

# Crecimiento e innovación en Chile<sup>1</sup>

*Eduardo Bitran*

## RESUMEN

En el contexto actual en que la economía chilena da muestras de encaminarse a una tasa de crecimiento de largo plazo más baja, el presente artículo plantea qué debiera hacer Chile para revertir esta situación. En particular, qué políticas tendría que poner en marcha para lograr que nuestra economía aumente su capacidad de innovar generando incrementos de productividad con una dinámica de mayor inversión en capital físico y humano. Los factores que explicaron el éxito de una fase de crecimiento exportador basado en materias primas ya no garantizan el crecimiento acelerado en una etapa en que existe la necesidad de diversificar el aparato exportador, incorporando un mayor contenido de conocimiento y tecnología. Es así como enfrentado a este nuevo escenario, la calidad del Sistema Innovativo Nacional (SIN) y su vinculación con los *clusters* específicos en los cuales el país posee ventajas comparativas aparecen como fundamentales. Pese a lo anterior, hay deficiencias importantes en tres componentes básicos del SIN: el funcionamiento del mercado de capitales; la formación de recursos humanos y el sistema de financiamiento de la I&D. Por ello es que en este artículo se elaboran propuestas específicas con el fin solucionar estas carencias.

■ **Eduardo Bitran** es ingeniero civil industrial de la Universidad de Chile, y Doctor en Economía de la Universidad de Boston. Se desempeñó como académico del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile, realizando investigaciones y publicando diversos textos en el área de economía de los recursos naturales. Fue asesor del Ministro de Hacienda, cargo desde el cual se hizo responsable de la reforma del mercado de capitales y de la formulación del programa de privatización de Ferrocarriles y concesiones viales. Se desempeñó como Gerente General de la Corporación de Fomento de la Producción (Corfo), impulsando desde ahí la privatización de sus empresas filiales además de un nuevo sistema de fomento productivo y tecnológico. Ha sido consultor del Banco Mundial, del Banco Interamericano de Desarrollo y de la FAO. En la actualidad es Director General de Fundación Chile, donde promueve proyectos innovadores de alto impacto económico en sectores de recursos naturales y desarrollo de recursos humanos. Recientemente ha concluido varios artículos en libros y revistas nacionales e internacionales sobre Competencia, Privatizaciones y Regulación.

---

**EDUARDO BITRAN**, Director General de Fundación Chile, Parque Antonio Rabat Sur 6165, Vitacura, Santiago, Chile.

Fax: (562) 241 9386

Correo electrónico: ebitran@fundch.cl

1 Este trabajo ha sido presentado en una de las conferencias-reuniones de la Corporación Expansiva. El autor agradece los comentarios de Carlos Alvarez, Felipe Larraín, Cristián Larroulet y Jorge Quiroz.

## INTRODUCCIÓN

La tasa de inversión de la economía chilena en el período 1999-2001 se habría reducido a un nivel de alrededor de 22% del PGB (Producto Geográfico Bruto) como promedio, cifra significativamente inferior a los niveles de 30% registrados a mediados de los años noventa y que permitió sostener tasas de crecimiento del producto superiores al 7% del PGB. De mantenerse los actuales niveles de inversión y el crecimiento en la productividad de los factores, es necesario reevaluar la tasa de crecimiento potencial de nuestra economía a largo plazo. De no mediar cambios estructurales que influyan, ya sea en la productividad de factores o en las tasas de acumulación de capital físico, se produciría una reducción significativa en la tasa de crecimiento del ingreso per cápita. Esto pospondría la expectativa de que Chile pueda acercarse rápidamente al estándar de vida de los países industrializados de menor desarrollo relativo.

En este contexto, en que la economía da muestras de encaminarse a una tasa de crecimiento de largo plazo más baja, cabe preguntarse qué debería hacer Chile para poder revertir esta situación. En particular, qué políticas podrían permitir aumentar la capacidad de la economía de innovar generando, de este modo, incrementos de productividad de los factores con una dinámica virtuosa de mayor inversión en capital físico y humano que en definitiva redunden en tasas de crecimiento sostenido más elevado.

Este trabajo analiza los factores que determinan la capacidad de la economía de generar dinámicas de innovación en el ámbito productivo.

A partir de este marco conceptual para el caso chileno tratamos de hacernos diversas preguntas respecto a la estrategia que nos permitiría retomar elevadas tasas de crecimiento. En particular:

- ¿Qué rol puede jugar la **innovación tecnológica** para mejorar la tasa de crecimiento de largo plazo de la economía chilena?
- ¿Qué tipo de políticas debe seguir Chile para **incrementar su tasa de innovación**?
- ¿Qué rol juegan políticas **globales versus políticas específicas orientadas** a promover la inversión en I&D (Investigación y Desarrollo)?
- ¿Qué rol jugarán los **recursos naturales**?
- ¿Qué debemos esperar de las **NTIC (Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicaciones)**?
- ¿Qué amenazas implica la **revolución biotecnológica** a nuestras ventajas comparativas basadas en factores naturales?
- ¿Los **estímulos del Estado** a la inversión en I&D deben ser neutrales o selectivos?
- ¿Tiene sentido concentrar esfuerzos en **promover inversiones de alta tecnología**?

En lo que sigue, se revisa someramente la literatura reciente sobre crecimiento e innovación. Luego, se describe brevemente la realidad chilena, para concluir con algunas reflexiones preliminares sobre los temas aquí planteados, además de dar cuenta acerca de las reformas necesarias en el ámbito de las políticas públicas que pueden impulsar el desarrollo del Sistema Nacional de Innovación (SIN).

## 1. Las nuevas teorías de crecimiento y los sistemas nacionales de innovación

A la luz del rol preponderante que el desarrollo tecnológico ha jugado en explicar el aumento de la productividad de factores en países del hemisferio norte, especialmente en Estados Unidos<sup>2</sup>, los paradigmas tradicionales sobre crecimiento están en revisión.

La supuesta convergencia de largo plazo en el ingreso per cápita entre los países desarrollados y subdesarrollados –predicción de los modelos neoclásicos de crecimiento y con importante evidencia empírica en las décadas anteriores (Solow, 1956<sup>3</sup>)– aparece cuestionada, ya que aparte de que la capacidad de innovar se transforma en un factor fundamental del crecimiento de la productividad, el capital se mueve a aquellos países con mayor capacidad de desarrollar negocios innovadores con alto potencial de generar ganancias de capital<sup>4</sup>.

La explosión del capital de riesgo como nueva forma de ahorro e inversión con relevancia macroeconómica es un fenómeno nuevo. Por definición, este capital se mueve principalmente a aquellas regiones con mayor capacidad de innovar, lo que depende de los niveles de inversión en I&D, la productividad de la inversión en I&D y, fundamentalmente, de la valiosa base de capital humano existente en la economía. Los países que sean capaces de generar esta dinámica de creación de valor basado en su mayor capital humano captarán también la mayor proporción del capital de riesgo disponible a escala global e inducirán la inmigración de talentos de economías subdesarrolladas, lo que a su vez refuerza un círculo virtuoso de mayor innovación y crecimiento.

Sin embargo, los nuevos modelos de crecimiento con progreso técnico endógeno también permiten predecir que los países que realizan una relativamente más baja inversión en I&D, pero

---

2 Se estima que en la segunda mitad de los noventa en Estados Unidos se produjo un incremento significativo de la productividad laboral en relación a la tendencia de los últimos treinta años. Nardhaus (2001) estimó un salto de productividad laboral de 1,2 asociado al desarrollo de las Tecnologías de Información, del cual el 0,55% se habría producido en sectores distintos a los de esta área.

3 En los modelos de crecimiento neoclásico el producto per cápita crece en el largo plazo sólo debido al progreso técnico de carácter exógeno. En la transición, debido a los rendimientos decrecientes del capital, las economías con una menor abundancia de capital crecerán más rápido, generándose una convergencia en el producto per cápita en el largo plazo.

4 Romer (1990) desarrolla una nueva teoría de crecimiento en que el progreso técnico ya no es una variable exógena, sino que depende de la tasa de inversión de empresarios schumpeterianos en Investigación y Desarrollo. En los modelos de crecimiento endógeno se pierde la convergencia en el ingreso per cápita que se obtenía en los modelos neoclásicos, ya que aquellos países con un mayor nivel inicial de capital físico y humano y de stock de conocimientos tenderán a tener una mayor tasa de progreso técnico que puede implicar un mayor crecimiento que aquellos menos abundante en capital.

tienen la capacidad de transferir eficientemente las tecnologías desarrolladas en los países con mayor esfuerzo científico, podrán mantener tasas de crecimiento del producto per cápita más elevado, copiando y difundiendo tecnologías en forma eficiente<sup>5</sup>. En este caso, la disponibilidad de capital humano también es fundamental para determinar la tasa de crecimiento de la economía; sin embargo, la inversión fundamental no es en científicos básicos, sino que en profesionales –de las ciencias y del área de la ingeniería– con capacidad de adaptar tecnologías.

Cabe preguntarse si ésta es una estrategia factible en el nuevo contexto en que la inversión en I&D está vinculada a grandes corporaciones o a capitalistas de riesgo y, por lo tanto, tiene un carácter propietario. En este caso, los resultados en I&D no pueden ser utilizados ampliamente como era común con la investigación financiada por el gobierno en universidades y centros de investigación estatales.

Estos mismos modelos de crecimiento predicen que cuando la tecnología no es transferible a los países en que se realiza la mayor inversión en I&D, y poseen un sistema institucional y de capital de riesgo que facilita la innovación, mantendrán un crecimiento del ingreso per cápita más alto, acentuando la brecha entre países ricos y pobres. En los recientes avances en el área de Internet, telecomunicaciones y genómica da la impresión que los desarrollos de capacidades y el conocimiento tendrán un componente de bien público significativo, facilitando estrategias de imitación inteligente de países seguidores.

Existen dos líneas distintas de investigación que tratan de analizar los factores que determinan la efectividad del desempeño innovador de la economía y que proveen orientaciones de política que vale la pena considerar. Se trata de la literatura sobre los Sistemas Innovativos Nacionales (SIN)<sup>6</sup>; y la teoría de ventajas competitivas nacionales basadas en conglomerados productivos (*clusters*)<sup>7</sup>.

La literatura sobre los SIN enfatiza el rol que juegan las políticas de gobierno y actores institucionales específicos en el proceso de innovación:

En primer lugar, esta literatura enfatiza un punto que se hacía anteriormente. Ser competitivo para un país en vías de desarrollo, en general, no requiere estar en la frontera del conocimiento, sino más bien tener la capacidad de aprender tecnologías desarrolladas en otros países, su adaptación a las circunstancias locales y su difusión. Sin embargo, incluso en estos casos se requiere permanente innovación.

En segundo lugar, independientemente de los apoyos públicos a la I&D, los países efectivos en innovación cuentan con empresas o *clusters* altamente competentes en sus líneas de negocio y con la

---

5 Barro (1995): los países seguidores –de los más desarrollados– podrán crecer más rápido que los líderes a pesar de un menor nivel en inversión investigación y desarrollo si el SIN transfiere y difunde eficientemente y a bajo costo los conocimientos desarrollados en los países líderes. En este modelo se restablece una convergencia condicionada de los modelos neoclásicos de crecimiento.

6 Nelson (1993) define el Sistema Innovativo Nacional como el conjunto de factores institucionales, infraestructura tecnológica y de política común a los diversos sectores de la economía que inciden en la capacidad de innovar.

7 Porter (1990) describe las condiciones microeconómicas que definen la orientación a la innovación de conglomerados de empresas que operan interrelacionadamente en un sector productivo y en un espacio geográfico común.

capacidad de manejar las tecnologías relevantes que le permiten incorporar nuevos desarrollos. En los casos más exitosos, un alto porcentaje de la orientación y de los insumos para la actividad innovativa proviene de las mismas empresas. Aun cuando muchas veces éstas se benefician del apoyo del Estado en I&D. Y es que la provisión de recursos humanos calificados es fundamental para el desarrollo de empresas capaces de innovar. Incluso, en los países más exitosos las universidades hacen un esfuerzo especial por entrenar a los estudiantes para satisfacer las demandas específicas de la industria. Un reciente estudio (Romer, 2000) señala la necesidad de reorientar la formación en Ciencias e Ingeniería en Estados Unidos, ya que la mayor parte de la formación de graduados en estas áreas se orienta a la generación de académicos, en desmedro del desarrollo de profesionales que puedan trabajar en la empresa en proyectos innovadores. Esta necesidad es aún más importante en países que principalmente adaptarán tecnologías foráneas.

En tercer lugar, un factor fundamental que explica el éxito innovador es la orientación de las políticas fiscales, monetaria, comercial y hacia la inversión extranjera. En este último punto, mientras mayor la orientación exportadora de las empresas, más elevada la capacidad de innovar. Es más, la principal vía para incorporar tecnología foránea es a través de la inversión extranjera directa, contratos de licencia y la importación de bienes de capital. Para ello, la estabilidad macroeconómica, la apertura comercial y la estabilidad en las reglas del juego son fundamentales para promoverla. Junto con esto, la protección de la propiedad intelectual promueve el licenciamiento de la tecnología.

Las conclusiones señaladas anteriormente apuntan en dirección a mantener políticas generales que promuevan la competencia, la orientación exportadora y un énfasis en el desarrollo de capital humano relevante para las necesidades del sector privado. Considerando que el conocimiento y la inversión en I&D tienen elementos de bien público y por lo tanto el nivel de inversión en este ámbito es inferior al óptimo<sup>8</sup>, es interesante ver qué conclusiones se pueden obtener respecto al impacto de aquellos programas estatales que han apoyado más directamente el avance tecnológico. ¿Qué enfoques resultan más efectivos? ¿Debe estimularse la demanda o la oferta de I&D?<sup>9</sup>

Los programas de apoyo a I&D son muy diversos entre países y resulta difícil obtener conclusiones de carácter general. Sin embargo, del análisis de quince países existen ciertos factores comunes de éxito de estas políticas que es necesario destacar.

Los programas orientados a financiar I&D en universidades y laboratorios estatales –en que las empresas son socias en la investigación y en que participan en la definición, orientación y cofinanciamiento del programa– tienen un gran impacto en la innovación empresarial. Este es menor en los casos en que la investigación es realizada por los centros en forma exclusiva (sin participación de las empresas) y en los que la difusión se efectúa y se provee de asistencia técnica ex post. Así como

---

8 Varios estudios teóricos y empíricos de Jones y Williams (1998, 1999) demuestran que en economías desarrolladas la rentabilidad social de la inversión en I&D es entre dos y cuatro veces más alta que la rentabilidad privada.

9 Las conclusiones se derivan de un análisis comparativo del SIN de quince países de diferente nivel de desarrollo (Nelson, 1993).

en muchos casos exitosos el gobierno aparece explícitamente apoyando la cooperación entre empresas e instituciones de investigación para la realización de I&D de carácter genérico precompetitivo. En general, estos programas son de un costo fiscal muy inferior a los planes de subsidio amplio a la demanda de las empresas por I&D.

Respecto a los programas de subsidio a la demanda por I&D, éstos en general involucran pocos recursos y tienen un bajo impacto. En aquellos casos de proyectos de alto nivel de subsidio, en tanto, existen ejemplos de éxitos y fracasos.

Los programas de apoyo de resultado más inciertos son aquellos orientados al desarrollo de industrias de *high tech* con la expectativa de generar saltos discretos en la tecnología. En cambio, aquellos programas destinados a facilitar el aprovechamiento de tecnologías desarrolladas aguas arriba u orientados a traer a industrias al mejor estándar de la tecnología disponible, muestran un elevado grado de éxito.

Finalmente, si bien la emergencia del capital de riesgo y del capital semilla en el sector privado ha reducido los argumentos por financiamiento estatal de la demanda de las empresas por I&D, el desarrollo de la industria de capital de riesgo ha contado en varios casos con significativo apoyo estatal en sus orígenes. En los países en que no se ha generado una industria de capital de riesgo se han estructurado otros mecanismos financieros que pretenden emular la dinámica innovadora que ha generado esta industria.

Este conjunto de factores generales del SIN determina la infraestructura innovativa común a los diversos sectores de la economía.

Porter (1990) enfatiza que la capacidad de innovar y de competir de las empresas en la economía global está muy determinada por características microeconómicas específicas a los sectores productivos. Esta estructura conceptual sugiere que el ambiente microeconómico en los *clusters* específicos es esencial en determinar la tasa de innovación.

Los determinantes de la actividad innovadora en el ámbito de *clusters* específicos dependen de la existencia de al menos tres factores fundamentales que se intercalan entre sí en un ámbito local específico:

1. En primer lugar, se requiere la disponibilidad de factores o insumos especializados a las necesidades de la industria; en particular científicos e ingenieros especializados en disciplinas y áreas congruentes con las oportunidades de innovación emergentes en el ambiente local, servicios tecnológicos especializados e infraestructura de información de calidad.
2. Un segundo determinante es el grado de competencia en el contexto local y el estímulo a la innovación exitosa.
3. Finalmente, un factor descrito como fundamental es la disponibilidad, densidad e interconexión vertical y horizontal entre empresas en el *cluster*. La presencia de estos conglomerados industriales interconectados en una misma área geográfica genera externalidades positivas

especialmente en términos de conocimiento, reduce fallas de coordinación y da lugar a economías de escala en el ámbito del *cluster*<sup>10</sup>.

Finalmente, la tasa de innovación de la economía dependerá tanto de la fortaleza del SIN como de la calidad e intensidad de la interacción entre esta infraestructura innovativa común y los *clusters*.

Dicho de otra manera, las características del SIN determinan el potencial de innovación de la economía; sin embargo, la posibilidad de que una adecuada infraestructura innovativa común se traduzca en productos y procesos innovadores en industrias específicas, depende de las características de la interacción con los *clusters*. En un reciente estudio econométrico se evalúa el impacto de estos vínculos en la tasa de innovación basada en estadísticas de 26 países de la OECD<sup>11</sup>. Cabe destacar que uno de los resultados obtenidos indica que, para un mismo nivel de esfuerzo de I&D, la variable más relevante para explicar la calidad de la vinculación está dada por el grado de participación de las universidades en los esfuerzos de innovación de *clusters* específicos.

Con el fin de iluminar los factores políticos en el ámbito de I&D que inciden positivamente en la tasa de crecimiento de la productividad de factores e inversión, los párrafos anteriores han expuesto una breve revisión de la literatura de modelos de crecimiento endógeno, los modelos de innovación basados en *clusters* y la literatura sobre el Sistema Innovativo Nacional.

De esta revisión de literatura se puede concluir que las políticas públicas juegan un importante rol en definir la capacidad de innovar de la economía. En lo que a política tecnológica se refiere, tan importante como el nivel de gasto en I&D es la participación del sector privado en el proceso de I&D y la existencia de mecanismos que vinculen este esfuerzo entre empresas y el sistema universitario. Igualmente determinante resulta la inversión en capital humano y el grado de respuesta de esta inversión a las necesidades de la industria.

## 2. Descripción de la realidad chilena

### 2.1 Sectores dinámicos, desarrollo de *clusters* y sectores de alta tecnología (TIC's y biotecnología)

En los pasados quince años, los sectores más dinámicos, en términos de inversión y crecimiento, fueron los exportadores ligados a la explotación de recursos naturales. La apertura comercial eliminó el sesgo antiexportador de nuestro régimen comercial y el proceso de reforma económica y

---

10 Esta teoría ha dado origen a una vasta literatura que intenta analizar las condiciones y elementos de política sectorial que han llevado a *clusters* exitosos en diversas partes del mundo. Aun cuando las políticas públicas han incidido en el desarrollo de muchos de estos conglomerados productivos, en la mayoría de los casos su emergencia ha sido espontánea, derivados de ventajas comparativas o factores históricos y culturales particulares, siendo la presión por competir y el grado de orientación exportadora los factores comunes en la mayoría de los ejemplos exitosos.

11 Stern, Porter y Furman (2000) sugieren tres indicadores para medir la fortaleza de estos vínculos entre el SIN y los *clusters*: el porcentaje de I&D vinculado a las empresas desarrollado por universidades; la participación de profesionales con formación de postgrado en Ciencias e Ingeniería empleado en las empresas; y la participación del capital de riesgo para financiar empresas innovadoras.

democratización exitosa redujo significativamente el riesgo-país, lo que creó las condiciones para una reasignación de factores hacia ámbitos de mayor productividad y el desarrollo de un rápido proceso de inversión y crecimiento en áreas en que el país tenía ventajas comparativas.

Resulta paradigmático que hoy sean precisamente estos sectores exportadores, que mostraron un crecimiento mayor al promedio de la economía en el pasado, los que exhiban reducciones significativas de sus tasas de crecimiento e inversión. La principal explicación para dicho retroceso se explica por factores microeconómicos sectoriales.

En el sector minero, por ejemplo, han concluido los grandes proyectos de inversión que transformaron a Chile en el principal distrito minero del mundo, esperándose una reducción en la tasa de inversión y reinversión a la mitad de los niveles de la década de los noventa. El *boom* de la minería tuvo características de enclave, observándose escasos efectos de encadenamiento hacia atrás que pudieran haber generado una dinámica de crecimiento más allá de la actividad extractiva propiamente tal.

Por otro lado, en sectores de recursos naturales renovables existen diversos factores que explican la pérdida de dinamismo de la actividad primaria. Entre ellos cabe mencionar algunos problemas ambientales, regulaciones inadecuadas, sobreexplotación de recursos naturales renovables, percepción de riesgo político (problema indígena) y una mayor competencia debido a la incorporación de nuevos competidores en mercados en los que se ha realizado un insuficiente esfuerzo de diferenciación de productos (el caso del vino y los productos hortofrutícolas).

En todo caso, resulta esperable que la expansión sustentada exclusivamente en la exportación de materias primas basadas en recursos naturales, con escaso valor agregado, enfrente restricciones por el lado de la oferta y situaciones de elevada competencia en los mercados y que, por ende, tenga limitaciones para sostenerse indefinidamente. Los países que han logrado sostener la fase de expansión basada en recursos naturales en forma indefinida han aprovechado la primera etapa de exportación de materias primas para el desarrollo de complejos productivos encadenados en que se evoluciona a la producción de insumos, servicios, bienes de capital y productos de valor agregado cuyo crecimiento depende de la capacidad de innovar y ser competitivo al nivel internacional y menos de la disponibilidad de recursos. Un ejemplo clásico de este tipo de evolución de exportación de materias primas ligada al desarrollo de un complejo productivo diversificado es el de la industria forestal de Finlandia, en que a pesar de disminuir su participación en la extracción primaria, ha logrado convertirse en una de las principales potencias en la exportación de servicios de ingeniería, bienes de capital, productos de papel e insumos químicos para la industria forestal mundial.

En el caso chileno, el desarrollo de estos complejos ha sido limitado y estas actividades todavía son muy dependientes de la exportación de materias primas en mercados con creciente competencia y restricciones de crecimiento, salvo contadas excepciones.

Un caso de éxito lo constituye el de la salmonicultura. Sólo hace veinte años se iniciaron las exportaciones y hoy Chile es el segundo exportador mundial, con alrededor de US\$ 1.000 millones y tasas de crecimiento sostenidas de dos dígitos. Lo más importante es que en este sector de recursos naturales se empieza a estructurar un verdadero *cluster* con las condiciones de competitividad señaladas por Porter.



- Se ha estructurado una oferta local de insumos y bienes de capital con capacidad de innovar en tecnologías;
- Se han desarrollado universidades e institutos tecnológicos con capacidades de investigación y de formación de recursos humanos vinculados a las necesidades de la industria, estructurándose finalmente una industria de valor agregado que permite diversificar mercados y productos; y
- En términos de empleo, el impacto ha sido significativo. El desarrollo de este conglomerado productivo ha permitido generar más de 30 mil empleos productivos directos en la X y XI región con un enorme efecto de desarrollo social en regiones en que la agricultura, como actividad tradicional, no tiene gran futuro.

El desarrollo de esta infraestructura tecnológica y de recursos humanos calificados reduce el costo de iniciar otras actividades acuícolas en el país. En la medida en que se desburocratice el otorgamiento de concesiones y se eleven los niveles de inversión en tecnología para enfrentar los nuevos desafíos sanitarios y de productividad, se podrán mantener tasas de crecimiento de dos dígitos pudiendo llegar el año 2010 a exportaciones acuícolas totales superiores a US\$ 3 mil millones al año, ubicándose sólo después del cobre, pero con un efecto indirecto y muy superior en el empleo.

A una escala menor, el desarrollo de la exportación de vinos varietales también muestra características interesantes. En los últimos diez años las exportaciones de vinos han crecido de US\$ 50 millones a US\$ 600 millones. Es así como se han creado capacidades tecnológicas, a la vez que se ha desarrollado un esfuerzo importante de inversión en plantas con tecnología de punta. A diferencia del salmón, todavía es incipiente el desarrollo de proveedores locales de insumos y las tasas de crecimiento de las exportaciones se verán reducidas porque Chile compite en un segmento de mercado en que han ingresado varios países competidores y enfrenta un exceso de oferta en los productos de baja y media calidad. Con todo, si Chile sigue invirtiendo en tecnología, en el desarrollo de marcas y productos de calidad, al mismo tiempo que posiciona su imagen-país, realiza las inversiones necesarias en capacidad de procesamiento y guarda, se puede esperar que a finales de esta década el sector exporte más de US\$ 1.000 millones con significativos encadenamientos hacia atrás y adelante.

A propósito de la euforia que se vivió en los mercados de capitales con los negocios de Internet, se ha especulado en torno a que Chile debe incorporar sectores vinculados a Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC's) para poder aspirar a mantener un crecimiento sostenido en el nuevo milenio. Esto puede no ser cierto, dado que Chile sigue teniendo un potencial de desarrollo importante en los sectores exportadores vinculados a los recursos naturales y de aquí que el desafío en esta etapa es avanzar en la articulación de complejos productivos en torno a los recursos naturales. Esto significa, por una parte, realizar mayores esfuerzos por agregar valor (ya sea desarrollando productos de mayor calidad con esfuerzos de diferenciación en los mercados y productos más industrializados) y, por otra, generar los encadenamientos hacia atrás que permitan desarrollar proveedores de insumos, bienes de capital y servicios de ingeniería para finalmente fortalecer la infraestructura de servicios tecnológicos, de investigación e información y recursos humanos especializados. Así, el fortalecimiento de los conglomerados productivos en que el país tiene ventajas comparativas permitiría diversificar las

exportaciones a bienes y servicios que dependen cada vez menos de los recursos naturales, posibilitando un crecimiento ilimitado<sup>12</sup>.

Las nuevas tecnologías de información son importantes para mantener la competitividad en estos sectores. En consecuencia, la pregunta relevante para el país no es cómo desarrollamos nuevas industrias de *high tech*, sino cómo el país accede a los recientes avances en este ámbito para tener la mejor logística, mejorar su gestión o desarrollar productos de calidad superior para competir con ventajas en el mercado mundial.

El desafío principal es entonces incorporar nuevas tecnologías a los sectores con ventajas demostradas en el mercado, más que inventar nuevas industrias en las cuales el país no posee una base de recursos humanos suficientemente calificados. Este enfoque eventualmente permitirá desarrollar aplicaciones de clase mundial a nuestros recursos naturales que se constituirán en sí mismos en oferta de alta tecnología de nuestro país.

Un ejemplo de lo anterior puede tomarse del área de la Biotecnología. Aunque en nuestro país se le ha dado menos importancia a la revolución Biotecnológica y sus posibles implicancias en sectores con ventajas comparativas basadas en recursos naturales, tres desarrollos recientes tendrán gran relevancia sobre la evolución futura de los sectores frutícola, forestal y acuícola.

1. El desarrollo de la ingeniería genética, tecnología que permite transferir genes entre plantas o peces con el fin de mejorar sus características desde un punto de vista biológico, ambiental y económico;
2. La tecnología de clonación que permite multiplicar casi ilimitadamente aquellos individuos más productivos; y,
3. La genómica y proteómica que da la posibilidad de descifrar el genoma de las especies y las funciones de los genes y proteínas. La combinación y manejo de estas tecnologías permitirá obtener ventajas en la producción agroalimentaria forestal independizándose cada vez más de los factores naturales que originalmente implicaron ventajas comparativas.

Es por ello que Chile no posee otra alternativa que subirse decididamente a estas tecnologías y aplicarlas al desarrollo de sus sectores con ventajas comparativas.

Este planteamiento no implica desconocer que Chile puede desarrollar ventajas en ciertas actividades de servicios vinculadas a las Tecnologías de la Información. La hiperconectividad generada por el desarrollo de fibra óptica, Internet inalámbrico y las telecomunicaciones en Chile, unida a un adecuado clima para la inversión y la calidad de vida, permiten pensar que nuestro país puede atraer servicios comerciales y de apoyo técnico que se empezarán a otorgar en forma remota a toda la región

---

12 Joseph Ramos, 1998, realiza un planteamiento similar en que concluye que el desarrollo de países como Chile se asemejará más al de países desarrollados dotados en recursos naturales como los nórdicos, Canadá, Australia y Nueva Zelanda.

latinoamericana. En este ámbito tenemos la ventaja de que nuestra nación compite bien con el resto de los países de Latinoamérica. La difusión de las tecnologías de información e Internet a toda la economía tiene también importantes efectos en productividad total de factores, tal como muestran los estudios a que hacíamos referencia en la sección anterior. En este sentido, se debe realizar un esfuerzo especial por masificar el uso de las NTIC a todos los ámbitos de la sociedad. La existencia de diferentes imperfecciones de mercado que inhiben la difusión de la tecnología, tales como externalidades de redes que hacen la inversión en conectividad subóptima, severas asimetrías de información que limitan el desarrollo de las transacciones en la red, bienes públicos ligados a la generación de información, barreras en el ámbito de las competencias genéricas de la población en NTIC, entre otras, requieren un rol especial del Estado en este ámbito.

## 2.2 El sistema nacional de innovación en Chile: dimensión y factores relevantes

A pesar de las condiciones macroeconómicas favorables a la innovación, en Chile el gasto en I&D es aún relativamente bajo.

El gasto en I&D ha venido creciendo con el desarrollo del país pasando de un 0,3% del PIB en 1965 a 0,7% del PIB a mediados de los noventa. En los últimos años, este indicador se ha mantenido estancado, lo cual ha incrementado la brecha con los países de mayor desarrollo (ver cuadro 1). Sin embargo, más importante que el nivel de este indicador es la composición del gasto y el grado de articulación que existe entre las empresas y las instituciones de Ciencia y Tecnología. Así vemos que alrededor de un 12% del gasto de I&D es realizado al interior de las empresas, lo que muestra una baja capacidad de innovar internamente o de contratar I&D relevante con instituciones especializadas. Los departamentos de desarrollo orientados a la innovación con profesionales especializados, por su parte, son escasos en las empresas chilenas.

Del total de la inversión en I&D sólo el 25% lo financia el sector privado. En los países de la OECD este indicador fluctúa entre el 40 y sobre el 70% para los casos de Suiza y Japón. Sólo el 13% del gasto de I&D que realizan las instituciones de Ciencia y Tecnología está financiado por el sector privado. Esto da indicios de que existe un bajo nivel de vinculación entre las instituciones científico tecnológicas y el sector productivo (ver Cuadro 1).

En el ámbito de la Tecnología, iniciados a principios de los noventa, los programas de financiamiento estatal partieron de un diagnóstico correcto y han tenido como objetivo fundamental desarrollar rutinas de innovación en las empresas mediante subsidios a la demanda (Programa Fontec) y aumentar la articulación entre instituciones tecnológicas, universidades y empresas (Fondef y FDI). Sin embargo, el monto de los recursos en estos programas corresponde a una fracción menor del gasto del Estado en este ámbito (0,2% del PGB). Del total del gasto en Ciencia y Tecnología el porcentaje destinado a ciencia básica se ha reducido del 66% en 1991 a 50% en la actualidad. Esta cifra se compara desfavorablemente con los indicadores para países de la OECD, donde sólo el 15% del total de la inversión es en ciencia básica, considerando que Chile es un país pequeño de ingreso medio que debe tomar una estrategia de país seguidor.

## Cuadro 1

## Concentración del esfuerzo científico tecnológico

	Patentes por millón de habitantes	Inversión en I&D % del PGB
USA	230	2,5
Japón	184	3
Suiza	150	3,3
Corea	100	2,8
Argentina	1	0,4
Brasil	0,4	0,8
Chile	0,3	0,7

Fuente: J.J. Brunner

Es más; la mayor parte del gasto de fomento productivo que se contabiliza como inversión del Estado en I&D se orienta a apoyos o subsidios a la producción que permiten mantener el empleo en sectores y empresas con baja productividad. El caso más elocuente es el del sector agrícola, en que la mayoría de los programas son de carácter más bien asistencialista en los cuales sólo se busca limitar la pérdida de empleos rurales, pero que por otro lado mantienen actividades de subsistencia que deterioran el medio ambiente.

En el ámbito de los recursos humanos Chile posee una escasa cantidad de profesionales de las ciencias y la ingeniería capaces de realizar I&D (ver Cuadro 2).

Esto, además, sin contar con la escasez de recursos humanos en este ámbito. Una proporción importante de los profesionales preparados en el ámbito de las ciencias e ingeniería con elevado nivel tecnológico han permanecido en trabajos vinculados a la academia, han emigrado o bien se han empleado en áreas diversas a su formación original. En Chile sólo el 6% de estos profesionales trabaja en la empresa, mientras que en los países OECD esta proporción alcanza al 30%. ¿En qué medida es éste un problema de oferta (que la formación no responde a las necesidades de la industria) o uno de demanda (que las empresas no han generado capacidades internas para realizar innovaciones de procesos y de productos)?

Aun cuando no existe información estadística que permita responder a estas interrogantes, existe evidencia factual que indica la existencia de insuficiente capacidad por parte de las empresas en este ámbito y una inadecuada respuesta del sistema de formación a las necesidades de la industria.

En los últimos años, Chile ha realizado un importante esfuerzo con recursos de préstamos multilaterales por mejorar la disponibilidad de doctorados en el país. Sin embargo, cabe preguntarse por la efectividad de este esfuerzo. Los recursos fueron principalmente a la creación de programas de doctorados en las universidades locales, existiendo en la actualidad 117 programas de doctorado para

un total de 80 egresados al año. En contraste, no existe ningún esfuerzo sistemático por promover programas de maestría orientados a la formación de profesionales que contribuyan al desarrollo de capacidades de innovación en la empresa.

## Cuadro 2

### Recursos humanos: Diagnóstico

Países seleccionados	Recursos humanos en ciencia, ingeniería y tecnología en I &D por millón de habitantes
Chile	650
Argentina	800
Corea	2.500
Irlanda	2.700
Portugal	1.300
Finlandia	4.800
Hungría	1.600
Nueva Zelanda	2.400

Fuente: J.J. Brunner

Junto con lo anterior, es relevante analizar la calificación de la fuerza de trabajo. Ha existido la presunción de que Chile tiene una fuerza laboral relativamente calificada. Sin embargo, un estudio comparativo con diversos países (IALS) ha mostrado serias deficiencias de la fuerza de trabajo en áreas de competencias básicas, como la lectoescritura y la aritmética, siendo ambas competencias fundamentales en determinar la capacidad de aprender y reciclarse. Esto, sin duda, pone de relieve la necesidad de mejorar la calidad de nuestra educación y capacitación. Por muchos años el énfasis del sistema educacional y de capacitación vocacional tuvo por objetivo incrementar cobertura y volumen de trabajadores capacitados, con una menor preocupación por la calidad y la pertinencia de ésta. Una de las áreas más críticas en este ámbito ha sido la educación técnico profesional donde problemas de asimetrías de información, rezago entre la decisión de estudio y el ingreso a la fuerza de trabajo y la autoreferencia de la oferta, llevan a resultados muy pobres en términos de la pertinencia y calidad de la formación.

La existencia de una oferta de capital de riesgo o de sistemas equivalentes que promuevan el desarrollo de empresas innovadoras ha sido fundamental en el desarrollo del SIN. En Chile, sin embargo, la evolución reciente del mercado financiero y de capitales no ha estado orientada al desarrollo de una dinámica de emprendimiento innovador. El mercado de oferta inicial de acciones desapareció completamente, la liquidez y capitalización del mercado accionario de oferta pública se ha reducido significativamente y el desarrollo inicial de la industria de fondos de inversión y capital de riesgo se ha estancado. Y es que no se trata de un mercado de oferta inicial de acciones tiene severas consecuencias

sobre la factibilidad de impulsar una industria de capital de riesgo que permita generar una dinámica de desarrollo de empresas innovadoras<sup>13</sup>.

¿Qué explica la dramática reversión del proceso de profundización de nuestro mercado de capitales?

La Porta y Shleifer (1999) demuestran –en un estudio empírico de varios países– que la principal variable que explica el grado de profundidad de los mercados de capitales es la relación con la existencia de un sistema de gobierno corporativo que proteja los intereses de los accionistas minoritarios. En la segunda mitad de los noventa y hasta hace pocos meses el mercado de capitales chileno había experimentado una serie de operaciones de toma de control o transferencia de empresas que han dañado severamente el interés de los minoritarios, minando la confianza de los participantes en el mercado.

Junto con ello, la estructura de incentivos y el grado de concentración del mercado de inversionistas institucionales genera importante poder monopólico en el mercado de valores y una estructura de portafolios (absurda) en que una proporción significativa de los fondos previsionales se encuentra invertida en depósitos de corto plazo.

El sector bancario chileno, por otro lado, prácticamente no participa en el financiamiento de largo plazo de la inversión productiva, salvo que se trate del sector corporativo consolidado, el cual tiene acceso directo al mercado de valores. A pesar de los esfuerzos realizados mediante los sistemas de financiamiento de segundo piso con recursos de instituciones multilaterales de crédito, sólo se ha observado el desarrollo de una industria de *leasing*, lo cual es insuficiente para financiar nuevas inversiones. Resulta paradójico que en un período recesivo en que la gran mayoría de los sectores han visto reducir sus ganancias, el ámbito bancario muestre récord de rentabilidad. Sin duda el proceso de concentración bancaria y el insuficiente desarrollo del mercado de valores tienen implicancias en términos de reducción de la competencia e inhibición de la innovación en el campo financiero<sup>14</sup>. De alguna forma, el fantasma de la crisis sistémica del sector financiero de 1983 ha condicionado la regulación del sector bancario, el cual se ha desenvuelto en un ambiente demasiado protegido.

Las imperfecciones en los mercados financieros y la regresión en el desarrollo del mercado de capitales tiene importantes consecuencias en el proceso de ahorro e inversión. Implica limitar severamente las oportunidades de desarrollos empresariales innovadores y, por ende, afecta la capacidad de las empresas con potencial de crecimiento de captar financiamiento externo para su desarrollo

Está empíricamente demostrado que frente a mercados financieros muy imperfectos se tiende naturalmente a fortalecer las estructuras de grupos económicos diversificados. En efecto, el grupo

---

13 La industria de capital de riesgo requiere dar liquidez a sus inversiones exitosas con valoraciones que reflejen el potencial de crecimiento futuro. El mercado de oferta inicial de acciones cuando está bien desarrollado cumple precisamente este rol fundamental para el desarrollo de esta industria.

14 Sistemáticamente se han generado trabas regulatorias para la emisión de efectos de comercio, la securitización de cuentas por cobrar y otros instrumentos que competirían con el sistema bancario. Adicionalmente, por mucho tiempo se mantuvo cerrado el ingreso de nuevos bancos al mercado chileno.

económico resuelve en parte estas imperfecciones creando un mercado de capitales interno<sup>15</sup>. Sin embargo, cabe preguntarse si son los grupos económicos tradicionales los que poseen la mayor orientación a la innovación o no. Además de los efectos distributivos, de poder de mercado y de distorsión sobre el sistema político, la preeminencia de esta forma de desarrollo empresarial tiene, sin duda, efectos de largo plazo respecto a la capacidad de la economía de innovar.

### 3. Recomendaciones de política para desarrollar la capacidad nacional de innovación

Chile posee un contexto de políticas macroeconómicas, comerciales y hacia la inversión extranjera que crean un adecuado clima para la inversión y la innovación. Sin embargo, resulta de particular importancia reafirmar la necesidad de mantener una política que promueva la competencia en el mercado. En el caso de bienes transables, una política de apertura comercial debe minimizar la utilización de mecanismos *anti-dumping* y de salvaguardia, ya que la economía política de estos mecanismos los lleva a convertirse en instrumentos de proteccionismo que, a la larga, inhiben los incentivos a la modernización de las empresas.

También es fundamental modernizar la institucionalidad de defensa de la competencia y de regulación de servicios de utilidad pública. En particular, se requiere estructurar instituciones más independientes del Ejecutivo, más profesionalizadas y con procedimientos transparentes. Las instituciones que Chile posee son todavía demasiado susceptibles a la captura por grupos de interés, afectando la eficiencia en la provisión de servicios y bienes no transables críticos para la competitividad global del país.

En este contexto, la modernización de las leyes de protección del consumidor también son importantes, ya que con ellas se generan incentivos a las empresas locales para que entreguen productos de mejor calidad y servicios adecuados, lo que resulta fundamental al momento de competir en los mercados internacionales.

Por otra parte, la mantención de esquemas que contribuyan a promover la colaboración entre empresas en el ámbito exportador, especialmente en aquellos casos en que existen externalidades por factores de imagen país o problemas de escala, son fundamentales para aumentar la orientación exportadora especialmente de las pequeñas y medianas empresas.

Finalmente, en el ámbito de las políticas globales, persiste una tendencia al proteccionismo agrícola, lo cual impone costos en términos de crecimiento económico.

Además, existe un amplio espacio para mejorar aspectos más específicos del SIN que inciden significativamente en la capacidad de la economía para innovar.

En lo que sigue, se analizan y discuten medidas para perfeccionar el funcionamiento del mercado de capitales, la política tecnológica y el desarrollo de capital humano.

---

15 En países en que se han desarrollado los mercados de capitales no se observan estructuras de grupos empresariales ampliamente diversificados. Siempre es más eficiente tener a las empresas enfocadas en su área de competencia.

### 3.1 Desarrollo del mercado de capitales

El desarrollo del capital de riesgo en Chile debe ser uno de los principales objetivos de una política orientada a promover la innovación. Para ello se requiere recuperar un mercado que incentive la apertura de empresas a la bolsa. Adicionalmente, se propone generar mecanismos institucionales que han probado ser exitosos en otros países al permitir el desarrollo de capital semilla y capital de riesgo<sup>16</sup>. En síntesis, proponemos adoptar las siguientes medidas:

- i) *Desarrollar un rol de fiscalización efectiva* orientada a sancionar las prácticas que implican la expropiación de los derechos de los accionistas minoritarios. La experiencia de los últimos cuatro años indica que los reguladores no han actuado con el rigor que se requiere para establecer un nuevo estándar de funcionamiento en el mercado de valores chileno.
- ii) *Establecer incentivos tributarios a las personas* nacionales y extranjeras para invertir en instrumentos de renta variable, en particular, incentivos a la adquisición de acciones de primera emisión ya sea de empresas o fondos de inversión en empresas.
- iii) *Reducir las barreras para el registro de empresas*, eliminando requisitos de historia, pero manteniendo los de información financiera y contable. La propuesta de creación de una bolsa emergente en que se reducen los requisitos de información al mercado tiene un efecto contraproducente en la demanda por estos valores al aumentar el riesgo de expropiación de minoritarios y sólo reduce marginalmente los costos de registro.
- iv) *Establecer para los fondos de pensiones incentivos adecuados para invertir un porcentaje de su cartera en instrumentos de renta variable* de menor liquidez pero de alto potencial de rentabilidad. Esto es especialmente importante para los afiliados más jóvenes que deben tener sus recursos invertidos en portafolios orientados al crecimiento de largo plazo.
- v) *Potenciar mecanismos de cofinanciamiento estatal de fondos de capital de riesgo*, modificando el esquema actual de modo que Corfo pueda suscribir cuotas de los fondos al momento de su lanzamiento evitando así problemas de riesgo moral que involucran los sistemas de cuasi capital hoy disponibles. El objetivo principal de esto es inducir la instalación de compañías administradoras de fondos de capital de riesgo con experiencia en el área. La nueva legislación de fondos privados es adecuada para el desarrollo de la industria.
- vi) *Estimular el establecimiento de incubadoras de empresas innovadoras que aporten capital semilla a empresas nuevas de emprendedores*. Estos programas se deberían vincular a universidades, grupos de universidades e institutos tecnológicos<sup>17</sup>.

---

16 Existe una interesante experiencia en Israel en que el Estado estimuló la creación de incubadoras de empresas y fondos de capital de riesgo con gran éxito en términos de generar nuevos negocios innovadores, Trajtenberg (2000).

17 El caso de la Fundación Chile resulta emblemático; el aporte del Estado chileno entre 1976 y 1986 de un patrimonio de US\$25 millones ha permitido la inversión en más de 50 compañías nuevas, varias de las cuales han dado origen a nuevas industrias en el país.



Un programa de este tipo debería involucrar una inversión estatal del orden de US\$ 50 millones al año, apalancando una suma al menos equivalente en el sector privado, la cual se recuperaría con creces debido a la elevada rentabilidad de los fondos de capital de riesgo. Aun cuando desde un punto de vista macroeconómico estas cifras son pequeñas, el efecto demostración y las externalidades positivas de proyectos innovadores exitosos son relevantes desde el punto de vista de generar una dinámica de innovación y crecimiento vinculada a nuevos emprendedores.

También es necesario tomar medidas que permitan que el sector financiero cumpla un rol más activo en el financiamiento de la inversión, especialmente vinculada a la pequeña y mediana empresa. En primer lugar, es necesario generar competencia a través del mercado de valores, impulsando la securitización de activos y cuentas por cobrar además del desarrollo de efectos de comercio. También se debe estimular la incorporación de nuevos actores. En la medida en que los bancos vean competencia en los ámbitos en que han gozado de protección, se verán obligados a innovar e incursionar en áreas en las que hoy no participan. Adicionalmente, se puede establecer un sistema de garantía estatal parcial (inferior al 50%) para el financiamiento de inversión a la pequeña y mediana empresa por parte de la banca. El mecanismo debería cancelar un porcentaje de la pérdida incurrida por la institución financiera una vez que se ejecute al deudor moroso. Lo importante es que el mecanismo de aprobación sea automático si se cumplen ciertos requisitos generales, ello con el fin de reducir costos de transacción. Al ser la garantía menor al 50% del crédito, se mantiene suficiente incentivo en la institución financiera para evaluar adecuadamente los riesgos y supervisar a la empresa deudora. El Fogape (Fondo de garantía al pequeño empresario), que ha mejorado su funcionamiento en los últimos años, debe ser fortalecido y ampliado, administrándose en forma autónoma de un banco de primer piso como es el BancoEstado.

De más está el señalar que el proceso de innovación está estrechamente vinculado a la inversión en bienes de capital y nuevas tecnologías. El funcionamiento del sector financiero está plagado de imperfecciones derivadas de asimetrías de información que en definitiva llevan a mercados incompletos. Dada la centralidad de este sector en el proceso de ahorro e inversión, es justificable que el Estado corrija estas imperfecciones con mecanismos como los señalados.

Por último, las empresas nuevas y de menor tamaño son las más afectadas por burocracias excesivas. En Chile es necesario realizar un análisis de base cero de las regulaciones existentes en muchos ámbitos, ya que en la actualidad algunas de ellas se han transformado en una traba al proceso de creación empresarial. El desarrollo del e-Government abre una oportunidad única para generar un cambio cultural en el Estado en este ámbito empujado por un catalizador externo, en este caso la tecnología. Además, es este mismo proceso de incorporar Internet a la relación entre el Estado y sus clientes uno de los principales mecanismos de fomento de esta tecnología en la economía<sup>18</sup>.

### 3.2 Programa de inversión en capital humano especializado

La escasa oferta y demanda de profesionales en los ámbitos de ingeniería y ciencias para trabajar en el sector empresarial afecta significativamente la capacidad de las empresas para innovar en el

---

18 La revista *Business Week* estima que en los próximos cinco años la difusión de Internet generará un incremento de productividad laboral de 5% en los Estados Unidos.

ámbito productivo. Por esto, se requiere establecer un objetivo específico que permita incrementar la oferta y la demanda por este tipo de profesionales en Chile, con formación tanto a nivel de pre como postgrado.

Para aumentar su oferta se pueden estructurar programas que persigan este objetivo específico<sup>19</sup>.

En particular, se propone modificar el énfasis en la formación de doctorados con objetivos académicos, reasignando recursos al desarrollo de programas de maestrías en Ciencias aplicadas e Ingeniería orientados a las necesidades de la empresa. El desarrollo de la capacidad de innovar requiere transformar a la empresa en un actor clave y para ello es fundamental aumentar la densidad de profesionales en condiciones de involucrarse en rutinas de innovación.

Una propuesta específica para abordar este desafío, que se basa en los estudios de Romer, consistiría en *diseñar una beca para estudios de postgrado en Ciencia e Ingeniería*, la que sería otorgada a estudiantes de puntajes elevados en las pruebas de Ciencia y Matemáticas (al salir de la enseñanza media). Esta beca financiaría estudios de postgrado una vez que se termine la formación de pregrado. Adicionalmente, cofinanciaría el sueldo para una pasantía en empresas medianas o pequeñas por un período de tres años, una vez terminado el postgrado<sup>20</sup>. Este debería incrementar la demanda por estudiar programas de Ciencias e Ingeniería. Para estos efectos, estos planes podrían postular a obtener apoyos a la creación de capacidades, utilizándose los tests como un indicador para su acreditación. Es fundamental que la administración de este método esté vinculada al sistema de fomento productivo con participación del sector privado. De otro modo, se corre el riesgo de captura del sistema para satisfacer los intereses tradicionales de las universidades.

Respecto al financiamiento de pregrado, estos estudiantes tendrían acceso al crédito Corfo, con un mayor nivel de garantía estatal, así como a un mayor período de gracia. La beca portable que posee el estudiante reduce su riesgo de crédito y aumenta la posibilidad de financiarse.

En el caso de estudios de postgrado en el extranjero, el subsidio al salario podría incorporar una pasantía de medio a un año en una empresa extranjera. El subsidio al ingreso también podría ser utilizado por el profesional si su opción es estructurar una nueva empresa. Este programa induce a una mayor oferta, pero al mismo tiempo estimula la demanda en un sector empresarial en que la densidad de profesionales en el ámbito de la tecnología es muy escasa.

En el ámbito laboral más amplio es fundamental *mejorar la calidad de la educación técnico profesional, de la capacitación y la formación de los Centros de Formación Técnica (CFT's)*. Es así que se propone extender el programa piloto de certificación de competencias laborales a diversos

---

19 Romer (2000) propone un conjunto de medidas específicas para aumentar la oferta de ingenieros y profesionales de Ciencias para que se desempeñen en empresas en Estados Unidos.

20 Los estudios de postgrado pueden ser realizados en Chile o el extranjero. Sin embargo, los programas elegibles deben ser definidos de acuerdo a criterios de excelencia y pertinencia. De la misma forma, los programas de pregrado que le permitirían mantener el derecho a la beca deberían ser acreditados con similares criterios. Se podría estructurar un test para egresados de Ingeniería y Ciencias que permita objetivar la acreditación de universidades locales.

sectores de la economía y ampliar sus objetivos. En la actualidad este proyecto se está desarrollando en tres sectores y tiene como objetivo inmediato reducir las asimetrías de información en el mercado laboral otorgando movilidad a los trabajadores que están atrapados en empresas y esferas de baja productividad, a la vez de mejorar el proceso de recursos humanos de aquellas empresas que tienden a desarrollar una gestión por competencias. Un objetivo más ambicioso es retroalimentar el sistema de formación y capacitación de modo que ajusten el currículum para realizar una formación más orientada a las competencias que se requieren en el ámbito del trabajo. *El énfasis en competencias básicas y genéricas que desarrollen la capacidad de aprender en el futuro* es fundamental en estos tiempos en que el avance de la tecnología y la globalización implican la necesidad de movilidad laboral.

Adicionalmente, una vez desarrollado un sistema de certificación de competencias laborales individuales, independiente del sistema de formación, se puede estructurar un sistema de acreditación de programas de instituciones basado en competencias considerando el récord de certificación de competencia laboral individual de los egresados de cada programa. Esto es fundamental para mejorar en particular la oferta de los centros de formación técnica y la calidad de la educación secundaria técnico profesional.

El desarrollo de un sistema nacional de certificación de competencias basado en las mejores prácticas de las empresas líderes unido a estándares internacionales permitiría darle mayor relevancia a la gestión por competencias en las empresas y organizaciones. En Inglaterra, a finales de los años ochenta, se estructuró un estándar de gestión de recursos humanos en la organización denominado *Investor in People*. Este estándar evalúa la calidad de la gestión de recursos humanos y el grado de alineación con los objetivos de la organización. Fundación Chile realizó un piloto de aplicación del estándar inglés a un grupo de empresas chilenas de tamaño mediano y grande. El diagnóstico inicial demostró un bajo grado de cumplimiento del estándar, dejando en evidencia una visión tayloriana de los recursos humanos en la organización en Chile. La promoción de un estándar como el descrito permitiría en Chile modificar la naturaleza de las relaciones laborales en el país, poniendo al recurso humano en el centro del mejoramiento de la productividad en las organizaciones.

Finalmente, una vez que se haya desarrollado un método de acreditación de centros de formación técnica, basado en competencias genéricas y específicas, se propone estructurar un sistema de becas y crédito a los estudiantes, aumentando la proporción de los que optan por la formación técnica y reduciendo la demanda por estudios universitarios en ámbitos en que se espera una sobreoferta de profesionales.

Antes de estructurar un financiamiento estatal a estudios universitarios en entidades privadas, creo de mayor prioridad desarrollar el sistema de Centros de Formación Técnica con estímulos a la demanda, la oferta y mecanismos de acreditación de programas que reduzcan las asimetrías de información en un mercado en que las consecuencias de las decisiones sólo se pueden evaluar con gran rezago.

### 3.3 Programas de estímulo a la inversión en I&D

Para aumentar su productividad, las empresas chilenas requieren usar la tecnología en forma más efectiva, porque la infraestructura tecnológica y el capital humano especializado son aún

insuficientes. Además, la mayor parte del esfuerzo tecnológico es financiado por el Estado y éste está desvinculado de las necesidades del sector productivo. Por ello, se debe realizar un esfuerzo de rediseño institucional, de modo que la inversión pública en I&D adquiera un rol catalizador del esfuerzo privado. Así, aumentando marginalmente el gasto público como porcentaje del PIB, unido al esfuerzo de reorientar la formación de recursos humanos especializados mencionado en la sección anterior, se podría aumentar la magnitud y efectividad del gasto global en I&D a través de una expansión en la inversión privada de ella.

Una *modificación de la forma de financiar el esfuerzo tecnológico* debe ser el aspecto central en la reforma del SIN. Los recursos públicos destinados a apoyar la oferta tecnológica y los subsidios indirectos para empleos de baja productividad debieran reorientarse en forma drástica a favor de mecanismos de subsidio a la demanda y a la transferencia y adaptación de tecnologías foráneas. Estos debieran estimular el gasto en I&D de las empresas y su esfuerzo de innovación y, de manera prioritaria, promover la colaboración entre empresas y entre éstas y las universidades y los centros de investigación y empresas tecnológicas chilenas y extranjeras. En otras palabras, la inversión pública debe ser catalizadora y aglutinadora de un esfuerzo en el que participen el sector privado y la oferta científico-tecnológica.

Es importante destacar que en estos momentos Chile genera una fracción menor del conocimiento mundial y que una estrategia tecnológica orientada a transferir tecnología y difundirla eficientemente es más económico y de mayor impacto que gastar ingentes recursos en investigación básica (Barro, 1995). Sin embargo, en los sectores de recursos naturales con ventajas comparativas en que Chile es grande a escala mundial, se justifica invertir en la creación de capacidades de investigación básica, con una orientación a las necesidades de dichos sectores.

A continuación, se avanza en algunas propuestas para fortalecer el sistema de financiamiento de I&D en términos específicos.

- Selectividad versus neutralidad

En un contexto en que los recursos son escasos, la mayor proporción de fondos en I&D debe concentrarse en aquellos sectores en que el país tiene ventajas comparativas y ha generado una dinámica de crecimiento y exportaciones que los transforman en un actor relevante a nivel internacional. La generación de dinámicas de innovación endógenas que permiten sostener elevado crecimiento más allá de las limitaciones que impone la base de recursos naturales, requiere la incorporación de tecnología y desarrollo de los *clusters* específicos. La rentabilidad de concentrar recursos de I&D y la formación de recursos humanos especializados en estos sectores con ventajas demostradas en el mercado y con este enfoque sistémico de estructuración de *clusters*, es mucho mayor que dispersar ampliamente los recursos en muchas apuestas que no tienen una sustentación en las señales del mercado. Este enfoque de selectividad respondiendo a las señales del mercado, requiere aumentar la capacidad prospectiva en los *clusters* claves del país incorporando a los actores privados, académicos y públicos a este esfuerzo. En otras palabras, se trata de que el Estado juegue un rol más proactivo para involucrar a los actores relevantes de modo que el esfuerzo público sea realmente catalizador de la iniciativa privada y que promueva el desarrollo de un tejido institucional en el que el SIN se vincula a las necesidades de los

*clusters* específicos. La proliferación de fondos de subsidio a I&D con diferentes instituciones públicas en competencia por recursos, con clientelas relativamente segmentadas y escasa coordinación entre ellos, es la antítesis del enfoque institucional que puede lograr orientar recursos a I&D, de acuerdo a los criterios aquí señalados.

Con el objetivo de avanzar en la creación de verdaderos *clusters* en la concepción de Porter, la principal prioridad debe ser vincular al SIN con los sectores exportadores de recursos naturales más dinámicos. No se necesita gran análisis para concluir que es necesario priorizar los sectores de la minería, acuicultura, pesca, fruticultura, vinos, industria alimentaria y forestal maderero. En todos ellos es necesario ir más allá en la generación de encadenamientos productivos, avanzar en la agregación de valor y diferenciación, desarrollar capacidades científico tecnológicas, incorporar NTIC y biotecnología a los procesos y gestión, desarrollar industrias de servicios tecnológicos, de información y provisión de bienes de capital e insumos a las actividades primarias. Sólo en la medida en que todo esto ocurra, se podrán desarrollar actividades que adquieren una dinámica propia de innovación que se independiza del crecimiento de la actividad primaria exportadora. Se trata de seguir la trayectoria de desarrollo de los países escandinavos, Nueva Zelanda, Australia y no tomar como ejemplo los llamados “Nuevos Países Industrializados del Sudeste Asiático”, que no disponían de una base de recursos naturales propia.

- Mecanismos de subsidio a la demanda

En programas de I&D –que implican la creación de capacidades tecnológicas genéricas de interés para las empresas de un sector– es fundamental el *cofinanciamiento del Estado*. Dado que esta inversión tiene un significativo componente de bien público, el apoyo del Estado es fundamental para acercar esta inversión al nivel socialmente óptimo. Lo importante es financiar estos proyectos cuando existe una involucración significativa del sector empresarial en términos financieros y con recursos profesionales de las empresas que participen efectivamente en la gestión e incluso en la investigación del proyecto. Es importante que estos mecanismos de financiamiento promuevan la participación de diversas empresas que se puedan beneficiar de los resultados de la investigación. Cuando las empresas no comparten los resultados de su I&D, hay firmas operando fuera de la frontera tecnológica ya que el nivel de difusión de la tecnología será inferior al óptimo social y en algunos casos se generará una duplicación de esfuerzos.

*La promoción de consorcios tecnológicos* con participación de diversas empresas y centros de investigación con cofinanciamiento del Estado resuelve las diversas imperfecciones señaladas y promueve una mayor orientación de las universidades y centros tecnológicos a las necesidades de las empresas.

Un modelo interesante de promover es *cofinanciar programas de I&D en que participen actores locales en conjunto con empresas tecnológicas internacionales*. Esto con el fin de adaptar su tecnología y obtener libertad de operación (desde la perspectiva de la propiedad intelectual), para la creación de empresas de servicios tecnológicos orientadas a satisfacer las necesidades del mercado local o regional. Este modelo es especialmente apropiado en sectores de recursos naturales en que la empresa internacional expande el mercado para sus tecnologías genéricas realizando aplicaciones adaptadas a las demandas

del mercado regional<sup>21</sup>. Este tipo de negocios tecnológicos tiene incentivos por difundir en su aplicación de la tecnología, aunque a un precio mayor que el costo marginal de difusión. El enfocar empresas tecnológicas internacionales en la solución de problemas relevantes a la explotación de nuestros recursos naturales permite aumentar nuestra productividad en estos sectores claves. Este enfoque es especialmente relevante en el ámbito de la biotecnología aplicada a nuestros recursos naturales.

El subsidio de programas de I&D genérico de carácter asociativo no elimina la necesidad de que las empresas desarrollen sus propias innovaciones. Por el contrario, la existencia de una base tecnológica común financiada en forma asociativa incentivaría la realización de I&D de carácter competitivo en las empresas individuales. Pero, en este caso, los requerimientos de subsidios directos a las empresas disminuyen, pues la investigación con menor grado de apropiabilidad ha sido realizada en forma asociativa.

Existen dos formas de estimular la inversión en I&D competitiva de las empresas: una es el subsidio directo, y la otra, el otorgamiento de franquicias tributarias. En general, los subsidios directos son preferibles por tres razones. Primero, permiten cuantificar más fácilmente el costo que tienen para la sociedad. Segundo, las franquicias tributarias son siempre una fuente de evasión y elusión tributaria. Tercero, es más difícil garantizar adicionalidad en el caso de las franquicias. Finalmente, es también importante mencionar que el subsidio directo permite fomentar la asociatividad. Sin embargo, este mecanismo no está exento de problemas. Principalmente porque tiene altos costos de transacción. En efecto, éste requiere de una institución encargada de su administración así como una constante evaluación y fiscalización. En Chile, el Fontec realiza esta función y tiene la ventaja de que asegura confidencialidad.

El Fontec puede cumplir un rol importante en generar rutinas de innovación en medianas empresas o en apoyar a las empresas tecnológicas emergentes. En este sentido, es necesario eliminar los requisitos de historia que rigen en la actualidad<sup>22</sup>. Para reducir costos de transacción, en tanto, se debe subsidiar en forma semiautomática a proyectos de I&D desarrollados en colaboración o contratados externamente con universidades o instituciones tecnológicas debidamente acreditadas. Se deben realizar rigurosas auditorías ex post a las instituciones acreditadas, ya que su reputación puede jugar un rol importante en la integridad del sistema. Este subsidio de bajo costo de transacción cumpliría, además, el objetivo de vincular a las instituciones de investigación con las empresas.

El monto total de gasto público enfocado a estos programas de articulación del esfuerzo de I&D y desarrollo de la demanda no supera los US\$ 50 millones, lo que equivale a menos del 20% del total de gasto del Estado en fomento productivo. En consecuencia, se propone realizar un esfuerzo mayor de reasignación de recursos, triplicando en un período de tres años los recursos asignados a los mecanismos anteriormente descritos, reduciendo en forma equivalente los subsidios orientados a subsidiar actividades de baja productividad.

---

21 Fundación Chile ha desarrollado este modelo de negocios tecnológicos en el ámbito de la biotecnología aplicada al sector frutícola, forestal y de salmones.

22 Resulta inexplicable que el Fontec excluya de su apoyo a empresas nuevas. En el caso israelí, en que existe un programa similar el cofinanciamiento, esta ayuda aumenta a 65% en el caso de nuevas empresas tecnológicas.

- Creación de capacidades e investigación precompetitiva

Un sistema de incentivos a la I&D, empujado exclusivamente por la demanda, no genera suficiente estímulo para la realización de investigación tecnológica de carácter precompetitivo o la creación de capacidades científicas y generación de masas críticas en áreas genéricas o sectoriales de importancia para el desarrollo científico de largo plazo.

El Fondecyt funciona adecuadamente en áreas donde existe una masa crítica, pero no contribuye mayormente al desarrollo de nuevas capacidades. Es preocupante que sólo el 12% de los recursos vaya a Ingeniería. De aquí que se deben fortalecer programas orientados a la creación de capacidades de investigación básicas de gran alcance, en áreas relevantes y desde la perspectiva de las necesidades productivas de largo plazo del país.

Para llevar adelante este programa se deben *determinar prioridades, considerando las necesidades del país en Ciencia, y luego, licitar su desarrollo* entre las distintas universidades o centros científicos. Ello requeriría un comité de programa conformado por científicos, ingenieros y destacados profesionales provenientes del sector productivo, el cual, a su vez, se podría asesorar con expertos nacionales y extranjeros. Las iniciativas de este alcance en Chile se han realizado en forma descoordinada, con una base de apoyo institucional muy débil y no necesariamente respondiendo a un sentido de misión desde el punto de vista del desarrollo productivo del largo plazo del país. Es así como Conicyt y Mideplan tienen programas competitivos para la creación de capacidades científicas con sentido de misión. Esto le resta coherencia y eficacia a estos programas, además de incrementar los gastos de administración.

El financiamiento de la Ciencia per se, vinculada estrictamente a criterios de excelencia, se justifica en un país del nivel de desarrollo como Chile sujeto a ciertos criterios de pertinencia económica. Conicyt debería tener la responsabilidad fundamental de financiar este tipo de investigación. Sin embargo, es importante definir ex ante que la mayor parte de los recursos deben destinarse a la promoción de la inversión en I&D que tenga sentido desde la perspectiva de impacto económico de mediano y largo plazo.

No obstante lo mencionado, es necesario modificar la composición del gasto en Ciencia y Tecnología. No es razonable que un país que debe desarrollar una estrategia de país seguidor invierta el 50% de sus recursos estatales de I&D en Ciencia Básica. Esta proporción debe reducirse significativamente, reorientando el esfuerzo a la transferencia, adaptación y ciencia aplicada a los sectores de recursos naturales.

- Institutos tecnológicos (IT) y la transferencia de tecnología

Es importante *potenciar la labor que los institutos tecnológicos* cumplen haciendo de antena tecnológica con el resto del mundo. Esta tarea permite anticipar los problemas tecnológicos del sector productivo que, por lo general, está menos dispuesto a financiar íntegramente esta labor de prospección, especialmente en áreas en que prevalecen medianas y pequeñas empresas.

Los IT deben realizar fundamentalmente I&D orientado a *adaptar tecnología de acuerdo a las necesidades del país y luego deben cumplir un rol fundamental en difundirla*. Todo esto en vez de

realizar I&D original. Junto con ello, los IT deben tener acceso a fondos de largo plazo para la creación de capacidades tecnológicas y para financiar la labor de antena tecnológica. Este financiamiento debe representar entre el 25 y 40% del total de recursos de una institución de esta naturaleza. El resto del financiamiento debe provenir de la venta de servicios tecnológicos al sector privado y proyectos de I&D con empresas con cofinanciamiento público. Un autofinanciamiento total es inconveniente ya que lleva a perder la visión de largo plazo y transforma estos institutos en consultoras que compiten con el sector privado, perdiendo su justificación como entes que participan en la transferencia y difusión de tecnología, haciendo de articulador entre los distintos actores del SIN.

#### 4. Conclusiones

La pérdida de dinamismo de nuestra economía ha generado un debate sobre las orientaciones de la política económica necesarias para retomar el ritmo de crecimiento observado entre 1984 y 1998. En esta pérdida de dinamismo no sólo influyen factores cíclicos, sino que también existe un relativo agotamiento de una fase de crecimiento exportador centrada en materias primas intensivas en recursos naturales. La evidencia empírica demuestra que los países con mayor dotación relativa de recursos naturales a principios de los setenta crecieron menos que aquellos pobres en recursos naturales. Sin embargo, los resultados son muy heterogéneos. Países que se preocuparon en estructurar una institucionalidad del SIN en que el Estado asume un rol para corregir imperfecciones en el ámbito de la tecnología, formación de recursos humanos y financiamiento de la innovación, minimizando el *rent seeking* de intereses corporativos, pasaron a una fase de desarrollo endógeno más allá de las limitaciones de los recursos naturales. Adicionalmente, la calidad de la vinculación del SIN con los *clusters* específicos de recursos naturales y la existencia de un marco de política microeconómica que estimula la competencia, el desarrollo y articulaciones y vinculaciones entre la actividad primaria y otras actividades relacionadas fueron factores relevantes en explicar el desempeño relativo.

La posibilidad de volver a crecer a tasas elevadas requiere aumentar la capacidad de innovar, para permitir incrementos sostenidos de productividad que induzcan a un círculo virtuoso de crecimiento e inversión. El desafío está en el ámbito de las políticas microeconómicas. En Chile, es fundamental fortalecer las políticas e institucionalidad de promoción de competencia y generar regulaciones de servicios básicos que induzcan a mayor eficiencia y disminuyan el riesgo de captura política y de intereses corporativos.

En términos más específicos, existen tres componentes del SIN que son fundamentales para generar una dinámica de innovación en que la empresa tenga un rol protagónico: el funcionamiento del mercado de capitales; la formación de recursos humanos y el sistema de financiamiento de la I&D. En estos tres ámbitos del SIN existen deficiencias importantes que limitan la capacidad de la economía para innovar e inducir una diversificación de la base productiva. En estos tres ámbitos se proponen medidas de política en el sentido de:

- i) Generar un mercado de capitales profundo y financieramente competitivo que facilite el financiamiento de la innovación y genere nuevas oportunidades de desarrollo emprendedor.



- ii) Desarrollar un sistema de certificación de competencias laborales y de acreditación de programas de formación técnica que permita mejorar la calidad de la formación técnica y posibilite reorientar recursos al financiamiento de este tipo de formación como alternativa a la universitaria tradicional.
- iii) Desarrollar programas de becas que estimulen la formación de postgrado en ciencia e ingeniería orientados al desarrollo profesional y la innovación en la empresa.
- iv) Reorientar el financiamiento estatal de I&D enfatizando la articulación entre la demanda de las empresas y la oferta del sistema científico tecnológico.
- v) Asignar con criterios de selectividad el financiamiento de I&D precompetitiva y de Ciencia con sentido de misión, priorizando la generación de capacidades científico-tecnológicas fundamentales para los *clusters* en que el país posee ventajas comparativas.
- vi) Fortalecer esquemas institucionales que promuevan la transferencia y difusión de tecnologías.
- vii) Masificar las NTIC, a través de programas específicos orientados al sistema educacional y empresarial. La modernización del Estado incorporando Internet a la relación con los usuarios y reformas institucionales que resuelvan asimetrías de información constituyen impulsos fundamentales para la difusión de estas tecnologías.
- viii) Desarrollar biotecnología aplicada a los recursos naturales. La revolución biotecnológica puede tener enorme impacto en las ventajas comparativas derivadas de factores naturales. En este contexto, Chile debe realizar un esfuerzo especial por aplicar biotecnología a los sectores de recursos naturales para mejorar la productividad primaria y el valor agregado a los recursos. El cuestionamiento político a estas tecnologías de grupos ambientalistas abre la posibilidad de acceder a bajo costo a tecnologías que serán fundamentales a finales de la década.
- ix) Impulsar el desarrollo de servicios de exportación sobre Internet aprovechando el mayor desarrollo de las telecomunicaciones de Chile y el menor riesgo país. Chile puede ser la localización para el *back office* de múltiples empresas que operan en la región latinoamericana. La crisis que enfrenta la región representa una oportunidad para nuestro país si sabemos diferenciarnos de nuestros vecinos. El marketing-país es importante para posicionar a Chile en la mente de los tomadores de decisiones a nivel corporativo.

## REFERENCIAS

- Barro, R.C. (1995). "Technological Diffusion, Convergence and Growth". Working Paper, NBER.
- Bitran, E. y Serra, P. (1996). "Technology Policy". Draft.
- Bitran, E. y Sáez, R. (1998). "Mercado, Estado y Regulación" en Construyendo Opciones. Cieplán.
- Griliches, Z. (1998). *R&D and Productivity: The Economic Evidence*. Chicago (IL): University of Chicago Press.
- Jones, C. (1995). *R&D Based Models of Economic Growth*, Journal of Political Economy, 103, 739 - 784.

- La Porta, R. y Shleifer, A. (1999). "Investor Protection: Origin, Consequences, Reforms". Draft, Harvard University.
- Nelson, R., ed. (1993). *National Innovation Systems: A Comparative Analysis New York (NY)*: Oxford University Press.
- Nordhaus, W. (2001). "Productivity Growth and the New Economy". Working Paper, NBER.
- Ramos, J. (1998). "Una estrategia de desarrollo a partir de complejos productivos en torno a los recursos naturales". Revista de la Cepal.
- Romer, P. (1990). "Endogenous Technological Change", *Journal of Political Economy*, 98, S71-S102.
- Sachs, J. y Warner, A. (1995). "Natural Resource Abundance and Economic Growth". Mimeo, Harvard Institute for International Development.
- Stern, S. y Porter, M. "The Determinants of National Innovative Capacity". Working Paper, NBER.
- Trajtenberg, M. (2000). "R&D Policy in Israel an Overview and Reassessment". Working Paper, NBER.