
[10] 36,5% para empresas privadas y 8,9% para empresas públicas (2004). Estos porcentajes no consideran el financiamiento privado a través de donaciones. Si se incluyera esto último, el porcentaje correspondiente a las empresas privadas sube a 45,7%.

Figura 2.4 Financiamiento estatal de I+D ejecutada por el sector público y privado, 2004 o más reciente
(Como % de PIB)



Fuente: OCDE.

Figura 2.5 Investigadores por cada mil empleados en países de la OCDE, 2004



1. Sobre-estimación. También incluye títulos de ingenieros y egresados de institutos tecnológicos.
Fuente: OCDE.

2.1.1.2 Recursos humanos

Aunque la situación ha mejorado en la última década, y la actual matrícula universitaria en carreras de ingeniería y CyT es promisoria, la escasez de recursos humanos en ciencia y tecnología (RHCT) sigue siendo un importante cuello de botella en el sistema de innovación chileno.

Reserva y asignación sectorial de los investigadores

En 2004, Chile tenía a lo más 3,2 investigadores[11] por cada 1.000 empleados,[12] menos de la mitad del promedio del área OCDE. Los investigadores están altamente concentrados en el sector público, principalmente en universidades (Tabla 2.4).

Tabla 2.4 Cantidad de investigadores en Chile, clasificados por sector institucional

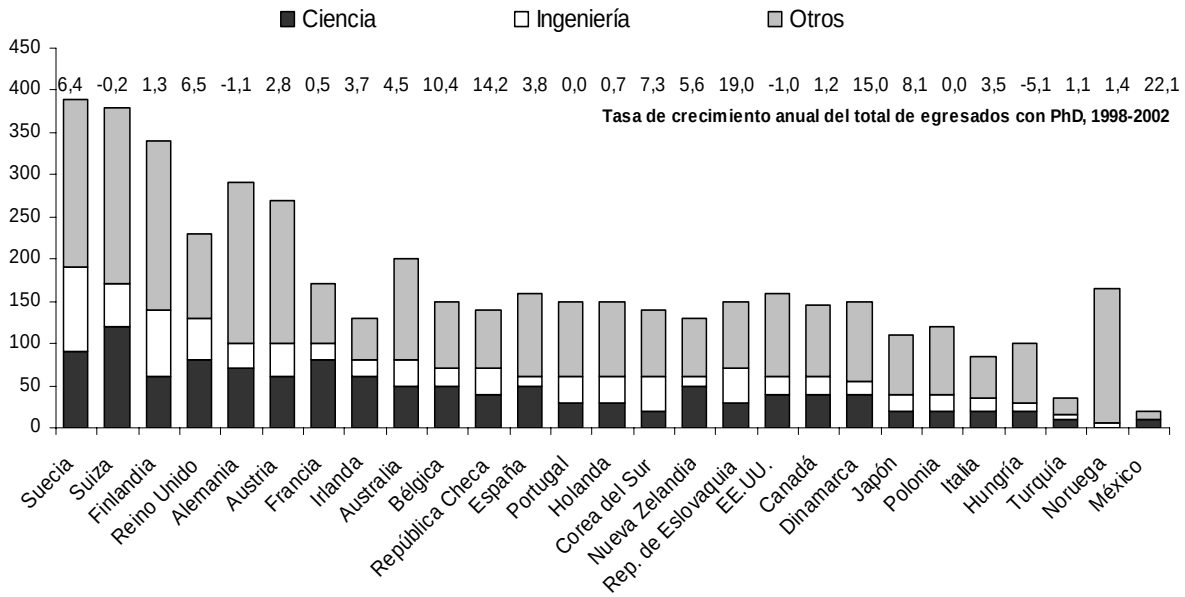
Año	Universidades	Estado	Empresas[1]	Org. priv. sin fines de lucro	Otros[2]	Total
1990	3.639	1.080	346	356	---	5.421
1995	4.356	973	574	377	108	6.388
2000	5.075	1.003	650	401	89	7.218
2004	6.880	615	10.064	635	231	18.507

1. Desde el 2002, los datos de empresas están expresados en FTE.

2. "Otros" se refiere a Organizaciones Internacionales.

Fuente: Academia de Ciencias, basado en estimaciones CONICYT.

Figura 2.6 Egresados con PhD en ciencia[1], ingeniería[2] y otros campos, por millones de habitantes en 2002[3]



1. Ciencia incluye biología, física, matemáticas, estadísticas, y computación.

2. Ingeniería incluye ingeniería y comercio, manufactura y procesamiento, y arquitectura y construcción.

3. 2000 en vez de 2002 para Canadá y Portugal. 1999 en vez de 1998 para Dinamarca, México y la Rep. de Eslovaquia; 2000 para Bélgica y Portugal; 2001 para Polonia.

Fuente: OCDE.

Entre los 8.500 investigadores chilenos, 2.250 están identificados por la Academia de Ciencias como científicos altamente calificados, es decir, profesionales que ya han completado sus estudios de postgrado y que han publicado artículos en revistas del Instituto de Información Científica (ISI). Estas son algunas de las principales características y tendencias de estos investigadores:

11 En el *Manual Frascati* de la OCDE, los investigadores son "profesionales dedicados a concebir o crear nuevos conocimientos, productos, procesos y sistemas, y también a administrar dichos proyectos".

12 Probablemente esto sea una sobre-estimación, ya que esta tasa se calcula en base a datos que no se han ajustado completamente al equivalente en tiempo completo.

- Están distribuidos en las siguientes áreas: biomedicina (22%), biología (19%), química (11.6%), ingeniería (10.9%), física (8.9%), agronomía (8.5%), ciencias medioambientales (7.3%), matemáticas (7.5%), ciencias marinas (7.2%), ciencias de la tierra (6.6%) y astronomía (1.9%).

- La mayoría de ellos trabaja en las 5 universidades de mayor prestigio (tres de la R.M. y dos de regiones).

- El porcentaje de investigadores con doctorados se ha duplicado, aumentando de 33% en 1993 a alrededor de 70% en 2003. Entre los investigadores jóvenes, este porcentaje se acerca al 100%. Sin embargo, en comparaciones internacionales sigue existiendo una gran "brecha de doctorados". Chile tiene relativamente pocos doctorados en ciencia y tecnología – alrededor de cinco veces menos que el promedio del área OCDE (Figura 2.6), y también menos que Brasil (29).

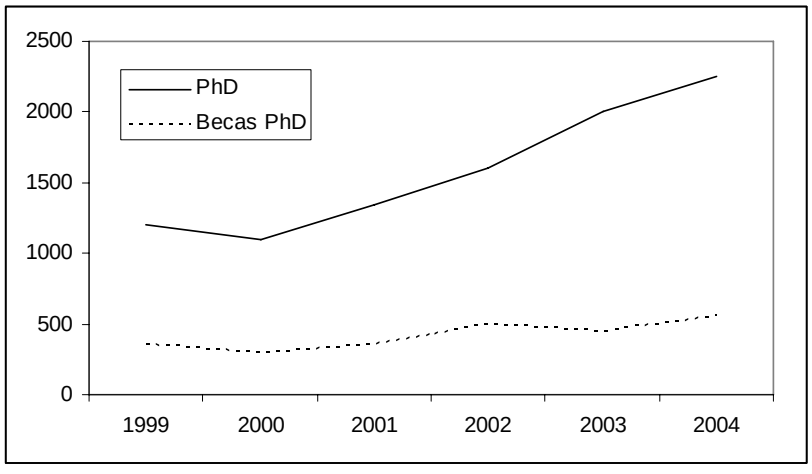
La escasez de científicos investigadores trae efectos negativos hoy y presenta serios desafíos para el futuro. Primero, debilita los vínculos entre educación e investigación: muchas veces, y particularmente en el sistema privado, la enseñanza de cursos universitarios con componentes científico-tecnológicos significativos es realizada por profesores que no hacen trabajos de investigación. Segundo, a pesar de una mayor tasa de producción de doctorados en años recientes, la oferta de científicos jóvenes tiende a ser más baja que la demanda de las universidades, que buscan disminuir la edad promedio de sus docentes.

Por lo tanto, la mayoría de los futuros investigadores que actualmente se encuentran estudiando bien podría ser absorbida por las mismas universidades por bastante tiempo, aunque el fortalecimiento y la expansión del sistema de innovación aumentará la demanda de otras instituciones, especialmente las empresas. Se requieren políticas para equilibrar la oferta y demanda de RHCT en el mediano y largo plazo, dada la alta inercia inherente al proceso de "producción de científicos".[13] Estas políticas deberían abordar ambos aspectos – oferta y demanda. Actualmente, la demanda de investigadores en el sector empresarial (tanto estatal como privado) está aumentando levemente, pero sigue siendo muy débil y requiere algunos estímulos (Academia de Ciencias, 2005). Con respecto a la oferta, se deberían evaluar los canales de RHCT, acelerando la transición hacia un sistema de innovación más orientado hacia las empresas.

Los canales de RHCT

Aunque la matrícula en programas de postgrado aún es insuficiente, ha habido un aumento significativo de la cantidad de estudiantes de postgrado en los últimos años. Las becas para estos estudiantes también han ido aumentando (Figura 2.7 y Cuadro 2.1).

Figura 2.7 Estudiantes y becas de doctorado, 1999-2004



Fuente: CONICYT.

[13] El período de formación de un científico, desde cuando el/ella comienza un doctorado hasta su debut como investigador/a al final del post-doctorado, toma entre ocho y diez años.

Actualmente existen 91 programas de doctorado en ciencia, tecnología e ingeniería (más de dos tercios de todos los programas de doctorado), comparado con sólo 15 en 1993. Sin embargo, el flujo es modesto, ya que sólo 117 estudiantes completaron sus estudios en 2003,[14] comparado con 22 en todas las áreas en 1993. Esto refleja un aumento bastante impresionante en la matrícula, desde 238 en 1993 a 1.985 en 2003, que sin embargo, ha sido menos que el aumento de la matrícula general en educación superior. De este modo, mientras que en 1992 los estudiantes de postgrado representaban 1,3% de la matrícula total de educación superior, hoy esa proporción es de sólo 0,66%. La cantidad de disciplinas relacionadas con ciencia, tecnología e ingeniería en la matrícula total de educación superior se ha mantenido muy estable en la última década, entre 33% y 35%, y en este sentido Chile se compara bien a nivel internacional (Tabla 2.5).

Cuadro 2.1 Becas de postgrado en ciencia y tecnología en Chile, 2005

El financiamiento para estudios de postgrado en ciencia y tecnología proviene principalmente de recursos administrados por CONICYT, MIDEPLAN y MECESUP. También hay fuentes internacionales importantes, incluyendo Fundación Andes, Ford Foundation, Fulbright Commission, OAS, ALBAN, AGCI y British Council. La siguiente tabla sintetiza la información disponible sobre becas de postgrado otorgadas en 2005.

	Ciencia y Tecnología		Otros	
Becas	PhD	Magister	PhD	Magister
Nacional				
CONICYT 2005	186	2	34	18
PBCT	166			
MECESUP 2005 (Académicos)	8	1		
MECESUP 2005 (Alumnos)	81	0	27	3
Iniciativa Científica Milenio 2005	10	6		
FONDAP (CONICYT)	24	8		
Programas Regionales (CONICYT)	49			
Total nacional	524	17	61	21
En el extranjero				
Pdte. de la República (MIDEPLAN)	25	7	47	26
Commission Fulbright 2005	6	7	4	13
MECESUP 2005 (Académicos)	6	2	14	6
ALBAN 2005/2006	7	6	4	12
Nueva Zelanda	4			
CONICYT – INRIA	5			
Otros	12			
Total extranjeros	65	22	69	57
Gran total	589	39	130	78

Fuente: Informe de Antecedentes.

[14] 94 en la ciencia básica, 1 en ciencias agrícolas, 10 en salud y 12 en ingeniería y tecnología.

Tabla 2.5 Matrícula universitaria en ciencia e ingeniería en países escogidos, 2002
(Como % de total)

	%
Corea del Sur	41
México	31
Suecia	27
Japón	20
Finlandia	38
Israel	31
Irlanda	25
Polonia	20
Chile	**32**
República Checa	31
Hungría	21
Nueva Zelanda	19
España	31
Portugal	29
Turquía	21
Argentina	15

Fuente: Banco Mundial.

La discusión sobre los "canales de capital humano", desde la perspectiva del sistema nacional de innovación, no debería concentrarse exclusivamente en las habilidades de alto nivel,[15] en la I+D como la única actividad a través de la cual los recursos humanos contribuyen a la innovación, ni en el sistema de educación secundaria y superior como el único mecanismo para crear el capital humano requerido. También se debería destacar el rol de las empresas como creadoras de capital humano para la innovación, particularmente a través de la capacitación formal. Lamentablemente, existe poca información disponible para realizar comparaciones internacionales confiables en este campo. En Chile, la capacitación en las empresas se incentiva a través de un beneficio tributario, administrado por el Servicio Nacional de Capacitación y Empleo (SENCE).[16] En 2004, el 15% de los trabajadores recibieron capacitación, un cuarto de ellos en ciencia y técnicas aplicadas, así como en computación y tecnologías informáticas.

Los flujos internacionales de recursos humanos están influenciando cada vez más la oferta y demanda de RHCT. Chile no ha desarrollado una política activa para la migración y movilidad de trabajadores calificados, pero aparentemente el país no sufre de una "fuga de talentos" significativa. De acuerdo al Informe de Competitividad 2004-2005 del Foro Económico Mundial, Chile tiene una baja "fuga de talentos" (ubicándose en el séptimo lugar entre 104 países), pero también con una insuficiente capacidad de "atracción de talentos", es decir, la capacidad de atraer personal científico altamente calificado. Aunque ciertamente Chile tiene algunas condiciones favorables, no ha tenido éxito en atraer capital humano avanzado, excepto aquel que proviene de países latinoamericanos agobiados por crisis crónicas o pasajeras. Más aún, Chile está muy atrasado en cuanto a la cantidad de estudiantes extranjeros que recibe y la cantidad de estudiantes chilenos cursando estudios en el extranjero. En otras palabras, el nivel de internacionalización de su proceso educativo es demasiado bajo.[17]

---

15 Una diversidad de habilidades a distintos niveles correspondientes a la producción, diseño, ingeniería y gestión asociada y actividades de marketing contribuyen a la innovación. En Chile, la baja calidad del sistema escolar, junto a las debilidades en capacitación laboral, se traducen en deficiencias respecto a habilidades básicas de la fuerza laboral. Una discusión detallada de estos temas escaparía al enfoque de este informe.

16 Las empresas pueden descontar los gastos en capacitación de sus declaraciones de impuestos. La cifra máxima anual es un 1% del total de salarios imponibles pagados por la empresa durante el mismo período.

17 Ver "*Informe de Capital Humano en Chile*", Brunner y Elacqua (2003).

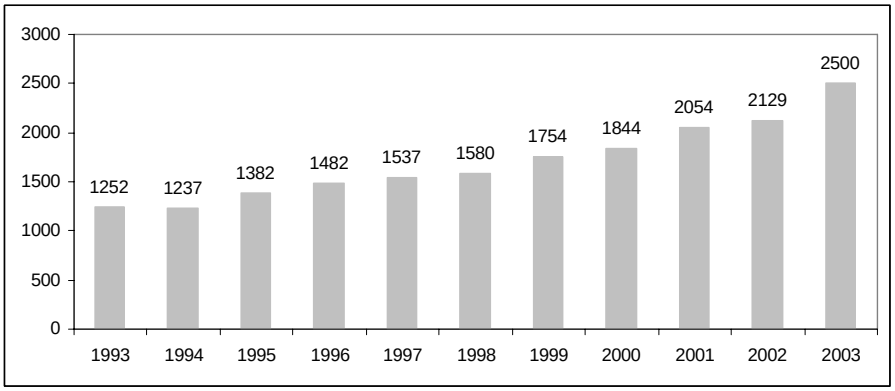
2.1.2 Desempeño en innovación

2.1.2.1 Producción científica

El antiguo modelo lineal de innovación consideraba los nuevos aportes científicos al conocimiento como un insumo para la innovación. En el actual enfoque sistémico, el sistema de ciencias es una parte integral de un proceso interactivo de aprendizaje en el cual la retroalimentación hace que la innovación dirigida por el mercado contribuya al progreso de la investigación básica. La capacidad científica de un país se ve reflejada en la cantidad y calidad de las publicaciones de sus investigadores en revistas internacionalmente reconocidas.

La comunidad científica chilena es pequeña, pero de buena calidad, aunque en algunos campos la falta de masa crítica es claramente un tema importante. Las actividades científicas en Chile se han visto sometidas a menos presión que en la mayoría de los países de la OCDE para demostrar su relevancia económica. El conjunto de actividades científicas chilenas ha sido moldeado por las políticas de unas cuantas universidades dominantes[18] y por las oportunidades de cooperación internacional dentro de la comunidad académica. Una demanda de insumos científicos para la innovación cada vez más dirigida por el mercado significa nuevas oportunidades y amenazas para el sistema de la ciencia.

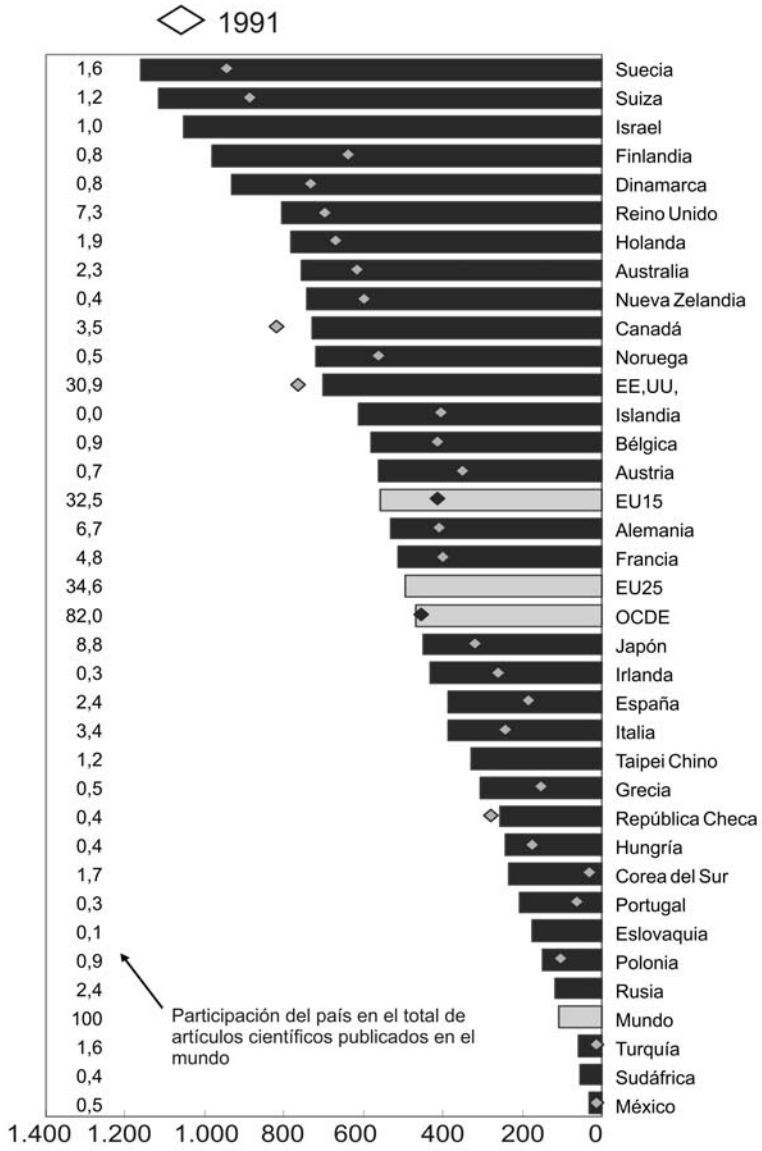
Figura 2.8 Publicaciones científicas en Chile, 1993-2003



Fuente: Academia de Ciencias.

[18] Más del 75% de las publicaciones científicas provienen de sólo cinco de las 60 universidades chilenas.

Figura 2.9 Artículos científicos por cada millón de habitantes, 1991-2001



Fuente: OCDE.

La cantidad de publicaciones científicas registradas en Chile por el Instituto de Información Científica (ISI) se duplicó entre 1993 y 2003,[19] creciendo a mayor velocidad que la mayoría de los países de la OCDE (Figura 2.8), pero más lento que la tendencia general en América Latina y mucho más lento que en Brasil y México.

Aunque la calidad o importancia de un descubrimiento científico no se mide fácilmente, una aproximación que se utiliza internacionalmente es el llamado "impacto", calculado por la cantidad de veces que una publicación se menciona en otras publicaciones. De acuerdo a este criterio, la calidad de las publicaciones chilenas sobrepasa el promedio latinoamericano en la mayoría de las áreas de conocimiento, pero sigue siendo bastante más humilde que el nivel de los países desarrollados (Tabla 2.6).

[19] Un crecimiento sobre el promedio se registró para publicaciones en ingeniería, ciencias de la tierra, matemáticas, ecología y física.

Tabla 2.6 Número e impacto de publicaciones científicas en disciplinas y países escogidos, 1993-2003

País	Matemáticas		Física		Ingeniería	
	Impacto	Publicaciones	Impacto	Publicaciones	Impacto	Publicaciones
Argentina	2,24	542	5,6	6.421	3,1	1.663
Australia	3,34	3.736	7,2	16.524	3,4	14.112
Brasil	2,30	2.040	4,9	17.288	2,2	4.576
Canadá	3,07	7.943	--	--	--	--
Chile	2,67	629	6,1	1.387	2,8	879
Francia	3,02	17.011	7,8	83.325	3,8	25.522
Alemania	2,76	14.061	8,8.	111.934	3,4	31.662
Israel	3,15	4.348	9,3	15.626	4,2	6.509
Japón	2,26	8.057	6,3	135.953	3,0	46.975
México	1,69	852	4	9.487	2,6	1.862
Nueva Zelanda	2,70	728	7,3	1.981	2,9	2.183
España	2,26	6.162	7,2	26.869	3,9	10.771
Reino Unido	3,93	10.044	9,0	65.372	3,8	46.771
EE.UU.	4,07	52.139	11,9	23.431	4,9	193.469
Asia Pacífico	2,38	21.307	4,1	163.375	2,4	92
Unión Europea	3,12	61.644	7,8	360.535	3,6	166.718
América Latina	2,40	4.522	4,8	35.007	2,5	10.108

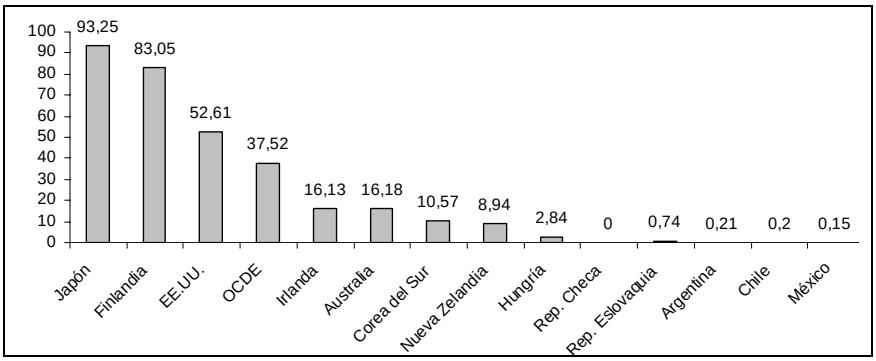
Fuente: Academia de Ciencias.

2.1.2.2 Patentes

A pesar de algunas limitaciones,[20] las patentes son un indicador útil para medir las tendencias nacionales en innovación tecnológica. El nivel y la evolución del patentamiento en Chile y aquel realizado por instituciones chilenas en el extranjero son reveladores en varios aspectos:

- Las patentes triádicas, es decir, aquellas que se registran simultáneamente en EE.UU., la UE y Japón, son casi inexistentes (Figura 2.10), al igual que el registro de patentes sólo en EE.UU..[21] Esto refleja la limitada capacidad del sistema de innovación para generar nuevos productos y procesos únicos en el mundo, pero también que: *i)* Chile se especializa en industrias con baja tendencia a patentar; y *ii)* las exitosas industrias de exportación dependen de tecnologías importadas y demuestran innovación en conocimiento no-patentable, como los modelos de negocios y marketing.

Figura 2.10 Patentes triádicas por cada millón de habitantes, 2004



Fuente: OCDE.

20 Especialmente el hecho que la tendencia a patentar varía entre las industrias, lo cual refleja una variación sectorial de la eficiencia relativa de distintos modos de apropiación de los beneficios de la innovación (patentes, secretos comerciales, ventaja del "primero en partir" o *first mover*, etc.).

21 Se inscribieron alrededor de 15 patentes anuales entre 2001 y 2005.

Tabla 2.7 Solicitudes de patentes e inscripciones en el Departamento de Propiedad Industrial de Chile, por país del solicitante

	Solicitudes de patentes al año		Patentes otorgadas al año		
	1995	2004	1995	2004	Total 1995-2004
Chile	170	582	19	51	194
Norteamérica	764	1.125	53	216	1.397
Europa	347	650	29	95	927
Otros	134	172	9	23	199

Tabla 2.8 Patentes por tipo de solicitante nacional, 1995-2004

Solicitudes por chilenos	Cantidad	%
Total	2.509	100,0
Individuos	1.738	69,3
Instituciones	771	30,7
Universidades	138	5,5
Centros	2	0,1
Institutos	3	0,1
Fundaciones	11	0,4
Empresas y otros	617	24,6
Patentes otorgadas a chilenos	**Cantidad**	**%**
Total	194	100,0
Individuos	111	57,2
Instituciones	83	42,8
Universidades	12	6,2
Centros	5	2,6
Institutos	0	0,0
Fundaciones	1	0,5
Empresas y otros	65	33,5

Fuente: Academia de Ciencias, basado en DPI.

- Una observación de las patentes presentadas y procesadas por el Departamento de Propiedad Industrial confirma la muy baja tasa de acumulación de propiedad intelectual (PI) por los actores chilenos, aunque su tendencia a patentar está aumentando, especialmente desde 2000 (Tabla 2.7). También revela que las empresas extranjeras, principalmente de Norteamérica y Europa, están cada vez más interesadas en proteger su PI en Chile, lo cual sugiere una intensificación del contenido de conocimiento en sus negocios (sean IED o exportaciones) dentro del país. Finalmente, muestra que las universidades que llevan a cabo más del 80% de la investigación científico-tecnológica chilena sólo representan una pequeña proporción de las patentes otorgadas a los inventores nacionales (Tabla 2.8).

2.1.2.3 Contenido tecnológico de las exportaciones

El contenido tecnológico o de I+D de las exportaciones es un indicador muy utilizado internacionalmente para medir el desempeño de las capacidades innovadoras. Pero debería usarse con precaución, ya que este indicador fácilmente puede conducir a errores.

Tabla 2.9 Alto contenido tecnológico de exportaciones manufacturadas, 2003

País	%
Turquía	2
Chile	3
Polonia	3
España	7
Portugal	9
Argentina	9
Nueva Zelanda	10
Brasil	12
República Checa	13
Suecia	15
Israel	18
México	21
Japón	24
Finlandia	24
Hungría	26
EE.UU.	31
Corea del Sur	32
Irlanda	34
Singapur	59

Fuente: Indicadores de Desarrollo Mundial 2004, Banco Mundial

Primero, la relación entre la innovación y la especialización comercial son complejas, como hemos visto en el Capítulo 1; consolidar o construir nuevas ventajas comparativas a través de la innovación no necesariamente significa maximizar la intensidad de I+D de las exportaciones. Segundo, lo que miden las estadísticas de intercambio comercial es el grado de inserción de países en las cadenas mundiales de valor en actividades intensivas en I+D y no su aporte a los eslabones más intensivos en innovación de esas cadenas. El ejemplo más impactante es China, que se está especializando cada vez más en exportaciones de alta tecnología, pero la gran mayoría de esas exportaciones son de filiales de empresas multinacionales y sólo una pequeña fracción de la I+D involucrada en la producción de aquellos bienes se realiza en China. Lo mismo se puede afirmar de Irlanda y México[22] (Tabla 2.9). Tercero, este indicador no considera la importancia cualitativa de la innovación tecnológica al extraer valor de los recursos naturales,[23] ni de la innovación no-tecnológica al desarrollar actividades de mayor valor agregado, especialmente en el sector servicios. Por lo tanto, es particularmente inadecuado para evaluar el grado de sofisticación tecnológica de una economía basada en recursos naturales, como la chilena.

En Chile se realizan muy pocas actividades de alta tecnología, cualquiera que sea la herramienta estadística que se utilice para describirlas. Un estudio reciente del Ministerio de Economía intentó evaluar el desempeño de las exportaciones chilenas utilizando dos metodologías: la clasificación de comercio de alta tecnología de la OCDE, basado en el ISIC [24] (Tabla 2.10), y la lista CUCI [25] de productos de alta tecnología (Tabla 2.11). La tasa de productos de alta tecnología sobre las exportaciones totales parece ser entre 0,4% y 1,1%, es decir, más bajo que lo calculado en la Tabla 2.9 por el Banco Mundial. Otro hallazgo es que Chile alberga segmentos significativos de cadenas mundiales de valor en la producción de alta tecnología sólo en químicos y automóviles, que en conjunto suman más del 80% de sus exportaciones de bienes de alta tecnología. Sin

22 Esto explica por qué México, la economía menos intensiva en I+D del área OCDE, aparece en la Tabla 2.9 por encima de Israel, que es la economía más intensiva en I+D a nivel mundial.

23 Por ejemplo, una inversión relativamente baja en biotecnología para desarrollar vacunas contra ciertas enfermedades podría tener un impacto enorme en la viabilidad del cultivo de pescado.

24 Clasificación de Estándares Industriales Internacionales (*Internacional Standard Industrial Classification*).

25 Clasificación Uniforme para el Comercio Internacional.

embargo, en 2004 el 42,6% de las exportaciones eran de actividades de tecnología mediana-alta o mediana-baja, en las cuales el alcance de las combinaciones creativas entre innovaciones blandas y tecnológicas es muy amplio.

Tabla 2.10 Exportaciones manufactureras por contenido tecnológico (%)

Clasificación	2000	2001	2002	2003	2004
No-clasificadas *	28,3	27,8	25,5	28,4	30,9
Alto	0,6	0,7	0,7	0,6	0,4
Medio Alto	7,9	8,4	8,1	7,8	6,2
Medio Bajo	32,7	31,5	32,8	31,9	36,4
Bajo	30,5	31,6	32,9	31,2	26,0
Total	100	100	100	100	100

* Exportaciones no-industriales.

Fuente: Programa de Desarrollo e Innovación Tecnológica (2006).

Tabla 2.11 Exportaciones de productos de alta tecnología (%)

Familia de productos	2000	2001	2002	2003	2004
Aero-espacio	0,04	0,03	0,03	0,02	0,01
Maquinaria de oficina y computadores	0,07	0,08	0,08	0,07	0,05
Comunicaciones electrónicas	0,11	0,14	0,18	0,11	0,06
Farmacéuticos	0,05	0,06	0,07	0,07	0,06
Instrumentos Científicos	0,03	0,03	0,02	0,05	0,02
Máquinas Eléctricas	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
Automóviles	1,13	1,00	1,01	0,74	0,44
Química	0,21	0,24	0,20	0,23	0,41
Maquinaria y equipos mecánicos	0,04	0,00	0,04	0,01	0,00
Armas	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
Total	1,67	1,59	1,67	1,30	1,07
Exportaciones Totales	100	100	100	100	100

Fuente: Programa de Desarrollo e Innovación Tecnológica (2006).

2.1.3 Eficiencia de los insumos y resultados en innovación – un diagnóstico inicial

En resumen, ¿qué nos dice el análisis internacional de la inversión y los logros en innovación de Chile, basados en algunos indicadores disponibles, sobre estas tres preguntas principales?

- ¿Ha demostrado Chile un desempeño insuficiente comparado con países de ingresos similares o con ventajas comparativas comparables en industrias basadas en recursos naturales, en términos de sus resultados en innovación (medidas por las publicaciones, patentes, y exportaciones intensivas en conocimiento)? Indudablemente que sí, aunque últimamente ha habido avances en este sentido.

- ¿Chile ha invertido lo suficiente en I+D y capital humano especializado? Obviamente que no, especialmente en el sector privado, pero también en todos los niveles del sistema educacional.

- ¿Será la baja inversión la principal causa de los resultados insuficientes, o lo contrario, o son ambos? El hecho que, en una comparación internacional, la brecha en los resultados en innovación parece aún mayor que en los insumos sugiere esto último. En otras palabras, factores de oferta y demanda pueden estar disminuyendo la rentabilidad de la inversión en conocimiento en algunas áreas,

mientras que crea obstáculos a la inversión en otras áreas.[26] Se requiere mayor investigación acerca de estas ineficiencias del sistema nacional de innovación.

A partir de la experiencia de los países de la OCDE, la próxima sección ayudará a identificar estas ineficiencias utilizando el enfoque del sistema de innovación.

2.2 El enfoque del SNI: principales lecciones de la experiencia de países de la OCDE[27]

Al intentar darle un marco a sus políticas sobre ciencia, tecnología e innovación dentro de la perspectiva de un "sistema de innovación", Chile debería aprender las lecciones de los países de la OCDE con más experiencia y éxitos en este campo. Cuando Freeman (1987) introdujo el término "sistema de innovación", se refería principalmente a los organismos relacionados con la investigación y la innovación. Recientemente, se ha comprendido que el desempeño general en innovación depende de muchos más actores y capacidades, además de un espectro de condiciones marco. Esta sección destaca algunos de los aspectos claves y las implicancias de esta perspectiva más amplia. Esto no es "simplemente" una cuestión de aprender bien la teoría; tiene alcances importantes en cuanto al equilibrio y la combinación apropiada de políticas necesarias para mejorar el desempeño del sistema de innovación y la cantidad de comunicación y coordinación necesarias para crear políticas de innovación integrales. Cuando los países operan con un "mapa de innovación" estrecho que se concentra solamente en la CyT y el sistema formal de I+D, es probable que tomen sus decisiones políticas optimizando los aspectos formales del sistema en desmedro de su totalidad.

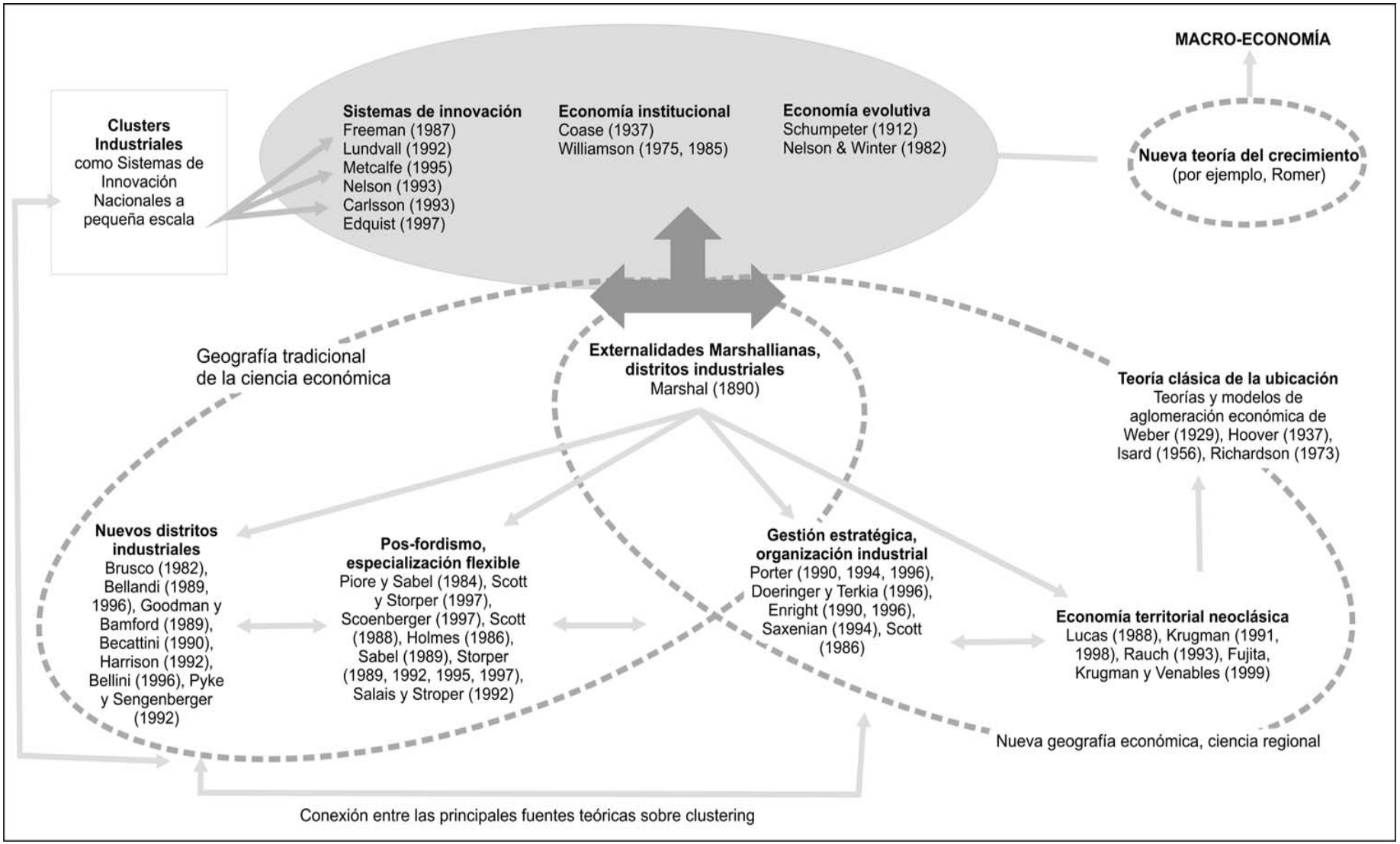
No hay una "respuesta fácil" sobre cómo diseñar y delimitar un mapa del sistema de innovación. Como siempre, es riesgoso transferir sin reparos conceptos y técnicas de países desarrollados hacia países menos desarrollados, ya que las suposiciones tácitas que son ciertas para la mayoría de los países de la OCDE muchas veces no son aplicables en otro contexto (un claro ejemplo es que, a diferencia de los países de la OCDE, Chile no puede suponer la existencia de una gran cantidad de empresas innovadoras o "preparadas para la innovación" por el lado de la demanda en el sistema de innovación). Esta sección enfatiza varios aspectos relevantes para la discusión del sistema de innovación chileno.

---

26 *Country Innovation Brief: Chile*, Oficina del Economista Jefe para América Latina y el Caribe, Banco Mundial.

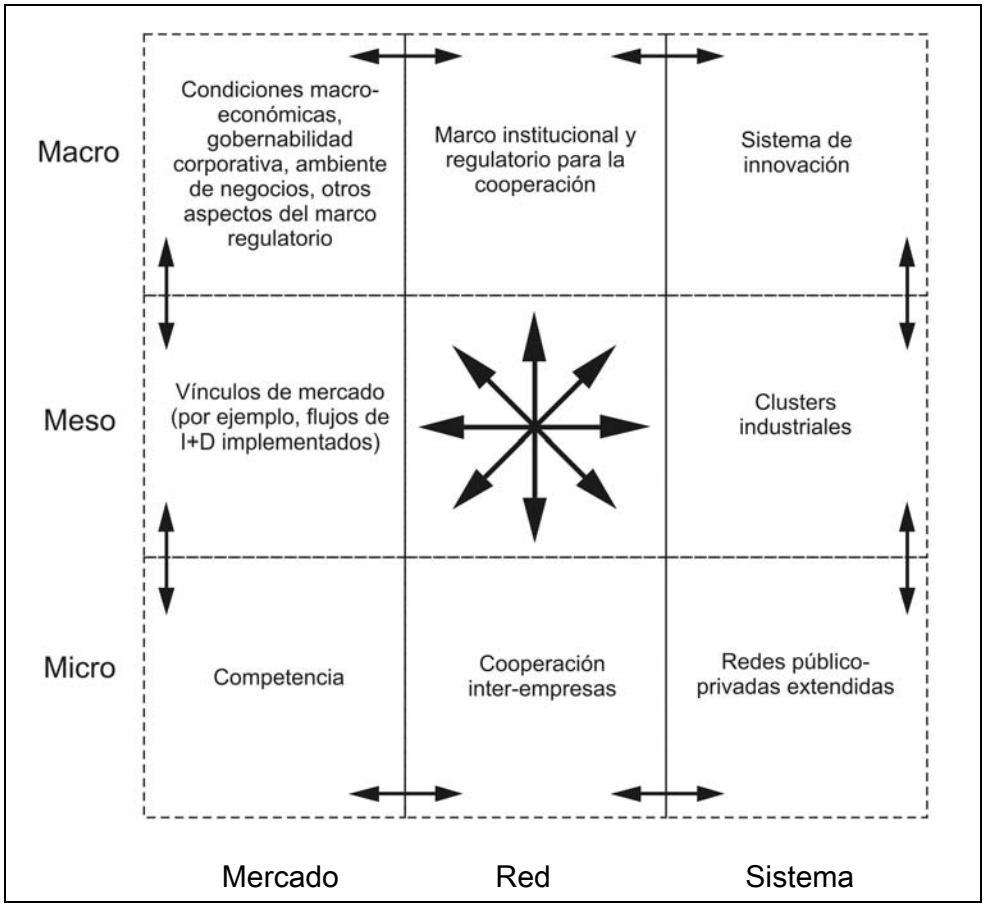
27 Esta sección se basa fuertemente en un aporte de Martin Bell (SPRU) y Eric Arnold (Technopolis).

Figura 2.11 La base teórica de un enfoque sistémico para la innovación



Fuente: OCDE, adaptado de P. Den Hartog.

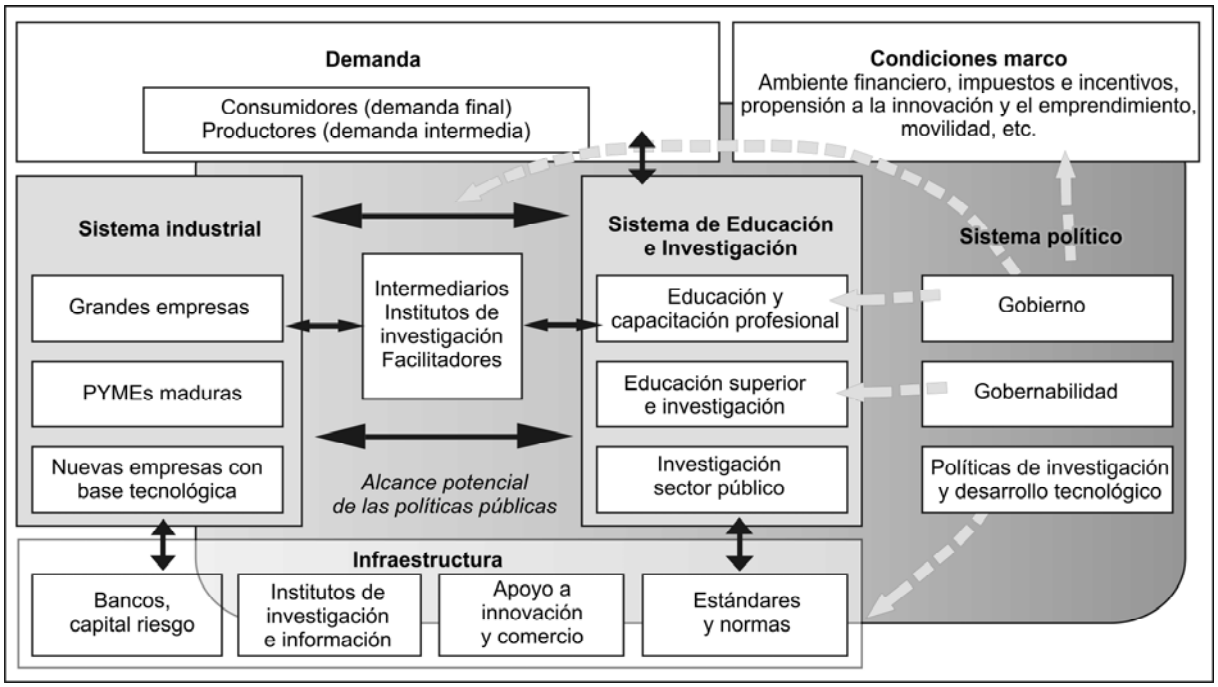
Figura 2.12 Las interacciones en los sistemas de innovación



Fuente: OCDE

.

Figura 2.13 Una heurística: el sistema nacional de investigación e innovación



Fuente: Erik Arnold y Stefan Kuhlman (2001).

2.2.1 La naturaleza del sistema de innovación

La interconexión y la interdependencia son esenciales al concepto de "sistema de innovación". La perspectiva del sistema de innovación se originó en una decidida oposición a las formas más o menos simples y mono-causales de intentar comprender la innovación y la economía. En particular, es una reacción contra la visión que considera la tecnología como un factor de producción residual bajo el modelo económico neoclásico, y en contra del famoso modelo mental de relación entre investigación e innovación – el llamado "modelo lineal" – que sugiere que la ciencia básica lleva a la ciencia aplicada, que a su vez produce innovación y así genera riqueza. Aunque en los años 1950 existió una limitada investigación en apoyo a esta visión sobre el "empujón de la tecnología" o "empujón de la ciencia", en su versión más cruda no resiste el análisis científico. Los modelos más modernos del proceso de innovación son más complejos, con muchos vínculos entre los actores (ver Mowery y Rosenberg, 1978, Kline y Rosenberg, 1986, Mullin et al., 1999). Los procesos de innovación no siempre "comienzan" en un lugar determinado (la ciencia básica o el mercado), sino que pueden ser "gatillados" por cambios desde cualquier lugar.

El concepto de un sistema nacional de innovación tiene fundamentos teóricos eclécticos y se relaciona con varias corrientes del pensamiento económico (Figura 2.11). Lo definiremos aquí como una red de interacción a distintos niveles (Figura 2.12) entre organizaciones específicas (por ejemplo empresas, institutos de investigación, universidades) que conjuntamente e individualmente contribuyen al desarrollo y difusión de nuevo conocimiento y tecnologías (Metclafe, 1995, OCDE, 1999). Estas instituciones contribuyen al desarrollo dentro de un conjunto más amplio de instituciones y condiciones sociales, económicas y políticas que influencian a los actores y generan el marco en el cual los gobiernos crean e implementan políticas para guiar el proceso de innovación. Es, por lo tanto, un sistema interconectado de organizaciones o actores claves y condiciones marco amplias (ver Capítulo 1) dentro del cual las sociedades crean, almacenan y transfieren conocimiento, habilidades y artefactos que contribuyen a la innovación (Figura 2.13). Desde esta perspectiva, el desempeño en innovación de una economía depende no sólo de cómo se comportan las organizaciones individuales aisladamente, sino también de cómo interactúan entre sí, y de su interacción con instituciones sociales como los valores, normas y marcos legales (ver Smith, 1996). En efecto, cada componente del sistema necesita rendir a una calidad y eficiencia por lo menos aceptable, y los vínculos entre éstos necesitan funcionar bien.

La actividad innovadora engloba un amplio conjunto de fenómenos. Los sistemas de innovación no sólo tienen que ver con los tipos de innovación que son novedosos a nivel global. Por el contrario, después de la creciente cantidad de encuestas de innovación que siguen las líneas guía del Manual de Oslo (OCDE, 1992), hoy se reconoce que algunas actividades innovadoras importantes incluyen cambios que son nuevos a las industrias o empresas individuales particulares. La innovación también engloba no sólo las innovaciones tecnológicas "duras", sino también formas más blandas que tienen que ver con los sistemas y procedimientos organizacionales. Por lo tanto, mucha innovación ni siquiera involucra I+D. De hecho, a menudo la I+D no es una fuente de innovación sino un efecto de decisiones en torno a la innovación (Smith y West, 2005). Muchas veces las empresas buscan innovar explotando su conocimiento activo pre-existente. Sin embargo, pueden surgir problemas no previstos, y éstos requieren soluciones a través de la I+D. Desde este perspectiva, la I+D debería ser vista no como un proceso de descubrimiento, sino como una actividad para solucionar problemas dentro de procesos de innovación ya existentes.

Las empresas son actores claves del sistema. Desde los primeros aportes a las ideas sobre sistemas de innovación, se han puesto distintos énfasis a los diferentes componentes del sistema. Por ejemplo, aunque el comentario de Freeman sobre el sistema de innovación japonés (Freeman, 1987) consideró también la importancia de las empresas, destacó principalmente la importancia de los organismos públicos y el marco social, cultural y macro-institucional más amplio dentro del cual funcionaban. Más tarde, los estudios comparativos de los sistemas nacionales de innovación hechos por Nelson fueron más allá: las empresas fueron incluidas en los mapas del los sistemas nacionales de innovación, pero el enfoque prioritario fueron las organizaciones científico-tecnológicas y estructuras organizacionales del sector público para las decisiones de política (Nelson, 1993). Estudios posteriores de sistemas nacionales de innovación han desarrollado este énfasis aún más estrechamente. Numerosos informes se han concentrado exclusivamente en las organizaciones del sector público y las estructuras de decisiones políticas, dejando a las empresas como apéndices menores en el margen de los mapas de sistemas. En algunos casos, los sistemas nacionales de

innovación se han definido casi exclusivamente en términos de los actores del sector público, frecuentemente descritas dentro de estructuras jerárquicas a través de las cuales influencian y motivan a los demás actores, incluyendo a las empresas.

También se desarrollo una perspectiva alternativa que se centró en las interacciones entre las empresas como usuarios y productores de tecnologías innovadoras (por ejemplo, ver Lundvall, 1992). Las empresas estaban al centro de esas ideas sobre los sistemas de innovación, y los organismos públicos de CyT eran algo periféricos – aunque también se reconocía la importancia de los entornos culturales y macro-sistemas más amplios. Algunos estudios posteriores se han concentrado casi exclusivamente en las empresas como el núcleo de los sistemas de innovación, mientras las organizaciones del sector público ocupan una posición marginal o de "apoyo" dentro del mapa.

Como se ve en la Figura 2.13, el enfoque de este informe combina estas dos perspectivas, cada una de las cuales ha tenido una influencia relativa sobre las decisiones políticas de los países de la OCDE, dependiendo de los temas más urgentes que han enfrentado, mientras que su convergencia ocurrió gradualmente a través del aprendizaje internacional sobre políticas (Cuadro 2.2). Chile puede beneficiarse de esta experiencia al intentar sobreponerse a la actual división que surge en muchas discusiones acerca de políticas, entre un enfoque "económico" que se centra en los motores de innovación basados en el mercado, y un enfoque "institucional" que considera el lado de la oferta del sistema de innovación, impulsada por el gobierno.

La demanda, y no sólo la oferta, impulsa a los sistemas de innovación. Actualmente es común argumentar que los modelos "lineales" de conocimiento – que van en una sola dirección, desde la I+D hacia la comercialización – no logran representar adecuadamente lo que ocurre durante los procesos de innovación. En cambio, varios flujos de conocimiento que van en la dirección opuesta (desde el mercado hacia la investigación) se han destacado como motores y formadores del proceso de innovación. Sin embargo, esta última perspectiva que surge desde el lado de la demanda, aunque ampliamente aceptada en los estudios a nivel micro, rara vez ha logrado instalarse en el mapeo de sistemas de innovación a nivel macro. Por el contrario, estos mapas suelen destacar sólo el flujo de conocimiento en una vía desde "productores" como universidades e institutos de investigación hacia diversos "usuarios" – a menudo descritos como empresas.

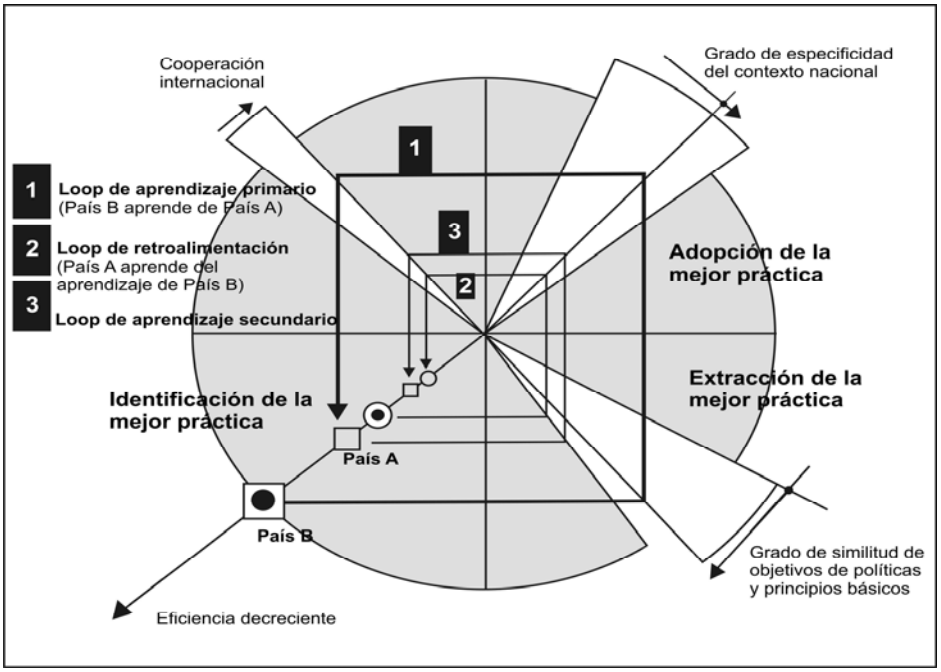
Este informe adopta un enfoque distinto. La articulación de la demanda efectiva de innovación, y de insumos de conocimiento y habilidades para la innovación, es considerada de importancia central para estimular o des-estimular la innovación y la dirección que ésta toma. En Chile un conjunto específico de demandas de innovación desde antiguos *clusters* dominantes basados en recursos naturales ha tenido una influencia enorme en la formación de las características de los actores claves del sistema de innovación, las formas de interacción entre ellos y la naturaleza de las actividades innovadoras que han emprendido. En la última década, sin embargo, han emergido nuevas demandas de innovación y se han creado nuevas condiciones que afectan a la demanda. Surgen importantes preguntas acerca de cómo han respondido algunos componentes del sistema de innovación a estas nuevas condiciones.

Cuadro 2.2 Aprendizaje de las mejores prácticas internacionales

Es difícil encontrar "fórmulas" en el área de las políticas de innovación. Debido a que hay factores particulares a cada país y coyuntura que influyen sobre lo que debieran lograr (o al menos intentar lograr) los encargados de generar políticas, pocas acciones pueden calificarse como "mejores prácticas" en términos absolutos (excepto en sentido muy amplio, o al nivel muy detallado del diseño específico de instrumentos). Al mismo tiempo, la diversidad de situaciones y experiencias a nivel nacional nos ofrece una vasta reserva acumulada de observaciones que nos ayudan a comparar la relación entre prácticas y resultados. La evaluación de por qué algunos países son más exitosos que otros al intentar lograr sus metas puede permitir a los países aprender de las experiencias de los demás – de sus similitudes y también de sus diferencias.

Sin embargo, este proceso de aprendizaje debería estar alimentado por una ordenada recolección de información y evaluación de los verdaderos resultados de políticas dirigidos a lograr objetivos que son más o menos comunes a todos los países. De este modo, a través de un proceso de identificación de las mejores prácticas de otros países, extracción de los componentes más relevantes a la propia situación y objetivos deseados, y adopción de las políticas apropiadas, un país puede escalar desde una posición de menor eficiencia a una de mayor eficiencia (Camino 1 en la Figura más abajo). Una vez que ha escalado a esta nueva posición, todavía queda espacio para mejorar, ya que cada país va renovando permanentemente su búsqueda de ejemplos de mejores prácticas en otros países. A medida que el intercambio de experiencias va ayudando a los países a coordinar ajustes en sus políticas para generar mayores beneficios mutuos, se van generando además beneficios adicionales.

La rueda del aprendizaje



Fuente: OCDE.

La noción de mejor práctica debería entenderse desde esta perspectiva, es decir, como un "mecanismo de aprendizaje" más que un "concepto normativo", reconociendo que:

- No existe necesariamente una única mejor práctica para un determinado objetivo de políticas.
- Dadas las diferencias en viabilidad política y otros aspectos específicos de los sistemas nacionales de innovación, los países no siempre estarán posicionados para extraer las mismas lecciones de una mejor práctica, una vez identificada.
- Existe el riesgo de que "el bosque no deje ver los árboles" y se atribuya el éxito exclusivamente a determinados programas de apoyo. Siempre deben considerarse los efectos de las condiciones marco y la interacción entre distintas medidas políticas.

Los gobiernos tienen una capacidad limitada para identificar y corregir fallas sistémicas y de mercado, que varían de un país a otro. Solamente se debiera proponer la transferencia internacional de las mejores prácticas una vez que se hayan demostrado las capacidades nacionales para implementar estas políticas.

Figura 2.14 Aprendizaje sobre políticas internacionales

¿APRENDER SOBRE QUÉ?

OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DE ALTO NIVEL

- Movimiento desde la imitación hacia la innovación para ir recuperando terreno (Corea del Sur)
- Usar TICs como trampolín pero evitar el "candado tecnológico" (Irlanda, Finlandia, Taipei Chino)
- Convertir a los recursos naturales en conocimiento utilizando el conocimiento (Noruega)
- Inyectar más I+D a la innovación en base a redes (Dinamarca)

TAREAS ESTRATÉGICAS (ejemplos escogidos)

- Buena base econ., apertura internacional e inversión pública-privada sostenida en conocimiento (todos)
- Atraer inversión extranjera intensiva en conocimiento, en sectores de exportación, pero tejer vínculos con empresas nacionales a través de políticas de innovación activas y amplias (Irlanda)
- Una fuerte gobernabilidad de políticas de innovación, incluyendo una efectiva coordinación entre instrumentos y organismos de políticas (Finlandia, Corea del Sur)
- Desarrollar un conjunto diversificado de *clusters* innovadores alrededor de grandes empresas o instituciones de conocimiento (Finlandia)
- Explotar sinergias de innovación entre servicios y manufactura para crear ventajas competitivas en nichos de rápido crecimiento en el mercado mundial (Australia)
- Fomentar la innovación con base científico-tecnológica y la innovación en servicios para extraer más valor de los recursos naturales (Noruega)
- Fomentar la cooperación beneficiosa para el mercado entre PYMEs, y entre PYMEs y la infraestructura de conocimiento para compensar la falta de empresas grandes e innovadoras (Dinamarca, Nueva Zelanda)

MEDIDAS ESPECÍFICAS (ejemplos de medidas escogidas para fomentar las redes de innovación)

	Genérico		**Dirigida a relaciones entre ciencia e industria**		
	Conciencia de las oportunidades de redes y búsqueda de socios	**Apoyo de la organización y operación de redes**	**Apoyo institucional y financiero**	**Enfoque regulatorio**	**Incentivos tributarios**
Específico a las PYMEs	Portal de Innovación (Canadá) Portal Inno-Net (Corea del Sur) Búsqueda de socios	Investigación Cooperativa (CRAFT) (UE)			
		Pro-Inno			
	Centros de Transmisión de Innovación (la mayoría de los países europeos) además de redes de cooperación pan-europeas para oportunidades de redes y búsqueda de socios		TEFT (Noruega)		
			SBIR / STTR (EE.UU.)		
No específico a las PYMEs	Mercado Tecnológico CORDIS (UE)	Centro de Experticia y Programa de Cluster (Finlandia)		Objetivo de 15% de participación de PYMEs en FP (UE)	Beneficio tributario para colaboración en I+D (Dinamarca)
			Consorcio de Innovación (Dinamarca) CRCs (Australia) Centros K (Austria)		

¿APRENDER DE QUIÉN?

(ejemplos y criterios escogidos)

PAÍSES

	Aus-tralia	Dina-marca	Fin-landia	Irlan-da	Corea del Sur	Nueva Zelan-da	Noruega
Tamaño (población)		o	o				o
Nivel relativo de ingresos per cápita					o		
Distancia de mercados principales	o				o	o	
Naturaleza de ventajas comparativas						o	o
Parte de una agrupación regional de países de cultura similar		o	o	o			o

REGIONES Y CLUSTERS DE INNOVACIÓN

Basados en recursos naturales ----------→Basados en I+D

	SIV* (Valencia, España)	Cluster de Flores (Holanda)	Medios digitales e industrias creativas (Escocia, RU)	Valle Médico (Dinamarca, Suecia)	Biotech y ciencias de la vida (Triángulo de Invest., EE.UU.)
Difusión de la tecnología	o				
Vínculos universidad-industria		o	o	o	o
Logística y otros servicios especializa-dos	o	o			
Financia-miento de la innovación			o	o	o
Redes de PYMEs	o			o	o

* Sistema de Innovación en Ciencia, Tecnología y Empresa

Fuente: OCDE.

2.2.2 El proceso de innovación

Las actividades innovadoras son mucho más que I+D. Frecuentemente, las discusiones acerca de las funciones científico-tecnológicas de los sistemas nacionales de innovación rápidamente hacen el salto desde "ciencia y tecnología" hacia "investigación y desarrollo". En consecuencia, los mapas del sistema de I+D fácilmente se confunden con los mapas del sistema de innovación.

Como aclaramos en la Sección 2.1, esto tiende a ser reforzado por una fuerte dependencia de información sobre insumos y resultados de I+D como los únicos indicadores disponibles y comparables a nivel internacional sobre las características principales de los sistemas de innovación. Esto produce serias distorsiones, ya que deja fuera muchos otros tipos de actividades de CyT que cumplen roles fundamentales para la innovación. Esto se puede observar en la Tabla 2.12, que muestra los tipos de actividad emprendidos por personal altamente calificado en disciplinas de ciencia e ingeniería en EE.UU. durante 2003.

Tabla 2.12 Principales actividades de científicos e ingenieros en los EE.UU., 2003

Investigación (básica y aplicada) y desarrollo tecnológico	10%
Diseño (de equipos, procesos, estructuras, modelos, además de programación informática y desarrollo de sistemas, etc.)	13%
Gestión/Supervisión (de personas, proyectos, calidad, productividad, etc.)	19%
Actividades de comercio, gestión y producción (en contabilidad, personal, ventas, mantención, etc.)	21%
Servicios profesionales (financieros, de salud, legal, *etc.*)	23%
Docencia	11%
Otras actividades	3%
Todas los anteriores	100%

Fuente: US NSF (2003) – agregados de categorías más detalladas en el original.

Recordando que estos datos provienen de una de las economías más intensivas en I+D de todo el mundo, la importancia relativa de las primeras tres categorías es bastante llamativa.

- Sólo el 10% de todos los científicos e ingenieros encuestados emprenden I+D como su principal actividad. En otras palabras, la principal actividad del 90% de ellos no es la I+D.
- En contraste, una mayor proporción (13%) lleva a cabo varias actividades de "diseño e ingeniería", incluyendo el diseño de programas computacionales, sistemas, etc.
- Un porcentaje aún mayor (19%) realizan diversas actividades relacionadas con la gestión, frecuentemente relacionadas con proyectos de administración, calidad y productividad.

Es casi seguro que la mayoría de las personas de estos tres primeros grupos (un 42% del total) están involucrados de alguna manera en la innovación – generando nuevo conocimiento como un insumo a ella, diseñando especificaciones para sus componentes, o administrando aspectos de su implementación. Pero sólo un cuarto de estos contribuyentes a la innovación hacen I+D. Más allá de esto, una gran cantidad de científicos e ingenieros que emprenden otras actividades no relacionadas con la I+D, también contribuyen a la innovación – por ejemplo los científicos e ingenieros que trabajan en servicios profesional como las finanzas y la salud.

Se pueden derivar perfiles similares de las actividades relacionadas con la innovación a partir de las encuestas de innovación en países más comparables con Chile. Por ejemplo, como se resume en la Tabla 2.13, datos de la Encuesta de Innovación sobre la industria manufacturera de Argentina durante 2001 indican las proporciones de todos los trabajadores profesionales, calificados en ciencia e ingeniería, que desarrollan distintas actividades. Una vez más, el cuadro es revelador:

- La gran mayoría (73%) de los científicos e ingenieros calificados empleados en la industria manufacturera aplican sus capacidades científico-tecnológicas a actividades que no son de I+D (ni de tiempo completo ni parcial).

- Menos de 1% de todos los empleados manufactureros están involucrados en la I+D "formal"; pero casi veinte veces esa cantidad contribuyen a la innovación a través de sus actividades en la I+D "informal", la ingeniería industrial, el diseño y actividades administrativas relacionadas.

Tabla 2.13 Actividades de innovación en el sector manufacturero en Argentina, 2001

Tasa de empleados profesionales calificados en ciencias naturales e ingeniería	
I+D a tiempo completo	17%
I+D a tiempo parcial	10%
Otras actividades (no-I+D)	73%
Tasa de todos los empleados que realizan actividades varias que específicamente contribuyeron a la innovación	
I+D "formal" (organizada en un departamento o sección de I+D)	0,9%
I+D "informal" (no organizado en un departamento específico de I+D) o varias actividades de ingeniería, diseño y gestión industrial que contribuyeron a la innovación	17%

Fuente: INDEC, 2001

Estos indicadores de la relativa magnitud de distintas actividades relacionadas con la innovación demuestran la estrechez de las perspectivas dominadas por la I+D. También destacan la importancia de un cúmulo de actividades complementarias relacionadas con el diseño, la ingeniería, y la gestión.

El diseño, la ingeniería y la gestión cumplen roles claves en los sistemas de innovación. La principal actividad que está en el corazón de casi toda innovación es la creación de un conjunto de especificaciones (o "diseños") del cambio que se implementará. Éstas pueden ser diseños complejos almacenados en instalaciones de diseño equipadas con computadoras. Pueden estar escritas en el polvo del piso de un taller. También pueden ser especificaciones de procedimientos y acuerdos organizacionales.

Para las tecnologías modernas, los creadores de estos diseños y especificaciones pueden ser varios tipos de ingeniero – por ejemplo, un egresado universitario que trabaja en una oficina de diseño informático. Pero también pueden ser bastante diferentes – por ejemplo, un agricultor diseñando la configuración de su siembra en una pequeña plantación. Otros actores pueden identificar las necesidades u oportunidades de innovación para las cuales los diseñadores e ingenieros después crean las especificaciones. Los "emprendedores" cumplen este importante rol, pero una vez más se necesita comprender quiénes son en realidad. Pueden ser como el clásico emprendedor individual que crea una pequeña empresa, un ingeniero o un administrador de una empresa manufacturera que identifica una oportunidad en un mercado local para explotar una tecnología bien establecida, o un empleado regional que aprovecha una oportunidad de unir recursos tecnológicos y financieros para crear una serie de nuevos centros de salud rurales. Hasta en las más pequeñas innovaciones, varios actores pueden haberse coordinado y organizado para integrar los distintos insumos necesarios para lograr la innovación. De allí que muchas veces estén involucrados los "gerentes", y una vez más, éstos pueden abarcar un espectro muy amplio.

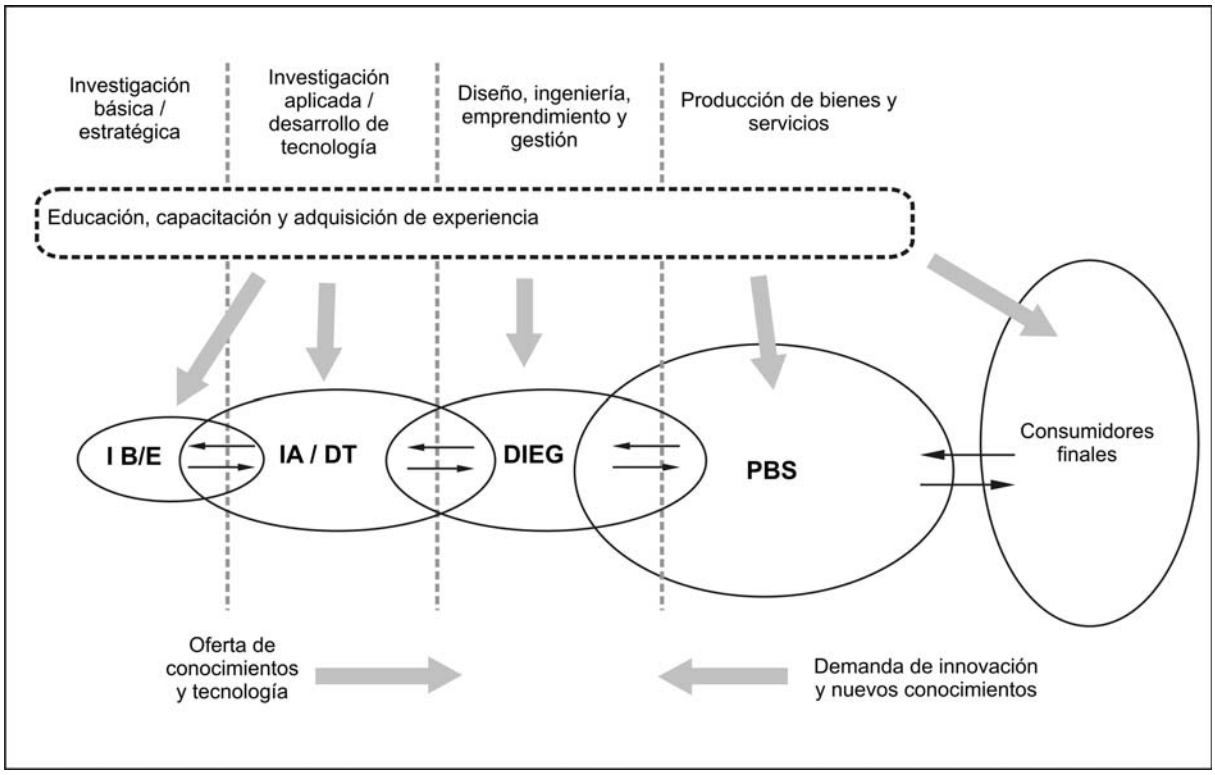
Estos actores de Diseño, Ingeniería, Emprendimiento y Gestión (DEEM), cumplen tres roles claves en los sistemas de innovación. Primero, generan las especificaciones para cambios en la producción de bienes y servicios, utilizando el conocimiento existente sin ningún insumo directo de nuevo conocimiento vía I+D. Por ejemplo, los ingenieros que diseñan los planes de explotación para abrir nuevas minas utilizan los principios, métodos e información de diseño disponibles, y los aplican usando su experiencia, a los

requerimientos variables de las distintas situaciones en la minería – introduciendo avances y mejorías a los planes anteriores.

Segundo, y probablemente con mucho menor frecuencia, las actividades DEEM actúan sobre la base de conocimiento nuevo, recientemente desarrollados – tal vez creados por su propia I+D anterior, tal vez adquiridos de ejecutores de I+D más distantes, o posiblemente sacados de I+D inmediatamente anterior y cercana. En este rol, estos actores contribuyen al proceso de traducir los resultados de la I+D en realidades concretas – es decir, en innovación implementada.

Tercero, además de estos dos roles del lado de la oferta, cumplen un rol igualmente importante en la otra dirección – de la producción de bienes y servicios hacia la ejecución de I+D. Cuando su base de conocimiento existente es inadecuada para satisfacer las demandas de innovación que enfrentan, estos actores activamente "tiran" de la I+D para abastecerse de nuevos conocimientos. Esto no constituye simplemente una demanda ambigua de "innovación" en general; por lo contrario, las actividades de diseño, ingeniería, empresariales de gestión sirven para concretar una demanda generando configuraciones técnicas específicas o requisitos de desempeño que dan forma al proceso de desarrollo tecnológico.

Figura 2.15 Funciones centrales de CyT en el sistema de innovación



Dada la importancia de este doble rol dentro del sistema de innovación, estos actores merecen ser ubicados entre las funciones centrales de la CyT (Figura 2.15).

Las funciones de innovación no mapean "perfectamente" a las organizaciones. El enfoque de esta sección se ha concentrado en las funciones o actividades (investigación, ingeniería, producción, etc.). Muchos otros enfoques definen a los sistemas de innovación principalmente en términos de organizaciones (universidades, institutos de investigación, empresas, etc.). Es importante enfatizar que las funciones individuales raramente mapean un solo tipo de organización. Muchas de las organizaciones claves de los sistemas de innovación son multifuncionales – por ejemplo, las universidades han extendido su función tradicional de investigación básica/estratégica al desarrollo de tecnologías, e incluso al diseño, la ingeniería y el emprendimiento. Distintas organizaciones pueden abordar funciones similares – por ejemplo, parte del proceso de crear capital humano en CyT para los sistemas de innovación se realiza desde organizaciones especializadas en educación

y capacitación, pero otra parte muy importante también se lleva a cabo por empresas a través de grandes gastos en educación y capacitación, y por la gestión activa del proceso de acumulación de experiencias.

Los sistemas nacionales están abiertos internacionalmente. Muchos sistemas nacionales de innovación tienen un fuerte y a veces exclusivo énfasis en las actividades nacionales y las interacciones dentro del sistema. Esto fácilmente excluye de las políticas en innovación aquellos elementos internacionales que podrían ser esenciales para influenciar el funcionamiento de todos los aspectos del sistema. Estos componentes internacionales del sistema son muy diversos y cada vez más importantes, e incluyen:

- Flujos entrantes de tecnología en la forma de bienes y servicios de consumo.
- Colaboración dentro de cadenas de valor mundiales en la creación, transferencia e implementación de la innovación para la producción local de exportación.
- Ejecución de proyectos de inversión local basados en ingeniería y servicios de gestión de proyectos importados, tecnología adquirida y bienes capitales.
- Colaboración con socios extranjeros en investigación científica o desarrollo tecnológico.
- Flujos entrantes y salientes de IED de empresas multinacionales.
- Emigración, retorno e inmigración original de todo tipo de RHCT calificados.
- Flujos entrantes y salientes de estudiantes.

Las cantidades, calidades y direcciones de todos estos flujos son altamente variables, y esta variación tiene un gran impacto en los componentes domésticos del sistema nacional de innovación. Cada vez más, los países ven la gestión activa de estas interfaces internacionales del sistema de innovación como un área fundamental de las políticas.

2.2.3 Una racionalidad extendida para la política de innovación gubernamental

Otro aspecto importante de la heurística de los sistemas de innovación (término tomado de la economía evolutiva) es la idea que las empresas y otros actores tienen "racionalidad limitada" y esto – junto con la idea de la interdependencia – hace que el conocimiento, aprendizajes e instituciones sean claves para el desempeño global. El aprendizaje quiere decir que hay una "dependencia del camino": lo que puedes hacer mañana depende del conocimiento y los recursos que tienes hoy, y lo que puedes hacer para adaptarlos. Las intervenciones para mejorar la base de conocimiento y las capacidades de los actores pueden cambiar la trayectoria del sistema de innovación y, por lo tanto, su desempeño. En consecuencia, el financiamiento en innovación e I+D está cada vez más orientado a aumentar las capacidades de los participantes, promoviendo el aprendizaje y no sólo la "ayuda a las empresas" o el "financiamiento a la ciencia".

Sin embargo, las capacidades y experiencias acumuladas pueden "atar" partes del sistema a configuraciones que tienen un mal desempeño. Por lo tanto, además del aprendizaje puede que sea necesario un "des-aprendizaje". Los innovadores exitosos no solamente logran el éxito por sus cualidades y acciones personales, sino también como resultado de su interacción con la investigación y los sistemas de innovación en que habitan, y la calidad de estos sistemas.

La idea que una "falla de mercado" lleva a una baja inversión en investigación (Arrow, 1962, Nelson, 1959) ha sido el principal razonamiento para el financiamiento público de la I+D desde los años 1960. En la perspectiva de los sistemas de innovación, la presencia de cuellos de botella u otras fallas que impiden el funcionamiento del sistema de innovación puede constituir obstáculos fundamentales para el crecimiento y desarrollo (Arnold, 2004).

- *Fallas de capacidades*. Estas son incapacidades de los posibles innovadores de actuar de acuerdo a su mejor interés.

- *Fallas institucionales*. Incapacidad de (re)configurar las instituciones para que trabajen efectivamente dentro del sistema de innovación.

- *Fallas de redes*. Estas tienen que ver con la interacción entre los actores del sistema de innovación.

- *Fallas de marco*. La innovación efectiva depende en parte de los marcos regulatorios, reglamentos de salud y seguridad, etc., así como otras condiciones, como el nivel de sofisticación de la demanda de consumo, cultura y valores sociales.

Estas fallas justifican la intervención estatal, no sólo a través del financiamiento de la investigación, sino más ampliamente, asegurando que el sistema de innovación funcione como un todo. Ya que las fallas y el desempeño de los sistemas dependen en gran medida de la interacción entre las características de los sistemas individuales, no existen políticas simples, basadas en fórmulas o reglas generales (como con la idea estática de "falla de mercado"). Por el contrario, la creación de políticas gubernamentales requiere un "análisis de cuellos de botella" para identificar y corregir permanentemente las fallas estructurales (Arnold et al, 2001).

Con este objetivo, el siguiente capítulo aborda los actores en el sistema de innovación chileno, los roles que cumplen, las actividades en las cuales están involucrados, y las tendencias de la interacción entre ellos.

CAPÍTULO 3

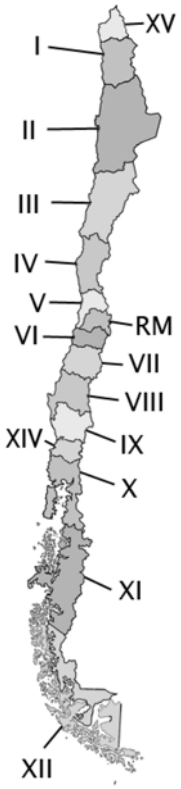
ACTORES DE LA INNOVACIÓN EN CHILE

Este capítulo describe a los actores y procesos claves del sistema de innovación chileno (actores clave en Figura 3.1). Considera a los actores que realizan actividades de I+D e innovación, principalmente a las empresas, universidades, institutos públicos de investigación y organizaciones intermediarias involucradas en el desarrollo y difusión de la tecnología. En el Capítulo 4, se examinará la interacción entre estos grupos, y también el rol del gobierno – orientar el sistema de investigación público y generar incentivos básicos, marcos institucionales y medidas de apoyo a la I+D e innovación empresarial.

Históricamente, algunas características de la economía chilena han dado forma a su sistema de innovación, particularmente:

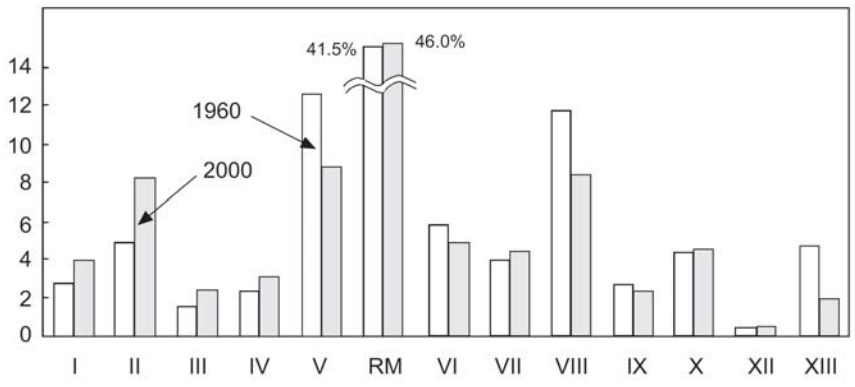
- *Tamaño y geografía.* Chile mide más de 4.300 kms., una distancia equivalente al viaje entre San Francisco y Nueva York, o entre Edinburgo y Baghdad. Al mismo tiempo, su ancho nunca excede los 240 kms., lo cual significa que el país es 18 veces más largo que su punto más ancho. Esta extraña topografía genera varios desafíos, especialmente en términos del desarrollo y la gestión de su infraestructura. El 90% de la población de casi 15 millones está concentrado en Chile central, y un tercio en la Región Metropolitana de Santiago. De hecho, Chile es uno de los países más urbanizados de América Latina, con un 86% de población urbana.

Cuadro 3.1 Regiones de Chile



N°	Región	Capital
I	Tarapacá	Iquique
II	Antofagasta	Antofagasta
III	Atacama	Copiapó
IV	Coquimbo	La Serena
V	Valparaíso	Valparaíso
VI	O'Higgins	Rancagua
VII	Maule	Talca
VIII	Bío-Bío	Concepción
IX	Araucanía	Temuco
X	Los Lagos	Puerto Montt
XI	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	Coyhaique
XII	Magallanes y la Antártica Chilena	Punta Arenas
XIV	Los Ríos	Valdivia
XV	Arica-Parinacota	Arica
RM	Región Metropolitana	Santiago

PIB de las regiones vs. PIB total de Chile, 1960 y 2000
(Porcentaje)



Fuente: Banco Central de Chile.

- *Centralización política.* Chile es un estado unitario y relativamente centralizado que consistía – antes de la entrada en vigencia de una reciente modificación territorial – en 13 regiones, 51 provincias y alrededor de 350 municipalidades o comunas. Con respecto al equilibrio entre los distintos niveles de gobierno, y a pesar de una creciente presión por mayor des-centralización durante la última década, la actual estructura institucional chilena sigue siendo la que se creó durante los años 70 bajo la dictadura militar. En relación al poder central, los gobiernos locales tienen una posición relativamente débil, con bajos niveles de autonomía en la creación de políticas, y una fuerte dependencia de las transferencias gubernamentales.[28] En consecuencia, no se desarrollan las capacidades institucionales y administrativas para jugar un rol más importante.

- *Concentración geográfica del poder económico y el capital intelectual*, en contraste con la amplia extensión geográfica de las actividades de exportación. La centralización política y otros factores (como por ejemplo la tendencia histórica de los centros de conocimiento de aglomerarse en el lugar donde se han establecido las instituciones más fuertes y antiguas),[29] ha llevado a una excesiva separación "física" entre productores y usuarios de conocimiento, especialmente en industrias basadas en recursos naturales que están dispersas por muchos lugares, a veces remotos. Esto inhibe el desarrollo de sistemas regionales de innovación y *clusters* de innovación centrados en los productores, que podría contribuir a una diversificación económica alrededor de las industrias de exportación más sólidas.

- *El legado de una cultura "fisiocrática"*. Como señalamos en el Capítulo 1, tradicionalmente la economía chilena ha sido dependiente de la exportación de recursos naturales, sobre todo el cobre, con una creciente tasa de exportaciones no-minerales como los productos forestales, frutas y alimentos procesados, harina de pescado y mariscos. En consecuencia, es común un comportamiento basado en la "búsqueda de renta". Muchas veces, la tecnología y la innovación son vistos como herramientas que se pueden fácilmente importar para apropiarse de esas rentas. En la comunidad empresarial, y en la sociedad en general, aún no logra instalarse una "cultura de la innovación" que considere a la tecnología y el conocimiento como fuentes esenciales de la creación sustentable de riqueza.

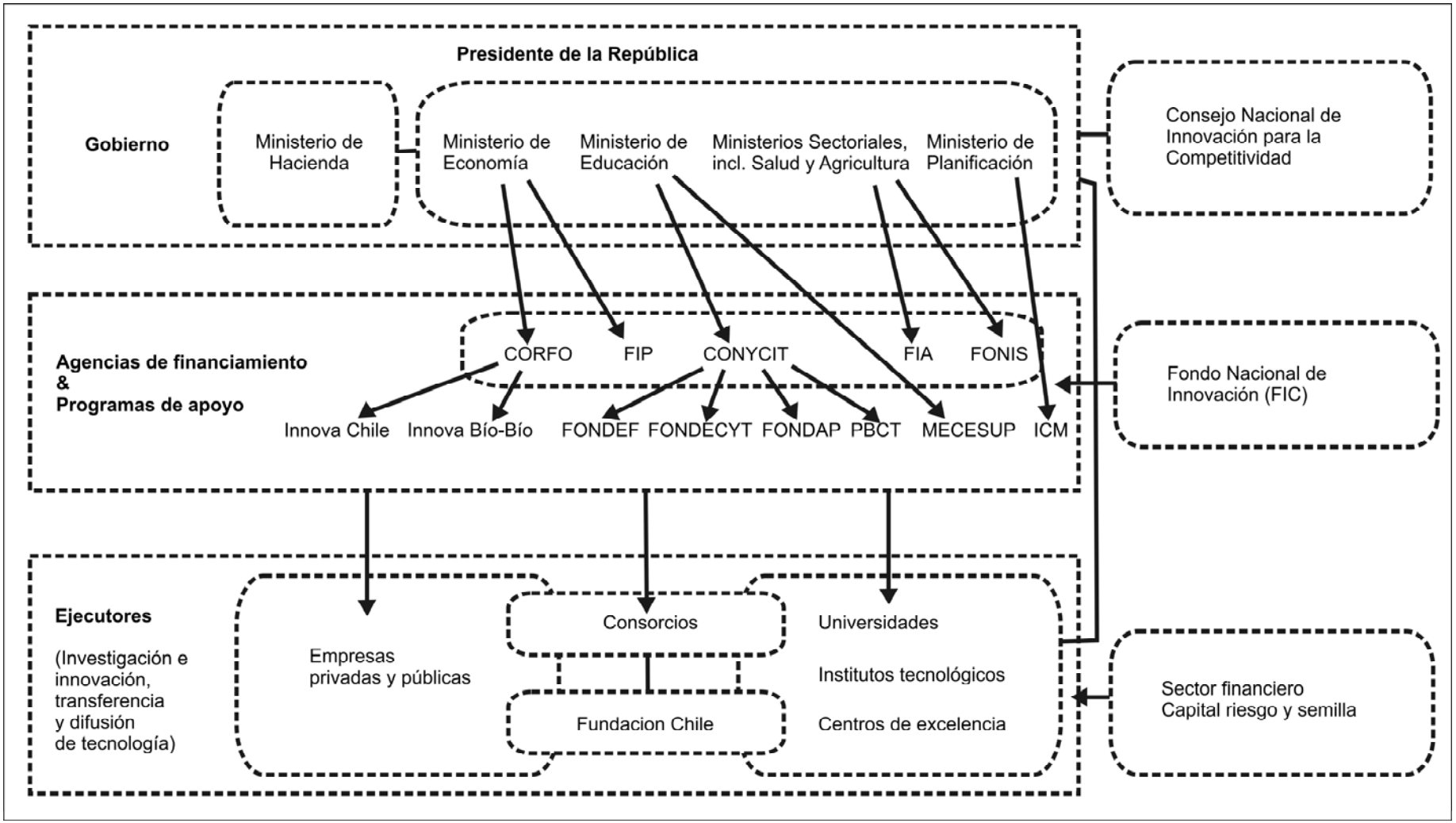
- *Tendencias específicas de internacionalización.* Éstas están formadas por nuestras tradiciones (por ejemplo, fuertes vínculos con Norteamérica y algunos países europeos en la educación superior), oportunidades de intercambio e inversión (los mercados chilenos de exportación están bastante equilibrados entre Europa, Asia, América Latina y Norteamérica, y el país es atractivo para la IED), y limitaciones, especialmente el relativamente bajo nivel de cooperación económica dentro del sub-continente sudamericano, incluyendo las áreas de CyT.

---

28 Esto incluye Santiago, que está compuesto de más de 30 comunas, pero que sin embargo no cuenta con ninguna autoridad ni estructura metropolitana.

29 La Universidad de Chile se fundó en 1843, y la Pontificia Universidad Católica de Chile en 1888.

Figura 3.1 Perfil institucional del sistema de innovación chileno



Fuente: OCDE, basado en Informe de Antecedentes.

3.1 El sector empresarial

3.1.1 Tendencias generales de I+D e innovación (I+D+i)

Como observamos en el capítulo anterior, el débil papel del sector empresarial en el financiamiento y desempeño de la I+D distingue al sistema de innovación chileno de aquellos de las economías más avanzadas. Las Encuestas de Innovación, que capturan también la innovación no basada en I+D, refuerzan la impresión que la gran mayoría de las empresas chilenas tienen una baja tendencia a innovar y un insuficiente nivel de innovación (Cuadro 3.2). Sólo una pequeña cantidad de empresas han puesto el desarrollo de nuevos productos y procesos al centro de sus estrategias competitivas. La mayoría de las empresas se conforman con adaptar tecnologías y conocimiento importados. En el año 2002, más del 80% del gasto en innovación (90% en manufactura, Tabla 3.1) fue destinado a maquinaria y equipamiento con nuevas tecnologías, mientras en la Unión Europea (UE), de acuerdo a la Encuesta de Innovación de la Comunidad 1998-2000, la tasa promedio fue alrededor de 40%, y en Nueva Zelanda era mucho más baja (Tabla 3.2). La I+D interna era alrededor de 10% del gasto en innovación, comparado con más de 20% en promedio en la UE. La capacitación laboral sólo representaba el 5% del gasto en innovación, comparado con un 20% en la UE. (Benavente *et al*, 2005)

Figura 3.2 Participación de I+D empresarial por tamaño
(2001, %)

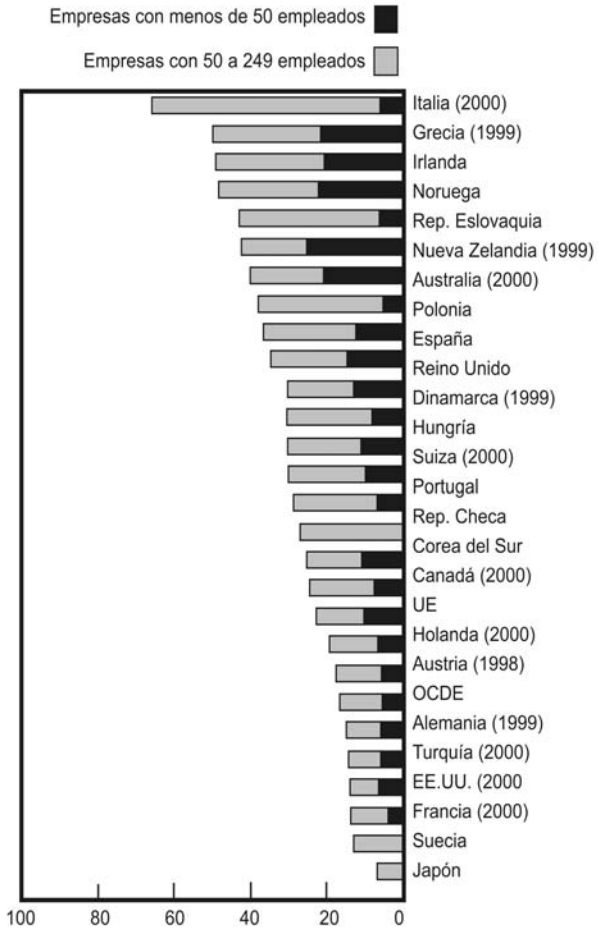
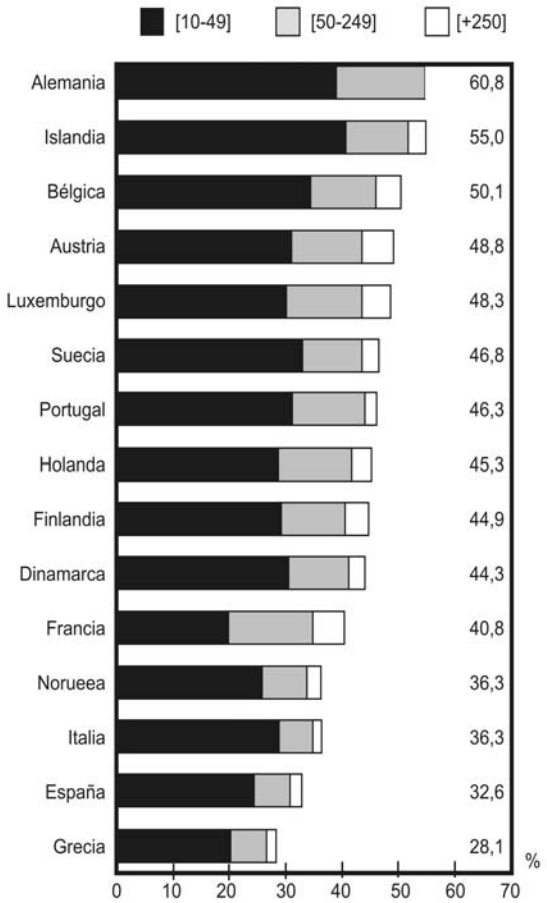


Figura 3.3 Participación de empresas innovadoras por tamaño
(Período 1998-2000, %)



Cuadro 3.2 Propensión a innovar y nivel de innovación

Existe mucha evidencia que las capacidades de innovación disminuyen con el tamaño de las empresas y que muchas PYMEs simplemente no logran innovar (Figura 3.3). Están atrapadas en una "trampa de baja capacidad":

- Hasta que una empresa haya aprendido algo, no puede determinar exactamente lo que aún debe aprender. Las debilidades organizacionales, falta de información clave, y/o deficientes habilidades de gestión impiden un eficiente auto-diagnóstico de sus necesidades y reducen la percepción del valor de la innovación tecnológica u organizacional, incluyendo el trabajo de redes (*networking*).

- En general, muchas empresas carecen de ciertas competencias para administrar la innovación, especialmente en cuanto al desarrollo y la utilización de vínculos externos. Las empresas que logran innovar tienen un nivel de competencias considerablemente mayor. En términos amplios, uno puede distinguir cuatro niveles de innovación (OCDE, 2002):

    - Nivel 1 – La *empresa estática* innova cada cierto tiempo, pero puede lograr una posición de mercado estable bajo las condiciones existentes.

    - Nivel 2 – La *empresa innovadora* tiene la capacidad de desarrollar un proceso continuo de innovación en un ambiente competitivo y tecnológico estable.

    - Nivel 3 – La *empresa capaz de aprender* tiene, además, la capacidad de adaptarse a un ambiente dinámico que va cambiando.

    - Nivel 4 – La *empresa auto-regenerativa* es capaz de utilizar sus capacidades tecnológicas para reposicionarse en distintos mercados y/o crear mercados nuevos.

Las empresas del nivel 1 se concentran en adaptar, a través de la inversión física y ajustes organizacionales ad-hoc, en vez de crear nuevas tecnologías y *know-how*. En consecuencia, no invierten en I+D. Invertir en I+D, involucrándose activamente en redes innovadoras, es un requisito para avanzar hacia los niveles 2, 3 y 4.

Tabla 3.1 Composición de la inversión en innovación en el sector manufacturero en Chile
Índice, I+D = 100, 2001

I+D	Capacitación laboral	Pruebas, licencias y patentes	Nuevos equipos y maquinaria
100	43	26	760

Fuente: Chile Innova.

Tabla 3.2 Inversión en innovación en Nueva Zelanda, 2002-2003

	Tasa de inversión en I+D sobre inversión total en innovación (%)	Tasa de inversión en innovación sobre gasto en activos fijos (%)
Tamaño de la empresa		
10-29 empleados	52.2	32.7
30-49 empleados	42.6	64.1
50 o más empleados	47.4	27.7
Industria		
Agricultura, Productos Forestales y Pesca	51.6	16.5
Minería	16.1	4.5
Manufactura	44.9	31.6

Fuente: Estadísticas Nueva Zelanda, Innovación en Nueva Zelanda 2003.

Como en la mayoría de los países, la actividad innovadora chilena se concentra en las grandes empresas. En el año 2002, de acuerdo a un censo que cubre todos los sectores de actividad (excepto el comercio mayorista y minorista), la I+D empresarial fue realizada por unos mil investigadores y otros mil técnicos, concentrados en las empresas más grandes – 26 de éstas últimas representaban el 60% del gasto total. Tres cuartos del gasto en I+D fue realizado por empresas del área metropolitana de Santiago, que concentra casi la mitad de todas las empresas oficialmente inscritas del país. En términos de distribución por sector, el mayor gasto se produjo en la industria manufacturera (productos de pulpa/papel, madera/muebles, y alimentos/bebidas); transportes; y agricultura – en línea con las ventajas comparativas chilenas.

Las motivaciones para innovar son distintas entre sectores. La información de la Encuesta de Innovación 2000-2001 revela que, en la manufactura, la mayoría de las ideas innovadoras vienen desde dentro de la empresa con el objetivo principal de mejorar las condiciones de trabajo, mientras que en los sectores de minería y electricidad, la innovación también es motivada por preocupaciones ambientales. La adquisición de conocimiento externo – por lo menos en cuanto a los gastos por el uso de entradas patentadas, transferencias de conocimiento, y licencias – jugó un papel menor en los tres sectores, excepto por unas cuantas empresas grandes del sector minero. Estas empresas fueron las más activas en el desarrollo de vínculos con instituciones científico-tecnológicas, ya sea directamente (a través de contratos), o indirectamente (a través de la participación en seminarios y co-autoría de publicaciones científicas).

En contraste con su significativo aporte a la inversión, el empleo y las exportaciones, las filiales locales de empresas multinacionales prácticamente no realizaron actividades de I+D en Chile.[30] Las encuestas a nivel de empresas durante los años 90 muestran que hace tiempo estas empresas participan en la innovación mucho menos que las empresas nacionales. Pero esto ha ido cambiando paulatinamente durante la última década, a través de los estímulos de las políticas públicas (por ejemplo, CORFO).

[30] En la última década, varias empresas multinacionales de alta sofisticación tecnológica han invertido en Chile, particularmente: *Motorola, Unlived, Ericsson, Hewlett Packard, Delta, Air Francia, HP Billion, Solution, Cell star, Software AG, Nestlé, IBM, Citigroup, Zurich Insurance, General Electric, KODAK, Intel Capital, Barrack Gold, A.I.G., etc.* Algunas de sus filiales chilenas están incursionando activamente en el desarrollo tecnológico, diseño y gestión de la innovación; otros son *call centers* o plataformas de gestión tecnológica.

Cuadro 3.3 Capital de riesgo y capital semilla en Chile

Los mercados de capital de riesgo y capital semilla son instrumentos importantes en el financiamiento de los proyectos de innovación, particularmente para emprendedores en una etapa incipiente del proceso de I+D, que tiene poco historial de emprendimientos exitosos en investigación, poco acceso a fondos externos, y limitaciones internas de financiamiento.

Fuentes de financiamiento para gasto en I+D privada, 1998 y 2001
(en % de establecimientos)

	Manufactura 2001	Manufactura 1998	Generación de electricidad 1998	Distribución de electricidad 1998	Minería 2001
Fuente de financiamiento para la innovación en los últimos tres años					
Exclusivamente recursos propios	56,8	66,1	90,0	68,2	76,3
Exclusivamente recursos públicos	0,3	0,1	0,0	0,0	2,6
Exclusivamente privados externos	3,3	1,5	3,3	0,0	5,3
Propios y privados externos	26,8	28,6	6,7	9,1	10,5
Otras combinaciones	12,9	3,7	0,0	22,7	5,3

Fuente: Chile Innova.

El desarrollo de la industria de capital de riesgo en Chile está obstaculizado por la baja liquidez del mercado de capitales, que reduce las opciones de salida de los inversionistas en capital de riesgo; restricciones a la salida de capital extranjero, como el requisito de que las acciones extranjeras deban permanecer en Chile por lo menos 1 año, que podría desincentivar la entrada; regulaciones prudenciales sobre inversión de capital de riesgo en fondos mutuos y fondos de pensiones, lo cual reduce la inversión total; insuficiente competencia en el sector financiero; el pequeño tamaño del país y su aislamiento geográfico, que podría desincentivar a inversionistas extranjeros. Hasta cierto punto, la preponderancia de financiamiento estatal para la innovación puede estar obstaculizando el financiamiento de la innovación a través de la emisión de acciones. Basado en una encuesta hecha por una ONG en 2003, de los U$ 38 millones de fondos disponibles para nuevos emprendimientos y proyectos en 2002, 87% eran públicos. Esto incluye FONDEF y CORFO, a través de FONTEC y su Programa de Capital Semilla. Los principales fondos privados en el año 2002 fueron *Fundación Andes*, *Negocios Regionales* y *Santiago Innova*.

No solamente las limitaciones de la oferta, sino también factores de demanda, han contribuido al relativamente bajo desarrollo del capital de riesgo. La evidencia anecdótica sugiere que existe una falta de proyectos de alta calidad porque la economía chilena es pequeña y basada en recursos naturales, con baja intensidad de I+D. Otro impedimento es la estructura tradicional de propiedad en el sector empresarial: las empresas no están dispuestas a otorgar derechos especiales a los accionistas minoritarios, lo cual es esencial para el capital de riesgo, y las opciones de compra no son muy comunes como formas de compensación laboral. Generalmente, las empresas nuevas están financiadas con créditos otorgados por familiares o amigos, y cuando su emprendimiento madura, se cambian al financiamiento bancario, saltándose el paso intermedio del financiamiento por capital de riesgo y capital semilla. Esto se contradice con las tendencias de la OCDE, donde durante 1996-2000 el financiamiento por acciones se ha vuelto más importante con respecto a los créditos bancarios.

Las iniciativas de políticas para fomentar el desarrollo del capital de riesgo han estado enfocadas hasta ahora en las regulaciones del mercado de capitales. En 1989, se le permitió a los fondos de pensiones invertir el 5% de sus activos a través de la administración de FIDEs (Fondos de Inversión de Desarrollo de Empresas). En el año 2000, se les permitió a los fondos mutuos invertir el 10% de sus activos en FIDEs. La reforma al mercado de capitales de 2002 creó un nuevo mercado de acciones para empresas emergentes, eliminando los impuestos sobre las ganancias de capital para acciones de alto desempeño y para ventas cortas de acciones y bonos, reduciendo el impuesto a las transacciones financieras internacionales y fortaleciendo los derechos de accionistas minoritarios. Recientes iniciativas para desarrollar el capital de riesgo incluyen la Reforma al Mercado de Capitales, MK II. Los principales aspectos de esta reforma son los siguientes: primero, se concederían incentivos tributarios, incluyendo la introducción de una exención limitada al impuesto sobre la renta de las ganancias capitales en carteras de valores de empresas donde participa por lo menos un 20% del capital de la empresa, y por un mínimo de un año y medio; segundo, se crearía un nuevo tipo de corporación de responsabilidad limitada, facilitando la participación de capitalistas de riesgo; tercero, CORFO sería autorizada para invertir en fondos de capital de riesgo a través de cuotas (actualmente, CORFO solamente puede prestar dinero a esos fondos); y finalmente, se eliminarían las barreras legales para la gestión de pequeñas empresas por gerentes de fondos de capital de riesgo. Para incentivar la demanda de capital de riesgo, las iniciativas gubernamentales incluyen el Programa Nacional de Incubadores de CORFO para empresas privadas con la participación obligatoria de universidades o institutos tecnológicos. La Fundación Chile también

fomentaría emprendimientos de inversionistas que utilizan el capital de riesgo

Fuente: 2005 OCDE Económico Encuesta de Chile.

Las razones del mal desempeño de la I+D+i privada chilena todavía generan debate entre los economistas, empresarios y generadores de políticas en Chile. Sin embargo, hay algún nivel de consenso al considerar plausible una combinación de los siguientes factores:[31]

- *La falta de una cultura innovadora en la sociedad y escasez de capital humano especializado*. Las causas de esto pueden encontrarse desde el sistema escolar hasta la educación profesional de la fuerza de trabajo. A esto se suma la mentalidad "no aplicada" imperante en la academia y una cultura de negocios influenciada por prácticas muy arraigadas en industrias basadas en recursos naturales, y que refleja también un déficit en la capacitación en habilidades avanzadas de gestión y liderazgo empresarial necesarias para incorporar la innovación a las estrategias empresariales. De acuerdo a algunas visiones, la falta de una cultura innovadora más extendida se traduce también en una débil fiscalización de los derechos de propiedad intelectual, que podría desincentivar a posibles innovadores y limitar la expansión de un mercado para el conocimiento.

- *Rentabilidad más alta y rápida a partir de inversiones alternativas.* La rentabilidad de actividades que, bajo las actuales condiciones del mercado, requieren capacidades de innovación más bajas que lo promedio (especialmente la extracción de recursos naturales) sigue siendo muy alta y desincentiva la inversión en conocimiento. Además, al parecer muchas empresas consideran que aún se puede aumentar la productividad a través de una mejor gestión y logística, antes de involucrarse en inversiones más costosas y riesgosas.

- *La falta de madurez del mercado de capitales*. El sector financiero aún no aprende cómo enfrentar la incertidumbre y manejar el riesgo de las distintas etapas del proceso de innovación en diferentes áreas de negocios. Los mercados de capital de riesgo y capital semilla, que son poco profundos, son instrumentos importantísimos para los emprendedores en la etapa incipiente del proceso de I+D, que tienen poca experiencia de investigaciones exitosas, poco acceso a los fondos externos, y limitaciones financieras internas (ver Cuadro 3.3).

- *Un bajo nivel de aprendizaje inter-empresas sobre las mejores prácticas nacionales e internacionales.* Probablemente menos de 3.000 empresas chilenas están concientes de la relevancia estratégica de la innovación, y de ellas sólo unas cuantas están realmente comprometidas a una innovación "dura", basada en la I+D, y con una visión a largo plazo. Incluso existe un "efecto de demostración negativa", ya que una mayor cantidad de empresas logra el éxito simplemente capturando rentas. La ausencia de filiales extranjeras intensivas en tecnología significa que su aporte a la generación de externalidades positivas – como el aprendizaje de gestión en innovación para profesionales y gerentes chilenos, la adquisición de *know-how*, y *spillovers* tecnológicos hacia los proveedores y clientes – es bastante limitado.

- *Un conjunto de políticas de innovación desbalanceadas*, que todavía tiende a apoyar la investigación dirigida por la curiosidad (en desmedro de la investigación más aplicada con usuarios finales identificables), así como el apoyo a la generación de conocimiento (en desmedro de su difusión). También hay otros desajustes entre las políticas públicas y las diferentes necesidades empresariales, especialmente dada la baja capacidad de absorción de la mayoría de las PYMEs (ver Capítulo 4).

- En conjunto, todos estos factores retardan el surgimiento de una masa crítica de nuevas empresas de base tecnológica (NEBTs), es decir, empresas que tienen en la innovación su "razón de ser" y que poseen el potencial de convertirse en nuevos modelos, de gran visibilidad social.

[31] No se puede descartar por completo la hipótesis que los esfuerzos en I+D privada podrían hasta cierto punto haber sido subestimadas (aunque de manera limitada) por las estadísticas oficiales, especialmente porque hasta ahora el sistema tributario no ofrecía a las empresas ninguna razón financiera para registrar sus gastos en I+D.

Tabla 3.3 Tipología de las capacidades y estrategias de innovación de las empresas chilenas

	Empresas avanzadas en adaptación de tecnologías	Empresas que producen mercancías	Empresas con base tecnológica	PYMEs tradicionales que adaptan tecnologías	Productores multinacionales de bienes y servicios
Definición	• Empresas grandes o pequeñas que dominan las técnicas de producción de mejores prácticas y gestión de marketing.	• Empresas medianas o grandes que dominan las técnicas de mejores prácticas, producción, gestión, y logística.	• Empresas pequeñas y muy innovadoras, creadas por recién egresados, derivadas de investigación pública, o escindidas de empresas más grandes.	• Población de empresas muy heterogénea con desempeño variable, que comparten una característica en común: una muy limitada capacidad de innovar (si es que existe).	• Una población heterogénea de empresas que dominan las mejores prácticas mundiales en todos los campos.
Dinámica de mercado y significado dentro de la economía chilena	• Intensa competencia en mercados domésticos e internacionales. • Gran parte de las empresas de exportación (fruta, vinos, salmón y madera) y grandes empresas de servicios para el mercado local.	• Competencia en mercados internacionales. • La mayoría de las exportaciones chilenas, principalmente en minería y productos forestales.	• Intensa competencia para ingresar a mercados altamente segmentados. • Electrónica, software, y maquinaria y equipos. Un segmento pequeño todavía.	• La mayoría de las empresas chilenas pertenecen a esta categoría, que también cruza todos los sectores.	• Solamente algunas empresas multinacionales son activas en la innovación en Chile, y a escala limitada.
Estrategia competitiva dominante de la empresa	• Segmentación de mercado a través de perfeccionamiento de productos e incorporación de nuevas tecnologías.	• Reducción de costos de producción, control de calidad y gestión sustentable de recursos renovables.	• Explotación de nichos de mercados en rápida expansión, diferenciando productos y servicios a través de la "novedad".	• Sobreponerse a debilidades básicas de productividad para sobrevivir en mercados competitivos.	• Acceso a mercados y recursos.
Estrategia de innovación dominante de la empresa	• Innovación blanda, más adopción y/o adaptación de tecnología y *know how* extranjeros.	• Perfeccionamiento del proceso de producción y la calidad de los recursos renovables.	• Innovación de productos en base a I+D o servicios intensivos en conocimiento.	• Invertir principalmente en maquinaria y equipos que incorporan tecnología.	• Acceso complementario a conocimiento activo. • Expandir los mercados para productos innovadores. • Explotar **PI** a través de filiales.
Obstáculos a la innovación y debilidades de los procesos de innovación	• Limitada I+D necesaria para enfrentar nuevos problemas requiere recursos y tiempos que pueden estar fuera del alcance de empresas individuales. • Obstáculos a la acción colectiva en el campo de la I+D, marketing y externalización internacional.	• Limitada capacidad de apropiación. • Limitada capacidad de investigación propia. • Resistencia a trabajar con y/o apoyar a proveedores locales no establecidos. • Bajos incentivos privados para generar *spillovers*.	• Tamaño reducido del mercado nacional. • Síndrome *"se inventó aquí"* en algunos productos y servicios. • Falta de capital semilla y riesgo. • Falta de habilidades empresariales y de gestión.	• Falta de habilidades de gestión. • Limitadas capacidades de la fuerza de trabajo. • Limitada información sobre oportunidades tecnológicas y de mercado. • Limitado acceso a financiamiento externo.	• Falta de habilidades de gestión. • Insuficientes recursos humanos locales calificados para los estándares requeridos. • Falta de visibilidad internacional de bolsones de excelencia científico-tecnológica en Chile.
Respuestas de políticas actuales (observaciones escogidas)	• Buenas en algunos *clusters*, especialmente de Fundación Chile. • Innovación en servicios necesita más atención. • Algunos programas de apoyo (por ejemplo consorcios) necesitan ser más potentes y dirigidos a la industria.	• Poco éxito en el fomento de *clusters* vibrantes de actividades diversificadas en la industria minera. • Instituciones tecnológicas públicas han tenido dificultades respondiendo a las necesidades y estrategias cambiantes de las empresas.	• Buena conciencia del tema, medidas de apoyo relativamente nuevas, limitados logros hasta ahora. • Fundación Chile fue pionera en enfoques eficientes. • Universidades e instituciones tecnológicas tienen un mal historial con respecto a los *spillovers*.	• Avances decepcionantes, pero el desafío es enorme. • Instrumentos de apoyo no llegan a muchas empresas que no pueden siquiera articular sus necesidades. • Enfoques de *cluster* y de redes deberían ser perseguidas más sistemáticamente.	• Invierte Chile es un programa prometedor, pero se necesita un enfoque más amplio para aumentar el atractivo de Chile para la IED "portadora de conocimiento".

Fuente: OCDE, basado en Background Informe.

Sin embargo, la relevancia y peso relativo de cada uno de estos factores varía de acuerdo a las características de cada empresa. La investigación económica en Chile ha identificado por lo menos cinco tipos de empresas, de acuerdo a su estilo de innovación, su campo de actividad y su estructura de propiedad. La Tabla 3.3 sintetiza los principales hallazgos que son relevantes para las políticas.

3.1.2 Innovación en industrias basadas en recursos naturales

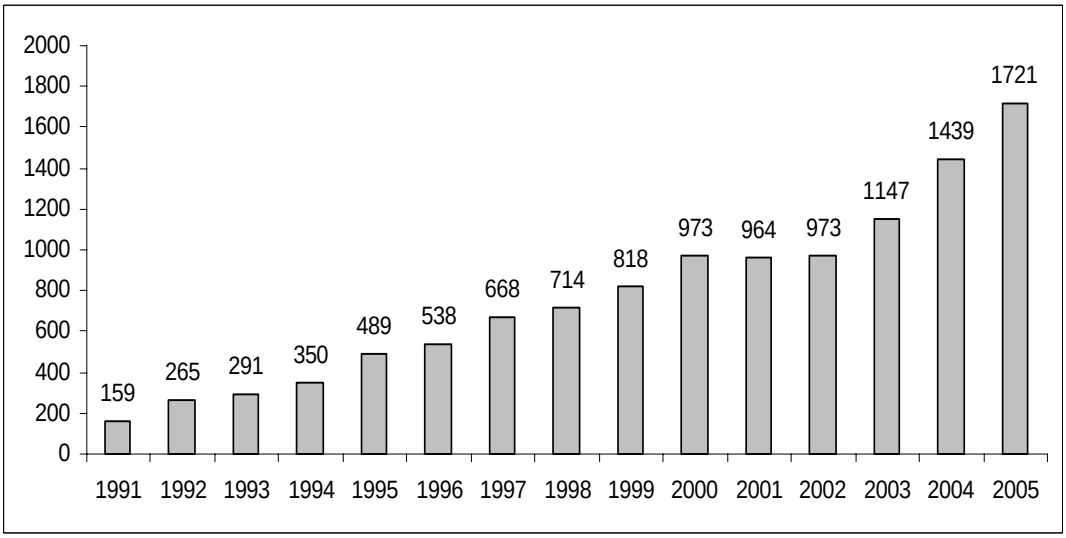
Como hemos observado en los capítulos anteriores, el envidiable desempeño económico de Chile durante la última década ha sido el resultado de una sana gestión macroeconómica, junto con otras políticas para fomentar un ajuste estructural de acuerdo a las ventajas comparativas del país, que dependen en gran parte de sus industrias basadas en recursos naturales. La innovación para aumentar el valor agregado de estas industrias es y debiese seguir siendo un componente central de la estrategia chilena de desarrollo económico. Esta sección examina brevemente el rol y las formas de innovación en dos de las industrias de exportaciones más exitosas de Chile, el *cluster* salmonífero y el *cluster* del vino.

3.1.2.1 El cluster salmonífero

El desarrollo del cultivo de salmón y trucha en Chile puede considerarse un emprendimiento innovador en si mismo, ya que éstas son especies introducidas, con una alta complejidad productiva. En menos de 15 años, un acelerado proceso de aprendizaje colectivo ha llevado a la creación de una industria que actualmente es el principal productor mundial de salmón cultivado.

El significado actual del *cluster* salmonífero para las economías nacionales y regionales (regiones de Los Lagos y Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo) queda claro al revisar el desarrollo de sus exportaciones (Figura 3.4). En 1991, las exportaciones apenas superaban los U$ 150 millones. Para el año 2005, esa cifra había crecido a más de U$ 1,7 mil millones FOB ("puesto a bordo"), un aumento de 20% respecto al 2004. Actualmente, las exportaciones de salmón representan más de la mitad de las exportaciones de pescado, y poco más de un 4% de las exportaciones totales chilenas.

Figura 3.4 Exportaciones chilenas de salmón y trucha (millones de dólares)



Fuente: SalmonChile.

Cuadro 3.4 Alta tecnología para industrias basadas en recursos naturales en Chile: el ejemplo de la biotecnología

La industria chilena de la biotecnología está compuesta por unas 123 organizaciones que comparten un fuerte énfasis en el aumento de la competitividad de los sectores exportadores.

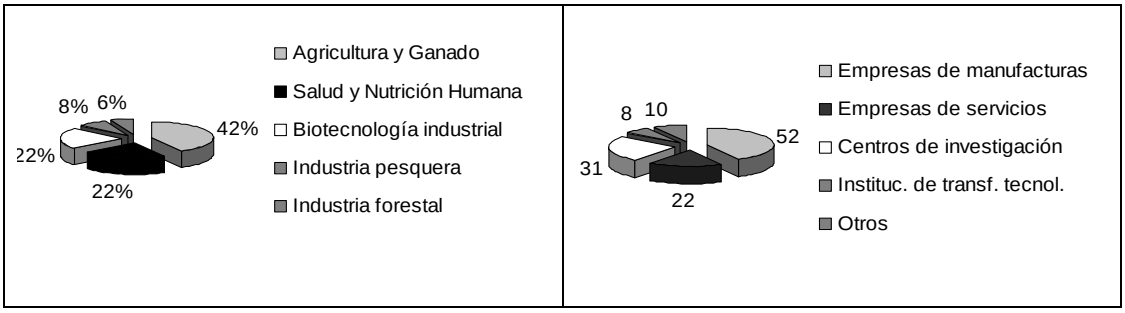
En *agricultura*, la ingeniería genómica y genética podría ayudar a mejorar la calidad de las exportaciones de fruta hacia destinos remotos, donde llegan en condiciones inadecuadas. Los marcadores moleculares para mejorar genéticamente las variedades vegetales son otra aplicación biotecnológica que está siendo implementada. Por ejemplo, un consorcio genómico está desarrollando proyectos de genomas de plantas para combatir los hongos, mejorar la calidad y aplazar la maduración en algunas variedades de uvas y duraznos. Participan la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología, el Instituto Nacional de Investigación Agrícola, la Asociación Chilena de Exportadores, Fundación Chile, Fundación para el Desarrollo de la Fruta, y Fundación Ciencias para la Vida, y cinco universidades: U. de Chile, USACH, U. Católica, U. de Talca, y U. Técnica Federico Santa María.

En *minería*, se ha desarrollado la tecnología de la "biolixiviación" para extraer el cobre del mineral. *BioSigma*, un consorcio bio-minero, fue creado por Codelco (la principal empresa minera de Chile) y *Nippon Minería* (Japón) para desarrollar ingeniería genética de lixiviación de bacterias, lo cual permite la extracción biológica de reservas de cobre.

En el *sector forestal*, las aplicaciones de biotecnología se utilizan para plantaciones transgénicas de pino y eucaliptos. Un consorcio de silvicultura – que incluye a CORFO, Fundación Chile, Instituto Forestal y la Universidad Austral de Chile en Valdivia – está desarrollando tecnología de clonación para mejorar la productividad de las plantaciones forestales (ver figura abajo). Un "Consorcio de Genómica Forestal para Pino y Eucaliptos", fue creado por CORFO en 2006 con la participación de la U. de Concepción, Fundación Chile, el Centro Forestal de la Universidad Austral de Chile (CEFOR), y empresas forestales como Arauco y Mininco.

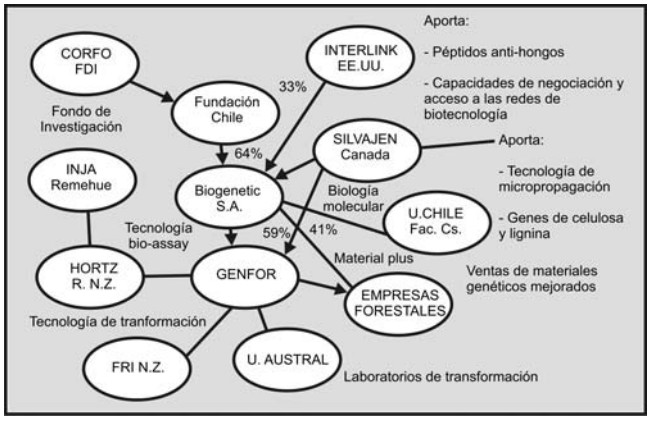
En *acuicultura*, una de las aplicaciones biotecnológicas es la producción de vacunas para la industria del salmón y otras especies. Un consorcio de acuicultura, financiado en parte por CORFO, con colaboración de Fundación Chile y la empresa *BiosChile*, desarrolló una vacuna contra la *piscirikettsia salmonis*, una bacteria que causaba pérdidas anuales de U$ 150 millones en la industria del salmón, y herramientas de diagnóstico para el cultivo de pescado.

Sectores y tipos de organización involucradas en la biotecnología



Fuente: CORFO.

Consorcio de genética forestal



Fuente: E. Bitran.

Actores internacionales en biotecnología con presencia en Chile: Pioneer, Monsanto, Seminis, Genzyme, Rare Diseases Therapeutics, Davis Universidad, Universidad de Wisconsin, InterLink Associates, Silvagen Inc., Aqua Bounty Farms Inc., Ag-West Biotech, BioAtlantech, Agri-Food Tecnologías, AgrEvo Canadá, Microtek Internacional.

Actualmente, el *cluster* salmonífero está compuesto por alrededor de 300 empresas, 70% de las cuales están en la X Región de Los Lagos. La industria del salmón emplea a 45.000 personas directa o indirectamente, y en 2003 capacitó a 2.500 trabajadores. Se pronostica que estos niveles irán en aumento. De acuerdo a las proyecciones de *SalmonChile*, la industria espera invertir unos U$ 1,46 mil millones hacia el año 2010, en gran parte para el desarrollo del sector en la XI región, con 19.000 nuevos empleos proyectados en esa región. El crecimiento proyectado para el 2010 llevará las exportaciones de la industria a más de U$ 2 mil millones.

Este espectacular crecimiento ha fomentado el desarrollo paralelo de una serie de actividades productivas vinculadas a los requerimientos directos o indirectos de la industria salmonífera. De este modo, se ha formado un *cluster* alrededor de esta actividad, lo cual ha fomentado la actividad económica y el empleo en las dos regiones mencionadas.

El aprendizaje colectivo del sistema de producción salmonífera ha involucrado: *i)* la explotación de las ventajas comparativas de las regiones sureñas de Chile para el cultivo de estas especies (clima, geografía y calidad del agua), y *ii)* la maximización de estas ventajas a través de un proceso permanente de búsqueda y adaptación de tecnologías externas, creación de tecnologías locales, inversión sostenida en capital humano e infraestructura, y ayuda en la creación de empresas de abastecimiento para prácticamente toda la cadena de producción, la mayoría de ellas PYMEs.

Estas empresas pertenecen a áreas como la construcción de jaulas para el cultivo, redes, caza y bodegas flotantes, alimentos para el salmón, laboratorios, vacunas y medicinas (ver Cuadro 3.4), empresas de transporte terrestre y aéreo, servicios submarinos, control de calidad, centros de capacitación, establecimientos educacionales, instituciones financieras, empresas de seguros, y servicios especializados de asesoría legal.

La mayoría de las empresas grandes, algunas de las cuales son productores de alimentos diversificados (Cuadro 3.5), están integrados verticalmente a las fases de cultivo y alimentación del pescado, y en menor medida a las plantas de procesamiento. Las actividades asociadas restantes dependen principalmente de servicios externos. Siguiendo los patrones internacionales, en Chile la industria del salmón tiende hacia una concentración de empresas; al inicio de los años 90 habían alrededor de 80 de estas empresas, hoy ese número ha caído a 44. Esta concentración es visible al observar las exportaciones chilenas de salmón durante 2004: diez empresas son responsables del 83% de los envíos totales.

Cuadro 3.5 Innovación chilena en nuevos modelos de negocios para industrias basadas en recursos naturales: el caso de *Invertec Foods*

La historia de *Invertec* ilustra muy bien el tipo de emprendimiento e innovación que es la base del éxito mundial de la industria chilena de alimentos. Los orígenes de Invertec se remontan a 1937, cuando el grupo Montanari comenzó a construir y operar plantas industriales en varios sectores.

Un momento clave durante este proceso se produjo con la creación de Invertec Ltda. en 1987. Analizando el potencial de Chile frente a las tendencias de consumo mundiales, la familia Montanari decidió concentrarse en el desarrollo de alimentos. A partir de allí, se crearon cuatro empresas principales: *Invertec Pesquera Mar de Chiloé*, para explotar el potencial de Chile en la acuicultura; *Invertec Food*, para desarrollar vegetales y frutas deshidratadas; *Invertec Agrícola Rengo*, para la producción de kiwis; e *IGT*, una empresa consultora, para generar soluciones de gestión para la industria de los alimentos. En 1995 se estableció un centro de investigación salmonífera. *Smoltecnics* fue creado en 1999 para abastecer a Invertec Pesquera Mar de Chiloé con salmón anádromo. En el año 2000, Invertec adquirió *Ostimar* para ingresar al mercado de producción de ostras. En 2005, Invertec se convirtió en la primera empresa salmonífera en la bolsa de valores de Santiago.

Fuente: www.invertecfoods.cl

Hay empresas individuales que llevan a cabo I+D en este sector, buscando generar ventajas competitivas. Estimaciones del 2004 indican que se gastan aproximadamente U$ 12 millones al año en la I+D del cultivo del salmón. Sin embargo, la falta de programas de I+D y transferencia tecnológica en áreas de interés común llevó a CORFO a lanzar el Programa Territorial Integrado en 2005, diseñado para fortalecer al *cluster* salmonífero en el sur de Chile. Este programa apunta a coordinar y dirigir los esfuerzos en investigación de

interés público y pre-competitivo, ayudando a aumentar la competitividad de la industria a través de programas tecnológicos específicos.

3.1.2.2 El cluster del vino

El sector de exportación de vinos en Chile, o, en su sentido más amplio, la industria chilena de los vinos de calidad, involucra a todos los actores económicos, públicos y privados que realizan la producción, venta, consumo y exportación de vinos finos, incluyendo los abastecedores de insumos y servicios.

Cuadro 3.6 La revolución del vino chileno

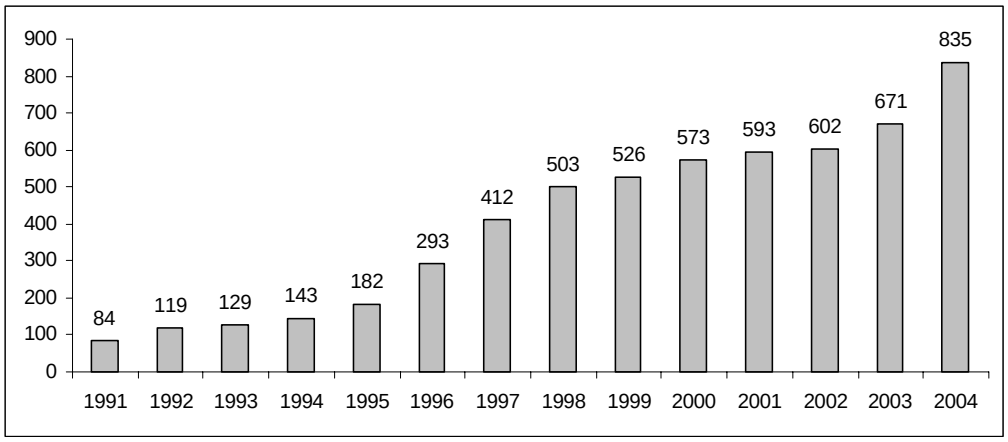
La industria vinícola chilena es de larga data; sin embargo, hasta hace poco más de dos décadas, sus sistemas de producción estaban atrasados, lo cual dificultaba bastante sus iniciativas de expansión y exportación. En 1978, Miguel Torres, el principal productor de vino en España, invirtió en Chile.

Introdujo modernas técnicas de producción vinícola a la Región del Maule: fermentación en frío, sabores frutales, nuevo vinos y aromas complejos. Este es un caso aislado, pero grafica cómo puede surgir un círculo virtuoso, con inversión extranjera capaz de generar innovación, que a su vez logra atraer mayor inversión extranjera e innovadora adicional.

Desde finales de los años 80 hasta comienzos de los 90, las grandes viñas chilenas comenzaron a incorporar progresivamente las innovaciones traídas por Torres. Estas nuevas tendencias también significaron mejores oportunidades para las viñas emergentes, que hasta entonces habían sido marginadas por los grandes productores nacionales. También comenzaron a innovar y exportar directamente. El liderazgo innovador del sector privado, junto con el apoyo del gobierno, ha sido esencial para que este proceso logre despegar.

Después de una inversión extranjera pionera a fines de los años 70 (Cuadro 3.6), el sector de los vinos comenzó una profunda transformación hacia el final de la década de los 80, cambiando de un sector tradicionalmente dirigido hacia el mercado interno e inmerso en una gran crisis, hacia un nuevo sector dinámico, de mayor uso de la tecnología, y dirigido principalmente a los mercados de exportación. Este profundo cambio estructural significó reorientar todos los aspectos: las tecnologías de producción, el desarrollo de los productos, los canales de distribución, el empaque, las nuevas empresas de producción y las alianzas internacionales. La superficie cultivada se duplicó, creciendo de 50.000 a más de 100.000 hectáreas, con más de la mitad de la producción destinada a exportaciones cuyo valor superaba U$ 835 millones en 2004 (Figura 3.5).

Figura 3.5 La industria de exportación vinícola (millones de dólares)



Fuente: Viñas de Chile.

Hoy, el sector del vino chileno genera, en todas sus etapas, aproximadamente 75.000 empleos permanentes directos y 19.000 empleos temporales, sumando hasta 94.000 empleos en las épocas *peak* del año. Además, este sector tiene importantes cadenas de producción en aspectos como el empaque, transporte y

abastecimiento de equipos y entradas, entre otros, que están principalmente concentrados a nivel local y regional. También está vinculado a servicios como el turismo y la gastronomía.

Las iniciativas de I+D del sector vinícola han sido variadas, pero aisladas y sin una verdadera coherencia. En general, no ha existido una direccionalidad que asegure el aumento de la productividad y competitividad de la industria a nivel global. De hecho, la innovación tecnológica local es muy escasa, y consiste esencialmente en importar y adaptar conocimiento de diversas fuentes. Sin embargo, este mecanismo ha llevado a avances significativos en la tecnología de la industria vinícola y en la modernización de equipos e instalaciones, poniendo a Chile a la par con otros productores y exportadores más desarrollados de vinos finos.

Al igual que en el *cluster* salmonífero, se ha implementado un Programa Territorial Integrado para la industria vinícola en la Región del Maule, con el objetivo de fomentar el desarrollo y mejorar la productividad de esa zona. Además, dos consorcios tecnológicos fueron creados en la industria a finales del 2005, con estos objetivos: promover el desarrollo tecnológico por medio de un emprendimiento cooperativo y multidisciplinario de I+D que maximiza el uso de los recursos disponibles; llevar a cabo investigación aplicada en viticultura y enología con líneas guía y prioridades definidas por la industria; recolectar y difundir información técnica y económica; y desarrollar productos tecnológicos patentables específicamente para la industria vinícola.

3.2 Los institutos públicos de investigación y organizaciones tecnológicas[32]

Los institutos públicos de investigación y organizaciones tecnológicas hacen un aporte importante a la innovación en todos los países, junto a o en conexión con el cumplimiento de sus misiones de interés público en áreas como la seguridad, la salud o la experticia científica imparcial. Ofrecen capacitación para la fuerza de trabajo calificada, muy necesaria para la innovación en el sector empresarial. En el emergente "modelo abierto de innovación", los institutos públicos de investigación son fuentes esenciales de conocimiento para las empresas que tienden a externalizar cada vez más el conocimiento necesario para complementar sus principales competencias. Asimismo, todos los países dependen de algún tipo de organización tecnológica para facilitar la difusión de la tecnología y asegurar una efectiva retroalimentación desde la innovación dirigida por el mercado hacia la investigación básica. En Chile, la educación superior es el principal agente de investigación pública, mientras que un conjunto de institutos tecnológicos públicos y privados llevan a cabo diversas funciones: investigación temática, desarrollo tecnológico y difusión de conocimiento.

3.2.1 Las universidades

Como hemos mencionado, el sistema de investigación chileno está muy centrado en las universidades, ya que las instituciones de educación superior concentran casi el 40% del gasto total en I+D, es decir, un poco más que el sector empresarial. Hay más de 60 universidades en Chile, de las cuales 25 son miembros del Consejo de Rectores (CRUCH).[33] En este grupo de 25, existe una gran diversidad en tamaño y capacidades investigativas. De hecho, las dos universidades más grandes de Santiago (Universidad de Chile y Universidad Católica de Chile) concentran la gran mayoría de la I+D universitaria. Otros actores relevantes incluyen la Universidad de Santiago, la Universidad Católica de Valparaíso, la Universidad Técnica Federico Santa María, la Universidad de Playa Ancha, la Universidad Católica del Norte, la Universidad Austral de Chile y la Universidad de Concepción.

---

32 "Organismo Público de Investigación" es la expresión tradicional utilizada por la OCDE para designar a todas las organizaciones sin fines de lucro relacionadas con el sistema de innovación, sean de propiedad privada o pública. Se reconoce que en Chile algunas organizaciones tecnológicas y universidades son privadas.

33 CRUCH fue creado en 1954 como un órgano de coordinación. Uno de sus aportes más importantes ha sido el establecimiento de un sistema de selección y admisiones para las universidades participantes, la Prueba de Aptitud Académica, PAA (1967-2002) y posteriormente la Prueba de Selección Universitaria, PSU (2003 a la fecha). También ha hecho significativos aportes a la creación de leyes relacionadas con la educación superior (particularmente los programas de acreditación de las instituciones pertenecientes al CRUCH), y a la creación de instrumentos de asistencia estudiantil, como el Fondo Solidario de Crédito Universitario, para facilitar el acceso a la universidad de estudiantes de escasos recursos. Actualmente, está compuesto por 25 universidades, 6 de las cuales están en el norte del país, cinco en la zona central, cinco en la zona sur, cuatro en la V Región y cinco en la Región Metropolitana.

Los proyectos concursables son la principal fuente de financiamiento para la investigación universitaria. El grueso de estos proyectos son canalizados a través de cuatro fondos: FONDECYT, que ofrece apoyo a proyectos, FONDAP, que apoya a grupos de investigadores, la Iniciativa Científica Milenio, que apoya a los institutos científicos y núcleos de excelencia en varias áreas temáticas escogidas, y FONDEF, que promueve colaboraciones investigación-industria.

Cuadro 3.7 Grandes instalaciones para la gran ciencia en Chile – los observatorios

Chile posee las condiciones naturales y ha demostrado la voluntad política de atraer grandes proyectos internacionales de infraestructura científica. Por más de 40 años, ha servido de anfitrión para importantes observatorios astronómicos internacionales en el desierto de Atacama. Éstas incluyen el Observatorio Inter-Americano Cerro Tololo en La Serena, el *European Southern Observatory* (ESO) en La Silla, y el *Carnegie Southern Observatory* en Las Campanas. Se han construido nuevos telescopios ópticos en Las Campañas (el telescopio *Magallanes*), en Cerro Pachon (el *Gemini Southern Telescope*, que tiene un gemelo en el hemisferio norte en Mauna Kea) y en Cerro Paranal (el *ESO Very Large Telescope*). El *Millimetre Array (MMA)*, que extiende la radio-astronomía de alta resolución a longitudes de onda milimétricas, está ubicado en el Llano de Chajnantor.

El gobierno chileno ha facilitado la construcción de estas instalaciones, otorgando a los observatorios un estatus libre de impuestos y de aduanas. A cambio del uso de estos sitios y en reconocimiento al aporte del gobierno chileno, el Consejo de Observatorios generalmente ha reservado el 10% del tiempo de observación para los astrónomos chilenos. El Estado chileno no ha contribuido directamente a los gastos de construcción.

A pesar de contar con pocos científicos, Chile tiene excelente investigación en varias disciplinas. Las iniciativas públicas, como la Iniciativa Científico Milenio y el FONDAP, parecen haber ayudado a la investigación universitaria a focalizarse más en la masa crítica y la calidad. Una reciente evaluación de los resultados de la investigación universitaria revela tendencias positivas en las publicaciones y citas del ISI (Academia Chilena de Ciencias, 2005). Aunque el aporte de Chile a la ciencia mundial es cuantitativamente modesto, su calidad – medida por el "índice de atracción" – es muy buena en algunas disciplinas. Claramente, este es el caso de la astronomía (16,6), que está en sintonía con la "ventaja comparativa" chilena en la gran ciencia (Cuadro 3.7), y en menor medida en ecología y medio ambiente (2,9), medicina reproductiva (2,8), fisiología (2,1), ciencias de la tierra (2,1), química (1,2), física (1,2) y farmacología y toxicología (1,1).[34]

Sin embargo, algunas de las características más problemáticas del campo de la investigación académica en Chile, identificadas a comienzos del siglo por Mullin et al. (1999), han sido atenuadas pero no corregidas, específicamente:

- Débil infraestructura para la investigación.
- Excesiva dependencia de instructores de tiempo parcial, que limita *de facto* la cantidad de profesores disponibles para involucrarse efectivamente en actividades de investigación.
- El relativamente bajo nivel de los salarios de académicos de tiempo completo limita la cantidad de profesores que buscan involucrarse en proyectos de investigación. Esto les ofrece pocos incentivos para usar su tiempo libre en investigación; prefieren generar ingresos adicionales a través de otras actividades.
- Como resultado, los académicos que investigan activamente constituyen una minoría entre los docentes, aún en las dos principales universidades de Santiago, y una minoría mucho más reducida en otras universidades.

[34] Una forma de representar la calidad de la investigación es el Índice de Atracción (*AI, Attraction Index*). Un AI de 1,0 significa que el impacto de las publicaciones provenientes del país en una determinada disciplina es similar al promedio mundial en la misma rama de conocimiento, y se define como la tasa de la cantidad de citas en una cierta disciplina atraídas por publicaciones nacionales, sobre la cantidad de citas en una cierta disciplina atraídas por las publicaciones del mundo entero.

- La matrícula en programas de postgrado todavía es insuficiente, a pesar de la mejoría conseguida a través del programa MECESUP. Solamente egresaron 117 estudiantes en 2003; esto es casi seis veces más que hace diez años atrás, pero aún muy por debajo de los estándares internacionales.

3.2.2 Los institutos tecnológicos

Chile tiene una gama de institutos tecnológicos (ITPs) – dependientes de varios ministerios u organizaciones privadas sin fines de lucro como Fundación Chile – dedicados a la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico, la transferencia tecnológica, la oferta de "servicios tecnológicos" y la generación de información sobre los recursos naturales nacionales (Cuadro 3.8). La mayoría de ellos están en el Área Metropolitana de Santiago, pero a veces tienen "sedes" regionales (como por ejemplo el INIA). Están complementados por centros científico-tecnológicos regionales más pequeños, que tienen un enfoque más estrecho (Cuadro 3.9). Comparado con las universidades, tienen una modesta participación en el presupuesto total para I+D (Tabla 3.4).[35] Evaluar a los ITPs individuales escaparía al enfoque de este informe, que se limitará a algunas observaciones generales, basados en la limitada evidencia y los resultados de entrevistas hechas por el equipo del Informe OCDE.

Tabla 3.4 Gasto presupuestario para I+D asignado a institutos tecnológicos, 2002

Instituto	Millones de pesos chilenos
Instituto de Investigación Agropecuaria (INIA)	6.955
Instituto Forestal (INFOR)	934
Centro de Investigación Recursos Naturales (CIREN)	185
Instituto Fomento a la Pesca (IFOP)	401
Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN)	4.194
Servicio Hidrográfico y Oceanográfico (SHOA)	764
Instituto Geográfico-Militar (IGM)	824
Instituto Hidráulico Nacional	410
Instituto Antártico Chileno (INACH)	1.583
Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGOMIN)	254
Fundación Chile	2.153
Presupuesto total para I+D	175.696

Fuente: CONICYT.

En algún momento de su historia, los ITPs contribuyeron positivamente al desarrollo tecnológico de la economía chilena. Han estado inmersos en un importante proceso institucional y colectivo de aprendizaje, acumulando una vasta experiencia que no se perderá al diseñar los pasos futuros del SNI. Hoy en día, sin embargo, su desempeño parece ser bastante disparejo. En general, muchos de ellos son considerados caros e ineficientes, muy aislados de los sectores a los que buscan servir. La investigación que desarrollan no es considerada de la mejor calidad y no siempre es económicamente relevante. También son percibidos como "desconectados" de las tendencias internacionales.

Los ITPs enfrentan varios desafíos, dependiendo de su misión. Los ITPs con una misión bastante estable, exclusiva y de interés público tienen el desafío central de mantenerse al tanto de las prácticas internacionales

[35] Las estadísticas sobre presupuestos en I+D pueden sobre-estimar la cantidad real de I+D, por ejemplo al incluir los servicios tecnológicos, etc.

en su campo (por ejemplo, INN o IGM). Otros tienen, en grados distintos, dos dificultades principales: *i)* cumplir simultáneamente sus dos roles – velar por el bien público y proporcionar servicios de negocios (por ejemplo, INFOR o IFOP); y *ii)* ajustarse a las necesidades y capacidades de negocios, que están constantemente evolucionando. Por ejemplo, CIMM ha sido vulnerable frente a cambios en la estrategia de Codelco, mientras que INIA, INFOR e IFOP han tenido dificultades para relacionarse con un desarrollo comercial dinámico en el área forestal, la acuicultura o la producción de frutas. Además, el posicionamiento de los ITPs en el mercado de los servicios tecnológicos, en comparación con los proveedores privados, puede ser cuestionable.

Cuadro 3.8 Institutos tecnológicos públicos y privados sin fines de lucro en Chile

Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Creado en 1964 y administrado por el Ministerio de Agricultura, el INIA lleva a cabo investigación y proporciona servicios (de información, tecnología y capacitación) para el sector agrícola.

Instituto Forestal (INFOR). La misión del INFOR, creado en 1965 y administrado por el Ministerio de Agricultura, es apoyar a los organismos públicos, agencias de financiamiento, y empresas privadas de la industria forestal, proporcionando información y tecnología que les ayuda a un eficiente y sustentable uso de los recursos forestales.

Centro de Investigaciones de Recursos Naturales (CIREN). CIREN fue creado en 1985 para proporcionar información sobre los recursos naturales, incluyendo: clima; recursos hídricos, agrícolas y forestales; uso de suelos; minería y geología; geomorfología; y los activos rurales del país.

Instituto Nacional de Normalización (INN). El INN – parte del Ministerio de Economía – fue creado en 1973 para contribuir al desarrollo productivo del país, promoviendo la estandardización, acreditación y metrología para el beneficio de las empresas en todos los sectores.

Instituto de Fomento Pesquero (IFOP). Creado en 1965 bajo el Subsecretaría de Pesca, la misión de IFOP es proporcionar asistencia técnica y bases científicas para regular la pesca y la acuicultura, buscando preservar los recursos hidro-biológicos y sus ecosistemas.

Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN). Creado en 1964 bajo el Ministerio de Minería, la misión de CCHEN es ofrecer experticia científica en temas de producción, adquisición, transferencia, transportes, y uso pacífico de la energía nuclear, así como materiales radioactivos y fértiles fisionables. El Departamento de Investigación y Desarrollo de la CCHEN realiza diversos proyectos de investigación sobre ciencia nuclear y sus aplicaciones.

Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA). Creado en 1990 bajo la Armada chilena, SHOA proporciona materiales, información, y apoyo técnico para asegurar la seguridad de navegación en ríos, lagos, aguas interiores, mares territoriales, y alta mar fuera de la costa chilena.

Instituto Geográfico Militar (IGM). La misión del IGM, creado en 1992 por el Ejército chileno, es proporcionar información y asesoría técnica en todos los asuntos que conciernen la geografía y cartografía del país.

Instituto Hidráulico Nacional. Creado en 1953 bajo el Ministerio de Obras Públicas, realiza estudios sobre la seguridad y eficiencia de futuros proyectos de infraestructura hidráulica.

Instituto Antártico Chileno (INACH). El INACH, creado en 1963 bajo el Ministerio de Relaciones Exteriores, planifica e implementa todas las actividades científicas, tecnológicas, ambientales y de información sobre la Antártica, coordinando estas actividades con el Programa Nacional Antártico.

Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMÍN). Creado en 1980, la misión de este servicio es producir y proveer información sobre la minería y la geología para satisfacer las necesidades de los organismos de gobierno, empresas, instituciones públicas y privadas, individuos, y otras entidades interesadas en participar en la actividad geológica y minera.

Fundación Chile. Esta institución privada sin fines de lucro fue creada en 1976 por el gobierno chileno y la *ITT Corporation* de los Estados Unidos. Su misión es introducir innovación y desarrollar el capital humano en *clusters* claves de la economía chilena (ver más en Cuadro 3.9).

Centro de Investigación Minera y Metalúrgica (CIMM). El CIMM fue creado en 1970 como una fundación privada sin fines de lucro para llevar a cabo investigación científica y tecnológica en minería.

Fuente: Informe de Antecedentes.

Cuadro 3.9 Centros científico-tecnológicos regionales en Chile

Nombre	Ubicación	Socios	Enfoque
Centro de Investigaciones del Hombre en el Desierto (**CIHDE**)	Tarapacá	CONICYT, Gobierno Regional de Tarapacá, Universidad de Tarapacá, y Universidad Arturo Prat	Biología y antropología
Centro de Investigación Científico para la Minería (**CICITEM**)	Antofagasta	CONICYT, Gobierno Regional de Antofagasta, Universidad Católica del Norte, y Universidad de Antofagasta	Minería
Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (**CEAZA**)	Coquimbo	CONICYT, Gobierno Regional de Coquimbo, Universidad de La Serena, Universidad Católica del Norte, y INIA	Cambio climático, hidrología, biología
Centro de Investigación en Biotecnología Silvoagropecuaria (**CIBS**)	O'Higgins y Maule	CONICYT, Gobierno Regional de O'Higgins, Gobierno Regional de Maule, Universidad Católica de Maule, Universidad de Talca, y el Instituto de Investigación Forestal y Agrícola a través de sus estaciones Rayentué y Raihuén	Silvicultura y Agricultura, Biotecnología
Centro de Investigación de Polímeros Avanzados (**CIPA**)	Bío-Bío	CONICYT, Gobierno Regional de Bío-Bío, Universidad de Concepción, y Universidad del Bío-Bío	Polímeros
Centro de Genómica Nutricional Agroacuícola (**CGNA**)	Araucanía	CONICYT, Gobierno Regional de Araucanía, Instituto de Investigación Agropecuaria (INIA), Carrillanca, Universidad Católica de Temuco, y Universidad de La Frontera	Agro-acuicultura
Consorcio de Investigación en Nutrición, Tecnología de los Alimentos y Sustentabilidad del Proceso Alimentario en la Acuicultura (**CIEN AUSTRAL**)	Los Lagos	CONICYT, Gobierno Regional de Los Lagos, Universidad Austral, y Universidad de Santiago	Producción sustentable de animales
***Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia (*CIEP**)	Aysén	Gobierno Regional de Aysén, Universidad Austral de Chile, Universidad de Concepción, INIA, Instituto Tecnológico del Salmón, Instituto Campos de Hielo, SHOA, Asociación Comercial Industria Pesquera, Asociación de la Industria del Salmón, Asociación de Turismo de Coyhaique, Universidad de Montana (EE.UU.), y Universidad de Siena (Italia)	Ecosistemas
Centro de Estudios del Cuaternario de Fuego-Patagonia y Antártica (**CEQUA**)	Magallanes	Gobierno Regional de Magallanes y Antártica Chilena, Universidad de Magallanes, Instituto Antártico Chileno, e Instituto de Desarrollo Pesquero	Investigación científica multi-disciplinaria sobre la evolución del medio ambiente
Centro Regional de I+D Sustentable de Atacama	Atacama	Gobierno Regional de Atacama, Universidad de Atacama, Empresa CORPROA, Empresa ASOMICO y Empresa ACUPRAT	Minería, acuicultura, agricultura
Centro Regional de Estudios en Alimentos Saludables **(CREAS)**	Valparaíso	CONICYT, Gobierno Regional de Valparaíso, Universidad Católica de Valparaíso, Universidad de Valparaíso, Universidad Técnica Federico Santa María	Tecnología agro-alimenticia
Centro de Ingeniería de la Innovación asociado al CECS de Valdivia	Los Lagos	CONICYT, Gobierno Regional de Los Lagos, Centro Científico de Valdivia	Física, biología y cambio climático
Centro Regional de Investigación de Energía y Aguas Arica y Parinacota **(CIDEA)**	Tarapacá	CONICYT, Gobierno Regional de Tarapacá, Universidad Arturo Prat y Universidad de Tarapacá	Ingeniería y acuicultura

Fuente: Programa Regional, CONICYT.

Fundación Chile es una excepción que merece especial atención (Cuadro 3.10), no solamente porque su excelente desempeño y original modelo de negocios (entidad de capital-riesgo sin fines de lucro), sino también por ser un "agente de cambio" dentro del sistema de innovación chileno.[36] Hoy ampliamente reconocida por tener las mejores prácticas internacionales, Fundación Chile ha llenado vacíos institucionales del sistema de innovación con creatividad y ha demostrado una asombrosa adaptabilidad ante las transformaciones que ella misma ha contribuido a generar.

Cuadro 3.10 Fundación Chile: una mejor práctica internacional de Chile

Fundación Chile es la institución privada sin fines de lucro más importante dirigida a fomentar la innovación en Chile. Fundada en 1976 por el gobierno chileno y la *ITT Corporation* de EE.UU., su misión central es la transferencia de tecnologías de última generación, técnicas de administración y capacidades humanas a los sectores nacionales intensivos en recursos naturales, en alianza con redes locales y mundiales de conocimiento.

Fundación Chile ha desarrollado un modelo original y efectivo para transferir tecnologías y fomentar respuestas innovadoras a las oportunidades económicas. Crea nuevas empresas y alianzas estratégicas, realiza I+D, adapta tecnologías extranjeras para innovación en productos y procesos para clientes empresariales del sector público y privado, y promueve la creación de consorcios tecnológico y difusión de tecnologías para las PYMEs.

Entre sus logros se destacan:

- Creación de empresas pioneras en la industria salmonífera, y servicios tecnológicos que fueron fundamentales para el despegue de este sector en Chile.
- Cultivo de locos y rodaballo.
- Desarrollo del concepto tecnológico de carne empacada al vacío y otras innovaciones.
- Control de calidad y certificación de exportación de frutas.
- Introducción de nuevas especies y variedades de *berries* en Chile.
- Desarrollo asociativo en la industria forestal, que llevó a la implementación de nuevos modelos de gestión forestal.
- Producción de vino de alto calidad.
- Muebles para la exportación.
- Circuito turístico de Lota.

En los últimos años, la Fundación Chile ha estado cada vez más activa en el campo de la biotecnología (genética forestal y vacunas ADN para la acuicultura, entre otros), ingeniería e información financiera (capital de riesgo), y la gestión. Sus actividades de perfeccionamiento de capacidades enfatizan el "aprendizaje a lo largo de la vida", la educación a distancia, el uso de TICs en educación y gestión educacional.

Fuente: E. Bitran y *www.fundacionchile.cl*

3.3 La interacción entre actores

La eficiencia de un sistema nacional de innovación depende mucho de su "poder distributivo de conocimiento", es decir, su capacidad de estimular y optimizar la difusión, intercambio y uso creativo de las ideas en cualquier forma – escritas en una publicación científica, expresadas oralmente en una conferencia, plasmadas en un equipo, software o práctica empresarial, etc. Aunque los derechos de propiedad intelectual cumplen un importante doble rol (asegurar que el intercambio de conocimiento no desincentive su uso productivo, y también generar información sobre las tendencias de estos usos), los principales modos de

[36] Por ejemplo, INTEC (el ITP especializado en tecnologías informáticas y ambientales) fue absorbido por *Fundación Chile* en 2003.

interacción para el "poder distributivo" son el trabajo en redes, el *clustering* de las empresas abiertas al extranjero, y las relaciones entre ciencia e industria. Desde esta perspectiva, el sistema de innovación chileno presenta serias debilidades. Varios cuellos de botella, obstáculos y faltas de capacidades impiden el flujo de conocimiento entre instituciones y actores individuales. Esta sección revisa algunos de ellos, basados en la muy limitada información disponible para el equipo del Informe OCDE.

Cuadro 3.11 Colaboración inter-empresas en innovación

La economía del trabajo de redes (*networking*)

Por mucho tiempo, los mercados, las jerarquías y las redes han co-existido en la actividad económica como formas organizativas complementarias, pero su importancia relativa podría cambiar con el paradigma tecno-económico dominante, dependiendo de sus características con respecto a: el grado de especificidad de recursos y conocimiento requeridos por actividades interdependientes, los costos de transacción al administrar y coordinar estas actividades, y la naturaleza de proceso de innovación.

Nuevos avances teóricos en la comprensión de los motores micro y macro del crecimiento impulsado por la innovación han ayudado a explicar por qué últimamente pareciera haber un auge de las ventajas competitivas de las redes (por sobre los mercados y jerarquías):

- La *nueva teoría del crecimiento* enfatiza la importancia de la rentabilidad creciente en nuevas tecnologías y capital humano, basada en un aumento exponencial de tanto el volumen como la diversidad de conocimientos codificados y tácitos.

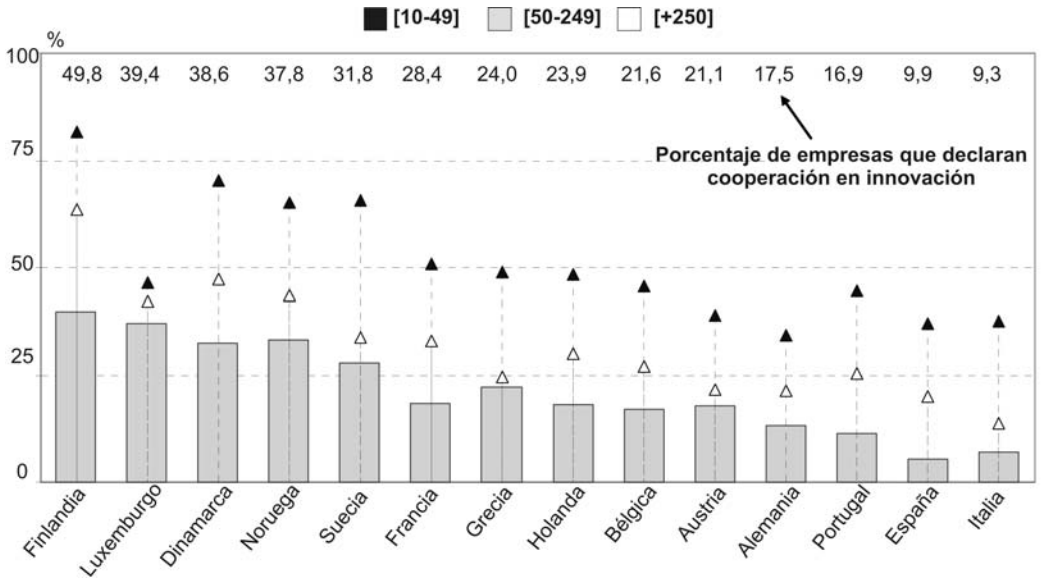
- La *economía evolutiva e industrial* demuestra que este proceso de acumulación es no-lineal (involucra interacciones entre las distintas etapas de investigación e innovación) y está formado por la interacción de organizaciones de mercado y no de mercado, y varias instituciones (normas sociales, regulaciones, etc.).

- La *economía institucional* enfatiza la importancia de la innovación organizativa en empresas y gobierno, en cuanto al diseño y coordinación de organismos y procedimientos involucrados en interdependencias más complejas, cuando el crecimiento lleva a una mayor especialización de tareas y herramientas productivas.

- La *sociología de la innovación* enfatiza el rol de la "confianza" al enfrentar la incertidumbre y para evitar un aumento de costos de transacción que resulten en mayor especialización, y el rol de incentivos no-monetarios, el intercambio y el trueque dentro de las redes de innovación para aumentar la creatividad.

Fuente: OCDE.

Innovación y cooperación en pequeñas y grandes empresas
Tasa de empresas que declaran acuerdos de cooperación en innovación, por tamaño
(Período 1998-2000, %)



Fuente: OCDE; EUROSTAT (CIS3).

En Chile, la falta de interacción suficiente entre los actores del sistema de innovación ya es un tema visible entre los mismos actores públicos. En particular, los institutos tecnológicos parecen mostrar una muy baja tendencia a colaborar entre sí y trabajar en redes nacionales e internacionales más amplias de universidades y empresas que no sean sus "clientes regulares". Esto limita su eficiencia como "antenas tecnológicas", especialmente en una época de creciente multidisciplinariedad en los orígenes científicos de la innovación. Además, algunas señales indican que los institutos orientados hacia la investigación tienden a competir, en vez de colaborar, con las universidades.[37]

3.3.1 El trabajo en redes y clustering de las empresas

Con la creciente competencia, globalización y el rápido avance del conocimiento, las nuevas tecnologías y conceptos innovadores tienen una mayor variedad de fuentes, la mayoría de ellas fuera del control directo de empresas que se han vuelto más especializadas y concentradas en sus competencias centrales. Para obtener conocimiento y *know-how* complementarios, dependen cada vez más de los acuerdos de colaboración y las relaciones de mercado (por ejemplo, la compra de equipos o las licencias tecnológicas). En países avanzados, la colaboración inter-empresa en redes es lejos el canal más importante para compartir e intercambiar conocimiento.

Estudios empíricos han confirmado que las empresas que colaboran son más innovadoras que las que no colaboran, sin importar su tamaño (OCDE, 2001). Pero también se ha demostrado que la tendencia a involucrarse en redes de conocimiento disminuye con el tamaño de las empresas (Cuadro 3.11). Esto es tanto un reflejo como una parte de la explicación de por qué la innovación de las PYMEs es tan limitada.

En Chile, el grueso de las PYMEs no están en redes orientadas hacia la innovación, simplemente porque no buscan innovar. Pero muchas de las que sí tendrían incentivos para desarrollar vínculos con otras empresas e instituciones de conocimiento tienen dificultades para diseñar e implementar una estrategia de trabajo de redes. Estas dificultades se deben particularmente a:

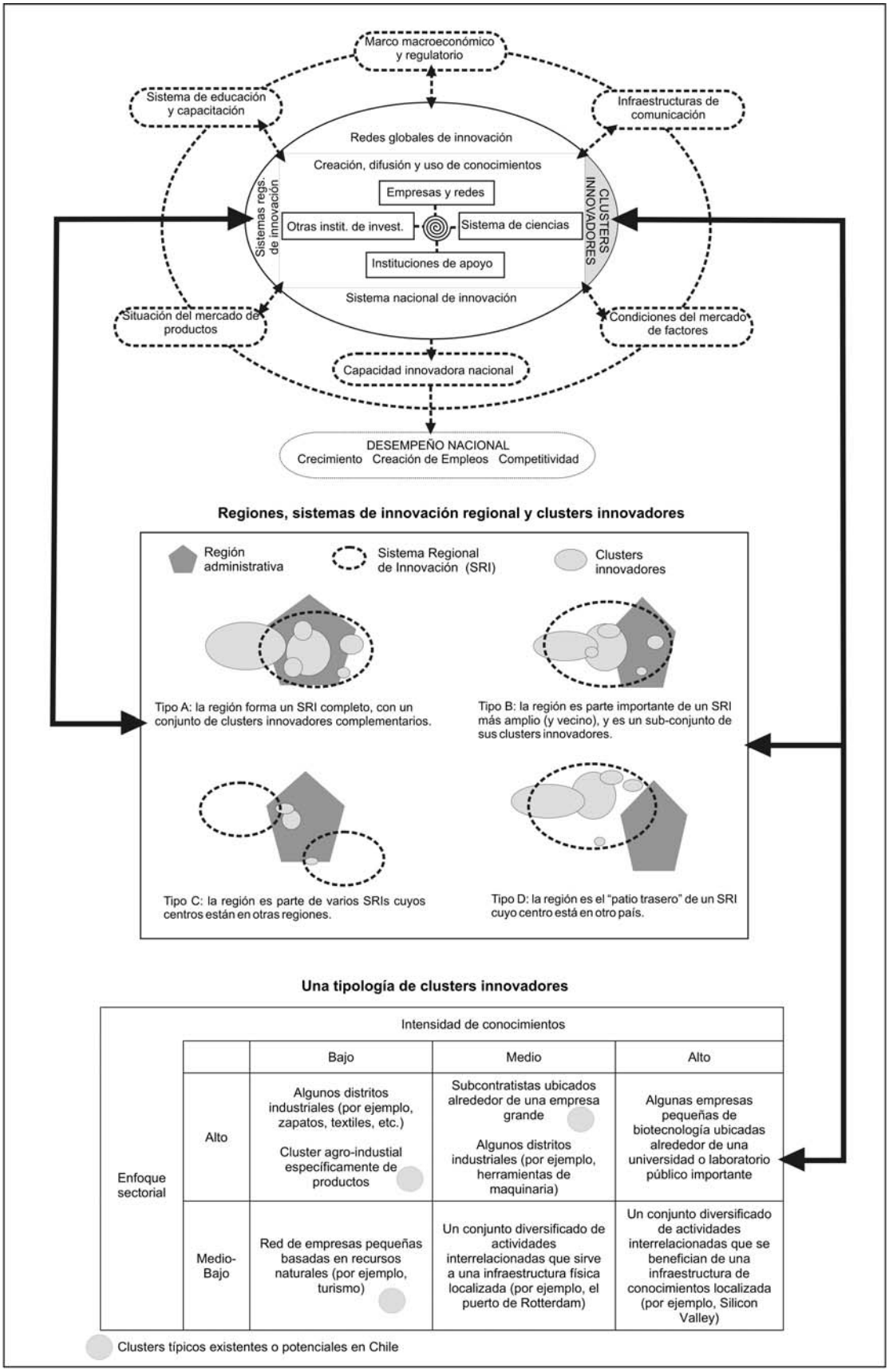
- Una falta de confianza con sus posibles socios. Aunque algunos países tienen mejor "capital social" que otros; la confianza as un activo económico y no exclusivamente una característica socio-cultural, y sólo puede cambiar en el muy largo plazo. Se puede construir más rápidamente a través del aprendizaje de experiencias exitosas que logran equilibrar competencia y cooperación. En Chile, sería importante encontrar medios para difundir las experiencias positivas de sectores donde haya sido exitosa alguna forma de acción colectiva.

- Los insumos en recursos para la alta gerencia, necesarios para iniciar y sostener la participación en cualquier emprendimiento cooperativo, son relativamente altos. Para Chile, esto sugiere que las infraestructuras públicas de conocimiento deberían buscar un mejor equilibrio entre su rol como proveedores de servicios para empresas individuales y su rol como plataformas para facilitar la cooperación inter-empresa.

---

[37] En 1999, J. Mullin et al observaron, por ejemplo, que para las ciencias de la tierra – de gran relevancia para Chile – había poca coordinación entre los organismos públicos involucrados en investigación y/o actividades técnicas relacionadas (Ministerio de Minería, SERNAGEOMIN, Instituto de Geofísica de la Universidad de Chile, INACH, CIMM y Codelco).

Cuadro 3.12 *Clusters* en los sistemas de innovación



Fuente: OCDE.

Cuadro 3.13 La dimensión internacional del trabajo de redes: ejemplos de cooperación exitosa en innovación que fueron financiadas públicamente

El programa CORFO-Suecia ha sido un excelente ejemplo de cooperación industrial. Originalmente fue diseñado para fomentar las alianzas estratégicas en la industria maderera secundaria, lo cual llevó a la creación de varios emprendimientos conjuntos y condujo a una considerable transferencia tecnológica, incluyendo la transferencia de buenas prácticas en la organización del trabajo. Fue seguido por un programa similar en el campo del medio ambiente. Hoy, existe un Fondo CORFO-Suecia, a través del cual la Agencia de Cooperación Sueca y CORFO contribuyen en partes iguales a la promoción de la transferencia tecnológica y las iniciativas tecnológicas conjuntas.

En el sector vinícola – de alto crecimiento y mucha innovación – un ejemplo de transferencia tecnológica ha sido el redescubrimiento de la variedad *carménère* en Chile, que sucedió gracias a la cooperación con Francia, fundada por CORFO.

Los obstáculos al emprendimiento tecnológico magnifican el impacto negativo de otros obstáculos al trabajo de redes, ya que las nuevas empresas de base tecnológica (NEBTs)[38] cumplen una función especial dentro de y entre las redes de innovación. En particular, y de mayor importancia para Chile, son instituciones que crean puentes, cerrando la brecha de información entre las grandes organizaciones de conocimiento y las empresas de industrias tradicionales. Además de servir a mercados diferentes, las NEBTs son complementarias a las grandes empresas por su manera de interactuar con los otros actores de un sistema de innovación. En este sentido, la baja cantidad de NEBTs en Chile es un cuello de botella clave del sistema de innovación.

Hoy, el rol de los *clusters* dentro de los sistemas nacionales de innovación ha sido bien establecido (Cuadro 3.12). Los *clusters* innovadores pueden ser definidos como redes de empresas interdependientes, instituciones productoras de conocimiento (universidades, institutos de investigación, empresas que proporcionan tecnología), instituciones "puente" (por ejemplo, los servicios de extensión tecnológica) y los clientes, vinculados vertical u horizontalmente en una cadena de producción que genera valor agregado, y que cooperan para desarrollar y utilizar bienes públicos específicos, basados en infraestructuras físicas y de conocimiento compartidos. Los *clusters* innovadores pueden tener pocas o muchas empresas, así como empresas pequeñas o grandes. Pueden ser más o menos intensivos en conocimiento, utilizando una cantidad mayor o menor de instituciones puente e instituciones productoras de conocimiento, con un enfoque sectorial o tecnológico más estrecho o más amplio (Tabla 3.5).

En general, la geografía de los *clusters* innovadores es compleja, trascendiendo los varios niveles geográficos de regulación económica. No todos los grupos de empresariales e industriales vinculados a una cadena de valor se pueden definir como un *cluster* industrial, ni tampoco cada *cluster* es un *cluster* innovador. Por lo tanto, no todas las regiones funcionan como sistemas de innovación, es decir, como un conjunto de *clusters* innovadores complementarios (Cuadro 3.12). Normalmente, los *clusters* concentrados geográficamente se insertan en mercados mundiales. A menudo, los mercados locales son abastecidos por *clusters* que están estrechamente vinculados a redes mundiales de producción e innovación. En la mayoría de los *clusters*, uno puede identificar elementos de carácter internacional, nacional y regional.

[38] Las NEBTs pueden ser escisiones (*spin-outs*) de empresas grandes, derivajes (*spin-offs*) de la investigación pública o creaciones *ex nihilo*. En países de la OCDE, representan entre 1 y 3 por ciento de todas las empresas.

Tabla 3.5 Clusters nacionales y regionales significativos en Dinamarca

	Nacional	Regional
Existentes	• Tecnología Térmica • Aparatos técnicos para discapacitados • Puerco • Productos Lácteos • Ambiente de agua • Pieles • Semillas • Electrónica • Audífonos para sordos • Tecnología eólica • Industria marítima	• Comunicaciones móviles y satelitales en el Norte de Jutland • Turismo de negocios en la región de la capital • Acero inoxidable en Jutland Oriental • Horticultura en Funen • Farmacéuticos en la región de Oeresund • Textiles/ropa en Herning-Ikast • Industria *offshore* en Esbjerg • Muebles en Salling • Transportes en el Sudeste de Jutland
Emergentes	• Alimentos orgánicos • Juegos y aprendizaje infantil • Gestión de desechos/residuos • Tecnología de sensores • Bio-informática	• Cine, radio y televisión en la región de Copenhagen • Red de Alimentos de Oeresund • RR.PP. y comunicaciones en la región de Copenhagen • Computación avanzada en Copenhagen y Aarhus

Fuente: Dalsgaard en OCDE (2001).

Para Chile, el *clustering* es tanto una realidad económica como un concepto clave de política, ya que representa un instrumento para lograr una "focalización inteligente" de las políticas de innovación. Algunos *clusters* chilenos ya se han estructurado (por ejemplo, los *clusters* del salmón y del vino), aunque, como se menciona en la Sección 3.1.2, se podría mejorar su funcionamiento. Otros están subdesarrollados; por ejemplo, la industria de la minería podría ser el nexo de un conjunto más amplio de servicios diversificados interrelacionados y actividades de manufactura. Muchas más están allí latentes y deberían ser mapeados rigurosamente y después organizados, utilizando un enfoque amplio de innovación que incluya la innovación en servicios (ver Cuadro 3.13). En este sentido, la centralización política es un gran obstáculo al desarrollo de una política de innovación basada en los *clusters* en Chile, ya que la participación activa y competente de los gobiernos regionales y municipales será fundamental para el éxito de las iniciativas de *clustering* dirigidas por la industria.

3.3.2 Relaciones entre Ciencia e Industria (RCIs)

Las RCIs son el alma de las redes y *clusters* más innovadores, pero son más comunes en las economías más avanzadas y adoptan muchas formas: contactos casuales entre académicos, científicos e ingenieros; *spin-offs* de la investigación pública; licencias y patentes de universidades; movilidad de los investigadores; alianzas público-privadas para la investigación, etc. (Cuadro 3.14). Todas ellas permiten un intercambio fluido entre la investigación dirigida por la curiosidad y la innovación dirigida por el mercado, en beneficio de ambas. Por lo tanto, no son simplemente canales de transferencia de conocimiento, sino que estimulan la creatividad en todo el sistema de innovación.

En Chile, los obstáculos a las RCIs responden a los mismos factores que en cualquier otro país, como la falta de demanda de las empresas, una cultura de investigación académica que no enfatiza la relevancia económica, una baja movilidad de los investigadores, y una competencia entre la investigación pública y la industria por apoyo estatal. Sin embargo, estos problemas son más agudos en Chile que en la mayoría de los países de la OCDE, principalmente por las siguientes razones:

Cuadro 3.14 Innovación en servicios

Chile tiene un sector de servicios grande y en expansión, y los servicios financieros, logísticos y de turismo son opciones particularmente atractivas. La innovación en el sector servicios no es intrínsecamente distinta a la innovación en manufactura, ya que ambos involucran alguna combinación de cambios en tecnología, diseño, marketing, organización, conocimiento y habilidades. Sin embargo, en el caso de los servicios hay mucho menos énfasis en el desarrollo y adquisición de nuevas tecnologías y mucho más en los llamados aspectos "blandos" de la innovación. El lenguaje con el cual se describe la innovación también puede ser algo diferente en el caso de los servicios. La innovación en servicios puede ser igual de difícil y riesgosa que en el sector manufacturero, y ofrece un potencial beneficio similar: rentabilidad alta pero incierta. La mayoría (aunque no todos) los sectores de servicios no son intensivos en tecnología en el sentido de que dependen de tecnología adquirida de otras partes de la economía. Sin embargo, algunos son extremadamente sofisticados en la manera en que absorben y explotan estas tecnologías (por ejemplo, recolección y entrega de pequeños paquetes). Además, muchos servicios "intensivos en conocimiento", como por ejemplo las empresas de tecnología informática, diseño, y muchos servicios de salud, usan tecnologías altamente sofisticadas junto con bienes intensivos en I+D. La frontera entre algunos servicios comerciales y manufactureros está cambiando, y muchas empresas de manufacturas ahora incluyen un significativo elemento de servicios en lo que entregan a sus clientes. Por ejemplo, las empresas de motores aéreos ahora venden horas de vuelo además del motor mismo. Además, algunos servicios como el diseño y desarrollo de software, que antes utilizaban las empresas de manufacturas para abastecerse, ahora son externalizados. Por lo tanto, la innovación de una empresa manufacturera muchas veces requiere innovación complementaria de sus proveedores de servicios.

La innovación en servicios, además de ser muy común, es muy importante para la productividad total y el crecimiento económico, y por lo tanto es vital que las necesidades de los sectores de servicios se tomen en cuenta integralmente al diseñar e implementar políticas de innovación. Esto significa un enfoque para las políticas de innovación que adopta una perspectiva amplia del proceso de innovación y no se concentra estrechamente en la creación y explotación de nuevas tecnologías. Incentivar la difusión de tecnología y prácticas comerciales prometedoras debería ser considerado de igual importancia que el uso de conocimiento y habilidades no-tecnológicas apropiadas. Sólo muy recientemente, los encargados de políticas de los países de la OCDE han comenzado a mirar la innovación en servicios de esta manera, y el proceso de ampliar la agenda de las políticas de innovación está recién empezando. Chile debería jugar un rol activo en este proceso exploratorio, para que su política de innovación pueda utilizar el aprendizaje de otros países al enfrentar las necesidades específicas de sus empresas de servicios.[39]

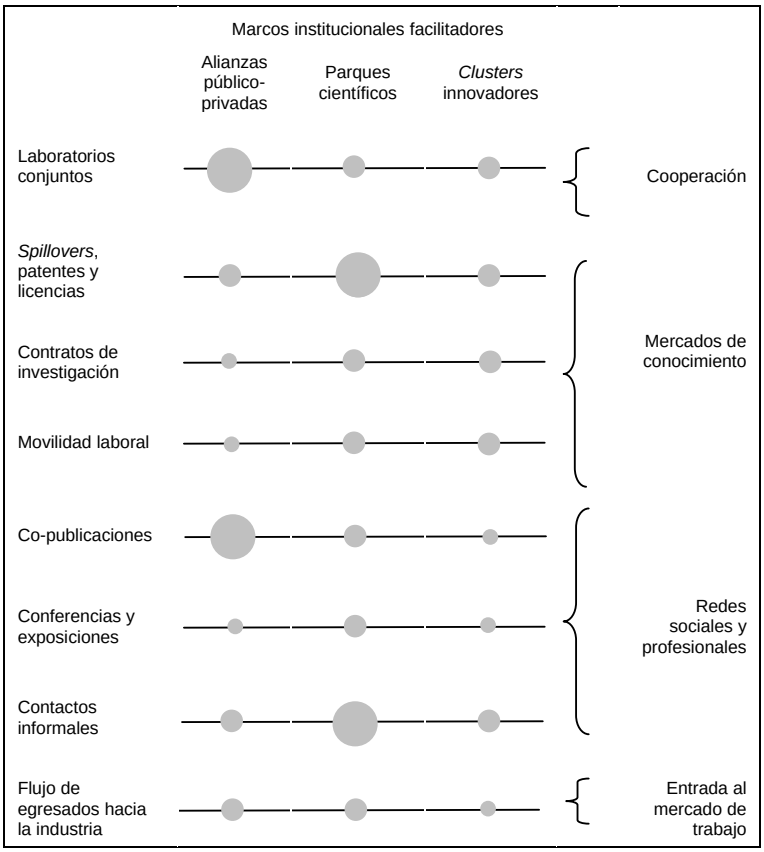
- *Fallas de capacidades.* Existe una escasez del tipo de recursos humanos que podrían generar RCIs dinámicas. En particular, las disciplinas de ingeniería no están cumpliendo a cabalidad su rol de "puentes" entre ciencia e innovación, primero en el sistema educacional y después en el lugar de trabajo. Por el lado de la oferta, ni la cultura institucional de las universidades ni su contenido curricular incentiva a los ingenieros a complementar sus estudios con doctorados o magisters en áreas relevantes para la innovación tecnológica. En el lado de la demanda, hay pocas posibilidades laborales en la industria para egresados de disciplinas científicas, por la falta de conciencia de los gerentes y dueños de empresas sobre la importancia de la innovación para aumentar la productividad a largo plazo.

- *Fallas institucionales.* Los marcos institucionales, que muchas veces son utilizados para promover las RCIs, están subdesarrollados. Este es el caso particular de las alianzas público-privadas; sólo recientemente el gobierno ha comenzado a promoverlas a través de un programa piloto. Además, no parece existir en Chile un mecanismo específico para estimular y organizar un diálogo entre empresas e instituciones educacionales, tanto secundarias como universitarias, con respecto a sus necesidades actuales y futuras de capital humano especializado.

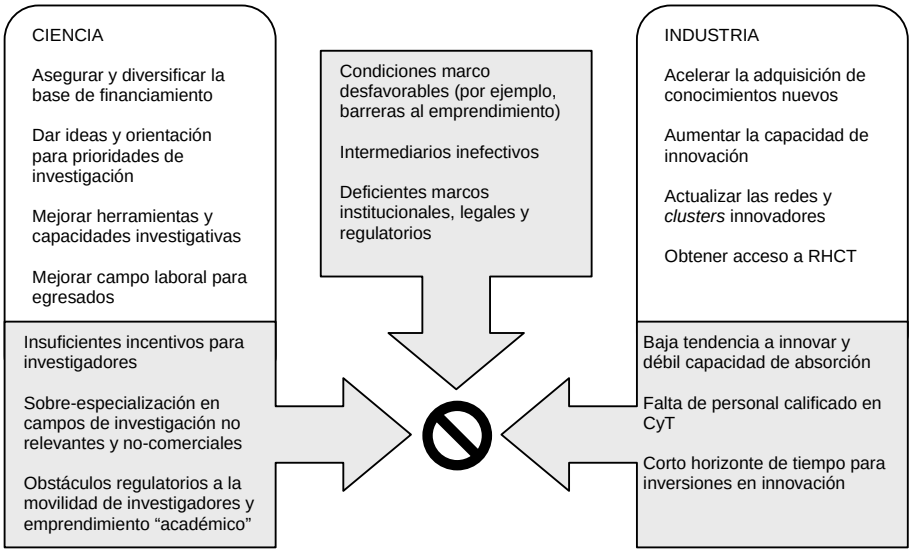
[39] Esta sección se basa en estudios encargados por el Departamento de Comercio e Industria del Reino Unido, relacionados con un próximo documento de trabajo en economía sobre la innovación en el área de servicios. Ver también el capítulo "Fomentando la Innovación en los Servicios" en la OCDE (2005c).

Cuadro 3.15 Relaciones entre Ciencia e Industria (RCIs)

Canales de Relaciones entre Ciencia e Industria



Beneficios y obstáculos a las Relaciones entre Ciencia e Industria



Fuente: OCDE

CAPÍTULO 4

EL ROL DEL GOBIERNO

Durante largo tiempo, el sistema de innovación chileno fue rudimentario, habiéndose construido a través de una serie de decisiones *ad-hoc* con ausencia de una visión estratégica sobre el rol de la innovación para el desarrollo económico y el rol del gobierno en su promoción. Consistía básicamente de una agencia que financiaba becas y apoyaba la investigación académica, más un conjunto de institutos tecnológicos que ejecutaban misiones de interés público y proporcionaban algunos servicios tecnológicos a los sectores industriales y agrícolas. Un cambio importante ocurrió a comienzos de los años 90, después del reestablecimiento de la democracia, cuando por primera vez fueron introducidas políticas públicas explícitamente dirigidas a fortalecer las capacidades en el área de la ciencia, tecnología e innovación en los diversos sectores productivos. Hoy, Chile está pasando por una nueva transición, probablemente más crucial. Recientemente, una mayor conciencia política acerca de la importancia de la innovación para el futuro del país se ha traducido en tres decisiones audaces: la creación del Consejo de Innovación para la Competitividad, con la misión de proponer líneas guía para una estrategia nacional de innovación a largo plazo; la introducción de un impuesto específico a la minería para aumentar los recursos disponibles para la implementación de esta estrategia; y la introducción de un incentivo tributario para motivar la participación del sector privado en la I+D.

Este capítulo ofrece primero una breve historia de la evolución de la política de innovación chilena después describe y evalúa cómo el gobierno chileno y las agencias estatales están apoyando la innovación.

4.1 La evolución de la política de innovación chilena

4.1.1 La fase inicial

Los primeros esfuerzos de Chile en la investigación y el desarrollo se remontan a la década de los 60, cuando se fundaron los primeros institutos tecnológicos públicos; se fortaleció el sistema universitario a través de la creación de sedes regionales; y se creó la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, CONICYT. El objetivo era crear capacidades en el sector público a través del financiamiento estatal directo; sin embargo, no existían mecanismos para guiar esta asignación hacia las necesidades empresariales.

Una verdadera política de investigación e innovación, que buscaba responder a fallas identificadas en el mercado y el sistema, surgió a comienzos de los años 90, con la creación de fondos de contrapartida para las universidades, empresas, y otras instituciones públicas y privadas. La iniciativa más importante fue el Programa de Ciencia y Tecnología, PCT (1992-1995), montado con fondos del BID.[40] El principal objetivo de este programa era fomentar la innovación tecnológica en las empresas chilenas y fortalecer las actividades de I+D.

Se crearon dos nuevas entidades: el Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico (FONTEC) , parte de CORFO (Corporación de Fomento de la Producción), cuyo objetivo era promover la innovación tecnológica en empresas privadas a través del co-financiamiento de proyectos de innovación desarrollados por las empresas; y el Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDEF), establecido bajo la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT), cuyo objetivo era fortalecer las

[40] El BID aprobó un préstamo al gobierno chileno por U$ 67 millones, que representa un 36% del costo total del programa.

capacidades de I+D y mejorar la infraestructura tecnológica a través del co-financiamiento de proyectos pre-competitivos desarrollados por universidades e institutos tecnológicos en conjunto con empresas privadas.[41]

Durante ese tiempo, hubo un cambio significativo en el modelo de financiamiento: desde un modelo directo a un modelo concursable, basado en la competencia entre los beneficiarios sin ninguna discriminación entre sectores productivos ni áreas tecnológicas. La idea era lograr un aumento transversal de la cantidad de empresas que participaban en las actividades de transferencia, absorción y difusión de tecnologías, garantizando además una infraestructura de apoyo.[42]

Durante esta etapa, que se conoce como "una política de tecnología horizontal", el objetivo estratégico era crear una masa crítica de I+D y proyectos tecnológicos en el sector público y privado para dar inicio a un proceso de aprendizaje colectivo, cumulativo, y multidisciplinario.

El PCT terminó a fines de 1995, produciendo resultados significativos, pero demostrando también varios defectos. Primero, no logró conectar efectivamente las actividades desarrolladas en las tres esferas principales de investigación (universidades, institutos tecnológicos y empresas). En segundo lugar, tuvo un reducido poder de convocatoria hacia el sector privado, y la actividad innovadora de las empresas siguió siendo limitada. Tercero, no logró enfrentar las necesidades cambiantes de las industrias exportadoras, que tuvieron que mejorar su competitividad en mercados globalizados cada vez más dinámicos, para generar más valor agregado de la explotación de los recursos naturales chilenos.

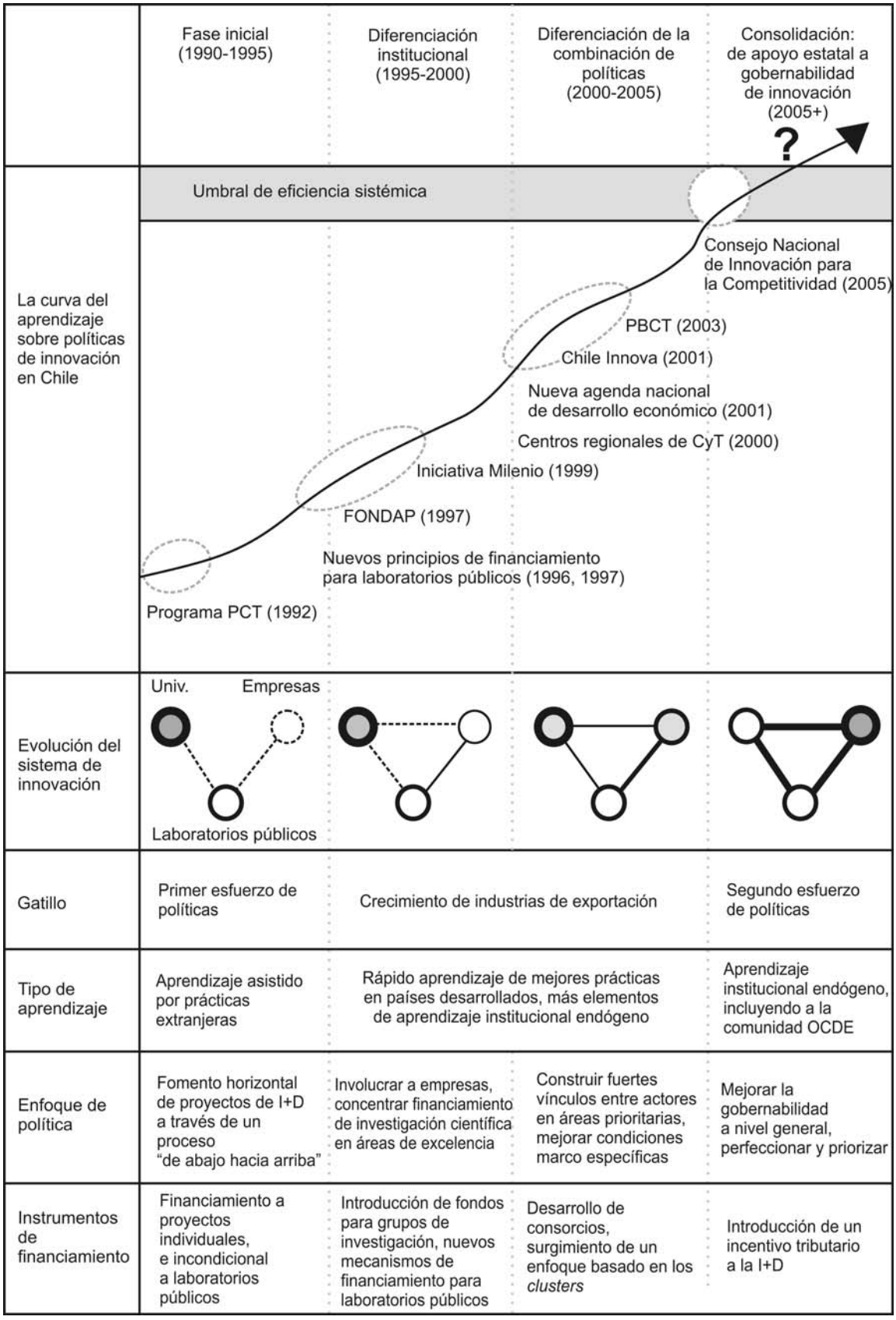
Para promover lo que se ha denominado una "segunda etapa exportadora", se han implementado políticas para corregir las debilidades estructurales de estas industrias, especialmente la escasez de empresas grandes, altamente eficientes y de nivel mundial, y el exceso de PYMEs que no se han orientado hacia la tecnología y que tienen bajas probabilidades de innovar.

---

41 Además, se dio mayor respaldo al Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT, de la CONICYT), orientado hacia la investigación básica. Este fondo, creado a comienzos de los 80, fue hasta ese momento la principal fuente de financiamiento estatal para la actividad científico-tecnológica del país.

42 Morris Teubal, "Difusión, Assimilation, and Use of Technology en Empresas" BID, febrero 1998.

Figura 4.1 La política de innovación chilena – la trayectoria de aprendizaje



Fuente: OCDE.

4.1.2 Primera transición: diferenciación institucional

Durante el período 1995-2000, se hicieron varios ajustes a las políticas de I+D e innovación, buscando mejorar su impacto económico y aumentando la participación del sector privado. Se destacaron tres objetivos:

- Aumentar la participación de las empresas privadas en actividades de investigación e innovación, a través de:

  i) el fomento del surgimiento de una "masa crítica" de empresas innovadoras.

  ii) la articulación de la oferta y demanda de insumos para la innovación, incentivando a las empresas a perseguir más activamente las actividades cooperativas, los contratos de I+D, y la compra de servicios tecnológicos.

- Concentrar la I+D en el tema de la innovación, con tres objetivos específicos:

  i) fomentar proyectos de I+D que combinen excelencia científica con relevancia económica.

  ii) promover proyectos de I+D pre-competitivos con un impacto más inmediato sobre los sectores productivos.

  iii) apoyar la investigación con altos niveles de *spillover*, es decir, produciendo información completa que sea útil, confiable y actualizada para los actores económicos y también para el sector público.

- Fortalecer la infraestructura tecnológica nacional, apoyando la modernización de institutos tecnológicos públicos, fomentando la creación de empresas de servicio tecnológicos, y promoviendo la formación de una red de centros tecnológicos públicos y privados.

En sintonía con estos nuevos objetivos, los fondos tecnológicos ya no se adhirieron con tanta rigidez a un enfoque estrictamente horizontal. Se crearon fondos concursables por temática o sector en áreas identificadas como particularmente importantes para el desarrollo del país, como las especies submarinas, las TICs, y la biotecnología, entre otras.

Uno de los cambios más importantes de esta fase llegó en 1996, con la modificación de los criterios y mecanismos utilizados para financiar los institutos tecnológicos públicos administrados por CORFO. Este financiamiento fue condicionado al logro de objetivos específicos ("contratos por desempeño"), incluyendo un área de auto-financiamiento. La CORFO creó un nuevo fondo, el Fondo Nacional de Interés Público (FONSIP), para implementar estos nuevos principios. Después, este fondo se transformó en el Fondo de Desarrollo e Innovación (FDI), diseñado para otros usuarios como los institutos tecnológicos privados, las empresas, y después las universidades. En 1997, otros dos institutos tecnológicos (INN e INFOR) dejaron de depender principalmente del financiamiento del gobierno, y pasaron a depender de otras fuentes de ingresos, especialmente los fondos concursables y los ingresos por venta de servicios.[43]

Los fondos de tecnología introdujeron nuevas líneas de financiamiento dirigidas a mejorar la comercialización de los resultados de la investigación, incluyendo: la protección de la propiedad industrial, el desarrollo de planes de negocios, el diseño de productos, y las estrategias de marketing en el caso de FONDEF; o la línea de proyectos de innovación "de alto emprendimiento" del FDI.[44]

---

[43] Siguieron recibiendo financiamiento del gobierno a través de un instrumento llamado "Acuerdo de Desempeño".

[44] Esta línea de apoyo fue introducida para corregir un sesgo de "novedad y viabilidad tecnológica" en los criterios utilizados para seleccionar proyectos, enfatizando más las posibilidades comerciales y habilidades empresariales y de gestión necesarias para insertar nuevas tecnologías en el mercado.

Estos esfuerzos por aumentar el impacto económico de la inversión pública en I+D generaron cambios de comportamiento entre los beneficiaros, especialmente las universidades, que tuvieron que crear o mejorar sus capacidades internas de gestión de proyectos de investigación y poner más atención al valor económico de los resultados de la investigación, una dimensión de la investigación académica que hasta entonces había sido claramente abandonada.[45]

Otra importante faceta que surgió durante esta etapa de transformación de las políticas chilenas de innovación fue el reconocimiento de la dimensión regional. De este modo, en el 2000, CONICYT lanzó un nuevo mecanismo de financiamiento, el Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, para crear centros científico-tecnológicos por todo el país en conjunto con los gobiernos regionales, universidades y empresas privadas. Otro aspecto de la diferenciación institucional que caracterizó este período fue la consolidación y creación de fondos de innovación específicos por sector, y el lanzamiento de dos programas para concentrar los esfuerzos de investigación científica en áreas donde Chile ha tenido el mayor potencial. CONICYT ayudó a crear el Programa de Investigación Avanzada en Áreas Prioritarias (FONDAP), que dio origen a los Centros de Excelencia. Sorprendentemente para los ojos extranjeros, a este programa se sumó la Iniciativa Científica Milenio, implementada bajo el Ministerio de Planificación (MIDEPLAN), con objetivos y razonamientos bastante similares.

Cuadro 4.1 Fondos de I+D e innovación, por sector

La Fundación para la Innovación Agraria (FIA) es una fundación privada creada por el Ministerio de Agricultura. Su meta principal es fomentar y promover cambios en la agricultura y economía rural del país, estimulando el desarrollo de ventajas competitivas en el sistema de producción agrícola mediante: modernización de los sistemas productivos; desarrollo e implementación de nuevas tecnologías y productos; diversificación de la producción; apoyo a la comercialización de productos forestales y agrícolas en mercados nacionales e internacionales; aumento de la calidad de los productos; y sustentabilidad de los procesos productivos.

La misión del Fondo de Investigación Minera (FIM), creado en 1996 bajo el Centro de Investigaciones Minero Metalúrgicas (CIMM), es financiar la investigación científica del cobre y sus sub-productos. Este fondo es financiado por empresas mineras públicas y privadas.

El Fondo de Investigación Pesquera (FIP) fue creado en 1991 por la Ley General de Pesca y Acuicultura. Su objetivo es financiar proyectos de investigación pesquera y de acuicultura cuyos resultados ayuden a administrar las empresas pesqueras y de acuicultura, apoyando la conservación de los recursos hidro-biológicos. Es financiado por el presupuesto nacional y las licencias de pesca y acuicultura.

4.1.3 Segunda transición: equilibrando el conjunto de políticas con mayor diferenciación institucional

En el año 2001, la nueva agenda nacional de desarrollo económico – orientada a transformar al país en una economía desarrollada dentro de los próximos 10 años – identificó el fortalecimiento de las capacidades de ciencia, tecnología, e innovación como una de sus seis prioridades, y por lo tanto le dio un fuerte impulso a varias nuevas iniciativas en políticas de innovación.

Como resultado, el FDI de CORFO sufrió una gran transformación que, después de una fusión con FONTEC, dio origen al programa *Chile Innova*, que se estableció para ofrecer apoyo a los esfuerzos de las empresas en un amplio espectro de actividades: *i)* innovación pre-competitiva y de interés público; *ii)* innovación comercial; *iii)* difusión y transferencia de tecnologías; *iv)* emprendimiento. Además, Chile Innova creó departamentos interconectados con un enfoque sectorial en minería; biotecnología; la industria de alimentos; turismo; infraestructura y energía; y TICs, con miras a promover visiones estratégicas

[45] Una de las causas históricas del muy bajo nivel de inscripción de patentes en Chile (una al año por cada millón de habitantes) han sido las restricciones fijadas por FONDECYT, que además de priorizar la cantidad y calidad de las publicaciones científicas por sobre las patentes, impuso la obligación de devolver los fondos otorgados a cualquier proyecto si se patentaba alguno de los resultados. Esto dejó una profunda huella en la cultura académica hasta el día de hoy.

compartidas entre los actores, detectar nuevas oportunidades para la innovación tecnológica y el desarrollo, activar la demanda de nuevos proyectos, y monitorear los logros más relevantes de cada programa.

Otra iniciativa nueva fue el lanzamiento, bajo CONYCIT, del Programa Bicentenario de Ciencia y Tecnología (PBCT), financiado en parte por un préstamo del Banco Mundial. El objetivo de este programa es asistir en la transición hacia una economía y sociedad basadas en el conocimiento, desarrollando un sistema de innovación efectivo. Está organizado en tres componentes: *i)* mejorar el sistema de ciencia, tecnología, e innovación en Chile para lograr un gran impacto en el desarrollo de políticas, creando un entorno fértil para la innovación en Chile; *ii)* fortalecer la base científica, incluyendo infraestructura para la investigación, y la capacidad de acceder a nuevos hallazgos de otros países; y *iii)* promover vínculos entre el sector público y privado a nivel nacional e internacional.

En el año 2001 se creó el Programa de Desarrollo e Innovación Tecnológica (PDIT), conocido como Chile Innova. Su misión fue contribuir al aumento de la competitividad, apoyando la innovación y el desarrollo tecnológico en áreas estratégicas de la economía nacional, especialmente entre las PYMEs que producen bienes o servicios. El PDIT ha contribuido significativamente a crear espacios de interacción y diálogo inter-institucional entre los diversos actores que ejecutan el programa (CORFO, CONICYT, FIA, INN y Fundación Chile). Además, ha ayudado a fijar las prioridades de las políticas de CyT. El programa también ha contribuido a la modernización de las empresas chilenas, especialmente las PYMEs (principalmente a través del perfeccionamiento de la calidad, producción ambientalmente limpia y la introducción de tecnologías informáticas).

El conjunto de políticas, y su portafolio de instrumentos, fue cambiando gradualmente, para lograr un apoyo estatal más receptivo a los requerimientos de actividades y sectores de importancia estratégica para el país. Esto implicó generar un nuevo equilibrio entre el apoyo horizontal no-discriminatorio y los enfoques más selectivos, para poder nivelar las ventajas comparativas a través del desarrollo conjunto de capacidades tecnológicas específicas por sector y la difusión de tecnologías de empoderamiento, tales como: biotecnología, tecnologías de información y comunicaciones (TICs), producción limpia, y gestión de calidad. Esto significó también complementar el apoyo financiero con medidas para fomentar el desarrollo de los recursos humanos y la innovación en gestión.

En consecuencia, se comenzó a asentar un enfoque de políticas de innovación basado en los *clusters*, siguiendo el camino recorrido exitosamente por Fundación Chile. Los diseñadores de políticas comprendieron que un enfoque "de abajo hacia arriba" (*bottom-up*), basado en proyectos, para la elección de prioridades no se alineaba con la estructura productiva donde habían surgido estos dinámicos sectores de "*clusters*" (como la industria de la acuicultura en general y el cultivo del salmón en particular, y las industrias del vino y de la fruta, por nombrar algunas de las más famosas). El principal desafío tenía dos aspectos: buscar maneras de facilitar la acción colectiva de las empresas, y ofrecer "paquetes" de apoyo específicos desde los diversos fondos existentes. Algunos de ellos – particularmente FONDEF, FDI, y FIA – comenzaron a trabajar juntos para financiar proyectos de consorcios tecnológicos.

También hubo mayor reconocimiento de la importancia de algunas condiciones marco para la innovación, más allá de la estabilidad macroeconómica y la competencia, particularmente los mercados financieros especializados y los derechos de propiedad intelectual (DPI). Entendiendo que el financiamiento tradicional de CORFO y CONYCIT ya no podía considerarse como un mecanismo satisfactorio para incentivar el emprendimiento con base tecnológica, el gobierno inició nuevas medidas, inspiradas por las mejores prácticas internacionales, para enfrentar la escasez de capital de riesgo y capital semilla (ver Cuadro 3.2 en el Capítulo 3). La Ley de Propiedad Industrial de Chile fue adaptada en 2005 para cumplir con los requerimientos de ADPIC (Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio) y se creó un Tribunal de Propiedad Industrial.

4.1.4 Transición permanente: avanzando desde el apoyo estatal hacia la gobernabilidad de la innovación

A pesar de su considerable progreso durante la última década, existe un amplio consenso entre los actores claves que el sistema de innovación chileno aún no ha alcanzado un nivel de eficiencia satisfactorio (aunque hay opiniones variadas con respecto a algunos aspectos del diagnóstico). Otro consenso es que la raíz del

problema es la ausencia de una gobernabilidad global coherente del sistema de innovación, lo cual produce un "efecto de silo", donde los diversos fondos e instrumentos pueden duplicarse o, por el contrario, dejar necesidades insatisfechas; mientras que por otro lado muchos ni siquiera poseen suficientes recursos para lograr un impacto real. Crear un marco institucional apropiado para el diseño de una estrategia general – y coordinar, monitorear y evaluar su implementación – es considerado hoy un objetivo prioritario.

4.2 Gobernabilidad y conjunto de políticas

4.2.1 Gobernabilidad

Hasta ahora, Chile no ha desarrollado un mecanismo formal para definir una estrategia explícita, traducirla en prioridades y guiar su implementación. Las prioridades han sido definidas de manera relativamente descentralizada por agencias como CORFO (Ministerio de Economía), CONICYT (Ministerio de Educación) y FIA (Ministerio de Agricultura). Otros ministerios, como Salud y Planificación, han jugado roles comparativamente menores. Por supuesto, existen algunos grados de coordinación a nivel de programas, y en menor medida entre las agencias, pero esto no sustituye un buen sistema de conducción de alto nivel.[46] Incluso puede llegar a tener efectos perversos, ya que las agencias individuales tienen una tendencia natural a considerar *su* visión de lo que ellos perciben como la "agenda nacional de políticas" en función de servir a *sus* clientes y en desmedro de otros sectores.

Por ejemplo, el Ministerio de Economía ha jugado un importante rol en la coordinación de iniciativas gubernamentales multifacéticas que promueven la innovación en el sector empresarial por medio de tres programas establecidos bajo su auspicio durante los últimos 15 años: el PCT[47] (1992-1995), el PIT[48] (1996-2000) y el PDIT[49] (2001-2006).[50] Sin embargo, ninguno de estos programas ha sido realmente exitoso en fomentar la innovación basada en I+D entre las empresas, quizás porque la cultura de CORFO es un espejo de la cultura empresarial dominante, y su respetable sensibilidad hacia sus "clientes", por lo menos aquellos clientes que pueden articular sus necesidades, puede generar algún grado de conservadurismo. Otro ejemplo es el PBCT[51] (2003-2010), que se lanzó bajo el alero de CONICYT con la ambición muy amplia de "guiar al país en el proceso de transición hacia una economía basada en conocimiento". Sin embargo, CONICYT no necesariamente está bien posicionada para implementar aquella parte de esta agenda que requiere la participación comprometida de los empresarios, incluyendo el componente de los consorcios.

---

46 La presencia cruzada de personas en los directorios de varios fondos y otros canales de comunicación ayuda a coordinar las operaciones de las diversas instituciones.

47 Programa de Ciencia y Tecnología.

48 Programa de Innovación Tecnológica.

49 Programa de Desarrollo e Innovación Tecnológica, conocido desde 2003 como *Chile Innova*.

50 El alcance de la coordinación de estos programas fue reducido, ya que representaban una pequeña parte (10% en el caso del PDIT) de los fondos asignados a CORFO y CONICYT.

51 Programa de Ciencia para la Economía del Conocimiento. También conocido como el Programa Bicentenario de Ciencia y Tecnología.

Cuadro 4.2 El Consejo de Políticas de Ciencia y Tecnología (Finlandia)

El Consejo de Políticas para la Ciencia y Tecnología de Finlandia (STPC) fue establecido en 1987 como "sucesor" del Consejo de Políticas de Ciencia (establecido en 1963). Funciona como una entidad gubernamental de alto nivel para la formulación de líneas guía para políticas finlandesas sobre ciencia y tecnología, y es el principal organismo inter-ministerial que coordina e integra estas actividades. Las principales tareas del STPC son asesorar al gobierno y sus ministerios, preparar propuestas e informes para el Consejo de Estado y los ministerios, para sacar declaraciones sobre la asignación de fondos públicos para la ciencia y tecnología y actuar como una entidad experta en cualquier cuestión relacionada con ciencia y tecnología. Aunque formalmente solamente participa en la redacción de la legislación sobre políticas de ciencia, tecnología e innovación desde una función de asesoría – formulando líneas guía y estrategias nacionales – el Consejo es el principal responsable del desarrollo estratégico de las políticas finlandesas en estas áreas.

El Primer Ministro del país encabeza el STPC, y los demás miembros del consejo son el Ministro de Educación y Ciencia, el Ministro de Comercio e Industria, el Ministro de Finanzas, y hasta cuatro ministros más. Además, hay otros diez miembros con un interés en las políticas de ciencia, tecnología e innovación, incluyendo representantes de la Academia de Finlandia, la Agencia Nacional de Tecnología de Finlandia, universidades e industrias, así como organizaciones de empleados y empleadores. Ellos son designados por el Consejo de Estado cada tres años. Esta estructura corporativa está basada en la tradición finlandesa de toma de decisiones y construcción de consensos, asegurando una discusión amplia entre actores claves y por lo tanto apoyo para las políticas, intentando asegurar su buena implementación. El STPC funciona como un foro de discusión donde los encargados de crear políticas y los actores claves desarrollan conocimientos comunes sobre políticas y visión futura del sistema finlandés de innovación y educación en ciencia y tecnología. El STPC tiene dos subcomités con tareas preparatorias: el subcomité de políticas en ciencia, encabezado por el Ministro de Educación y Ciencia, y el subcomité de políticas en tecnología, encabezado por el Ministro de Comercio e Industria. Además, los subcomités del Consejo utilizan los conocimientos y asesorías de dos expertos cada una.

Las líneas estratégicas y declaraciones del Consejo se publican en un informe de ciencia y tecnología cada tres años. Este documento de políticas analiza los eventos pasados, saca conclusiones y hace propuestas para el futuro. Por ejemplo, en su informe de 1990, el STPC promovió el concepto de un sistema nacional de innovación, comprendido como un completo conjunto de factores públicos y privados que influencian el desarrollo y la utilización de nuevo conocimiento y *know-how*. Siguiendo varias recomendaciones de la OCDE, en 1996 se lanzó el concepto de una "sociedad basada en el conocimiento". En su informe "Conocimiento, Innovación e Internacionalización" de 2002, el Consejo enfatiza la importancia de la innovación en el marco de los rápidos procesos de internacionalización y presión por cambios estructurales y operacionales que están surgiendo en Finlandia. Por lo tanto la necesidad de aumentar el gasto gubernamental en I+D es urgente. El financiamiento estatal aumentará más rápidamente que el crecimiento pronosticado del PIB, que para el 2007 podría significar un aumento de € 300 millones con respecto al 2002. El dinero se asignará a áreas de investigación prometedoras en Finlandia como la biología, tecnologías ambientales, TICs, salud y sectores de servicios intensivos en conocimiento.

Fuente: SATW (2004); Berghell y Kiander (2003); Seppälä (2002); Lemola (2002), Comisión Europea (2004).

Devolver las funciones de políticas a las agencias de financiamiento no es una buena idea. Muchos países de la OCDE han sufrido o aún están luchando contra las consecuencias de esta confusión de roles. Es sabio separar rigurosamente "políticas" y "traspasos". Resulta algo sorprendente que en Chile, un país donde existe una gran conciencia económica entre empleados públicos a cargo de las políticas macroeconómicas, hasta ahora las ideas sobre políticas de innovación parecen haber tenido muy poca base teórica, como la teoría de las agencias, la teoría de preferencias públicas, y los nuevos conceptos de administración pública.

En este contexto, algunas decisiones recientes del gobierno chileno son particularmente oportunas y en línea con las mejores prácticas internacionales (Cuadro 4.2). A finales del año 2005, se envió un proyecto de ley al Congreso para crear dos nuevos componentes en el SNI chileno: el Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad y el Fondo Nacional de Innovación para la Competitividad. Esperando la aprobación del Congreso, se creó por decreto un Consejo para la Competitividad interino a fines de 2005.

Al Consejo interino se le encargó la misión de proponer líneas guía para una estrategia nacional de innovación para la competitividad de 12 años; medidas para fortalecer el sistema de innovación chileno y la efectividad de las políticas públicas o instrumentos; y proponer algunos criterios de asignación de recursos del Presupuesto 2006 que no han sido destinados a gastos específicos, especialmente el ingreso del impuesto a la minería (ver Cuadro 4.3). Esta misión fue ratificada en Abril del 2006 por el actual gobierno.

Cuadro 4.3 El impuesto a la minería

La Ley que establece un impuesto específico a las actividades mineras entró en efecto el 1 de enero de 2006. Este impuesto se aplica a empresas mineras cuyas ventas son iguales o mayores que el valor equivalente a 12.000 toneladas métricas de cobre fino (MFT) de acuerdo a los siguientes porcentajes:

Ventas anuales en MFT*	Tasa (%)
12.000 a 15.000	0,50
15.000 a 20.000	1
20.000 a 25.000	1,5
25.000 a 30.000	2
30.000 a 35.000	2,5
35.000 a 40.000	3
40.000 a 50.000	4,5
Más de 50.000	5

*El MFT se calcula utilizando el precio de cobre de grado A en la Bolsa de Metales de Londres (LME), que se publica en moneda nacional dentro de los primeros 30 días de cada año, por la Comisión Chilena del Cobre.

Cuando se establezca oficialmente, este Consejo será una entidad asesora para el Presidente de la República en todos los aspectos relacionados con la política de innovación, incluyendo la ciencia; la formación de recursos humanos especializados; y el desarrollo, transferencia y difusión de la tecnología. También será un foro para facilitar el diálogo entre actores claves.

Este Consejo podría catalizar una rápida maduración del sistema de innovación chileno, siempre que tenga la adecuada composición, posicionamiento institucional y equipamiento. La experiencia de los países de la OCDE sugiere que:

- Su composición, en términos de la cantidad y afiliación institucional de los miembros, debería combinar representatividad y eficacia, para evitar perderse en intereses particulares y asegurar deliberaciones productivas. Aunque debería estar compuesto por representantes de todas las "comunidades" (gobierno, industria, sector financiero, academia e institutos tecnológicos), a lo menos un tercio de los miembros no debería tener ninguna responsabilidad en la actual gestión del sistema de políticas. Entre los miembros "independientes", por lo menos uno debiese ser extranjero, o un chileno expatriado con un historial comprobado en ciencia, la tecnología o la innovación.
- Su posicionamiento institucional debería maximizar su impacto político y garantizar su reputación como una entidad imparcial en busca del interés común.
- Su mandato y funcionamiento deberían estar salvaguardados contra el síndrome de la "opinología", promoviendo un enfoque basado en la evidencia para poder evaluar y aconsejar sobre las políticas que se implementen.
- Debería estar bien respaldado por un Secretariado Ejecutivo fuerte y con bastantes recursos disponibles, conducido por un reducido Directorio Ejecutivo, que debería tener las capacidades y medios financieros para realizar o encargar estudios y evaluaciones independientes, e implementar un sistema de monitoreo permanente.

Su rol en la evaluación debiese ser doble: a) fijar los estándares de calidad y un marco para la evaluación de instituciones, programas y medidas individuales, y b) llevar a cabo evaluaciones temáticas desde una perspectiva sistémica. Con respecto un esto último, las siguientes tareas se destacan como las más importantes:

- Evaluar el rol de los institutos tecnológicos en el sistema de innovación y sus mecanismos de conducción. Con el tiempo, éstos han evolucionado a distintos ritmos y de acuerdo a diversas motivaciones y principios guía. Sería oportuno que el gobierno lograra tener un panorama más claro de la situación actual, para decidir si se justificarían algunas reformas para aumentar el aporte de estos institutos al desempeño nacional en innovación.
- Evaluar la eficiencia combinada de los programas y medidas existentes, incluyendo condiciones claves del marco institucional (por ejemplo, los derechos de propiedad intelectual) para promover la comercialización de la investigación universitaria a través de la movilidad de los investigadores, las patentes y licencias, los contratos de investigación y sus derivados.
- Evaluar la oferta y demanda de los recursos humanos especializados necesarios para la innovación, con un enfoque especial en el rol de las ciencias de ingeniería, con miras un determinar un buen modelo para cooperación pública-privada más fructífera en esta área.
- Evaluar el alcance de un enfoque para las políticas de innovación basado en los *clusters*, evaluando el actual conjunto de programas para promover la utilización de redes de consorcios y empresas, mapeando los *clusters* existentes y latentes, extrayendo lecciones sobre experiencias exitosas en Chile y el extranjero, y determinando cómo se puede lograr una mayor descentralización de las políticas de innovación.
- Evaluar los vínculos internacionales (desde IED hasta becas) con miras a determinar formas de intensificar aquellos que más aportan al sistema de innovación.

Una herramienta muy importante para implementar políticas más coherentes es el Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC). En el año 2006, recibió 43.432 millones de pesos (una cifra sustancial que representa, por ejemplo, casi un 25% del presupuesto total para la I+D hace cuatro años). Su presupuesto para el 2007 ha sido aumentado a 52.760 millones de pesos (Tabla 4.1). Esto permite traducir las prioridades políticas en aumentos considerables en la repartición de fondos entre las estructuras existentes. Pero más importantemente, este fondo tiene el potencial de ser un "agente de cambio estructural" que podría generar ajustes estructurales más profundos y dinámicos en el sistema, ayudando a crear un enfoque más estratégico para el sistema de apoyo estatal. Con este objetivo, una alternativa sería que FIC absorbiera todos los fondos públicos para la innovación. Otra, que preservaría de alguna manera la diferenciación institucional, aprovechando las ventajas de la experiencia acumulada en las agencias de financiamiento existentes (especialmente en la relación con algunos actores claves) sería re-estructurar y administrar el FIC siguiendo el modelo de un "fondo de fondos" que se encuentra en la industria del capital de riesgo, por supuesto con las adaptaciones necesarias para cumplir con las reglas públicas sobre finanzas y con su propia misión de interés público.

Tabla 4.1 Presupuesto 2007 del FIC

Línea presupuestaria	Millones de pesos chilenos	Porcentaje del total
Innovación de interés público	8.390	16%
Formación de capital humano	8.961	17%
Fomento a la ciencia y tecnología	19.168	36%
Innovación comercial	10.085	19%
Internacionalización de la innovación	2.571	5%
Aumentar conciencia sobre innovación	2.699	5%
Otros	885	2%
TOTAL	52.759	100%

Fuente: Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad

Cuadro 4.4. Política de innovación basado en *clusters*:
algunas lecciones de la experiencia de países de la OCDE

A través de políticas y programas regionales y locales para estimular el intercambio de conocimiento, los gobiernos pueden ayudar a desarrollar *clusters* innovadores, reducir las fallas de información y fortalecer la cooperación entre empresas e instituciones de conocimiento. A nivel nacional, hay instrumentos de políticas más directos que se pueden utilizar para fomentar la formación y desarrollo de *clusters*, como alianzas públicas y privadas para la I+D, licitaciones públicas, y competencias por financiamiento estatal que proporcione incentivos para que las empresas se organicen en redes a nivel regional. El trabajo de OCDE sugiere que las políticas eficientes de *clusters*:

- Construyen una visión común, basada en un sólido diagnóstico sobre las condiciones iniciales, y aseguran un activo diálogo entre gobierno e industria para definir e implementar las estrategias de desarrollo de los *clusters*.
- Más que planificar, *catalizan* el desarrollo local, reuniendo actores y ofreciendo infraestructura e incentivos.
- "Apoyan y empoderan a líderes locales" en vez de intentar "escoger a los ganadores".
- Mejoran la disponibilidad y el acceso a recursos claves (personal calificado, I+D, infraestructura física e "intangible", dinero inteligente).
- Evitan la miopía de la "alta tecnología" o "manufactura", reconociendo la importancia de los servicios intensivos en conocimiento y la actualización tecnológica de las industrias tradicionales para un crecimiento impulsado por la innovación.
- Se basan en redes de innovación existentes, pero mantienen esquemas de incentivos abiertos y atractivos para los actores foráneos, especialmente las empresas nuevas.
- Adaptan los enfoques de políticas para satisfacer las necesidades específicas de diversos campos industriales y tecnológicos. Dependiendo de las características de los *clusters*, el gobierno tiene un rol variable al enfrentar los siguientes problemas: falta de interacción; falta de información; desajuste entre infraestructura de conocimiento y necesidades empresariales; falta de clientes exigentes (ver Tabla a continuación).
- Liberan recursos regionales a través de la cooperación inter-regional y la participación en iniciativas de innovación nacionales e internacionales.
- Permiten la experimentación y el "aprender-haciendo" en un área donde hay un gran potencial para mejorar la difusión internacional de buenas prácticas.

Una política de *clusters* "a la medida" en Holanda

Proyectos [1]	Antheus	Twinning	Biología	ITS	Cluster agua	Individualización masiva	EMVT	Construcción	PDI	ECP.nl
Rol del gobierno										
Presidencia										
Catalizador / iniciador										
Administrador de proceso										
Facilitadores										
Redes de conexión										
Finanzas										

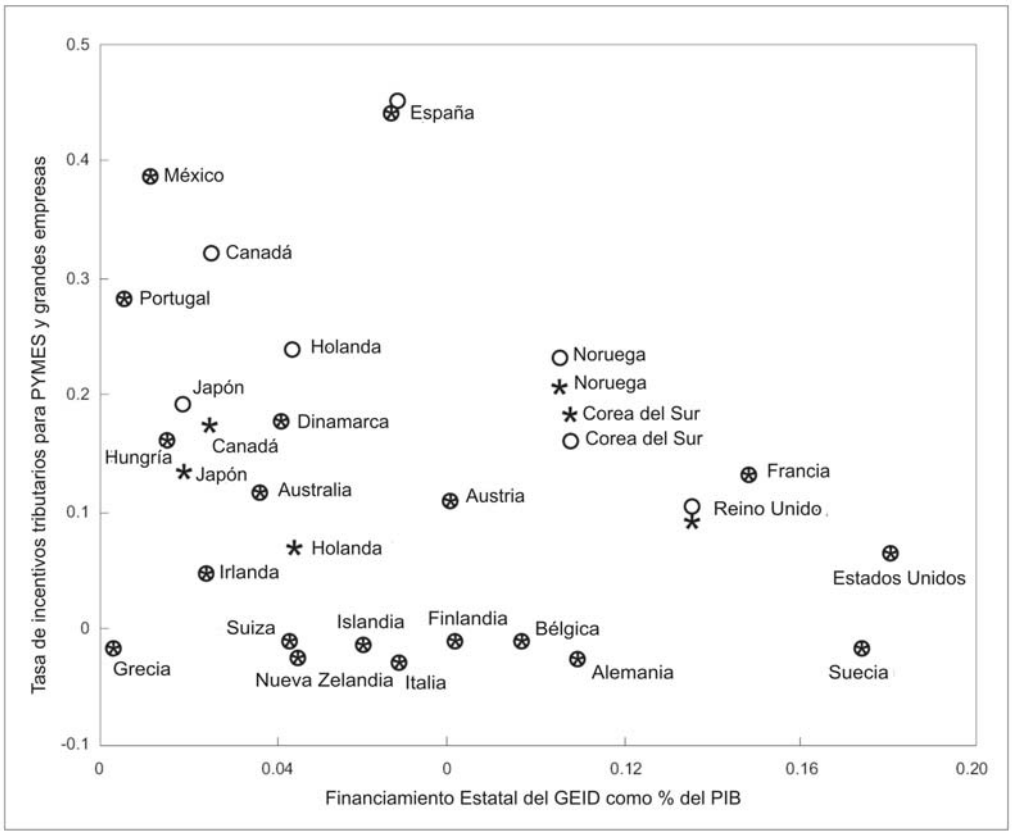
Nota: Blanco = no tiene rol; gris = rol.

1. Antheus es un proyecto de *cluster* regional a nivel micro, dirigido a aumentar la cooperación entre una gran planta de aluminio y las empresas más pequeñas (que utilizan aluminio) que a rodean. ITS es la sigla de Sistemas de Transporte Inteligente. EMVT es la abreviación holandesa de Tecnología de Poder Electro-Magnético. PDI quiere decir "Intercambio de Datos de Productos", un proyecto dirigido principalmente a apoyar esta tecnología en el *cluster* químico.

Fuente: Gilsing, en OCDE (2001).

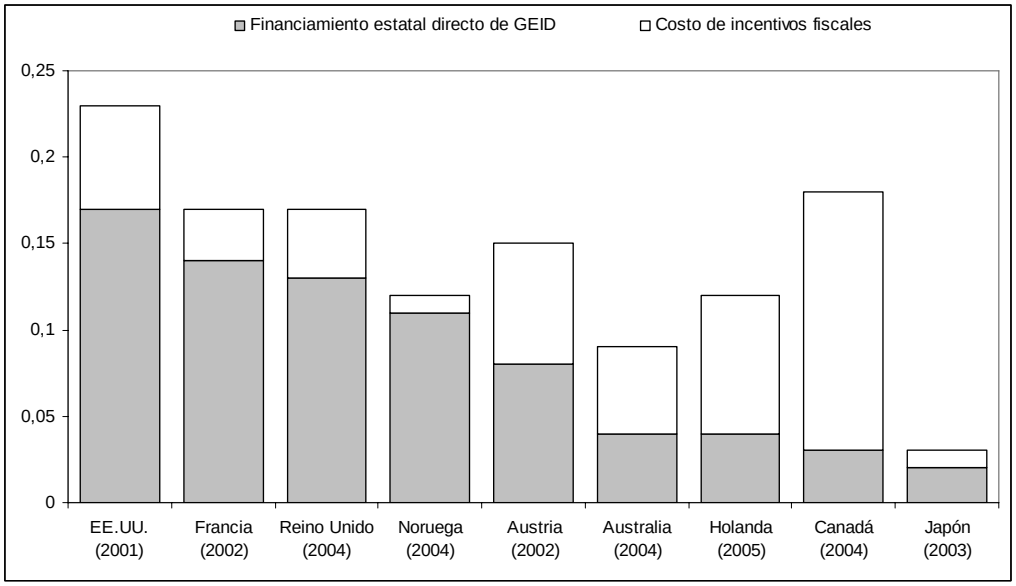
Cuadro 4.5. Conjunto de políticas de países de la OCDE para fomentar la innovación en el sector empresarial

Apoyo financiero estatal a la I+D empresarial, por instrumento, 2004 o más reciente



Fuente: OCDE.

Financiamiento estatal directo de I+D empresarial e incentivos tributarios para la I+D
Como % de PIB



Fuente: OCDE.

4.2.2 Conjunto de políticas

En Chile, el conjunto de políticas de innovación posee desequilibrios muy marcados. Éstos reflejan características estructurales, especialmente el rol dominante de las universidades en la ejecución de I+D (que hemos analizado en los capítulos anteriores), pero también la elección de políticas en torno a los objetivos prioritarios y los instrumentos preferidos. Con respecto a esto último, se destacan tres características problemáticas.

Primero, se ha enfatizado la I+D por sobre la difusión de conocimiento y el emprendimiento con base tecnológica, aunque el comité Chile Innova se ha vuelto cada vez más activo en esas dos áreas durante los últimos años. Segundo, los esquemas basados en proyectos, en vez de un apoyo a programas, representan la inmensa mayoría del gasto público en I+D. Tercero, comparado con la mayoría de los países de la OCDE (Cuadro 4.6), en Chile el portafolio de instrumentos para promover la I+D en el sector empresarial ha estado orientado hacia el apoyo estatal directo. Actualmente, el gasto en I+D se puede descontar de los impuestos a la renta, así como con la mitad de las donaciones a universidades. El grueso del financiamiento estatal está compuesto por fondos concursables, a través de una gran variedad de fondos (ver Sección 4.3).

Esto está a punto de cambiar, ya que después de un largo debate, el gobierno ha enviado al Congreso un proyecto de ley que crea un incentivo tributario para la I+D privada.

Cuadro 4.6 El nuevo incentivo tributario para la I+D en Chile

El incentivo consiste en un crédito de impuesto corporativo equivalente al 35% de los pagos hechos a un "centro de investigación" contratado para realizar actividades de I+D. El 65% restante puede ser declarado como gasto para fines tributarios. Hay un límite máximo del tamaño del crédito: a lo más un 15% de las ganancias anuales de la empresa. El incentivo será implementado sólo por un período de diez años.

Para obtener este beneficio tributario, la Corporación de Fomento a la Producción, CORFO, tiene que certificar el contrato de I+D. La certificación será un proceso sencillo, en el cual CORFO simplemente verifica que las tareas del contrato realmente corresponden a I+D – de acuerdo a la definición legal – y que el centro de investigación tiene la capacidad y recursos para realizar estas actividades.

Los centros de investigación pueden ser parte de una universidad, de una empresa o también pueden ser centros de investigación privados, no-universitarios. Para realizar actividades de I+D sujetos al beneficio, el centro de investigación debería obtener una autorización inicial de la CORFO. El beneficio tributario no puede ser otorgado a empresas que contratan a centros de investigación que les pertenecen a ellos ni a terceros relacionados con ellos. Esta restricción se estableció por dos razones: primero, para evitar evasión de impuestos, y segundo, para focalizar el beneficio hacia actividades donde se maximicen los *spillovers* de conocimiento y externalidades.

La ley requiere evaluaciones cada dos años, y uno más completo al final del octavo año. Estas evaluaciones entregarán información sobre los beneficios y problemas del incentivo tributario, para que pueda ser corregido y, si es necesario, permitirá al gobierno decidir si el programa debe continuar al cumplirse los diez años establecidos.

Los principios de esta decisión son coherentes con las prácticas de la mayoría de países de la OCDE. Es una fuerte señal a la comunidad empresarial sobre el compromiso del gobierno con la investigación y la innovación, ya que implica dejar de lado la conocida resistencia del Ministerio de Hacienda de complicar aún más el sistema tributario. El diseño del incentivo tributario propuesto (Cuadro 4.5) es bastante inusual en países del estándar OCDE (Tablas 4.2 y 4.3) y parece reflejar: *i)* un compromiso entre "creyentes" y "escépticos" respecto a los beneficios tributarios, ya que el esquema propuesto excluye la propia I+D y así limita la posibilidad de distorsiones; *ii)* una voluntad de promover la interacción dentro del sistema de innovación, ya que los esquemas apoyan los contratos de I+D; y *iii)* la inmadurez de la cultura empresarial con respecto a la I+D, ya que el esquema, y especialmente el procedimiento de certificación, es más exigente que los que se aplican en varios países de la OCDE.

Tabla 4.2 Incentivo tributario para la I+D – un árbol de decisiones

Elección de políticas		Prácticas (ver Tabla 4.2)	Evaluación
Usar o no usar incentivos tributarios para promover I+D		Más de dos tercios de los gastos totales de la OCDE en I+D empresarial se benefician de incentivos tributarios. Entre las actores más importantes en I+D, sólo Alemania no ofrece tales incentivos.	Los incentivos tributarios son efectivos para aumentar la I+D privada, pero es un incentivo moderado y asociado al nivel de ingresos o impuestos corporativos. Su superioridad por sobre usos alternativos de recursos estatales es claramente sólo con respecto a subsidios no-selectivos. A nivel global, la efectividad de los incentivos tributarios tiende a aumentar (o decrecer) con la disminución (o aumento) de subsidios a la I+D. Para que una medida fiscal de I+D incentive a I+D sustancial y valiosa a bajo costo para la ciudadanía, deben surgir altos *spillovers* a partir de la modesta cantidad de I+D inducida para generar beneficios netos. Esto es improbable en países donde las actividades de I+D están más concentradas en las grandes empresas que operan en sectores donde los problemas de apropiación son menores (por ejemplo, las industrias oligopólicas).
Si es SI, se escoge entre o se combina	Esquema basado en volumen	Diez países.	La forma más generosa de incentivos tributarios. Apropiada como parte de una estrategia de "recuperar terreno", en términos de la intensidad de la I+D. Pero un incentivo efectivo se logra sólo a un alto costo. La generosidad del esquema puede reducirse a medida que el país recupera terreno. La generosidad del apoyo puede limitarse para empresas grandes y los criterios de gastos pueden ser definidos de manera restrictiva (Holanda). Un cambio hacia un mecanismo incremental siempre necesita ser analizado cuidadosamente.
	Esquema Incre-mental y mixto	Diez países.	Más efectivo que los esquemas basados en volumen para aumentar la I+D. Sin embargo, la tasa de apoyo efectivo varía considerablemente entre industrias y empresas, y la elección de la base de referencia para calcular criterios de I+D incremental presenta problemas complejos. Un incentivo proporcional a la intensificación de los esfuerzos en I+D (como % de la facturación) es más efectivo que uno proporcional al aumento del gasto en I+D, a menos que el objetivo sea favorecer las PYMEs jóvenes y en rápido crecimiento.
Focalizar o dar trato especial a ciertos tipos de investigación, sectores o empresas		Nueve países dan trato preferencial a las PYMEs. Sólo algunos países ofrecen incentivos tributarios específicos para la investigación básica, "áreas tecnológicas prioritarias" o investigación cooperativa.	Podría justificarse un trato especial a las PYMEs diciendo que las empresas pequeñas están más afectadas que las grandes por limitaciones de liquidez proveniente de fallas del mercado de capitales. Sin embargo, es difícil diseñar un esquema que satisfaga las diversas necesidades de todos los tipos de PYMEs, como demuestra su relativamente baja tasa de participación en algunos países. La calidad del ambiente financiero y de infraestructura de las PYMEs varía enormemente. Los incentivo tributarios para I+D pueden ser vistos como un remedio transitorio que puede hacerse menos efectivo a medida que el ambiente de negocios va mejorando. El techo de los beneficios de esquemas generales puede ayudarlos a ser más generosos con las empresas pequeñas. Mecanismos superiores de focalización y selección de proyectos existen para proporcionar capital a empresas incipientes, y también fomentar tecnologías específicas o investigación básica.

Tabla 4.3 Incentivos tributarios a la I+D en países de la OCDE, 2005

	Empresas grandes		Trato especial a las PYMEs	
	Crédito de impuestos	Desgravación fiscal	Crédito de impuestos	Desgravación fiscal
Volumen	Canadá (20%) Japón (8-10%) México (20%) Holanda (14%) **Noruega** (18%)	Bélgica (113.5%) República Checa (200%) Dinamarca (150%) **Polonia** (130%)* **Reino Unido** (125%)	Canadá (25%) Italia (30%) Japón (15%) Holanda (42%) **Noruega (20%)**	Bélgica (118%) **Polonia** (150%)* **Reino Unido** (150%)
Combinación (volumen / incremental)	Francia (5%-45%) Corea (7%-40%) Portugal (20%-50%) España (30%-50%)*	Australia (125%-175%) Austria (125%-135%) Hungría (100%-300%)	Corea del Sur (15%-50%)	
Incremental	Irlanda (20%) EE.UU. (20%)			
Ninguno	Finlandia Islandia Suiza Turquía	Alemania Luxemburgo República Eslovaca	Grecia Nueva Zelanda (en discusión) Suecia	

Negrillas indican que el incentivo se introdujo después del año 2000.

* Solamente para empresas que obtienen al menos un 50% de sus ingresos de la venta de sus resultados de I+D.

Fuente: OCDE.

Se debe recordar que la introducción de un incentivo tributario para la I+D es parte de un esfuerzo más amplio de construir un sistema tributario que fomente mayor innovación. Recientemente, Chile ha reducido los impuestos en algunos bienes y servicios que aumentan la base de conocimiento. Los ingresos generados en Chile por ciudadanos extranjeros residentes están sujetos a un "impuesto adicional" (de retención). Aunque la tasa general del "impuesto adicional" es 35%, hay otras tasas para algunas actividades específicas. Por ejemplo, a las importaciones de software se les aplica un "impuesto adicional" de 30% si el producto es standardizado y 20% si fue fabricado especialmente para el cliente. Desde el 1 de enero de 2007, la tasa del impuesto adicional para servicios de conocimiento se redujo, nivelándose en 15%, para promover la difusión y adopción de nuevas tecnologías. La Tabla 4.4 muestra las tasas anteriores y actuales para distintas actividades que se consideran muy importantes para el desarrollo del país, porque representan transferencias tecnológicas desde el extranjero que benefician directamente a la productividad y competitividad de las empresas chilenas.

Tabla 4.4 Categorías impositivas de servicios relacionados con el conocimiento

Categoría	Actual Tasa de Impuestos	Nueva Tasa de Impuestos
Patentes	30%	15%
Modelos de utilidad	30%	15%
Diseños industriales	30%	15%
Diseños de circuitos integrados	30%	15%
Variedades vegetales	30%	15%
Software estandardizado	30%	15%
Asesoría técnica	20%	15%
Trabajo de ingeniería	20%	15%
Software por encargo	20%	15%

4.3 Portafolio de instrumentos

4.3.1 Agencias de financiamiento, fondos y programas

Como ya hemos mencionado, la política de innovación chilena se implementa a través de varios fondos, generalmente pequeños, manejados por algunas agencias más o menos autónomas, principalmente CONYCIT (del Ministerio de Educación), y CORFO (del Ministerio de Economía). El acceso a todos los fondos y programas es a través de concursos públicos. Los proyectos se seleccionan de acuerdo a criterios que son específicos a cada fondo/programa. A veces se requiere una alianza con el sector privado. Los principales fondos y programas se describen en la Tabla 4.5, mientras que la Cuadro 4.6 describe brevemente otras políticas relacionadas.

Tabla 4.5 Principales fondos y programas de apoyo a la I+D+i en Chile[1]

	Creado	Ministerio	Misión
		Fondos	
Chile Innova	2005	Economía	Contribuir a generar mayor competitividad en la economía chilena, promoviendo y facilitando la innovación y el emprendimiento, y fortaleciendo el sistema nacional de innovación.
FONDECYT	1981	Educación	Apoyar la investigación básica en ciencia y tecnología, en todas las áreas de conocimiento.
FONDEF	1991	Educación	Incentivar a las universidades e institutos tecnológicos a colaborar con la industria en proyectos de I+D.
FIA	1981 (reactivada en 1994)	Agricultura	Promover proyectos de ciencia e innovación relevantes para el sector agrícola.
FIP	1991	Economía y Energía	Apoyar el trabajo de investigación científica y técnica relevante para la administración de los recursos pesqueros.
Bío-Bío Innova	2002	Economía e Interior	Promover la innovación y transferencia tecnológica en la región del Bío-Bío.
		Programas de ciencia y tecnología	
Programa de Desarrollo Tecnológico e Innovación	2001	Economía (con Educación y Agricultura)	Aumentar la competitividad de las PYMEs apoyando la innovación en TICs, biotecnología y nuevas tecnologías. Busca articular y coordinar los diversos mecanismos públicos de apoyo a la innovación utilizados por distintos organismos (CORFO, CONICYT, FIA, INN y Fundación Chile). Terminó en 2005.
FONDAP	1997	Educación	Apoyar a grupos de investigadores en centros de excelencia con miras a acumular masa crítica en algunas áreas (siete centros permanentes).
Iniciativa Científica Milenio	1999	Ministerio de Planificación	Apoyar a los institutos científicos y núcleos de excelencia en varias disciplinas y áreas (actualmente hay 3 institutos y 12 núcleos). Objetivos muy similares al FONDAP.
Ciencia para Conocimiento Económico (PBCT)	2003	Educación	Incentivar la interacción entre innovadores públicos y privados, y desarrollar capital humano dirigido a la ciencia y tecnología (apoyado por el Banco Mundial).
Explora	1995	Educación	Difundir avances científicos y tecnológicos entre niños y jóvenes.
Becas (CONICYT, Pdte. de la República*, y MECESUP)	..	Educación y Planificación[2]	Fomentar el desarrollo de programas de doctorado. Promover estudios en el extranjero: magister, doctorados y estudios de especialización para empleados públicos, académicos y egresados recientes de universidades o institutos profesionales.

1 Esta tabla no incluye la reciente creación del Fondo Nacional de Innovación para la Competitividad (FIC), ya que su posicionamiento institucional y mandato específico aún no están claros.

2 Es probable que las becas Presidente de la República se transfieran pronto al Ministerio de Educación (CONICYT).

Cuadro 4.7 Otras políticas relacionadas con la innovación

Política de producción limpia

La producción limpia es una estrategia productiva y ambiental que tiene el doble objetivo de aumentar la competitividad de las empresas y prevenir la contaminación que pueda dañar la salud de las personas y/o el medio ambiente. En 1997, el gobierno anunció la promoción de una Política de Producción Limpia. Un año después, el Ministerio de Economía estableció un comité – compuesto de más de 40 representantes de los sectores público, privado, académico y no-gubernamental – que se encargó de crear la Política de Producción Limpia 2001-2005. De este modo, Chile ha sido un líder a nivel latinoamericano con respecto a institucionalizar la producción limpia. Esta política se implementa en el marco del Programa de Producción Limpia de Chile Innova (PDIT), que promueve el fortalecimiento institucional, el uso de tecnologías limpias en las empresas, y la difusión de buenas prácticas.

Política de biotecnología

Chile enfrenta el desafío de avanzar desde la tecnología tradicional hacia usos más modernos de la biotecnología: ingeniería genética, tecnología de bio-información y biología molecular, buscando crear nuevas oportunidades para la diversificación de la producción y agregando valor a las industrias de exportación basadas en recursos naturales.

La Comisión Nacional para el Desarrollo de Biotecnologías fue creada en junio de 2002. Durante diez meses, más de 200 actores – autoridades públicas, parlamentarios, científicos y representantes del sector privado – trabajaron para definir las medidas que el país debería implementar para que la biotecnología se instale como una herramienta de producción y desarrollo social. Además, se discutieron las implicancias éticas de los transgénicos y la clonación, y se acordó que es necesario establecer regulaciones. El informe de la Comisión presentó un completo diagnóstico y una propuesta de políticas que incluye diversas iniciativas concretas.

Basado en este documento, el gobierno promulgó una Política Nacional para el Desarrollo de Biotecnologías. Su objetivo es fomentar el desarrollo y la aplicación de la biotecnología en Chile, especialmente en sectores productivos basados en recursos naturales, para aumentar el bienestar y la calidad de vida de los ciudadanos y contribuir a la creación de riqueza para el país, asegurando la protección de la salud y la sustentabilidad ambiental. Durante los primeros dos años (2004-2005), el enfoque fue estructurar un sistema sectorial de innovación, vinculando estrechamente a empresas y universidades, que a mediano plazo podrían dar a Chile un liderazgo en ciertos nichos de biotecnología.

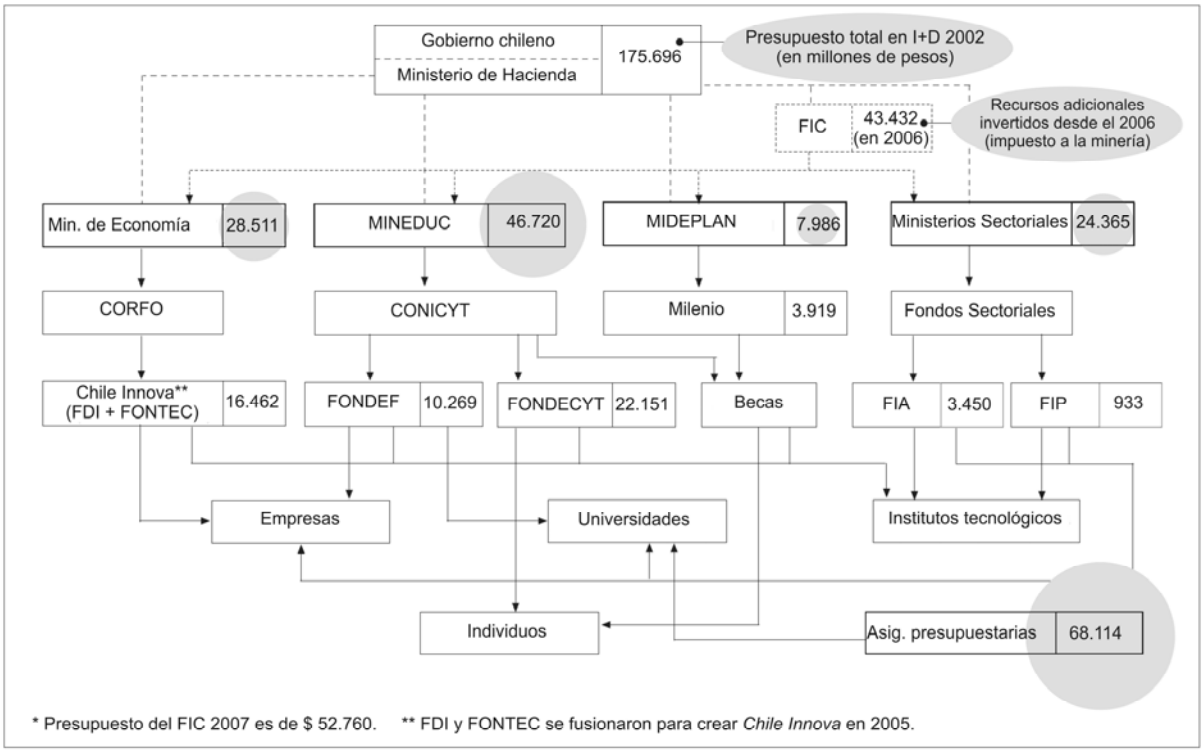
Agenda Digital (2004-2006)

Como un objetivo del Bicentenario, el gobierno ha manifestado su intención de hacer de Chile el líder latinoamericano en el uso de TICs como un motor del desarrollo. Las cifras de conectividad para Chile son auspiciosas en este sentido: a finales de 2003, 500.000 hogares tenían conexión a internet, al igual que 100.000 empresas, prácticamente todo el sistema educacional y la totalidad del gobierno, desde La Moneda hasta las municipalidades.

A comienzos de 2003, representantes del gobierno, las empresas y los académicos formaron el Grupo de Acción Digital, con el objetivo de diseñar propuestas de reducción de la pobreza y promover el uso eficiente de las TICs en las PYMEs.

Hoy, con respecto a este desarrollo digital, Chile es líder en América Latina. De acuerdo al Índice de Potencial de Conectividad (*Network Readiness Index, NRI*), preparado por la Universidad de Harvard, el país ha avanzado a nivel mundial, saltando de la posición #35 en 2005 a la posición #29 en 2006.

Figura 4.2 El perfil institucional de la creación de políticas de innovación en Chile



Fuente: OCDE, basado en un Informe de Antecedentes y CONICYT.

4.3.2 Fallas en la coordinación entre agencias

La coordinación entre agencias – especialmente entre CONICYT y CORFO – es un problema de larga data, que hasta ahora no ha logrado una solución satisfactoria. Se presentan grandes desafíos, ya que:

- Muchos fondos y programas no se diferencian sustancialmente en sus objetivos, razonamientos y resultados deseados. De hecho, la tendencia ha sido que cada agencia desarrolla sus propias respuestas a los problemas, resultando en una mala división de tareas en el sistema de apoyo estatal.

- Esta división de tareas se basa casi completamente en el tipo de beneficiaros. y no refleja ni los objetivos ni el razonamiento de las políticas.

- Las formas de incentivos, tasas de subsidios, y criterios de selección los determinan independientemente cada fondo, y en consecuencia muchas veces sus diferencias no se justifican en términos económicos.

- Las capacidades internas, estilos de gestión y cultura organizacional son particulares a cada agencia/fondo.

La coordinación a través de programas transversales, especialmente el de Desarrollo Tecnológico e Innovación, ha sido un fracaso rotundo. De hecho, estuvo limitado a aspectos tan funcionales como un sistemático intercambio de información sobre actividades y proyectos, difusión conjunta de los programas, e intercambio de información sobre los resultados. Este tipo de enfoque, por sí solo, es incapaz de solucionar las raíces del problema.

La coordinación directa inter-agencia también ha producido resultados decepcionantes:

- La coordinación vertical (de arriba hacia abajo) a través de la participación conjunta en los directorios de distintos organismos no ha resultado muy efectiva.

- No hay mecanismos establecidos para la cooperación en el diseño de programas y aprendizaje mutuo de las mejores prácticas administrativas; la coordinación sigue siendo espontánea, voluntaria, y sin rendición de cuentas.

- Los mecanismos de financiamiento no cumplen su rol de coordinación, ya que las asignaciones se hacen a través de canales distintos.

En parte, estas debilidades de coordinación entre las agencias han sido el resultado de la falta de una clara estrategia nacional de políticas de innovación, pero también han profundizado sus consecuencias, generando varios desajustes en el conjunto de políticas e instrumentos.

4.3.3 Instrumentos fragmentados y no focalizados

4.3.3.1 Falta de masa crítica, duplicación y áreas grises

El gasto público en I+D e innovación en Chile es importante en términos relativos (comparado con los esfuerzos privados), pero limitado en términos absolutos. La multiplicidad de instrumentos inevitablemente lleva a una escasez de recursos en cada área, pero particularmente en el fomento a la innovación comercial, ya que un gran porcentaje de los recursos estatales para la I+D se destinan a la investigación básica.

Esta fragmentación también ha sido producto de un aprendizaje demasiado acelerado de las buenas prácticas de los países avanzados, incentivando la introducción de medidas adicionales en un contexto político e institucional poco preparado para enfrentar la consiguiente diferenciación institucional. El período 1997-2005 fue particularmente "fértil" para iniciativas nuevas de las dos principales agencias de financiamiento (ver Figura 4.1 en la Sección 3.1). En consecuencia, se ha descuidado la necesidad de acumular una masa crítica de apoyo gubernamental. Esto explica por qué tantas medidas, evaluadas positivamente en términos de la relación costo-beneficio de los proyectos individuales, no han generado un verdadero impacto en la competitividad de las empresas, sectores, o territorios.

A esto se suma la duplicación de los esfuerzos, debido a una ambigua división de labores entre las agencias de financiamiento. Hay muchos casos de superposición, o al menos coincidencias innecesarias; por ejemplo, los proyectos pre-competitivos promocionados a través del FONDEF (CONICYT) y del FDI (ahora absorbido por Chile Innova de CORFO), o la promoción de centros de excelencia en investigación científica por la Iniciativa Científica Milenio y FONDAP, por nombrar sólo dos.

Al mismo tiempo, algunas de las necesidades más básicas de los diversos actores económicos han quedado prácticamente abandonadas, cuando su satisfacción hubiese requerido acciones que: *i)* son más difíciles de articular porque requieren de coordinación entre agencias (como las políticas para *clusters*); y/o *ii)* son menos visibles políticamente, y de menor demanda entre los beneficiarios de las agencias de financiamiento, (como las medidas para ayudar a la "mayoría silenciosa" de las PYMEs a dar sus primeros pasos en innovación); y/o *iii)* son más difíciles de manejar desde las agencias estatales existentes dadas sus habilidades y/o "cultura corporativa".

En general, una de las características más problemáticas del actual portafolio de instrumentos es que ofrece un apoyo desigual en las distintas fases de los proyectos de innovación en distintos tipos de empresa. El sistema público sigue priorizando la etapa de investigación en empresas bien preparadas. Las etapas incipientes de creación de capacidades en empresas "posiblemente" innovadoras, y los obstáculos para empresas "probablemente" innovadoras en etapas como "desde concepto a prototipo", industrialización, y comercialización, no están bien cubiertas.

4.3.3.2 Deficiente articulación con demandas específicas de los sectores

Chile tiene un legado de enfoques horizontales de políticas de innovación (ver Sección 3.1.1), que era apropiado en cierta coyuntura del desarrollo del sistema de innovación chileno, pero parece haberse prolongado excesivamente bajo la influencia de un pensamiento económico neoclásico (con el argumento disuasivo de "escoger a los ganadores"), y por la limitada capacidad de la actual estructura gubernamental de diseñar y administrar programas con múltiples objetivos y actores, en distintos niveles de gobierno.

En Chile, la pregunta no es si las políticas de innovación debiesen focalizarse hacia algunos *clusters* de actividades o redes empresariales, sino cómo se puede formular e implementar una "selectividad inteligente" en la práctica. Por supuesto, esto no excluye políticas horizontales para capitalizar las casualidades afortunadas (*serendipity*), ayudando a las empresas de todos los sectores a construir sobre las externalidades del desarrollo dinámico de los *clusters*, y para aumentar las capacidades innovadoras en toda la economía.

Por mucho tiempo, el nexo entre el sistema de apoyo a la innovación y el desarrollo competitivo de los sectores productivos ha sido demasiado débil, aunque algunas instituciones como Fundación Chile han demostrado rápidamente las posibilidades de un enfoque centrado en los *clusters* para promover la innovación, y a pesar de que las políticas públicas han estado girando en esta dirección en los últimos años, los esfuerzos de: CORFO, CONICYT y el Ministerio de Economía por identificar áreas estratégicas, y los Programas Territoriales Integrados, tales esfuerzos son – y seguirán siendo por un tiempo – limitados en tanto las regiones no están bien equipadas para asumir el papel que debieran cumplir en la definición e implementación de políticas relevantes.

4.3.4 Evaluación y aprendizaje institucional

La cultura de la evaluación no está ausente en Chile, pero los marcos de evaluación tienen poco desarrollo y hay dudas acerca del mejor enfoque para la evaluación sistémica.

Tabla 4.6 Evaluación de los instrumentos de políticas de innovación en la última década

1997	Programa de Ciencia y Tecnología	Funcionamiento de fondos de apoyo
1998	CONICYT FDI FIA	FIP FONDECYT Becas de MIDEPLAN
1999	FDI	Sistema de fondos tecnológicos
2000	Iniciativa Milenio	Institutos tecnológicos
2001	Milenio	
2002	Explora de CONICYT	
2003	Milenio	Programa de Desarrollo Tecnológico e Innovación (evaluación a mitad de proyecto)
2004	FDI FIP	Programa de Inversión en Alta Tecnología de CORFO Institutos y Núcleos de Milenio
2005	Chile Innova, sub-programa TICs FONTEC	Bío-Bío Innova

En los últimos diez años, organismos nacionales y extranjeros han realizado varias evaluaciones ad-hoc (Tabla 4.6). Éstas han analizado el funcionamiento y la efectividad de los instrumentos de financiamiento público, o bien el sistema nacional de innovación en su totalidad. En general, han concluido que el financiamiento público funciona adecuadamente en términos de la calidad de gestión, transparencia, y estricta supervisión, y que ha producido beneficios tangibles para sus beneficiaros y la sociedad en su conjunto. En general, también se observa que el apoyo estatal a la I+D+i ha ayudado a acercar a la comunidad investigativa al sector productivo, y aumentar la conciencia general en Chile respecto a la importancia de la ciencia y tecnología. Algunas de estas evaluaciones señalan claramente la necesidad de reformas institucionales para fortalecer la capacidad del gobierno chileno de formular e implementar una

política nacional coherente capaz de estimular y guiar más efectivamente los esfuerzos en ciencia, tecnología, e innovación hacia las áreas prioritarias y de interés público.

Hasta ahora, no ha existido un organismo oficial y permanente a cargo de monitorear y evaluar la política de innovación chilena, que podría haber entregado un análisis general del sistema y evaluar el progreso en términos de aumentar su consistencia general. Hoy, sin embargo, existe consenso que este tipo de organismo evaluador debería estar vinculado al recién establecido Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad. Por lo tanto, ahora la pregunta central es: ¿qué enfoque de evaluación debiera asumir esta futura entidad? Aquí, la principal observación es que no se debería evaluar un sistema de innovación aún en construcción – como es el caso de Chile – utilizando simples metodologías internacionales de medición comparativa ("*benchmarking*"), ya que, desde una perspectiva evolutiva, un parámetro de vital importancia es la *evolución* de las capacidades institucionales. El nivel de estas capacidades, tanto en la esfera pública como privada, determina en cada momento lo que puede o no puede esperarse de las políticas públicas y, en consecuencia, la forma de dirigir la búsqueda de las mejores prácticas internacionales. Los procesos dinámicos de aprendizaje aumentan estas capacidades, y los motores de esos procesos deberían recibir mucha atención (OCDE, 2002).

4.3.4.1 Las capacidades de las agencias de gobierno

Chile tiene la buena fortuna de contar con empleados públicos competentes, comprometidos y honestos. Este capital social es un activo considerable que permite ser ambiciosos en cuanto a las responsabilidades que se pueden encargar a los organismos de gobierno y el grado de sofisticación que pueden lograr estos organismos en sus tareas. Los recursos humanos con experticia técnica, experiencia y liderazgo de alto nivel son limitados, pero su movilidad dentro de los sistemas burocráticos y políticos es alta, así que pueden actuar como "vectores de aprendizaje." Dada esta situación, aunque las capacidades de los organismos públicos chilenos a cargo de las políticas de innovación están atrasadas con respecto a muchos de sus pares en países de la OCDE, en muchos sentidos han alcanzado un nivel de calidad envidiable.

Tomando el ejemplo de las agencias de financiamiento, se pueden destacar los siguientes resultados positivos del aprendizaje exitoso:

- Un manejo transparente de los procesos básicos de asignación de proyectos (postulación a proyectos, evaluación, selección, monitoreo, seguimiento y finalización).

- Un buen historial en el logro de las metas planificadas y el cumplimiento de los compromisos presupuestarios.

- Costos administrativos relativamente bajos.

- Un aumento de las capacidades de ir profundizando el sistema de innovación, especialmente de aumentar la participación de las PYMEs.

Pero también hay limitaciones. En particular, la evaluación de los aspectos financieros de los proyectos continúa siendo un tema problemático debido a la falta de capacidades. El procesamiento y selección de los postulantes aún es muy lento y difícil. La capacidad de respuesta frente a las sugerencias de los beneficiaros es muy baja. No sólo las regulaciones, sino también una cultura burocrática, impiden la externalización – aún cuando las competencias son limitadas.

4.3.4.2 Creación de capacidades en el sistema de innovación

La creación de capacidades, facilitada por el apoyo estatal, no es un proceso homogéneo en todo el sistema de innovación. Su ritmo y contenido varía de acuerdo a los actores, sectores económicos, y regiones. Estas discrepancias reducen la eficiencia del sistema. Por lo tanto, es importante que el gobierno identifique dónde están los "déficit de capacidades", cómo se ha procedido para eliminarlos, y cuál ha sido el aporte de las políticas públicas a este proceso. La Tabla 4.7 presenta algunos ejemplos del valor potencial de monitorear procesos de aprendizaje en distintas instituciones.

Tabla 4.7 Avances y debilidades en la creación de capacidades en distintas instituciones

Institución	Avances	Debilidades	Impacto de políticas públicas
Universidades	- Consolidación de áreas tradicionalmente fuertes en investigación científica. - Acumulación inicial de nuevas capacidades en áreas de investigación prometedoras, como la biotecnología.	- Bajas capacidades y débil infraestructura para entregar servicios con base tecnológica. - Baja capacidad de administrar la innovación (formulando proyectos para comercializar los resultados). - Insuficientes habilidades de ingeniería comercialmente relevantes.	- Apoyo basado en los proyectos no estimula a las universidades a adoptar un enfoque estratégico en sus relaciones con la industria, y así no ayudan al desarrollo de capacidades relevantes. - El enfoque de centros de excelencia ha tenido un buen impacto en las capacidades de investigación básica.
Empresas	- Mayor conciencia de y experiencia en la búsqueda externa de fuentes de conocimiento y tecnología. - Inclusión a pequeña escala, y aún muy desordenada, de procesos y productos innovadores en los procesos comerciales. - Algunos avances en la acción colectiva, por ejemplo una visión estratégica a nivel de sector y hojas de ruta tecnológicas.	- Aún es muy baja la cantidad de empresas realmente orientadas hacia la innovación. - Falta de recursos humanos con las habilidades apropiadas limita la capacidad de absorción de las empresas. - Las capacidades de gestión generalmente son insuficientes para sostener la innovación interna activa.	- Dado el perfil promedio de competencias de las empresas chilenas, es probable la marginación de algunos esfuerzos privados (por redundancia subsidiaria) para empresas que participan recurrentemente en los esquemas de apoyo. - A pesar de algunas historias de éxito (Cuadro 4.7), el poder de la creación de capacidades del sistema de apoyo ha sido insuficiente a nivel general.
Institutos Tecnológico (ITPs)	- Creciente heterogeneidad de capacidades comprobadas. El perfeccionamiento y la ampliación de capacidades en algunas áreas (por ejemplo, I+D orientado a misiones) e institutos (por ejemplo, Fundación Chile).	- Insuficiente inversión en la creación de capacidades exclusivas. - Recursos humanos que están envejeciendo. - Bajas capacidades para desarrollar y difundir tecnologías estratégicas específicas por sector.	- Modos de conducción y financiamiento han incentivado a muchos ITPs a adoptar estrategias cortoplacistas con respecto a la provisión de servicios tecnológicos, mientras que al mismo tiempo duplican las tareas de I+D de las universidades.
Servicios intensivos en conocimiento	- Surgimiento de un masa crítica de actores en algunas áreas.	- Aún sub-desarrollado en muchas otras (DPI, gestión de innovación, ángulos de negocios, etc.). - Escasez de ingenieros con una sólida base científica y habilidades empresariales.	- Bajos incentivos para aumentar la demanda de las empresas de servicios de mercado. Aún limitado impacto de las iniciativas recientes (por ejemplo, el programa de capital semilla de CORFO). - No hay un "efecto etiquetado" o identificación visible (proyectos auspiciados por el gobierno no tienen mejor acceso a financiamiento privado).
Regiones	- Se están formando algunos *clusters* regionales, con todos los ingredientes necesarios. - Se está experimentando por primera vez con un modelo de cooperación regional-nacional en políticas de innovación (Bío-Bío). - Se está desarrollando un programa de infraestructura tecnológica regional (centros regionales CONICYT).	- Las regiones más atrasadas siguen marginadas de la inversión, tanto privada como pública, en innovación. - La mayoría de los gobiernos regionales no muestran interés ni capacidades institucionales para desarrollar su propia estrategia de innovación.	- La falta de coordinación entre agencias y servicios gubernamentales complica la descentralización. Surgen nuevos conflictos de interés (a nivel regional, es más difícil distinguir claramente entre beneficiaros y encargados de políticas cuando asignan el apoyo estatal).

Cuadro 4.8 Creación de capacidades empresariales con exitoso apoyo estatal: el caso de CINTAC

CINTAC S.A. es una empresa que fabrica perfiles, tubos y cañerías de acero. Se fundó en 1956 y ha gozado de una posición de liderazgo en Chile. Es una empresa mediana (392 empleados) con filiales en Argentina y Perú.

Sobrepasada por la creciente competencia de tubos de PVC y perfiles de aluminio, la empresa desarrolló una innovadora solución para la construcción – a base de acero. Contrató a un experto externo y solicitó apoyo de FONTEC. El éxito del proyecto llevó a la empresa a establecer un nuevo departamento, la Oficina de Gestión en Innovación, a cargo del experto contratado. Desde entonces, CINTAC ha continuado desarrollando nuevas innovaciones. En el año 2001, el 20% de su ventas fueron productos de tecnología y marca propias, y estas ventas han aumentado a una tasa de casi 50% desde que salieron al mercado en 1998.

La Oficina de Gestión en Innovación de CINTAC está compuesta por solamente una persona, ya que los productos se desarrollan subcontratando distintos expertos para cada proyecto. CINTAC no ha solicitado más apoyo a FONTEC, ya que la innovación ahora es parte integral de su estrategia de negocios.

Fuente: G. Rivas (2004).

4.4 Tareas estratégicas de la política de innovación: una evaluación funcional

De acuerdo a nuestro análisis hasta ahora, aunque la innovación aún no es un elemento central del modelo de crecimiento del país, en los últimos 15 años se ha experimentado con distintos enfoques institucionales, se han implementado varios programas en diversas áreas, y se han aplicado una variedad de instrumentos. Como resultado, Chile ya ha acumulado una gran cantidad de experiencia valiosa y aprendizaje institucional con respecto a las actividades y políticas de innovación.

Un ejemplo de este proceso de aprendizaje fue el reconocimiento que los fondos públicos destinados a promover actividades de innovación no fueron suficientes, seguido por la decisión de crear un nuevo impuesto a la actividad minera destinado a proporcionar más recursos para el fomento de la innovación. Como resultado, desde el 2006 en adelante el presupuesto estatal para la innovación ha aumentado considerablemente. Otro ejemplo es la reciente creación del Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad, para vencer las constantes fallas de coordinación e iniciativas redundantes de diferentes actores, así como la percepción de una falta de liderazgo estratégico para fijar los principales objetivos y prioridades del proceso de innovación.

Aunque estas iniciativas son bastante recientes y todavía es muy pronto para medir su impacto, ciertamente revelan el compromiso gubernamental de fortalecer y mejorar el sistema de innovación chileno para que pueda convertirse en uno de los trampolines más efectivos hacia el logro un crecimiento sostenido y sustentable en un futuro no tan lejano.

Las secciones anteriores han proporcionado algunos elementos que ayudan a responder preguntas como:

- ¿Es adecuada la conducción estratégica de las políticas de innovación?
- Las instituciones públicas, ¿están bien posicionadas dentro del sistema para cumplir sus tareas eficientemente?
- ¿Está bien equilibrado el conjunto de políticas e instrumentos de innovación?
- Los instrumentos de innovación, ¿están bien adaptados a sus objetivos?
- El enfoque de nuestra política de innovación, ¿promueve la "selección inteligente"?
- ¿Cuán desarrollados están las capacidades de aprendizaje de las instituciones del SNI?

A partir de estas preguntas, esta sección final hace una síntesis de la evaluación del sistema chileno de apoyo estatal, desde una perspectiva más funcional: ¿cuán efectivas han sido colectivamente las políticas de innovación para lograr las siguientes tareas?

- Ofrecer al sector empresarial los incentivos apropiados para aumentar sus esfuerzos de I+D e innovación.

- Promover el surgimiento y consolidación de un masa crítica de científicos que cumpla con los criterios de excelencia y relevancia en su trabajo investigativo.

- Fomentar la sinergia entre los distintos actores e instituciones dentro del sistema.

- Proporcionar la infraestructura básica necesaria para una eficiente difusión de conocimiento, *know-how* y tecnologías.

- Asegurar la oferta de recursos humanos calificados.

- Mantener al SNI chileno bien conectado a las redes dinámicas de innovación a nivel mundial.

4.4.1 Ofrecer al sector empresarial los incentivos apropiados para aumentar sus esfuerzos de I+D+i.

A pesar de los importantes esfuerzos estatales en términos de recursos financieros e institucionales, por mejorar el desempeño del sector empresarial del SNI, los resultados hasta ahora no han sido buenos. La Tabla 4.8 muestra algunos indicadores escogidos, extraídos de los resultados de tres de las cuatro Encuestas de Innovación que se han aplicado hasta ahora en Chile (1995, 1998 y 2002).[52]

Tabla 4.8 Indicadores de innovación escogidos a nivel de empresa

	1995	1998	2002
Número de empresas con inversiones en I+D	1.235	497	966
I+D por trabajador (miles de pesos)	80,64	54,39	103,64
I+D por trabajador en empresas que invierten en I+D (miles de pesos)	293,32	420,26	518,48
Apoyo estatal a la I+D (como % del financiamiento total)	1,04	0,38	2,93
Empresas con innovaciones en productos (%)	65,12	53,28	59,33
Empresas con innovaciones en procesos (%)	70,77	54,24	56,04

Fuente: basado en Benavente (2004).

Estas cifras muestran una fuerte disminución en casi todos los indicadores entre 1995 y 1998, y a pesar de la recuperación de 2002, siguen por debajo de los niveles iniciales. Esto revela la influencia del ciclo económico en este tipo de actividades, lo cual a su vez es un indicador que estas actividades no forman parte de las estrategias centrales de las empresas.[53]

Por lo tanto, una primera observación es que a pesar del crecimiento del apoyo estatal a la I+D como una fuente de financiamiento importante para las empresas chilenas, éste no ha logrado un impacto significativo en los indicadores de desempeño, si se considera que más de 1.000 empresas chilenas desarrollan

52 Los resultados del último, ejecutado en 2005, no estaban completamente disponibles en el momento de este Informe OCDE. Los resultados preliminares apuntan a la posibilidad de una subestimación de los esfuerzos privados en I+D por encuestas de innovación anteriores.

53 Benavente (2005).

regularmente actividades de innovación. Una segunda observación – y muy importante – es que las empresas que han recibido financiamiento estatal han aumentado después su propio gasto en I+D, introduciendo más procesos innovadores, y aumentando su productividad en comparación con las empresas que no han recibido apoyo estatal.

Esto es solamente una paradoja aparente. Probablemente, la explicación es que los instrumentos específicos de las políticas de innovación han demostrado una eficiencia razonable[54] para estimular la inversión en innovación de las empresas "preparadas", pero en conjunto no han podido generar cambios masivos en el comportamiento de la gran mayoría de empresas.

Desde comienzos de los años 90, la base de las políticas públicas ha sido el sistema de fondos tecnológicos. El diagnóstico que llevó a la creación de estos fondos fue acertado: se había puesto un énfasis excesivo en el lado de la oferta (financiamiento a universidades y centros de investigación, principalmente a través de FONDECYT), ignorando las necesidades de las empresas y la sociedad en su conjunto. La idea era diseñar instrumentos – FDI, FONDEF, FONTEC y fondos sectoriales como FIA – que pudiesen fortalecer esta conexión y, al mismo tiempo, aumentar la inversión de las empresas en actividades de I+D.

Estos fondos estuvieron basados en un riguroso análisis de políticas (fallas de mercado claramente identificadas). Se implementaron siguiendo buenas prácticas y de manera transparente: llamados abiertos a propuestas y selección basada en criterios que estaban en sintonía con la misión de cada fondo. Un fuerte enfoque horizontal, de abajo hacia arriba, para la selección de los beneficiaros eliminó el riesgo de que los fondos fueran captados sólo por grupos específicos, aunque últimamente se han introducido, en algunos fondos, elementos de selectividad "de arriba hacia abajo" para beneficiar áreas prioritarias, como las TICs y la biotecnología, con miras a aumentar el impacto económico a través de sus *spillovers*.

Una hipótesis razonable es que el sistema de "fondos" no produjo los resultados esperados por dos razones principales. Primero, abordó parcialmente una serie de fallas de mercado, pero no logró enfrentar las fallas sistémicas subyacentes, como los obstáculos a la comercialización y la difusión de nuevas tecnologías, cuellos de botella en los canales de recursos humanos, falta de infraestructura pública, etc. Segundo, la portafolio de instrumentos (fondos) no enfrentó suficientemente el "déficit de capacidades". Chile debiera tener un enfoque más integral pero diferenciado con respecto a la innovación en las PYMEs, siguiendo las mejores prácticas internacionales (Figura 4.3, Cuadro 4.9).

Por mucho tiempo, se enfatizado particularmente la innovación tecnológica por sobre la difusión, y los proyectos tecnológicos por sobre el emprendimiento tecnológico, aunque varias iniciativas recientes intentan corregir esta predisposición, como por ejemplo:

- El Programa de Innovación Comercial de Chile Innova ahora apoya con mayor determinación los esquemas de gestión que fomentan la competitividad de las empresas.

- Chile Innova proporciona a las empresas un co-financiamiento para misiones tecnológicas o estudios en el extranjero, para contratar expertos de nivel internacional o servicios especializados de asesoría, entre otros.

- La línea de "emprendimiento" de Chile Innova ayuda a las empresas a introducir en el mercado resultados o productos innovadores.

- El Programa Bicentenario de Ciencia y Tecnología (PBCT) de CONICYT, a través de consorcios cooperativos de investigación, apoya el reclutamiento de científicos jóvenes en la industria.

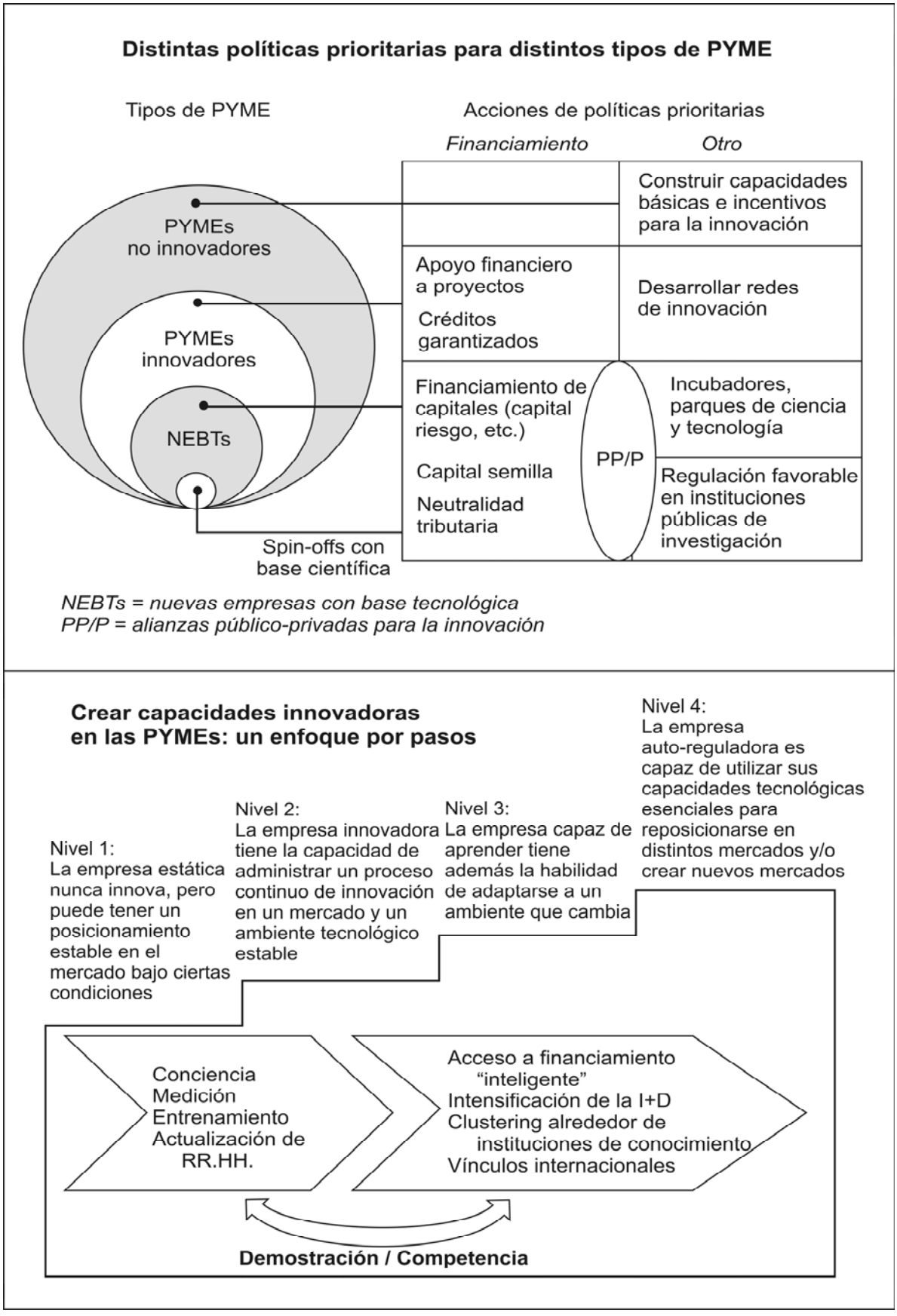
---

[54] Por ejemplo, Benavente (2002), basado en los resultados de una encuesta de 450 empresas, estimó que cada dólar público invertido a través de FONTEC conducía a una inversión privada en proyectos de I+D de 1,3 dólares. Esto no es tan malo, especialmente tomando en cuenta que FONTEC apoyaba principalmente la adopción y no el desarrollo de tecnologías. Estudios empíricos más recientes produjeron resultados más ambiguos (Benavente, 2007).

- La FIA apoya iniciativas y proyectos para comercializar la innovación en las áreas de agricultura, productos forestales y agua.

- Recientemente, tanto CORFO como CONICYT han introducido instrumentos para fomentar las patentes, aliviando el costo del proceso local e internacional de inscripción de patentes.

Figura 4.3. Fomentando la innovación en las PYMEs:
La necesidad de un enfoque integral pero diferenciado



Cuadro 4.9. Promoviendo la innovación en las PYMEs: la experiencia de los países de la OCDE

Al poner mayor énfasis en la innovación en sus políticas hacia las PYMEs, los gobiernos enfrentan dos desafíos. Primero, dada la variedad de factores que motivan a las empresas a innovar, necesitan coordinar sus acciones en una diversidad de políticas gubernamentales sobre la base de una estrategia clara. Segundo, la heterogeneidad de la población de pequeñas empresas impide cualquier enfoque único para todos los actores. En algunos sectores, la mayoría de las innovaciones se deben a empresas recién llegadas o recién creadas que buscan competir son otras empresas por sus mercados. Pero en la mayoría de las industrias, las PYMEs contribuyen al proceso de innovación de una manera muy distinta. Ellas operan en ambientes de baja o mediana tecnología y realizan innovación sin ninguna actividad formal de I+D. Se concentran en mejorar sus procesos productivos (a través del uso de conocimiento codificado presente en equipos actualizados) y en mejorar sus diseños de productos y técnicas de *marketing* (a través del uso de conocimiento tácito incrustado en sus recursos humanos).

La experiencia de los países de la OCDE demuestra la importancia de encontrar el mejor equilibrio entre medidas que abordan problemas genéricos relacionados con el tamaño y edad de las empresas, y acciones más dirigidas que buscan resolver problemas que son específicos a ciertos tipos de empresa. Las mejores prácticas en políticas incluyen los siguientes elementos:

- Condiciones marco favorables. La primera responsabilidad del gobierno es garantizar un clima favorable en el cual los emprendedores pueden fácilmente crear empresas, con incentivos para innovar y crecer, y acceso a los recursos necesarios a un costo razonable y predecible.

- Medidas para fortalecer las capacidades innovadoras. Hasta principios de los años 90, el fomento estatal de la innovación en las PYMEs se equiparaba con el apoyo a la difusión de tecnologías. Se centraba en la transferencia tecnológica dirigida por la oferta y estaba sesgado a favor de la manufactura. Sin embargo, la experiencia mixta con programas dirigidos por la oferta, una mejor comprensión del rol de las empresas nuevas en procesos de innovación cada vez más interactivos, así como la evidencia creciente que los obstáculos a la innovación en la mayoría de las PYMEs eran internos y provenían de debilidades en las capacidades laborales, organizativas y administrativas, promovieron el surgimiento de una nueva generación de políticas que puso mayor énfasis en: i) fomentar una cultura emprendedora; ii) construir la "capacidad innovadora y de absorción" de las empresas a través del desarrollo de habilidades y el mejoramiento de la gestión; y iii) promover los negocios electrónicos (*e-business*) y desarrollar infraestructura comercial para pequeñas empresas innovadoras.

- Medidas para facilitar el financiamiento de la innovación. El acceso insuficiente al financiamiento es un obstáculo persistente a la creación, sobrevivencia y crecimiento de las PYMEs innovadoras. Existen tres categorías de políticas para reducir la brecha de financiamiento: i) los créditos subsidiados y garantizados; ii) la provisión de capital semilla y apoyo para el desarrollo de capital de riesgo; y iii) los incentivos tributarios y/o fondos para corregir fallas de mercado que llevan a una baja inversión en I+D.

- Medidas para promover el trabajo de redes y las alianzas. Aún más que las empresas grandes, las PYMEs dependen de fuentes externas de información, conocimiento, *know-how* y tecnologías para aumentar su propia capacidad innovadora y llegar a sus mercados. Para conocimiento y *know-how* complementarios, las empresas innovadoras dependen de acuerdos colaborativos además de relaciones mediadas por el mercado (por ejemplo, la compra de equipos, las licencias tecnológicas, etc.). La colaboración inter-empresa en redes es ahora sin duda el canal más importante para compartir e intercambiar conocimiento. Las interacciones entre empresas y otros tipos de organizaciones involucradas en el proceso de innovación (universidades, y otras instituciones de educación, laboratorios de investigación públicos o privados, proveedores de servicios de asesoría técnica, organismos regulatorios, etc.) también se están intensificando. En los países de la OCDE, los programas e iniciativas públicas que explícitamente abordan el tema de las redes son un fenómeno relativamente reciente. Éstas enfrentan las fallas de mercado en distintas etapas del proceso de trabajo en redes a través de medidas específicas para las PYMEs o medidas menos dirigidas (ver la tabla a continuación): i) aumentando la conciencia acerca de las oportunidades de redes o ayudando a buscar socios; ii) organizando, financiando y operando las redes; iii) vinculando las redes científicas y de innovación a través de alianzas público-privadas; y iv) creando vínculos internacionales y redes mundiales.

Estas tendencias no resuelven todos los problemas, y a la vez generan otros, especialmente porque hacen aún más complejo el sistema de apoyo, confundiendo la división de tareas entre organismos. El sistema de fondos, por sí mismo, no puede crear todas las condiciones para lograr su propia eficiencia; obviamente, esto es aún más cierto para cualquier fondo individual. Por ejemplo, el enfoque de "alianzas públicas", que se está experimentando en el marco del PBCT, tiene un gran potencial para ayudar a cerrar una brecha institucional en el sistema de innovación. Sin embargo, como sugiere la experiencia de los países de la OCDE (OCDE,

2007), la realización de este potencial podría requerir más que "líneas adicionales" en las ofertas existentes de los fondos (ver también la Sección 4.4.3).

Los fondos existentes probablemente deberían seguir abocados a las tareas para las cuales están mejor equipados. Esto nos hace preguntar acerca del tipo de acciones complementarias que serían necesarias para asegurar un mejor comportamiento – y no sólo más recursos (Cuadro 4.8) – entre las empresas, ampliando además la cantidad de empresas beneficiadas a un costo mínimo para el presupuesto.

Cuadro 4.10 Midiendo la "adicionalidad" del comportamiento: una nueva perspectiva en las evaluaciones de apoyo estatal a la I+D empresarial en países de la OCDE

Las empresas beneficiadas con fondos, ¿persiguen distintos tipos de I+D? ¿Colaboran más con los demás? ¿Mejoran sus capacidades de gestión de I+D, introduciendo cambios permanentes en sus estrategias y desempeño en I+D? Estos temas no se abordan en las evaluaciones tradicionales. Durante largo tiempo, no se han desarrollado efuerzos por medir explícitamente los cambios en las *formas* en que las empresas realizan I+D como resultado de las políticas de gobierno – los llamados efectos de *behavioural additionality*, o "adicionalidad del comportamiento".

La OCDE ha explorado el concepto de *behavioural additionality*, promoviendo un esfuerzo multinacional para desarrollar mejores formas de medirlo. Una publicación reciente sintetiza los resultados de una serie de estudios llevados a cabo en Australia, Austria, Bélgica, Finlandia, Alemania, Irlanda, Japón, Corea del Sur, Noruega, Reino Unido, EE.UU. y la Unión Europea. Estos estudios revelan varios cambios cualitativos en los tipos de I+D realizadas por empresas y la forma en que llevan a cabo esta I+D como resultado de su participación en programas de financiamiento estatal.

Fuente: OCDE (2006).

En este contexto, surgen preguntas acerca de los impuestos a la I+D. En contraste con la mayoría de los países de la OCDE, hasta ahora Chile no había utilizado este instrumento. Recientemente, el gobierno ha decidido dar un primer paso en esta dirección, proponiendo algunos beneficios tributarios para gastos empresariales en I+D. Como se comentaba en la Sección 4.2.2, que describe el esquema propuesto, su principal mérito será enviar una poderosa señal acerca del compromiso del sector público con la innovación y aumentar el mercado de contratos de I+D. Pero es improbable que logre cambiar fundamentalmente la propensión promedio de las empresas chilenas a innovar.

4.4.2 Asegurar una masa crítica, excelencia y relevancia en la investigación científica

Un sistema de innovación dinámico requiere una fuerte base científica que cumpla con tres funciones esenciales: *i)* aumentar la calidad de la educación superior y asegurar que una cantidad mínima de trabajadores altamente calificados obtengan experiencia en investigación antes de entrar al mercado laboral; *ii)* crear una plataforma para una ambiciosa innovación con base científica; *iii)* monitorear el progreso mundial en conocimiento científico y ayudar a los actores nacionales en el acceso a nuevo conocimiento relevante producido en otros países.

En las últimas dos décadas, Chile ha hecho grandes esfuerzos por lograr un masa crítica de recursos humanos altamente calificados y excelentes instituciones de investigación científica. Ha tenido menos éxito en la tarea más difícil de lograr que su sistema de ciencias pueda reaccionar más a necesidades económicas y sociales en constante evolución, en gran medida por la ausencia de mecanismos para explicitar, articular y traducir estas necesidades en una agenda científica.

Además del financiamiento directo a las universidades, Chile ahora utiliza un portafolio de instrumentos para financiar proyectos de investigación científica de manera competitiva. La diversificación de este conjunto de políticas en la última década refleja la voluntad política de: *i)* concentrar más recursos en áreas de excelencia y; *ii)* fomentar vínculos entre la academia y la industria.

En los últimos 25 años, FONDECYT ha apoyado consistentemente a investigadores científicos y pequeños grupos de investigación en todas las áreas de conocimiento. Ha sido muy bien evaluado en términos de la transparencia y autonomía con que ejecuta su misión. Establecido más recientemente, el FONDAP ha promovido con innegable éxito la creación de centros de excelencia en investigación avanzada, buscando articular mejor el trabajo de los grupos de investigación en áreas en que la ciencia chilena ha alcanzado un

nivel de desarrollo suficiente y una masa crítica de investigadores con productividad comprobada. La Iniciativa Científica Milenio ha creado varios institutos y núcleos de excelencia en diversas disciplinas y áreas. La obvia superposición entre la Iniciativa y FONDAP es otro ejemplo de un mal institucional chileno – la fragmentación en vez de la diferenciación fundamentada.

Otros programas también han ayudado a aumentar las capacidades chilenas en investigación científica junto a socios extranjeros, particularmente varios programas de becas. Además, un componente del programa PBCT apunta a fortalecer la base científica chilena a través del aumento de la fuerza de trabajo para la investigación científico-tecnológica, la infraestructura para investigación y la capacidad de adquirir oportunamente conocimiento producido en otros países. Aunque el Programa de Mejoramiento de la Calidad y la Equidad de la Educación Superior (MECESUP) no está diseñado específicamente para mejorar las capacidades de investigación de las universidades, esta meta ha sido abordada indirectamente a través de acciones que mejoran sus capacidades y la calidad de sus programas educativos, especialmente a nivel de doctorados.

En la ausencia de una significativa demanda de la industria y de cualquier línea guía (aunque sea "blanda" o "de arriba hacia abajo") para las prioridades de investigación, el sistema chileno de ciencias, como en muchos otros países, es fuertemente dependiente del "camino", con respecto a la asignación de recursos entre las disciplinas, y ha sido formado por la demanda de los investigadores, con respecto a la asignación de recursos entre proyectos dentro de cada disciplina. Los únicos mecanismos de concentración, FONDAP y la Iniciativa Científica Milenio, *i)* tienen un impacto cualitativamente importante pero cuantitativamente limitado, ya que sus presupuestos combinados son menos de una sexta parte del presupuesto combinado de asignación directa a la I+D universitaria y FONDECYT, y *ii)* no utilizan la relevancia económica como un criterio para seleccionar a los grupos de investigación que apoyan.

4.4.3 Fortalecer la infraestructura de conocimiento a través de la conducción de los institutos tecnológicos

Los institutos tecnológicos (ITPs) fueron creados para ser la columna vertical de la infraestructura chilena de difusión de la tecnología. Como observamos en el Capítulo 3, para muchos de aquellos que trabajan en campos relevantes para el sector privado, ha sido difícil ajustarse al cambiante ambiente económico. Su aporte al sistema de innovación ha sido un tema de debate por bastante tiempo.

La manera en que se han conducido a través del financiamiento ha cambiado durante la última década. Inicialmente, el financiamiento de los ITPs provenía casi exclusivamente del presupuesto estatal. En 1995 se creó un fondo concursable, con miras a incentivar a los ITPs a responder mejor a los requerimientos del sector productivo. Además, algunos ITPs también firmaron "contratos por desempeño" con varios ministerios, en virtud de lo cual, a cambio de compromisos específicos, recibieron financiamiento para invertir en la creación de capacidades. Los fondos transferidos a través de estos acuerdos de desempeño rara vez han superado el 10% del total del presupuesto de los ITPs.

Por lo tanto, el financiamiento directo de los ITPs ha ido reduciéndose progresivamente y hoy ha desaparecido en la mayoría de estos institutos. Una excepción notable es el Instituto Nacional de Investigación Agrícola (INIA), el más grande de los ITPs, que aún recibe un importante financiamiento directamente del presupuesto estatal.

En el año 2000 se realizó una evaluación internacional de un conjunto de ITPs. Los términos de referencia solicitaban una evaluación de la organización de los ITPs y la relevancia de sus actividades, así como una recomendación de ajustes – en virtud de las experiencias internacionales – para mejorar su aporte al sistema de innovación. Como resultado, se han implementado algunas reformas, particularmente: *i)* cambios regulatorios para darles mayor flexibilidad; *ii)* una racionalización que involucra la fusión de dos de estos institutos: INTEC (que fue de CORFO) se convirtió en una parte integral de Fundación Chile.

Sin embargo, aún no existe una política global coherente en el sector de los ITPs. Generarla requeriría una evaluación del desempeño y capacidades de todos los ITPs, desde una perspectiva verdaderamente sistémica, con el objetivo de reafirmar o redefinir misiones, modos operativos, enfoques tecnológicos, etc., sin excluir ninguna opción, re-organización, fusión, privatización, o cierre.

4.4.4 Fomentar las relaciones entre ciencia e industria

La debilidad de los vínculos entre investigación pública e innovación empresarial es muy conocida por todos los actores claves en Chile. Últimamente se han desarrollado más iniciativas para remediar esta situación.

4.4.4.1 Alianzas público-privadas

FONDEF fue creado precisamente para fomentar las relaciones entre empresas e institutos de investigación, especialmente las universidades. Este fondo apoya proyectos de I+D en universidades y centros de investigación que tengan una clara aplicación en actividades productivas. Contar con fondos de contrapartida de por lo menos una empresa es un pre-requisito para la aprobación del proyecto. Este programa ayuda a fomentar el interés de los investigadores por los problemas de las empresas. De cualquier manera, este enfoque basado en los proyectos tiene limitaciones inherentes, pero su enfoque basado en los proyectos tiene limitaciones inherentes, y es improbable que genere proyectos de impacto económico considerable. Por el contrario, debería ser visto como una herramienta de creación de redes, y administrado con ese espíritu.

Algunas verdaderas alianzas público-privadas en investigación han emergido en Chile en la última década, pero hasta hace poco eran iniciativas empresariales dispersas, de abajo hacia arriba, en las cuales las políticas cumplían un papel menor. Por ejemplo, la Fundación Chile ha promovido varios emprendimientos tecnológicos cooperativos bien enfocados. En el año 2002, bajo el auspicio del Programa Genoma-Chile, BioSigma S.A. fue creado como una alianza público-privada entre Codelco y Nippon Mining & Metals Co., para incorporar los últimos avances en biotecnología a los procesos de la bio-minería.

La primera iniciativa pública estructurada en esta área es la reciente creación de 19 "Consorcios Empresariales de Investigación Tecnológica", una iniciativa conjunta entre CONICYT (a través de PBCT), CORFO y FIA. Este es el esfuerzo gubernamental más grande hasta el momento de generar conocimiento científico y tecnológico avanzado, con la participación de potenciales usuarios finales, y reuniendo a varios actores de una misma cadena de valor. Estos consorcios se han establecido en una diversidad de áreas, la mayoría de ellas en industrias basadas en recursos naturales: biotecnología aplicada para nuevas variedades de frutas; producción maderera mejorada a través del uso de la genómica forestal; desarrollo de nuevas tecnologías en la pesca; desarrollo de un *cluster* o alianza entre investigadores y productores de leche en la Región de Los Lagos; fortalecimiento de la industria vinícola a través de nuevas tecnologías; desarrollo de nuevos productos con valor agregado basados en los desechos de industrias tradicionales de exportación; innovación tecnológica en la investigación acerca del cáncer; lanzamiento de un programa de tecnología aeronáutica; creación de polos de desarrollo en torno a la biomedicina aplicada, etc.

También debiera observarse que bajo el Programa Regional de CONICYT, recientemente se han establecido "Consorcios de Desarrollo e Investigación Cooperativa" en todas las regiones del país.

4.4.4.2 Clusters innovadores

El Programa Territorial Integrado (PTI), de CORFO, busca fomentar el desarrollo y mejoramiento de la economía de un territorio o zona geográfica específica. Su objetivo va más allá del desarrollo tecnológico y la innovación. Financia una serie de actividades, por ejemplo, actividades para mejorar la gestión empresarial, especialmente en las PYMEs. Recientemente, el PTI canalizó recursos adicionales para consolidar el desarrollo del *cluster* salmonífero en las regiones de Los Lagos y Aysén. Este programa público-privado promoverá la investigación e innovación como parte de un plan de desarrollo global. Otras iniciativas incipientes para fomentar los *clusters* innovadores incluyen: el *cluster* de la minería en la Región de Antofagasta, y el *Colchagua Tierra Premium* para la industria vinícola en la Región de O´Higgins. Esta última iniciativa incluyó la creación del "Centro de Gestión Tecnológica de Colchagua", como una plataforma de investigación y desarrollo para la industria vinícola de la VI Región.

En general, y a pesar de estas iniciativas exitosas o prometedoras, no se ha implementado todavía en Chile un enfoque completamente integral y articulado para las políticas de innovación basada en *clusters*. Esto es sorprendente, dado que tal enfoque podría tener el potencial de apoyar el logro de varios objetivos prioritarios del gobierno: *i)* una mejor articulación entre los esfuerzos de investigación pública y la dinámica

de los mercados; *ii)* la racionalización de la infraestructura pública para conocimiento; *iii)* la aceleración de la diversificación económica a través de la construcción alrededor de, o la creación de puentes entre, polos de fortaleza. Sin embargo, recientemente se han implementado nuevas iniciativas en esta área. Actualmente, el Consejo de Innovación está realizando un análisis de *clusters* con The Boston Consulting Group. Hasta ahora se han priorizado ocho *clusters*, y ya se están diseñando instrumentos de políticas para promover su desarrollo. Los *clusters* son: *offshoring*, cultivo de pescado, turismo, minería del cobre y sub-productos, cultivo de cerdo y pollo, alimentos procesados para el consumo humano, industria primaria de frutas, y servicios financieros.

4.4.4.3 Movilidad de los investigadores, patentes y spin-offs

Como se señalaba en el Capítulo 2, la movilidad de los investigadores es muy baja en Chile, aunque esta movilidad es un importante canal de transferencia y difusión de conocimiento, incluyendo entre la investigación pública y el sector empresarial.

Recientemente, han surgido iniciativas específicas para reducir este importante cuello de botella, especialmente desde Chile Innova y el PBCT. El Programa Chile Innova financia becas para postulantes a doctorados en TICs y biotecnología, y pasantías en empresas y centros de investigación de categoría mundial. Un componente del PBCT (Investigadores en Industrias) busca expandir la reserva de personal de investigación de alta calidad en la industria chilena, otorgando: *i)* becas para estudiantes de doctorados que realizan parte sustancial de su trabajo de tesis en el sector industrial. Un miembro del equipo de la empresa actúa como un supervisor asignado al estudiante, y a la empresa se le requiere contribuir con un pequeño suplemento a la beca; y *ii)* becas parciales para investigadores post-doctorado u otros investigadores que inician su carrera, y que hacen investigación en el sector industrial. Estas últimas becas son temporales y la cifra va disminuyendo con el tiempo, mientras que la empresa paga una proporción creciente del salario de estos investigadores.

Otra iniciativa que podría contribuir a aumentar el flujo de personal altamente calificado dentro del sistema de innovación es el Programa para la Contratación de Expertos o Asesorías Internacionales de Chile Innova. Este programa co-financia la contratación de expertos en tecnología y procesos de producción altamente especializados en empresas que lo requieran. Finalmente, algunas universidades nacionales tienen programas de inserción laboral en el sector privado para sus egresados, a través de acuerdos con las empresas interesadas en recibir nuevos profesionales.

Hasta ahora, el impacto de estas iniciativas ha sido bastante modesto, pero es muy pronto para llegar a conclusiones. Si las medidas complementarias del lado de la demanda son exitosas, especialmente aquellas dirigidas a aumentar la I+D y las actividades innovadoras del sector privado, podrían aumentar significativamente la movilidad de los investigadores.

La inscripción de patentes y licencias es otro canal de transferencia de conocimiento desde la investigación pública hacia el sector empresarial, cuya importancia en el área OCDE ha aumentado, ya que, siguiendo el ejemplo de los EE.UU., muchos países han implementado políticas para incentivar a sus universidades a adoptar un enfoque más estratégico para la gestión de sus activos intelectuales. Esto normalmente involucra un conjunto de reformas regulatorias (por ejemplo, en el campo de los DPI) e innovaciones institucionales (por ejemplo, la creación de Oficinas de Licencias Tecnológicas), junto con la promoción de incentivos que podrían gradualmente cambiar la cultura de la investigación académica. Los resultados, sin embargo, han sido disparejos, y muchos países aún están luchando con este problema. Por razones culturales, Chile pertenece al grupo de países donde las universidades tienen una muy baja tendencia a patentar, ya que su producción patentable es modesta, pero también por el subdesarrollo del mercado nacional de conocimiento.

Las mismas razones básicas, además de la falta de capital de riesgo y capital semilla, explican la pequeña cantidad de *spin-offs* en Chile. La promoción de este tipo de emprendimiento es muy reciente y se enfrenta a barreras culturales que sólo pueden eliminarse a través de una adecuada combinación de incentivos a los investigadores e instituciones que los albergan, y estímulos a las redes de investigadores, emprendedores y fuentes de financiamiento (capital semilla y riesgo). La experiencia del programa de capital semilla de Chile Innova, aunque de pequeña escala y no exclusivamente orientada hacia los *spin-offs* científicos, parece ser un primer paso en la dirección correcta. Sin embargo, es muy pronto para evaluar su impacto.

En países como Chile, donde el mercado de conocimiento es muy inmaduro, puede ser importante promover el desarrollo de agentes facilitadores de conocimiento, que puedan crear un puente entre comunidades que tienen distintos valores, visiones, objetivos e idiomas. Como en otros países, la mayoría de las PYMEs no tiene investigadores a tiempo completo que trabajen en sus instalaciones, y tampoco ingenieros altamente calificados. Pero, en contraste con la situación en la mayoría de los países de la OCDE, si una PYME quiere comprar investigación en Chile, la mayoría de las veces recurre a las universidades, que son prácticamente las únicas instituciones que pueden ofrecer este tipo de servicio. Sin embargo, la comunicación entre ellos no es buena – trabajan a ritmos tan distintos y desde perspectivas tan diferentes que tienen muchas dificultades adaptándose a las necesidades del otro.

Los intermediarios pueden ayudar a mitigar ese problema. Éstos pueden ser individuos (como agentes facilitadores o consultores tecnológicos) o instituciones (hasta departamentos especializados de universidades o centros de investigación), con claros mandatos y una comprensión del mundo de los negocios. Si el sistema va madurando con éxito, podrían convertirse en entidades comerciales en si mismas. La existencia de mecanismos de financiamiento ha demostrado no ser suficiente para incentivar las relaciones entre ciencia e industria; podría ser necesaria la innovación organizacional y el fortalecimiento institucional para elevar las RCIs al nivel requerido para un crecimiento impulsado por la innovación.

4.4.5 Asegurar la oferta de recursos humanos calificados

En las últimas décadas, Chile ha hecho un esfuerzo tremendo en términos de su inversión pública en educación, lo cual ha producido un significativo aumento en la cobertura del sistema. A pesar de estos logros en términos de cobertura, el debate público durante los últimos años ha estado dominado por una creciente preocupación por la calidad de la educación.[55]

Esta preocupación ha surgido, entre otros factores, del análisis de los tests estandardizados internacionales en los cuales Chile participa: el Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias (TIMSS), y el Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PASOS). En estos dos tests, los estudiantes chilenos se ubicaron entre los más bajos en las respectivas muestras. Chile es sobrepasado por países con un mayor nivel de desarrollo, en particular los más innovadores. Sin embargo, los estudiantes chilenos también demuestran un desempeño menor al esperado para un país con el mismo nivel de gasto por estudiante que Chile, medido por su nivel de desarrollo.[56] Para mejorar la calidad de su sistema educacional, es fundamental identificar los principales problemas y concentrar los esfuerzos en resolverlos.

Para enfrentarse al desafío de la economía de conocimiento, son muy importantes la calidad, cobertura y acceso igualitario a la educación superior. En este sentido, Chile presenta una cobertura mucho menor a la de los países más innovadores. Sin embargo, se espera que el país tenga una creciente demanda de educación superior en los próximos años. Esto ayudará a reducir la escasez de técnicos y profesionales en el mercado chileno de trabajo, y posiblemente también ayude a disminuir la escasez de profesionales con doctorados en la población activa.[57]

La principal fuente de preocupaciones con respecto a la educación superior es la desigualdad en el acceso. A pesar que, desde 1990 en adelante, la proporción del 40% más pobre de la población con acceso a la educación superior se triplicó,[58] la brecha de acceso entre este grupo y el 20% más rico no se ha reducido. A la luz de las altas tasas de ganancia de la educación privada, esto significa que el desarrollo del sistema de educación superior no está mejorando la igualdad social.

---

55 Eyzaguirre et al. (2005).

56 Además, la Encuesta Internacional de Alfabetización Adulta (*IALS, Internacional Adult Literacy Survey*) de la OCDE reveló que sólo un 20% de la población adulta chilena tiene el nivel de comprensión de lectura mínimo necesaria para ser auto-suficiente en la sociedad moderna.

57 Tokman y Zahler (2004) descubrieron que en el período 1996-1999, Chile sólo incorporó a su fuerza de trabajo 3 PhD en ciencia por cada millón de habitantes de la fuerza laboral, mientras que Suecia y Finlandia incorporaron entre 197 y 177, respectivamente.

58 Ha subido de 4,4% a 14,5% en el primer quintil de ingresos y de 7,8% a 21,2% en el segundo.

Con respecto a los programas de doctorado, la oferta se expandió en los últimos años, llegando a 91 en 2003. Al mismo tiempo, hay un creciente flujo de egresados que persiguen doctorados en el extranjero, particularmente en los Estados Unidos y Europa. Sin embargo, hay algunas debilidades en esta área. Cada doctorado genera en promedio solamente 1,3 doctores (PhD) por año. Esto no solamente es bastante bajo de acuerdo a los estándares internacionales, sino que también es una utilización ineficiente de los recursos, dados los recursos financieros y recursos humanos calificados que se desvían de otras prioridades para implementar estos programas. Más aún, probablemente hay una excesiva diversidad temática y muy poca cooperación entre las distintas instituciones.

Aunque la cantidad de becas de investigación de pregrado ha aumentado dramáticamente en años recientes, el financiamiento realmente gastado en capacitación avanzada aún es insuficiente. No se otorgan más de 500 becas de doctorado cada año, una cifra que debiera ser por lo menos 1.000, dada la población y la necesidad del mundo académico de renovar personal (que es también el caso de otras instituciones y empresas). Una de las nuevas prioridades de CONICYT es aumentar significativamente la capacitación especializada. Esta institución debería convertirse en una fuente central de este tipo de financiamiento, ya que el Ministerio de Educación y el Ministerio de Planificación también tienen programas de beca, y un sistema tan disperso lleva a la ineficiencia.

Al mismo tiempo, sin embargo, deberían resolverse ciertas limitaciones actuales del sistema universitario de pregrado, ya que al no corregirse estos problemas sólo se harán más agudos, dada la mayor tasa de estudiantes que ingresan a programas de magister y doctorado, y los pronósticos de expansión a corto plazo. Uno de los problemas que enfrentan los estudiantes es la dificultad de completar sus tesis debido a la falta de laboratorios bien equipados y equipos de investigadores activos que aseguren la calidad en este nivel educacional.

Para mejorar la calidad, será necesario equilibrar la oferta de programas de doctorado y magíster, concentrándose en unos cuantos temas estratégicos que concentren los escasos recursos, así como desarrollar incentivos para lograr mayor cooperación entre las instituciones en el diseño e implementación de programas conjuntos. Si se reclutan doctores extranjeros y egresados de postgrado en universidades chilenas, se fortalecería el proceso de acumulación de recursos humanos calificados. Por diversas razones, esto se hace difícil, pero debería facilitarse por medio de reformas regulatorias y apoyo financiero adicional.

La falta de un enfoque en los programas de pregrado, que frecuentemente no se adaptan a las necesidades de las empresas, explica por qué las empresas se resisten a contratar científicos de manera permanente. De hecho, menos de 6% de los científicos que trabajan con la I+D en Chile lo hacen en empresas, comparado con más de 30% en Finlandia. Esta situación podría representar un potencial problema para el país, ya que cada vez más estudiantes terminan sus doctorados, y no todos podrán trabajar en el sistema universitario. Frente a este panorama, y como se indicó anteriormente, CONICYT, a través de su Programa Bicentenario de Ciencia y Tecnología, recientemente creó un instrumento para subsidiar la contratación de doctorados en la industria, en proyectos de innovación bien identificados. Aunque es demasiado pronto para evaluar este instrumento, los indicadores iniciales dicen que, por el momento, las empresas muestran poco interés en utilizar este método para contratar personal altamente calificado.

4.4.6 Conectando al SNI chileno con las redes mundiales de innovación

Chile está muy por detrás de otros países comparables con respecto a la cantidad de estudiantes extranjeros que recibe y la cantidad de estudiantes chilenos que deciden estudiar afuera. En otras palabras, el nivel de internacionalización académica es bastante bajo en el proceso educacional.

La oferta de programas de postgrado en el extranjero incluye: el Acuerdo DAD/CONICYT, el Acuerdo Fulbright/CONICYT, el Acuerdo ECOS/CONICYT (Francia), el Acuerdo Virginia Universidad de Wellington/CONICYT, las Becas Presidente de la República, la Beca del Ministerio de Planificación, y el Magister y Doctorado Internacional de MECESUP (Ministerio de Educación). Las líneas de financiamiento de becas doctorales y post-doctorales también han sido incluidas en recientes y actuales programas de apoyo, como Chile Innova y PBCT.

El Programa de Transferencia Tecnológica del Comité Chile Innova (CORFO) está dedicado a promover iniciativas de captación, difusión, licitación y adaptación de las tecnologías de gestión o producción para empresas chilenas. Utiliza una serie de mecanismos para que las empresas regionales y nacionales obtengan acceso a las tecnologías de países más desarrollados. Estos mecanismos incluyen: traer expertos internacionales, enviar empresarios chilenos en misiones de intercambio tecnológico en el extranjero, enviar expertos de empresas locales a estudiar en centros tecnológicos extranjeros, organizar centros de transferencia tecnológica y programas de difusión tecnológica con centros de investigación y universidades.

Chile ha suscrito muchos acuerdos de cooperación en ciencia y tecnología con países de la OCDE, incluyendo Alemania, EE.UU., España, Francia, Reino Unido, Italia, Japón, México y Portugal. Sin embargo, no todos han sido igualmente productivos. De acuerdo a la Academia Chilena de Ciencias, en la mayoría de los casos, Chile no ha comprometido los recursos necesarios para convertirse en una “verdadera contraparte” en estos acuerdos. El acuerdo con Francia, que hasta ahora ha sido el más productivo en términos de nuevos proyectos, está dirigido a la movilidad de los investigadores, creando proyectos conjuntos entre ambos países.

SIGLAS Y ABREVIACIONES

GEID	Gasto Empresarial en Investigación y Desarrollo
CCHEN	Comisión Chilena de Energía Nuclear
CODELCO	Corporación Nacional del Cobre
CONICYT	Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica
CORFO	Corporación de Fomento de la Producción
CIREN	Centro de Información sobre Recursos Naturales
CIMM	Centro de Investigación Minero y Metalúrgico
CIS	Encuesta de Innovación Comunitaria (*Community Innovation Survey*)
CLP	Peso chileno
CRUCH	Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas
DEEM	Diseño, Ingeniería, Emprendimiento y Gestión (*Design, Engineering, Entrepreneurial & Management*)
ESO	Organización Europea para la Investigación Astronómica en el Hemisferio Austral (*European Southern Observatory*)
UE	Unión Europea
IED	Inversión Extranjera Directa
FDI	Fondo de Desarrollo e Innovación
FONDAP	Fondo de Investigación Avanzado en Áreas Prioritarias
FIA	Fondo de Innovación Agraria
FIC	Fondo de Innovación para la Competitividad
FIDES	Fondos de Inversión en Desarrollo de Empresas
FIP	Fondo de Investigación Pesquera
FONDECYT	Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico
FONDEF	El Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico
FONSIP	Fondo de Financiamiento para Programas y Proyectos de Servicio e Interés Público
FONTEC	Fondo Nacional para el Desarrollo Tecnológico
FTE	Equivalente en Tiempo Completo (*Full-Time Equivalent*)
PIB	Producto Interno Bruto
GBID	Gasto Bruto en Investigación y Desarrollo
ICM	Iniciativa Científica Milenio
BID	Banco Inter-Americano de Desarrollo
IFOP	Instituto de Fomento Pesquero
IGM	Instituto Geográfico-Militar
INACH	Instituto Nacional Antártico Chileno
INFOR	Instituto Forestal
INIA	Instituto de Investigaciones Agropecuarias
INN	Instituto Nacional de Normalización
DPI	Derechos de Propiedad Intelectual
RCIs	Relaciones entre Ciencia e Industria
ITPs	Institutos tecnológico-profesionales
MECESUP	Programa de Mejoramiento de la Calidad y la Equidad de la Educación Superior
MIDEPLAN	Ministerio de Planificación
SNI	Sistema Nacional de Innovación
NEBTs	Nuevo Empresas con Base Tecnológica
PAA	Prueba de Aptitud Académica
PBCT	Programa Bicentenario de Ciencia y Tecnología
PCT	Programa de Ciencia y Tecnología
PDIT	Programa de Desarrollo e Innovación Tecnológica
PIT	Programa de Innovación Tecnológica
PSU	Prueba de Selección Universitaria
I+D	Investigación y Desarrollo
SERNAGEOMÍN	Servicio Nacional de Geología y Minería
SHOA	Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile
PYMEs	Pequeñas y Medianas Empresas
PTF	Productividad Total de Factores

REFERENCIAS

Academia Chilena de Ciencias (2005), *Análisis y Proyecciones de la Ciencia Chilena 2005,* Santiago de Chile.

Aghion, P., N. Bloom, R. Blundell, R. Griffith y P. Howitt, "Competition and Innovation: An Inverted U-Relationship*", IFS Working Papers*, W02/04, Institute for Fiscal Studies.

Ahn, Sanghoon (2002), "Competition, Innovation and Productivity Growth: A Review of Theory and Evidence", *Economics Department Working Paper* No. 317, OECD, Paris.

Alvarez, R. y R. Fuentes (2004), "Patrones de Especialización y Crecimiento Sectorial en Chile", *Documento de Trabajo* No. 288, Banco Central de Chile.

Andersson, J., F. Bonaglia, K. Fukusaku, y C. Lesser (2005), "Trade and Structural Adjustment Policies in Selected Developing Countries", *Working Paper* No. 245, OECD Development Centre, Paris.

Arnold, E. (2004), "Evaluating Research and Innovation Policy: a Systems World Needs Systems Evaluations," *Research Evaluation*, 13(1), April.

Arnold, E., S. Kuhlmann y B. van der Meulen, *A Singular Council: Evaluation of the Research Council of Norway*, Oslo: Ministry of Education, Research and Church Affairs, 2001.

Arnold, E. y S. Kuhlman (2001), RCN in the Norwegian Research and Innovation System, Background Report No 12 in the Evaluation of the Research Council of Norway, Oslo.

Arrow, K. (1962), "Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention", in Nelson R., ed., *The Rate and Direction of Inventive Activity*, Princeton University Press.

Banco Central de Chile (2006), *Evolución de la Actividad Económica en 2005*.

Benavente, J.M. (2004a), "Innovación Tecnológica en Chile, dónde estamos y qué se puede hacer", *Documento de Trabajo* No. 295, Banco Central de Chile.

Benavente, J.M. (2004b), *Investigación y Desarrollo, Innovación y Productividad: un análisis econométrico a nivel de la firma*, mimeo, Departamento de Economía, Universidad de Chile.

Benavente, J.M. (2005a), *Survey of Chilean Innovation Policy*, mimeo, Documento preparado para la OECD.

Benavente, J.M., L. de Mello y N. Mulder, (2005), "Fostering Innovation in Chile", Economics Department Working Papers No. 454, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.

Beyer, H. y R. Vergara (2002), "*Productivity and Economic Growth: The Case of Chile*", in Loayza, N. and R. Soto, ed. (2002), Economic Growth: Sources, Trends and Cycles, Banco Central de Chile, Santiago de Chile, pp. 309-341.

Brandt, N. (2004), "Business Dynamics, Regulation and Performance", *STI Working Paper* No. 3, OECD, Paris.

Brooks, J. y S. Lucatelli (2004), "International Competitiveness of the A-B-C Agro-Food Sector, Chapter 4 in OECD (2004), *Trade and Competitiveness in Argentina, Brazil and Chile, Not As Easy As A-B-C*, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris, pp. 147-196.

Central Bank of Chile (2007), Fundamentals of the Chilean Economy, January 2007.

Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad (2006), *Informe Final*, Santiago de Chile.

Cooper, R. y C. Neilson (2004), *Dinámica de la Pobreza, Desigualdad y Movilidad Social en Chile*, mimeo, Departamento de Economía, Universidad de Chile.

Coproa (2002), "La Agenda Pro-Crecimiento", Análisis de Coyuntura No. 11, Santiago de Chile, Febrero.

Corbo, V. (2007), *The Chilean Economy: Institutional Buildup and Perspectives*, Governor of the Central Bank of Chile, 29 January 2007.

Crespi, G. y T. Rau (2004), *Viabilidad Económica y Técnica del Programa de Desarrollo Tecnológico en Áreas Prioritarias*, Departamento de Economía, Universidad de Chile.

Dahlman, C. (2004), "Challenge of the Knowledge Economy. Towards a Pragmatic Innovation Agenda", presentation at "Turning Technology into Business. Workshop for champions of innovation system reform from Latin America and Eastern Europe, March 16 - 18, Santiago de Chile.

Digital Action Group (2004), *Digital Agenda. Chile 2004-2006: Bringing You Closer to the Future*, Santiago de Chile.

Ffrench-Davis, R. (2003), *Entre el Neo-liberalismo y el Crecimiento con Equidad: Tres Décadas de Política Económica en Chile*, Ediciones Dolmen, Santiago de Chile.

Freeman, C. (1987), *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*, Frances Pinter, London.

Fuentes R., M. Larraín y K. Schmidt-Hebbel (2004), "Fuentes del Crecimiento y Comportamiento de la Productividad Total de Factores en Chile", *Documento de Trabajo* 287, Banco Central de Chile.

Fundación Chile, *Excelencia Tecnológica*, (sin fecha).

Global Entrepreneurship Monitor (2006), Chile National Report 2005, Universidad Adolfo Ibáñez – Universidad del Desarrollo, Santiago.

Goldstein, A. (2004), "The Dynamics o f Foreign Direct Investment and A-B-C Competitiveness, Chapter 3 in OECD (2004), *Trade and Competitiveness in Argentina, Brazil and Chile. Not As Easy As A-BC*, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris, pp. 95-146.

Guinet, J. (2004), "The Rise of an Innovation-led Growth Model", presentation at the World Bank Workshop on "Innovation in Uruguay", Montevideo, April.

Hausmann, R, L. Pritchett y D. Rodrik (2004), "Growth Accelerations", *National Bureau of Economic Research Working Paper* No. 10566.

Holm-Nielsen, L. y N. Agapitova (2002), "Chile – Science, Technology and Innovation", LCSHD Paper Series, No. 79, Department of Human Development, World Bank, Washington.

IGT (2005), "Productividad del Programa Iniciativa Científica Milenio y su evolución", Santiago de Chile, 2005.

International Monetary Fund (2006), *World Economic Outlook 2006*, Washington.

INDEC (2001): *Segunda Encuesta Nacional de Innovación y Conducta Tecnológica de las Empresas Argentinas*, Instituto Nacional de Estadísticas y Censo, Argentina, 1998.

Kline, S.J. y N. Rosenberg (1986) "An Overview of Innovation", in Landau, R. and N. Rosenberg (eds.), *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth*, National Academy Press, Washington, DC.

Koyama, T. y St. Golub (2006), "OECD's FDI Regulatory Restrictiveness Index: Revision and Extension to More Economies," *Economics Department Working Paper* No. 525, OECD, Paris.

Lederman, D. y W. Maloney (2003), "R&D and Development," *World Bank Research Working Paper* No 3024, The World Bank, Washington, DC.

Lederman, D. y W. Maloney (2004), "Innovación en Chile: ¿Dónde Estamos?", *En Foco* 18, Expansiva, Santiago.

Lederman, D. y L. Sáenz (2003), "Innovation around the World: A Cross-country Data Base of Innovation Indicators" Mimeo, Office of the Chief Economist for Latin America, The World Bank, Washington.

Loayza, N., P. Fajnzylber y C. Calderón (2002), "Economic Growth in Latin America and the Caribbean; Stylized Facts, Explanations and Forecasts", World Bank, Washington.

Lundvall, B-A. (1992), *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovations and Interactive learning*, Pinter, London

Maloney, W. (2004), "Trayectorias de Innovación: Chile, Finlandia y España", mimeo.

Metcalfe, S. (1995), "The Economic Foundations of Technology Policy: Equilibrium and Evolutionary Perspectives", in P. Stoneman, ed, *Handbook of the Economics of Innovation and Technical Change*, Blackwell, London, 409-512.

Mowery, D.C. y Rosenberg, N. (1978), 'The Influence of Market Demand upon Innovation: A Critical Review of Some Recent Empirical Studies', *Research Policy*, April.

Mullin, J., R.M. Adam, J.E. Halliwell y L.P. Milligan (1999), *Science, Technology and Innovation in Chile*, CRDI ISBN 0-88936-911-9.

Nelson, R.R. (1959), "The Simple Economics of Basic Scientific Research", *Journal of Political Economy*, 67, 297-306.

Nelson, R.R., ed., (1993), *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, Oxford University Press, Oxford and New York.

OECD (1992), *Oslo Manual: OECD Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data*, Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris.

OECD (1999), *Managing National Innovation Systems*, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.

OECD (2001a), *Innovative Networks: Co-operation in National Innovation Systems*, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.

OECD (2001b), *Innovative Clusters: Drivers of National Innovation Systems*, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.

OECD (2002), *Dynamising National Innovation Systems*, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.

OECD (2003), OECD Economic Surveys: Chile, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.

OECD (2004), *Trade and Competitiveness in Argentina, Brazil and Chile. Not As Easy As A-B-C*, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.

OECD (2005a), OECD Economic Surveys: Chile, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.

OECD, (2005b), *Governance of Innovation Systems, Synthesis Report – Volume 1*, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.

OECD (2005c), *Enhancing the Performance of the Services Sector*, OECD, Paris.

OECD (2006a), *Competition Law and Policy in Latin America*, Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris.

OECD (2006b), *Main Science and Technology Indicators: 2006 (2)*, Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris.

OECD (2006c), Government R&D Funding and Company Behaviour: Measuring Behavioural Additionality, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.

OECD (2007), *Public-Private Partnerships for Innovation*, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris, (forthcoming).

Oliveira Martins, J. y T. Price (2004), "How Market Imperfections and Trade Barriers Shape Specialisation: *South America* vs. OECD, Chapter 4 in OECD (2004), *Trade and Competitiveness in Argentina, Brazil and Chile. Not As Easy As A-B-C*, Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris, pp. 51-94.

Rivas, G. (2004), "El Sistema de Fondos Tecnológicos en Chile: Antecedentes para la Evaluación de su Funcionamiento e Impacto," (The Technology Fund System in Chile: Background for Evaluating Its Functioning and Impact), Fundación Chile 21, Colección Ideas Year 5, No. 45, August. Rodrik, D. (2004), "Industrial Policy for the Twenty-First Century", *CEPR* W*orking Paper* No. 4767.

Rodrik, D. (2003), "Growth Strategies", *National Bureau of Economic Research Working Paper* No. 10050.

Rosenfeld, S.A. (1996), *United States: business clusters, in Networks of Enterprises and Local Development: Competing and Co-operating in local Productive Systems*, Paris: OECD.

Smith, K. (1996), "The Systems Challenge to Innovation Policy", in W. Polt and B. Weber, eds, *Industrie und Glück. Paradigmenwechsel in der Industrie und Technologiepolitik*, Vienna.

Smith, K. y J. West (2005), *Australia's Innovation Challenges: The Key Policy Issues*, submission to the House of representatives Standing Committee on Science and Innovation, Inquiry into Pathways to Technological Innovation, Hobart: University of Tasmania, April 28.

SOFOFA (2003), "Memoria. Agenda Pro-Crecimiento. Construyendo juntos el futuro de Chile", presentado en la "Cena Anual de la Industria" de octubre, Santiago de Chile.

Sutz, Judith (1998), "La innovación realmente existente en América Latina: Medidas y Lecturas", IE/UFRJ, Rio de Janeiro.

Teubal, M. (1998), "Diffusion, Assimilation, and Use of Technology in Companies", IDB, February.

UNCTAD (2005), *World Investment Report 2005; Transnational Corporations and the Internationalisation of R&D*, United Nations Conference on Trade and Development, New York and Geneva.

UNCTAD (2006), *World Investment Report 2006; FDI from Developing and Transitional Economies: Implications for Development*, United Nations Conference on Trade and Development, New York and Geneva.

UNDP (2006), .*Human Development Report 2006*, United Nations Development Program, New York.

UNIDO (2005), *Industrial Development Report 2005: Capacity Building for Catching Up*, United Nations Industrial Development Organización, Vienna.

UNIDO (2002), *Industrial Development Report 2002/03: Competing through innovation and learning*, United Nations Industrial Development Organización, Vienna.

von Tunzelman, N. y V. Acha (2005), "Innovation in 'Low Tech' Industries", in Fagerberg, J., D.C. Mowery and R.R. Nelson, eds., *The Oxford Handbook of Innovation* , Oxford University Press, Oxford.

Vergara, R. y R. Rivero (2005), "Productividad Sectorial en Chile: 1986-2001", Documento de Trabajo 286, Instituto de Economía, Universidad Católica, Santiago de Chile.

World Bank (2003), *Chile: Innovación e integración de las pequeñas y medianas empresas- Una clave para el crecimiento y Empleo*", The World Bank, Washington.

World Bank (2007), *Global Economic Prospects 2007*, The World Bank, Washington.

World Bank (2004a), *Chile New Economy Study, Volume 1: Executive Summary and Policy Recommendations*, The World Bank, Washington.

World Bank (2004b), *Chile New Economy Study, Volume 2: Background Documents*, The World Bank, Washington.

RECONOCIMIENTOS

Este Informe OCDE se apoya en el informe general elaborado por parte del Ministerio de Economía de Chile. También estamos agradecidos de muchas personas que nos ayudaron con información, consejos y perspectivas durante la visita a Chile de nuestro equipo en Junio del 2006, y también más tarde al responder a nuestras inquietudes por correo electrónico. El equipo de la OCDE reconoce la asistencia de las siguientes personas, y nos disculpamos de los que omitimos inadvertidamente. También estamos muy agradecidos de Claudio Rojas y Marcelo García, del Ministerio de Relaciones Exteriores, por su ayuda al iniciar este proceso, y a la Secretaría Ejecutiva del Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad, en particular a Marcia Varela y Jocelyn Olivari, por su asistencia efectiva y amigable al reunir antecedentes y datos, coordinar reuniones y apoyar al equipo del Informe OCDE durante nuestra visita.

Contactos durante la visita a Chile del equipo del Informe OCDE

X. Acuna, CIREN
P. Aguilera, Ministerio de Obras Públicas
X. Altamirano, Director de Relaciones Internacionales, CONICYT
C. Alvariño, Universidad de Chile
J.M. Benavente, Universidad de Chile
E. Bitran, Ministro de Obras Públicas
M.E. Boisier, Director de FONDECYT y FONDAP
E. Bravo, Director, Departamento de Propiedad Intelectual, Ministerio de Economía
J.J. Brunner, Universidad Adolfo Ibáñez, Sub-Director para la Educación, Fundación Chile
A.M. Correa, Subsecretaria de Economía
J. Duarte, Sub-Director, Fundación Chile
J.J. Duhart, Director Ejecutivo, Chile Innova
C. Espinosa, Ministerio de Hacienda
M. Guerra, Directorio de Innovación de Interés Público y Pre-Competitiva, Chile Innova
G. Herrera, Dirección Nacional, INIA
G. Herrera, Director, FONDEF
O. Jimenez, Sub-Gerente de Programación Estratégica, CORFO
M. Kulka, Fundación Chile
M.E. Marshall, Director, Becas CONICYT
L. Mena, Secretario Ejecutivo, Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad
F. Meneses, Sub-Director, Transferencias de Tecnología, Chile Innova
M. Montanari, Fundador y Gerente General de Invertec
E. Ostalé, Presidente del Círculo de Innovación y Tecnología de ICARE
C. Palma, Manager, Intermediación Financiera, CORFO
A. Piquer, Presidente de Optimisa, Presidente de la Asociación Chilena de Empresas de Tecnologías Informáticas (ACTI)
V. Rathgeb, Sub-Director, Innovación Comercial, Chile Innova
M.O. Recart, Subsecretaria de Hacienda
R. Reich, Coordinador General, MECESUP
G. Rodriguez, Ministerio de Relaciones Exteriores
A. Saavedra, Oficial Jefe de Tecnología, Forestal Arauco
R. Sanhueza, Sub-Director para el Emprendimiento, Chile Innova
A. Servet Martínez, Universidad de Chile, Presidente de la Academia Chilena de Ciencias
M. Tokman, Economista Jefe, Ministerio de Finanzas
R. Vega, Director Ejecutivo, FIA
P. Villalobos, Ministerio de Agricultura
C. Wernli, Iniciativa Milenio