



INSTITUTO DE INGENIEROS
C H I L E

Innovación

Pilar Estratégico para el Desarrollo Económico

Propuestas y Acciones para Chile

COMISIÓN DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO

2 0 0 9

INSTITUTO DE INGENIEROS DE CHILE

Innovación

Pilar Estratégico para el Desarrollo Económico

Propuestas y Acciones para Chile

Comisión de Innovación y Desarrollo - 2009

Presidente

Juan Carlos Barros M.

Comisión Redactora

Juan Carlos Barros M.

Lautaro Cárcamo Z.

Andrés Fuentes T.

Javier García M.

Eduardo Moyano B.

Jorge Ramos G.

Alejandro Steiner T.

Participantes

René Álvarez G.

Jorge Andaur R.

Verónica Aninat G.

Elías Arze C.

Jorge Bravo E.

Simón Bruna G.

Vicente Brunet M.

Juan Humberto Cruz R.

Fabiola Chaparro C.

Rocío Duque S.

Héctor González G.

René Miranda M.

Máximo Quiero B.

Diego Rivera S.

Alejandro Sáez C.

Juan Carlos Sáez C.

Ximena Vargas M.

Cristián Weissmann M.

Luis Yacher S.

ÍNDICE

Resumen Ejecutivo	7
Preámbulo	19
1. Innovación: Concepto, Génesis, Concreción, Cadena de Valor, Educación, Rol, Financiamiento y Caracterización	23
El concepto de innovación	23
La génesis de la innovación	23
La concreción de la innovación	23
La cadena de valor de la innovación	23
Generación de ideas	24
Selección y desarrollo del Proyecto	24
Comercialización o implementación	25
Educación, competencias e ingeniería para innovar	25
La educación para innovar	25
Las competencias para innovar	25
Ingeniería para innovar	25
El rol de los ingenieros en la innovación	26
El rol de los ingenieros según su lugar de trabajo	26
El rol de los ingenieros según la fase de la cadena de valor en la que participan	26
Financiamiento de la innovación	26
Caracterización de la innovación	27
Innovación según origen de la necesidad u oportunidad	27
Innovación según aspecto del negocio en el que se innova	27
Innovación según fase del Ciclo de Vida de la Maduración de Categorías	27
Las revoluciones tecnológicas	28
La innovación en los diferentes sectores industriales	29
2. Experiencia Comparada, Diagnóstico, Desafíos y Desarrollo	31
La experiencia nacional	31
La experiencia en innovación de los países desarrollados	31
El caso de Finlandia	32
El caso de Nueva Zelanda	32
El caso de Irlanda	32
Diagnóstico	33
El Índice de Competitividad del Foro Económico Mundial	33
El Índice de Adelanto Tecnológico (IAT) del Programa Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)	35

El Índice de Desigualdad GINI	36
Gasto en investigación y desarrollo y su composición	37
Gasto público en el Sistema Nacional de Innovación para la Competitividad	38
Conicyt	38
Innova	38
Sistema Nacional de Innovación para la Competitividad	39
El desafío	39
¿Es posible alcanzar el desafío?	40
¿Podrá Chile alcanzar el desarrollo explotando y exportando sus productos primarios?	40
3. Condiciones para el Desencadenamiento de la Innovación	41
Condiciones necesarias	41
Macroeconomía sana y estable	41
Economía abierta y competitiva	41
Institucionalidad favorable a los negocios	42
Condiciones suficientes	42
Existencia de un régimen institucional y de incentivos económicos claro, coherente y estable	42
Nivel adecuado de inversión en investigación y desarrollo	42
Incentivos focalizados en la innovación en aquellas áreas y/o actividades en las que el país tiene una mayor competencia	43
4. Barreras al Desencadenamiento de la Innovación	45
Barreras psicológicas	45
Resistencia a la innovación	45
Aversión al riesgo y temor al fracaso	45
Barreras financieras	46
Inversión a financiar en un proyecto de innovación	47
Financiamiento de proyectos de innovación	47
Financiamiento con recursos propios	47
Financiamiento con recursos de terceros	47
Financiamiento Estatal	48
El valor de un proyecto de innovación como base de financiamiento	49
Financiamiento en base a venta de la propiedad	50
Financiamiento en base a venta de opciones sobre la propiedad	50
Capital de riesgos Chile 2008	51
5. La Participación del Estado en la Innovación	53
El rol del Estado	53
Necesidad del rol subsidiario del Estado	53
Apropiación del conocimiento	53
Fallas de información	54
Intangibilidad de los activos	54
Fallas de red	54
Largo plazo inherente a la innovación	54
Infraestructura requerida	54

Las fallas del Estado en el proceso de innovación	55
Inconsistencia dinámica	55
Problema de principal y agente	55
Captura del Estado por parte de grupos de interés	55
Tipos de acción del Estado en el sistema de innovación	55
Políticas públicas de innovación y transferencia tecnológica	55
Educación	56
El Estado cliente	56
El Estado empresario	57
6. Capital Humano para la Innovación	59
Cobertura y calidad de la educación	59
Nivel primario y secundario	59
Nivel terciario	60
Gasto Público en educación	61
7. La Innovación en la Empresa	63
Las empresas y la globalización	63
La innovación en las empresas	64
Incentivo al desarrollo de la innovación	64
La gestión de las personas creativas	65
El ambiente propicio para la innovación	65
Desencadenar el espíritu innovador	66
8. Relación Universidad-Empresa, el Vínculo Faltante	67
Universidad y empresa en el contexto de la innovación	67
La investigación y desarrollo en Universidades y Empresas	67
El apoyo del Estado	68
Diagnóstico de la vinculación actual	68
Vínculo académicos empresa	69
Vínculo alumnos empresa	69
Iniciativas de vinculación pasadas y actuales	69
Una red de información Universidad-Empresa	70
Un posible modelo de vinculación	70
9. Propuestas y Acciones para Desencadenar la Innovación	73
I. Para crear una institucionalidad	73
II. Propuestas para levantar las barreras a la innovación	74
III. En el ámbito de la participación del Estado	76
IV. En el ámbito de la formación de Capital Humano	77
V. En el ámbito de la Empresa	78
VI. En el ámbito de la relación Universidad-Empresa	78
10. Referencias	81

RESUMEN EJECUTIVO

En estos últimos años el país ha tomado conciencia de la importancia de la innovación para el desarrollo económico y social del país. Esto se aprecia en la creación del Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad, por la relevancia que le han otorgado algunas Universidades, por los avances y difusión que han realizado diversos Centros de Estudio, por la acción de promoción y financiamiento por parte de Corfo, por las leyes aprobadas para subsidiar la innovación y otras en estudio y, desde luego, por los éxitos conocidos.

No obstante estos hechos falta mucho por avanzar en esta materia, motivo por el cual el Instituto de Ingenieros de Chile –que a través de sus Comisiones de Trabajo realiza constantemente actividades de análisis y estudio de temas que se estiman relevantes para el desarrollo del país– quiso contribuir con este esfuerzo difundiendo el presente documento, preparado por la Comisión de Innovación y Desarrollo, en que se analizan diversos aspectos que se debieran atender para tener éxito en la innovación.

Para el Instituto éste no es un tema nuevo, algunos de los conceptos aquí planteados ya fueron formulados en 1996 por la Comisión de Creatividad, Conocimiento y Competitividad, y también en el año 2001 por la Comisión de Desafíos y Perspectivas de la Ingeniería Chilena, Subcomisión Tecnología.

Objetivo de la Comisión de Innovación y Desarrollo

En virtud de lo expresado, y teniendo presente el contexto en el que se encuentra la innovación en el país, el objetivo principal para esta Comisión fue entregar una visión integradora de ella, razón por la cual este informe puede ser apreciado como un compendio de temas que fueron considerados los más relevantes en materia de innovación en una época determinada, fines de 2008, y que puede ser de extraordinaria utilidad para quienes se inician en la materia. Desde esta perspectiva, podría no constituir un aporte o novedad para quienes están interiorizados en la temática o que su trabajo se relacione directamente con la innovación.

De esta forma, se ha establecido un marco de referencia identificando a los principales agentes involucrados en el proceso de innovación, definiendo sus roles, indicando las condiciones que posibilitan que se desencadene, reconociendo los obstáculos y barreras para que ésta ocurra, para finalizar elaborando propuestas y acciones específicas que permitirán fomentar su desarrollo en el país.

A su vez, debe dejarse constancia que en este documento han sido mencionadas materias como: propuesta de diseño de institucionalidad del sistema nacional de innovación, análisis del impacto que puede tener en las empresas e instituciones el aporte que pueden realizar los académicos, rol futuro de los Centros Tecnológicos y su permanencia en el tiempo, investigación e innovación en salud y educación, relevancia de las “nuevas empresas” innovadoras en el desarrollo económico y, la importancia de disponer de la información científica y tecnológica nacional además de cómo poder acceder a la información internacional. Sin embargo, no se realizó un análisis en profundidad de ellas, por considerarse que por su importancia deberían ser objeto de un estudio más acabado en otras instancias, como por ejemplo una nueva comisión de estudio del Instituto.

El concepto de innovación

Hoy en día existe un consenso bastante generalizado de que innovación significa crear valor mediante la introducción en el mercado y/o uso por parte de alguno de sus agentes, de nuevos bienes, servicios, procesos productivos, sistemas de gestión o formas de organización.

No es una condición necesaria que la innovación sea un invento original. Por otra parte, los inventos o nuevos conocimientos no constituyen una innovación si no se logra introducirlos en el mercado o no son aplicados con éxito por algún agente.

La innovación normalmente requiere de investigación y desarrollo, pero no toda investigación culmina o tiene como propósito servir a una innovación, por lo que éstas se encuentran fuera del alcance de este documento. No obstante, es pertinente considerar aquellas que son demandadas por usuarios que le asignan valor y la financian, como el Estado a través de instituciones ad-hoc o fundaciones constituidas por particulares, que ven un beneficio de largo plazo en los resultados previsibles de algunas investigaciones o simplemente valoran el conocimiento que ellas puedan generar.

En resumen, la condición esencial de una innovación es que agregue valor, y que éste sea apreciado por alguien que está dispuesto a financiarlo.

La experiencia nacional

La industria exportadora nacional, que ha sido el motor del crecimiento económico del país en los últimos años, ha tenido que realizar innovaciones para tener éxito; no obstante, hay muchas actividades económicas y sociales que no han innovado, y los éxitos de alto impacto son escasos debido a que la innovación no constituye una componente importante de nuestra cultura.

No disponemos de un catastro de innovaciones en Chile o encuestas realizadas sobre la materia, por lo que muchas apreciaciones personales o colectivas de orden general pueden estar equivocadas, no obstante éstas parecieran responder a una realidad. Por ejemplo, existe la percepción de que la minería y la industria del papel y de la celulosa, que son los dos sectores económicos más gravitantes en el desarrollo del país en las últimas dos décadas, han generado poca tecnología propia, más bien ésta ha sido aportada por proveedores de equipos o por las empresas de ingeniería extranjeras y han innovado en hacer sus procesos más eficientes con calidades que les permiten competir en un mundo globalizado.

La experiencia de los países desarrollados

Al analizar las experiencias de algunos países tales como Finlandia, Nueva Zelanda e Irlanda, que han tenido éxito al utilizar la innovación como estrategia de desarrollo, pueden sacarse algunas conclusiones importantes para Chile. Estos países se han destacado por tener en los últimos años altas tasas de crecimiento, o por haber modificado su estructura productiva utilizando la innovación como motor de crecimiento.

Existen diversos factores que explican el desempeño económico de estas naciones, destacándose los siguientes elementos comunes: Pragmatismo en las políticas de desarrollo, donde se combinan políticas e instrumentos transversales con medidas dirigidas a sectores específicos. Involucramiento del Estado y del sector productivo en el financiamiento y la ejecución de la infraestructura de apoyo y, en muchos casos el Estado participa en la propiedad de empresas productivas, ya sea en forma permanente o transitoria (capital semilla o de riesgo). Participación activa del sector de investigación y desarrollo (universidades, institutos tecnológicos y empresas de ingeniería). Acuerdos y contratos que facilitan la participación cooperativa de todos estos agentes. Análisis y debate de las experiencias exitosas y de los fracasos, en foros y encuentros en el ámbito gremial, profesional y/o científico.

Según la experiencia de los países indicados anteriormente, los cambios que se necesitan implementar no se logran a través de decisiones unilaterales de políticas públicas,

sino que son el fruto de acuerdos en los que se aúnan las voluntades de los agentes relevantes de la sociedad: gobierno, empresas, trabajadores, científicos y educadores, entre otros.

Diagnóstico

En el último Índice de Competitividad Global publicado por el FEM, nuestro país ocupó el lugar 28 de un grupo de 134 países. Si bien la posición de nuestro país es relevante en el contexto mundial, al analizar los doce factores que componen este índice se puede apreciar que Chile está bien evaluado en el manejo macroeconómico, en su eficiencia del mercado laboral y de bienes, en la sofisticación de su mercado financiero, en su infraestructura, en el ambiente para el desarrollo de negocios y sus Instituciones. Pero no está bien evaluado en educación superior y capacitación, en innovación y en salud y educación primaria, estando por debajo de lo que le correspondería según su nivel de ingreso.

Otro indicador que se puede utilizar para evaluar la situación en la que se encuentra nuestro país, es el Índice de Adelanto Tecnológico (IAT), del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), medida que refleja cómo los países están creando y difundiendo tecnología y fomentando una base de aptitudes humanas en relación con las nuevas tecnologías. El IAT mide los logros, los esfuerzos o las contribuciones, a partir de la información referida a cada país en cuatro aspectos: creación de tecnología, difusión de innovaciones recientes, difusión de innovaciones anteriores y aptitudes humanas. El IAT no permite precisar qué país lidera el desarrollo de la tecnología en el mundo, sino que más bien determina en qué medida participa el país en su conjunto en la creación y uso de la tecnología. Según este índice, Chile está catalogado en el grupo de líderes potenciales. En este grupo, nuestro país ocupa el último lugar. La posición de Chile en este ranking se debe principalmente al bajo nivel de creación de tecnología, medida ésta por el número de patentes concedidas y el ingreso percibido por concepto de royalties, al bajo gasto en investigación y desarrollo en relación al PIB, tanto el realizado por las empresas como el total, y al bajo número de científicos e ingenieros realizando labores de I y D.

Un tercer indicador relevante es el Índice Gini. Éste es un coeficiente comprendido entre 0 y 100, que es usado para medir la concentración del ingreso de las personas en un país. Cuanto más próximo a cien sea el Índice Gini, mayor será la concentración del ingreso; cuanto más próximo a cero, más equitativa es la distribución del ingreso en ese país. Si bien este indicador no establece una relación directa causa-efecto entre concentración del ingreso y competitividad, sí nos permite compararnos con aquellos países que vemos como modelo a seguir. Chile tiene un Índice Gini de 54,9, en tanto que los diez países más desarrollados tienen para este coeficiente valores comprendidos entre 23 y 45. Los países que han logrado un rápido desarrollo económico utilizando para ello la innovación, y que son aquellos con los cuales acostumbramos compararnos, tienen valores para ese indicador que están comprendidos entre 26 y 42,5.

En Chile, el gasto en investigación y desarrollo es de 0,7% del PIB (2005), siendo esta cifra mucho menor que la del promedio de los países de la OECD. Estados Unidos gasta 2,7% del PIB, la Unión Europea 1,8% y Japón 3,1%. No obstante es posible que en Chile éste sea mayor, debido a que mucho gasto en I+D no se contabiliza como tal. Si bien la representatividad de este índice como indicador de la capacidad de innovación de un país es discutible, ya que lo importante no es el gasto sino más bien los resultados obtenidos, es el indicador más aceptado al realizar estudios comparativos.

El desafío

Los Tratados de Libre Comercio, los acuerdos de asociación y de complementación celebrados en los últimos 15 años, han abierto a las empresas nacionales la oportunidad de acceder a nuevos mercados para los bienes y servicios que es capaz de producir, así como han suministrado a los consumidores y empresas locales la posibilidad de adquirirlos en condiciones más favorables. Con la globalización han surgido nuevos competidores, incluso en sectores donde nuestro país ya estaba consolidado o tenía claras ventajas competitivas.

Chile tiene hoy en día un Producto Interno Bruto (PIB) *per cápita* de US\$ 14.673 ppp, similar al que tienen: Malasia, Letonia, Lituania y Estonia. Un desafío que se ha propuesto el Gobierno es llegar a tener, en un plazo de 15 años, un PIB *per cápita* de US\$ 24.000 ppp, de modo de tener al término de este período, un PIB *per cápita* similar al que tienen actualmente países tales como Corea, Eslovenia, Nueva Zelanda y España.

¿Es posible alcanzar el desafío y el desarrollo explotando y exportando sus productos primarios?

Entre 1990 y 2005, Chile duplicó su ingreso *per cápita* de US\$ 6.000 ppp, a US\$ 12.500 ppp, siguiendo para ello con la estrategia de crecimiento basada en una economía abierta. En este período, Chile continuó el desarrollo del sector exportador aprovechando sus ventajas competitivas en recursos naturales.

La experiencia de otros países con una base productiva y exportadora similar, indica que éstos lograron el desarrollo fortaleciendo y extendiendo sus ventajas competitivas mediante la incorporación en sus exportaciones de innovación. Más de la mitad de las diferencias del nivel y crecimiento del ingreso *per cápita* entre países se explican por diferencias en la Productividad Total de los Factores y “el cambio tecnológico es la principal fuente de crecimiento de la productividad en el largo plazo”. Larraín [14].

Condiciones para el desencadenamiento de la innovación

El desencadenamiento de la innovación requiere de un conjunto de condiciones, entre las cuales se distinguen: una macroeconomía sana y estable, una economía abierta y competitiva y una institucionalidad favorable a los negocios asociada a la existencia de un régimen institucional y de incentivos económicos claros, coherentes y estables, un nivel adecuado de inversión en investigación y desarrollo e incentivos focalizados en la innovación en aquellas áreas y/o actividades en las que el país pueda mantener o generar una mayor competitividad.

Los agentes principales que intervienen en el proceso de innovación

El Estado tiene diferentes roles en el proceso de innovación. Debe tener definidas Estrategias, Políticas y Prioridades. El Gobierno, por otra parte, debe corregir las imperfecciones que se producen en el mercado y que justifican su intervención.

El Sistema Educacional debe formar los recursos humanos que se requieren para las diferentes iniciativas de innovación que se definan, fortaleciendo las capacidades para innovar.

Las Universidades y Centros Tecnológicos deben emprender investigaciones de calidad que sean pertinentes y que permitan desarrollar el potencial científico-tecnológico nacional, la competitividad del sector productivo y la modernización de la institucionalidad, todo ello en conjunto con las empresas, orientado a mejorar la capacidad innovativa.

La Empresa es el lugar en que debe tener lugar la innovación, sea para la producción de bienes o de servicios.

Sobre la base de los principales agentes que participan en el proceso de innovación, la Comisión desarrolló cinco perspectivas para su análisis: las barreras al desencadenamiento de la innovación, la participación del Estado en la innovación, el capital humano para la innovación, la innovación en la empresa y la relación Universidad-Empresa. Éstas se resumen en los párrafos siguientes.

Barreras al desencadenamiento de la innovación

Si bien existe un alto grado de consenso en la sociedad de la importancia y relevancia que tiene la innovación para el desarrollo del país, quienes desean innovar deben vencer al menos dos tipos de barreras para poder cumplir con su objetivo. La primera corresponde a las barreras psicológicas, la segunda a las barreras financieras.

Entre las primeras, la resistencia a la innovación en nuestro país es una situación cuya realidad se manifiesta para quienquiera haya intentado introducir una creación original en una empresa o institución. También encontramos la aversión al riesgo, que es el rechazo a aceptar la posibilidad de fracasar al proponer o adoptar una decisión, no obstante que las posibilidades de tener éxito sean mayores.

Las segundas se refieren a las barreras financieras. El mayor riesgo de fracaso asociado a un proyecto de innovación surge al momento de iniciar la búsqueda de opciones para su financiamiento. En los países desarrollados se han gestado los fondos de capital de riesgo que, junto a los inversionistas Ángeles, han constituido una respuesta alentadora para dichos proyectos.

Participación del Estado en la innovación

Al Estado es posible reconocerle diferentes roles en el proceso de innovación. Por una parte, el de definir y poner en práctica políticas, programas e incentivos y subsidios que tengan por finalidad superar las fallas propias del mercado, además de definir acciones para evitar las fallas que le sean imputables. Por otra parte, en algunos casos el Estado asume un rol de **cliente**, cuando requiere comprar al sector privado, y el rol de **empresario**, cuando invierte directamente en aquellas áreas en que los privados no lo harían debido al nivel de inversión requerido o al riesgo asociado. Adicionalmente, el Estado tiene un rol **fiscalizador** de carácter jurídico, contable y financiero, que se ejerce por el gobierno respectivo al controlar que sus diferentes órganos actúen dentro del ámbito de sus atribuciones y que sus acciones estén sujetas a los procedimientos que contempla la ley, como también fiscaliza empresas e instituciones constituidas en el ámbito del derecho privado.

En el cuerpo principal del presente documento se describen con mayor detalle los aspectos en que la participación del Estado es determinante en el proceso de innovación. Entre éstos se analizan: los subsidios que los gobiernos deben proveer para contrarrestar las externalidades que enfrentan los innovadores, como son la apropiación del conocimiento, las fallas de información que ocurren en el proceso, la intangibilidad de los activos, las fallas de red, el largo plazo inherente a la innovación, la infraestructura requerida, las fallas del Estado en el proceso de innovación, como la inconsistencia dinámica, el problema de principal y agente y la captura del Estado por parte de grupos de interés. Además se analizan los tipos de acción del Estado en el sistema de innovación, tales como las políticas públicas para la innovación y para la educación y su participación en los mercados como cliente y como productor de bienes y servicios.

Capital humano para la innovación

Para que se dé el proceso de innovación, es necesario que exista una "cultura innovadora" en la Empresa, que es el resultado de un proceso educativo y de capacitación de sus integrantes en todos los niveles.

El sistema educacional actual no tiene, sin embargo, una orientación definida al estímulo de la creatividad y la innovación. Esto se analiza en el documento examinando la cobertura y calidad de la educación en el nivel primario, secundario y terciario, el gasto público en educación y el nivel educativo de la fuerza laboral.

La innovación en la empresa

La empresa es el agente principal para materializar la innovación. Las empresas chilenas, en general, no se han caracterizado por ser innovadoras ni por invertir en innovación. Es necesario realizar cambios al interior de ellas, lo que se ha examinado analizando los siguientes aspectos: las empresas y la globalización, la innovación en las empresas, incentivo al desarrollo de la innovación, la gestión de las personas creativas, el ambiente propicio para la innovación y cómo desencadenar el espíritu innovador.

La relación Universidad-Empresa, el vínculo faltante

La universidad tiene un rol relevante en el cultivo de la ciencia y en contribuir a la creación de nuevo conocimiento. La empresa requiere de este conocimiento para desarrollar nuevos productos y procesos. Si bien existen algunos casos aislados de colaboración Universidad-Empresa, en general se aprecia una disociación entre la labor de investigación que realizan las universidades y los requerimientos de nuevos conocimientos por los sectores productivos. En relación a este tema se analizan en este informe los siguientes aspectos: la universidad y la empresa en el contexto de la innovación, la innovación en las empresas, el apoyo del Estado, diagnóstico de la vinculación actual, vínculo académicos empresa, vínculo alumnos empresa, iniciativas de vinculación pasadas y actuales, una red de información Universidad-Empresa, y un posible modelo de vinculación.

Propuestas y acciones específicas

En el desarrollo del presente trabajo, hemos constatado las carencias y dificultades que enfrenta en Chile cualquier innovación. De ahí que, el Instituto de Ingenieros de Chile, aparte de integrar en un documento lo que considera necesario conocer en general de innovación, se ha planteado el desafío de hacer **propuestas** y definir lo que estima son **acciones específicas** a emprender para materializar cada una de ellas. Algunas de éstas podrían haber sido mencionadas o analizadas en otros informes, por lo que podrán ser coincidentes con las que se expondrán de manera extensa al final de este documento; sin embargo otras resultan ser originales, debiendo tenerse presente siempre que la visión desde la que todas ellas son presentadas, obedece al intento de lograr en esta publicación una perspectiva integradora en materia de innovación.

Cabe señalar que las propuestas y acciones específicas expuestas en el presente documento y desarrolladas en extenso en el capítulo final pueden no tener identificado un ejecutor y por ello podrían ser vistas como declaraciones de buenas intenciones. La Comisión consideró que la identificación de los ejecutores para estas propuestas y la forma de llevar a cabo las acciones específicas indicadas deben ser tarea de los diferentes agentes involucrados en el proceso de innovación.

SÍNTESIS DE PROPUESTAS Y ACCIONES ESPECÍFICAS EN MATERIA DE INNOVACIÓN

Las Propuestas y Acciones Específicas se presentan en toda su extensión en el Capítulo 9.

I. PROPUESTAS PARA CREAR UNA INSTITUCIONALIDAD

Establecer una institucionalidad moderna e independiente del Gobierno que defina políticas de mediano y largo plazo, consensuadas entre los diferentes agentes involucrados en el proceso y cuyos resultados sean evaluados en el tiempo.

- Concretar el establecimiento de una institucionalidad que oriente el quehacer y los recursos del Estado en los ámbitos de innovación y que garantice la coherencia de las políticas públicas en el mediano y largo plazo.
- Establecer un acuerdo y compromiso nacional que involucre y aúne las voluntades de los diversos agentes que deben contribuir a este esfuerzo.
- Perfeccionar las políticas públicas orientadas a proteger la propiedad intelectual e industrial generada en el país y en el extranjero.
- Exigir que las agencias y/o programas que reciban recursos estatales destinados al proceso innovador presenten proyectos y programas con objetivos cuantificables, evaluables ex-post y cuyos resultados sean de conocimiento público.

Aumentar el gasto público en innovación y establecer los incentivos necesarios para que las empresas incrementen significativamente su inversión en ella.

- Aumentar el financiamiento público y privado en actividades de innovación hasta que cada uno de ellos llegue al menos al 1,2% del PIB.
- Incrementar los fondos para centros de excelencia, para investigación científica y tecnológica, formación de profesionales y académicos, estableciendo alianzas entre las universidades y las empresas, asegurando su financiamiento basal.

Focalizar el incentivo en la innovación en aquellas áreas y/o actividades estratégicas o en las que el país tiene o puede llegar a tener ventajas comparativas.

- Focalizar el fomento a la investigación y desarrollo en investigación básica y/o aplicada, en áreas definidas como prioritarias para el desarrollo del país.
- Incentivar la generación de conocimiento relevante, estimulando a las instituciones competentes en aquellos sectores vinculados a los "clusters" productivos donde Chile tenga ventajas comparativas.

II. PROPUESTAS PARA LEVANTAR LAS BARRERAS A LA INNOVACIÓN

Incentivar el cambio en la percepción del riesgo asociado a la innovación y disminuir la aversión al riesgo facilitando el desencadenamiento del espíritu promotor.

Estado

- Incentivar con acciones concretas el cambio en la percepción del riesgo asociado a la innovación en empresas, sistema educacional y la sociedad en general.
- Implementar acciones para disminuir el castigo social al fracaso empresarial, estableciendo prácticas que no discriminen a quienes hayan sufrido dichas experiencias.

Sistema Educacional, Universidades y Centros Tecnológicos

- El Sistema Educacional debe desarrollar en los alumnos la capacidad de enfrentar riesgos, entenderlos, calibrarlos, neutralizarlos o mitigarlos.

Empresa

- La Empresa debe enseñar a sus profesionales a gestionar estos proyectos, a manejar el riesgo, enfrentar el fracaso, a formar equipos, a incentivar la iniciativa e inventiva del personal.
- Estimular activa y sistemáticamente la cultura innovativa a través de las instituciones que agrupan a los sectores productivos, a los profesionales, técnicos y académicos de distintas especialidades.
- Difundir, a través de las asociaciones gremiales de productores, las buenas prácticas en innovación.

Mejorar el sistema actual de financiamiento de proyectos de innovación incentivando el desarrollo de un mercado de capitales de riesgo y el uso de modernas metodologías en su evaluación.

Estado

- Asignar y administrar eficientemente los subsidios estatales a la innovación, no sólo en términos de apoyar aquellos proyectos que aportan una mayor rentabilidad social, sino que facilitando la tramitación de dichos subsidios.
- Fortalecer los apoyos técnicos, económicos y comerciales a la innovación que el Estado u otras instituciones pueden proveer directa o indirectamente a través de diversas redes que pueden ser organizadas, promovidas o financiadas por el Estado.
- Fomentar el desarrollo de instituciones, dedicadas a la administración de capital de riesgo, que motiven a los innovadores a financiarse a través de ellas y cautelar que éstas no inhiban el esfuerzo de los innovadores ni capturen sus ideas o emprendimientos.

Empresa

- Desarrollar y utilizar mecanismos de financiamiento de proyectos de innovación, que consideren no sólo la historia pasada de la organización que está desarrollando el proyecto, sino que además, las competencias de quienes lo están ejecutando y los méritos propios de éste.
- Desarrollar metodologías que contemplen opciones para la entidad aportante a la vez que desarrollar metodologías para evaluar proyectos de innovación e implementar sistemas de opciones para financiar y negociar este tipo de proyectos.
- Desarrollar mecanismos financieros innovadores. Deben realizarse, aún, las modificaciones que sean necesarias a la Ley de Mercado de Capitales con el fin de promover operaciones asociadas a un mayor riesgo.

III. EN EL ÁMBITO DE LA PARTICIPACIÓN DEL ESTADO

Tomar un rol aún más activo en el proceso de innovación asumiendo en plenitud su rol de cliente y socio.

- El Estado, como agente comprador, debe definir especificaciones de los productos y servicios que requiere, alentando la competencia e incentivando la incorporación por parte de sus proveedores de innovación en ellos.
- El Estado debe asumir un rol de inversionista en aquellos casos en que los privados no lo harían debido al volumen de la inversión, al riesgo de ella, o a que el valor social no es sostenible en forma privada.

Establecer los incentivos adecuados y fortalecer el desarrollo de redes y alianzas entre los diferentes agentes del sistema nacional de innovación y proveer acceso a información.

- Establecer un sistema de incentivos adecuados para promover la innovación en la empresa.
- Articular, orientar y coordinar a los agentes dentro del sistema y redes de innovación.
- Proporcionar información. El Estado debe procurar la disminución de asimetrías de información, permitiendo que sea accesible a un costo razonable a un conjunto más amplio de agentes.

IV. EN EL ÁMBITO DE LA FORMACIÓN DE CAPITAL HUMANO

Mejorar la calidad de la educación y asegurar que se disponga a futuro de los recursos humanos requeridos en cantidad y calidad para asumir el desafío de la innovación.

En la educación primaria y secundaria

- Ampliar la cobertura de la educación preescolar en el tramo crítico de 1 a 5 años de edad, corrigiendo así la desigualdad de oportunidades.
- Mejorar la preparación de los profesores, especialmente en áreas de ciencias y matemáticas.
- Establecer un sistema de licencia para ejercer para el profesorado al egresar de sus estudios, acompañado de evaluaciones posteriores periódicas de desempeño.

En la educación terciaria

- Establecer los instrumentos e incentivos para facilitar el acceso y las oportunidades en la educación terciaria.
- Aumentar la masa crítica de profesionales y técnicos que dominen el idioma inglés.
- Consolidar el sistema de acreditación de universidades y carreras y subsanar la carencia de un sistema de licencias para ejercer.
- Modificar las mallas curriculares de las carreras de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, orientándolas hacia la formación de profesionales creativos, innovadores y emprendedores, cuyas competencias estén alineadas con aquellas que se visualizan serán requeridas a futuro.
- Importar talento traído del extranjero, tanto a nivel de Universidades e Institutos como de Empresas.
- Fomentar estudios de postgrados en el extranjero, con una clara vinculación con las necesidades de las Empresas.

En la educación laboral

- Establecer un sistema de educación continua para, por la vía de clubes, redes y actividades, ir capacitando y entrenando a los profesionales a lo largo de su carrera.

V. EN EL ÁMBITO DE LA EMPRESA

Estimular la incorporación permanente de la innovación en las empresas, con el apoyo de la alta dirección y el involucramiento de todos los niveles de la organización.

- Crear un ambiente propicio para el desarrollo de las ideas al interior de la empresa, desarrollando una disciplina de la innovación.
- Incentivar en las empresas la transferencia, adopción y/o adaptación de tecnología y buscar plataformas para la transformación de ésta en productos finales.
- Establecer redes de I+D que faciliten el desarrollo de soluciones y que permitan y faciliten la salida de ellas al mercado de productos.
- Desarrollar productos y servicios distintos y ajustar las estrategias y prácticas individuales como empresas en un mercado global.
- Incentivar fuertemente el respeto y valoración de la propiedad intelectual propia y externa.

VI. EN EL ÁMBITO DE LA RELACIÓN UNIVERSIDAD-EMPRESA

Establecer canales de comunicación e instancias de vinculación que permitan que las empresas estén permanentemente informadas de las capacidades que tienen las universidades y que éstas, a su vez, conozcan las necesidades de aquellas.

- Financiar iniciativas del tipo “open house” por parte de empresas hacia las universidades, y viceversa.
- Establecer como requisito de desarrollo de la carrera de los académicos la realización de pasantías en empresas por periodos de 6 a 12 meses.
- Incrementar el número de académicos que realizan tareas de investigación aplicada en empresas.
- Diseñar e implementar un portal Universidad-Empresa, permitiendo información dinámica a ambos sectores y permitiendo la difusión a las empresas de los proyectos exitosos que la universidad ha concretado.

Establecer puentes entre la universidad, los institutos tecnológicos y las empresas, de modo que los resultados de las investigaciones realizadas en éstas estén protegidos y puedan ser comercializados.

- Proteger la propiedad intelectual e industrial de las investigaciones realizadas en universidades e institutos tecnológicos, orientándose éstas a la obtención de patentes que luego se procure licenciar.
- Incentivar el desarrollo de centros tecnológicos privados, que permanentemente estén buscando nuevas ideas y oportunidades para transformarlas en innovación y que generen empresas que desarrollen la tecnología.
- Financiar la creación de parques tecnológicos estableciendo puentes físicos entre el sector productivo y el académico.
- Promover e incentivar el desarrollo de PyMEs tecnológicas, relacionadas con los clusters existentes en el país que presten servicios a las empresas “madres”.

Orientar la investigación y desarrollo realizado en las universidades y centros de Investigación, a satisfacer las necesidades de las empresas estableciendo para ello los incentivos adecuados.

- Incorporar otras mediciones para el desempeño de los académicos, más allá de la publicación de artículos en revistas internacionales indexadas y que dediquen parte de su tiempo en resolver los problemas reales que enfrenta el sector productivo.
- Orientar la investigación y desarrollo de nuevos materiales, productos, procesos y servicios a las necesidades de los clusters exportadores de *commodities*: minero, acuícola, maderero y agroindustrial.
- Facilitar la contratación de académicos y profesionales extranjeros con experiencia probada en innovación.

PREÁMBULO

El Instituto de Ingenieros de Chile, como es su tradición, constituye grupos de estudio para abordar temas de interés nacional con el fin de enriquecer su análisis y debate. En esta oportunidad decidió abordar el tema de la innovación por el rol que tiene en el ejercicio profesional de la ingeniería y su gran importancia para el futuro del país.

En estos últimos años el Gobierno ha puesto de relieve la importancia de la innovación en el desarrollo de Chile, creando el Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad, definiendo mecanismos de financiamiento de la innovación e implementando un conjunto de iniciativas para impulsar la innovación a través de la Corporación de Fomento de la Producción (Corfo), permitiendo con ello generar las bases para que esta actividad adquiriera el rol necesario.

Previo a la constitución de esta Comisión, el Instituto de Ingenieros de Chile abordó algunos aspectos de la innovación en otras Comisiones; fue así como en 1996, en la **Comisión de Creatividad, Conocimiento y Competitividad**, [1] que tuvo por objetivo elaborar una propuesta en torno a la incidencia de los temas educativos, científicos y tecnológicos en la competitividad internacional del país, se mencionaba la necesidad de “incorporar mayor creatividad y conocimiento a nuestra producción, y ello requerirá de esfuerzos radicalmente distintos en el campo de la educación, la ciencia y la tecnología”, para no poner en riesgo la sustentabilidad de largo plazo de las tasas de crecimiento y empleo.

También esta Comisión se refirió a la necesidad de invertir en educación, invertir en absorber el conocimiento existente fuera del país, en generar una industria de la educación, un aparato científico, y un contingente de empresas que innoven de manera sistemática que sea a lo menos diez veces mayor al que se tenía.

Entre los aportes que se hacen en el informe a esa época, se encuentran, entre varias otras, cuatro propuestas en el ámbito de la innovación:

- Urge profundizar los incipientes programas de modernización del Sector Público;
- Hay que perfeccionar los instrumentos públicos de fomento a la competitividad;
- Necesitamos un mayor rol para el Sector Privado en el fomento a la innovación y la competitividad; y
- Debemos acercar más la infraestructura tecnológica a la producción.

En el año 2001, la **Comisión de Desafíos y Perspectivas de la Ingeniería Chilena** [2], entre varios temas analizados, abordó la relación entre Ingeniería y Tecnología. acerca de la cual señaló: “Los factores que en el pasado fueron significativos para el crecimiento del país, tales como: mano de obra y recursos naturales de bajo costo, perderán en el futuro relevancia en comparación a otros factores, tales como el desarrollo tecnológico, que al permitir la creación de ventajas competitivas más duraderas y significativas se transformará en un pilar estratégico de desarrollo”, motivo por el cual propuso como desafío para la Ingeniería: “Incrementar fuertemente la capacidad de innovación, desarrollo y transferencia tecnológica con el fin de contribuir significativamente a un rápido progreso de Chile”.

Comisión de Innovación y Desarrollo

Teniendo presente la situación en la que se encuentra Chile en materia de innovación, el objetivo principal para esta Comisión fue entregar una visión integradora de ella, razón por la cual este informe puede ser apreciado como un compendio de temas que fueron considerados los más relevantes en materia de innovación en una época determinada, fines de 2008, y que puede ser de extraordinaria utilidad para quienes se inician en la materia. Desde esta perspectiva, podría no constituir un aporte o novedad para quienes están interiorizados en la temática o que su trabajo se relacione directamente con la innovación.

De esta forma, se ha establecido un marco de referencia identificando a los principales agentes involucrados en el proceso de innovación, como son el Estado, la empresa, la formación educacional, las universidades y centros de investigación, definiendo sus roles, indicando las condiciones bajo las cuales es posible que ésta se desencadene, reconociendo los obstáculos y barreras que impiden que ésta ocurra, para finalizar elaborando propuestas y acciones específicas que permitirán fomentar su desarrollo en el país.

A su vez, la Comisión estima necesario señalar que, si bien los siguientes aspectos han sido mencionados en el documento, se debe reconocer que no se hizo un análisis más acabado de ellos por considerar que, por su relevancia, debían ser desarrollados en forma más extensa en alguna otra instancia, como podría ser una nueva comisión de estudio del Instituto, que los tratara con la profundidad que ellos requieren. Éstos son: Propuesta de diseño de institucionalidad del sistema nacional de innovación; Análisis del impacto que puede tener en las empresas e instituciones el aporte que pueden realizar los académicos; Rol futuro de los Centros Tecnológicos y su permanencia en el tiempo; Investigación e innovación en salud y educación; Relevancia de las “nuevas empresas” innovadoras en el desarrollo económico, e Importancia de disponer de la Información científica y tecnológica nacional además de cómo poder acceder a la información internacional.

Las propuestas y acciones específicas expuestas en el presente documento, en general señalan lo que se debe hacer para desencadenar la innovación en los diferentes ámbitos e identificando al ejecutor de la acción. Algunas propuestas y acciones, sin embargo, al no tener identificado un ejecutor podrían ser vistas como declaraciones de buenas intenciones. La Comisión consideró que la identificación de los ejecutores para estas propuestas y la forma de llevar a cabo las acciones específicas indicadas debía ser tarea de los diferentes agentes involucrados en el proceso de innovación.

Forma de Trabajo y Reconocimiento

Considerando los diferentes ámbitos del quehacer nacional necesarios de examinar durante el desarrollo de la labor de la Comisión, se trabajó sobre la base de sesiones mensuales de un grupo estable de profesionales vinculados al tema de la innovación. En algunas oportunidades se invitó a exponer a destacadas personalidades, cuyos conocimientos y experiencia relacionados directa o indirectamente con el temario, constituyeron un aporte significativo al trabajo de la Comisión. En este contexto, los conferencistas invitados abordaron los siguientes temas:

- El vínculo universidad empresa, Andrés Weintraub P.
- El rol de la empresa privada en la innovación, Iván Vera
- El rol del Estado en la innovación, Jorge Yutronic
- Reducción del riesgo en innovación, Adolfo Gutiérrez
- Tecnología - R&D - Crecimiento, Patricio Meller
- Hacia una estrategia nacional de innovación para la competitividad, J. Miguel Benavente
- Transferencia tecnológica, transformando a Chile, rol de Fundación Chile, Marcos Kulka

- **INNOVA Chile: Un socio activo para las empresas que innovan**, Jean-Jacques Duhart
- **Innovación: requerimientos de capital humano**, José Joaquín Brunner
- **Elementos sobre el desarrollo científico en Chile: logros y desafíos**, Servet Martínez.
- **Biotecnología: de la explotación de recursos naturales a la economía del conocimiento**, Pablo Valenzuela.

En el texto final de este documento se tomaron en consideración los planteamientos de algunas de estas conferencias, además del estudio y análisis efectuado por los propios miembros de la Comisión, concretando así un informe con propuestas para incrementar la innovación como elemento clave para el desarrollo económico del país.

A los miembros de la Comisión, así como a los distinguidos expertos invitados, expresamos el especial reconocimiento del Instituto de Ingenieros de Chile por su valiosa colaboración y aportes realizados al presente estudio.

Asimismo, la Comisión redactora agradece la colaboración de los Srs. Cristián Weissmann, Máximo Quiero, Pedro Bouchon, Marcos Sepúlveda, Richard Wagner, Ricardo Garib, Luis Huerta y Rafael Benguria.

1 INNOVACIÓN: CONCEPTO, GÉNESIS, CONCRECIÓN, CADENA DE VALOR, EDUCACIÓN, ROL, FINANCIAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN

El concepto de innovación

Hoy en día existe ya un consenso bastante generalizado en que innovación es crear valor a través de la introducción de nuevos productos, servicios, procesos, métodos de gestión u organización en un mercado. No es una condición necesaria que la innovación sea un invento original. Más bien los inventos o nuevos conocimientos no son innovación si no se introducen en el mercado o son aplicados por alguien.

La génesis de la innovación

El crecimiento económico ya no es sólo función del capital y el trabajo empleados. Está demostrado que las mejoras tecnológicas explican entre un 30% y un 50% del crecimiento del valor de los productos, tecnología que se desarrolla gracias a los avances científicos y/o la creatividad y el emprendimiento de innovadores.

La concreción de la innovación

Las empresas tienen como primer objetivo sobrevivir y no perder la posición alcanzada, luego les interesa crecer y diversificarse. La innovación en ellas no sólo responde a estos objetivos, sino que, considerando la necesidad que ellas tienen de adaptarse a las condiciones cambiantes del medio en el que se desempeñan, es uno de los mejores medios para alcanzarlos.

En la empresa, las innovaciones no son sólo importantes en los productos y servicios que entrega o en los procesos para producirlos, sino que también en la forma de hacer la gestión, sea ésta de comercialización, de abastecimiento, de recursos humanos, de administración contable o financiera. Éstas no necesitan ser avances tecnológicos mayores (innovación radical), sino que pueden ser cambios en pequeña escala en métodos y procedimientos (mejoras e invenciones incrementales).

La capacidad de innovación, tanto tecnológica como organizacional, debiera ser la fuente principal de la fortaleza competitiva de las empresas, particularmente de aquellas que están en mercados muy competitivos y cambiantes, por lo que debe ser una actividad incorporada a la práctica diaria de toda la organización en todos los ámbitos, incluida su red de clientes y proveedores.

La innovación, por otra parte, es innata en los seres humanos. No se trata por tanto de enseñarla, sino que de desencadenarla [3] creando un ambiente favorable para ello, lo que implica muchas veces generar cambios culturales dentro de la organización.

La cadena de valor de la innovación

Según Raffler [4] el proceso de innovación en la empresa comienza y termina en el cliente, reconociendo tres grandes fases: invención, implementación al interior de la empresa e introducción en el mercado. Hansen, M. y Birkinshaw, J. [5] identifican también tres fases, que las llaman: generación de ideas, concreción y difusión. Por otra parte, Jaruzelsky, B y Dehoff K. [6] reconocen cuatro fases: generación de las ideas, selección de proyectos, desarrollo de proyectos y comercialización de ellos.

En este documento se considerará que el proceso de innovación está compuesto por tres fases: generación de las ideas, selección y desarrollo de los proyectos de innovación, y comercialización o implementación de ellos. Estas fases pueden ser secuenciales o puede haber un proceso iterativo entre ellas.

El valor potencial de una innovación puede ser alto. Éste, sin embargo, puede ser castigado en su fase inicial debido al riesgo tecnológico y de mercado. A medida que éste disminuye por los logros obtenidos en el desarrollo y comercialización de la innovación, su valor puede ser recuperado (Figura 1).

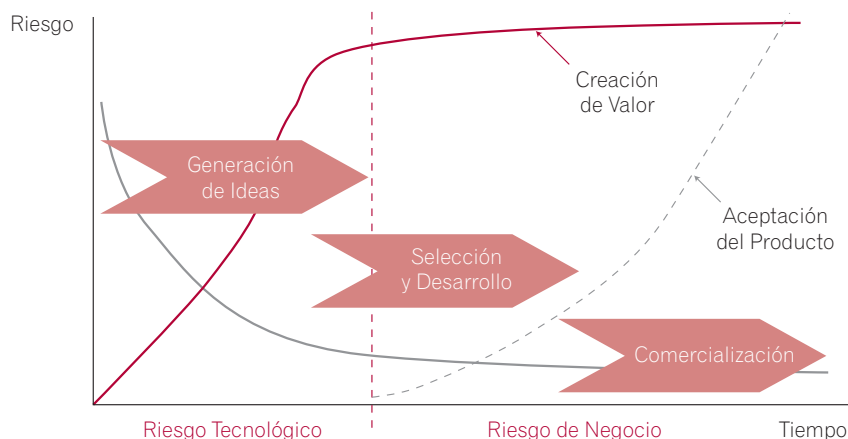


Figura 1
CADENA DE VALOR
DE LA INNOVACIÓN

Fuente: Elaboración propia.

Generación de Ideas

Esta fase comprende las acciones que se deben realizar, desde detección de nuevas ideas hasta su formulación y presentación como un proyecto de innovación. La generación de ideas en el contexto de una empresa puede producirse al interior de una unidad, en colaboración con otras unidades, o en colaboración con otros agentes fuera de la empresa, tales como: clientes, usuarios finales, competidores, universidades, emprendedores independientes, inversionistas, inventores, científicos o proveedores.

En esta fase se realizan actividades que pueden requerir investigación básica y aplicada, desarrollada con recursos propios o con el aporte de personas o instituciones externas, normalmente universidades y centros tecnológicos.

Selección y Desarrollo del Proyecto

Esta segunda fase consiste en convertir las ideas generadas en la fase anterior en productos o servicios que generen ingresos o disminuyan costos y comprende las acciones que se deben realizar desde la aprobación del proyecto hasta que éste logre su objetivo técnico, o se decida que es más conveniente terminar anticipadamente con él.

En esta fase se evalúa que el desarrollo del nuevo producto o servicio esté en sintonía con la estrategia global de la empresa, se definen las etapas de su desarrollo, se dimensionan los recursos que serán requeridos y se buscan éstos por la vía de capital semilla, capital de riesgo o recursos internos de las empresas.

Es fundamental en esta fase usar técnicas avanzadas para evaluar los proyectos recibidos de la fase anterior, disponer de procesos rigurosos para la aprobación de las decisiones de inversión y realizar una adecuada planificación y seguimiento de ellos, que permita monitorear su ejecución de modo de tomar de manera oportuna la decisión de continuar o no con él dependiendo de los resultados obtenidos en su ejecución.

Deben existir, además, reglas definidas al interior de la organización para el apoyo financiero a nuevas ideas, y un sistema de incentivos, compensaciones y beneficios para los involucrados en el proyecto. Este tema es especialmente relevante en aquellas actividades en las que el trabajo que deben realizar los empleados tiene una componente importante de creatividad y conocimiento, como es el caso, por ejemplo, de las empresas dedicadas al desarrollo de *software*.

Esta fase requiere del apoyo directo de la organización y del soporte ejecutivo que sea necesario para vencer las barreras internas y la aversión al riesgo, junto con el desarrollo de sistemas formales para gestionar nuevas ideas al interior de la empresa.

Comercialización o Implementación

Esta tercera etapa consiste en llevar el producto o servicio al mercado y adaptarlo a las necesidades de los clientes cuando se trata de una innovación que será vendida. En este caso comprende las acciones que se deben realizar desde la aprobación del prototipo hasta el lanzamiento comercial del producto o servicio y su introducción en el mercado siguiendo los planes de marketing estratégico y operacional.

En el caso de innovaciones que no se venden sino que son mejoras o cambios en los procesos de producción o gestión de la propia compañía, también será necesario hacer pruebas piloto y ensayos a escala semiindustrial para asegurar el éxito de la implementación de la innovación, la cual puede significar reducción de costos, aumentar la productividad y/o mejorar la calidad de los productos.

Educación, competencias e ingeniería para innovar

La educación para innovar

Como la innovación es el producto de los recursos humanos con que cuenta la empresa, ella está fuertemente influida por la preparación que éstos tengan, preparación que a su vez es el resultado de la educación que han recibido. Esto es válido para todos los integrantes de la empresa, tanto para sus cuadros directivos y técnicos como para el resto de los trabajadores.

Las competencias para innovar

No basta constatar la necesidad de innovar y tener la disposición de hacerlo, es necesario que la empresa tenga las competencias para innovar, ya sea contando con recursos humanos propios o especialmente contratados para “dialogar” con sus interlocutores. En este sentido juega un rol crucial la Ingeniería. La ingeniería constituye la necesaria interfase entre la investigación y su materialización. La ingeniería participa en el proceso de innovación comenzando con la fase de definiciones conceptuales y especificaciones, para luego seguir con el proyecto mismo en sus diferentes etapas dependiendo del tipo de proyecto a desarrollar, verificando que en el proceso se cumplan los criterios de diseño, plazos y costos. El proceso termina con la puesta en operación y las primeras etapas del funcionamiento, introduciendo en esta etapa los ajustes que sean necesarios para alcanzar los objetivos buscados. Se inicia así un círculo virtuoso, en el que la experiencia adquirida en la operación del emprendimiento queda radicada en los ingenieros propios y en los consultores que participaron en el proyecto. Esta experiencia enriquecedora les permite luego a éstas introducir ajustes y optimizaciones que mejoran las tecnologías en las sucesivas aplicaciones que de ellas se haga, en un proceso de fertilización cruzada.

Ingeniería para innovar

Existe en Chile en la actualidad un número importante de firmas de ingeniería, muchas de ellas con capacidades multidisciplinarias. Actualmente la AIC (Asociación de Empresas Consultoras de Ingeniería) agrupa a 66 entidades, que emplean a 7.000 personas, más de 3.000 de ellas ingenieros, constituyendo en conjunto el principal empleador de ingenieros del país.

Con sus subcontratistas habituales, los miembros de la AIC tienen una capacidad instalada que les permite realizar unas 13.000.000 de HH al año. Si se consideran las firmas no afiliadas a la AIC, entre ellas las mayores extranjeras vecindadas en el país, se llega a una capacidad total disponible de 16.500.000 HH por año, de lo que podría denominarse ingeniería de mercado, que participa directamente en los emprendimientos de las empresas. Considerando la ingeniería propia de las empresas, descontando aquellos profesionales que están en tareas de gestión propiamente tal, se llega a una cantidad estimada de 25.000.000 de HH por año, que corresponde a la ingeniería de proyecto que emplea anualmente la economía del país, en la formación de capital fijo (27000 millones de dólares en 2007), con amplia capacidad para crecer, según lo requiera la demanda, pudiendo sostenerse que existe ingeniería chilena disponible en cantidad adecuada para desempeñar su rol en el proceso de la innovación.

El rol de los ingenieros en la innovación

Los ingenieros, en sus diferentes especialidades, participan en cada una de las fases de la cadena de valor de la innovación, asumiendo en ellas un rol diferente, dependiendo del papel que juegan en el proceso, la institución en la que trabajan, o la fase de la cadena de valor en la que participan.

El rol de los ingenieros según su lugar de trabajo

Los ingenieros que trabajan para el Estado deben definir estrategias, políticas y prioridades que permitan corregir las imperfecciones que se producen en el mercado, y a la vez verificar que las políticas se apliquen. Además deben realizar los esfuerzos que sean necesarios para que los servicios públicos incorporen innovación en sus procesos.

Los ingenieros que participan en el sistema educacional primario y secundario deben velar por formar los recursos humanos que se requieren para las diferentes iniciativas de innovación que se definan, buscando incentivar la creatividad de sus alumnos y desarrollar sus inquietudes.

Los ingenieros que participan en el sistema de educación terciario, universidades y centros tecnológicos, deben focalizarse en la formación de los recursos humanos que requiere la empresa y en realizar investigación científica de alta calidad alineada con las necesidades del país.

Los ingenieros que trabajan en las empresas deben velar por incorporar la innovación en la producción de nuevos bienes o servicios.

El rol de los ingenieros según la fase de la cadena de valor en la que participan

Los ingenieros que participan en la fase de generación de ideas deben identificar las oportunidades o necesidades de innovación, las posibles soluciones a desarrollar, y el valor que éstas puedan aportar.

Los ingenieros que participan en la fase de selección y desarrollo del proyecto deben seleccionar las soluciones evaluadas en la etapa anterior que parezcan más convenientes, probar a escala piloto la alternativa seleccionada y realizar las modificaciones que sean necesarias hasta llegar a la solución que sea satisfactoria.

Los ingenieros que participan en la fase de comercialización o implementación deben, en caso de que el resultado de la fase anterior sea exitoso, escalar la solución a un tamaño industrial e introducirla en el mercado.

Financiamiento de la innovación

Las fases que componen la cadena de valor de la innovación requieren recursos que necesitan ser financiados. En su inicio éstos reciben el nombre de "**capital semilla**", y posteriormente de "**capital de riesgo**", hasta que el producto de la innovación es introducido y

aceptado por el mercado. Cuando quien innova no tiene capital propio, debe conseguirlo, proceso que puede resultar aún más difícil incluso que el desarrollo de la propia innovación, ya que se deberá convencer a terceros a que arriesguen capital en su idea.

Si en una etapa intermedia se abandona el emprendimiento, la inversión realizada, si no puede ser reutilizada con otro fin, se pierde. Estas pérdidas deben ser soportadas por la empresa y por quienes hayan aportado recursos hasta ese momento. Por el alto número de fracasos a este período se le llama "valle de la muerte". Su travesía es una condición necesaria de toda innovación. Ésta, en caso de resultar exitosa la innovación, puede ser altamente recompensada, factor que es importante para los inversionistas de capital de riesgo que toman en cuenta este efecto para rentabilizar su capital entre varios proyectos de innovación.

Caracterización de la innovación

Innovación según origen de la necesidad u oportunidad

Las ideas de innovación surgen de dos modos: empujadas por la demanda o empujadas por la oferta.

En el primer caso, la idea de la innovación surge de una necesidad u oportunidad vinculada a una demanda definida que requiere de una solución, en cuyo caso los esfuerzos están centrados en buscar tecnología en proveedores, laboratorios e institutos de investigación con el fin de encontrar quien pueda ofrecer una mejor solución. Estas innovaciones en general dan origen a otras innovaciones "incrementales", ya que a partir de ellas surgen nuevas demandas del sector productivo que requieren introducir cambios para mejorar la tecnología de base. Estas innovaciones representan entre el 80 y el 90% de las que se producen en la industria.

En el segundo caso, la idea de la innovación no responde a una demanda explícita de la sociedad o del sector productivo, sino que surge de la creatividad de un innovador, que puede ser un particular o parte de una empresa, de una universidad o de un centro de investigación tecnológica. En estos casos, la innovación crea una demanda inexistente totalmente nueva o sustituye a otra, y los esfuerzos están centrados en buscar mercado para las tecnologías que se están desarrollando, para lo cual se establecen contactos con científicos, inversionistas en capital de riesgo, emprendedores, laboratorios y centros de investigación para lograr comercializar o implementar la innovación.

Algunas de estas innovaciones son radicales o disruptivas, cuando éstas producen grandes saltos cualitativos en el desarrollo tecnológico al tratarse de una tecnología nueva que abre mercados que no existían o distintas a las existentes para el mismo mercado.

Innovación según aspecto del negocio en el que se innova

Vijay Kumar del Doblin Group [7] considera la existencia de diez tipos de innovación asociadas a las funciones de una empresa, tales como: producción, comercialización, abastecimiento, finanzas, recursos humanos y sistemas, entre otros.

Innovación según fase del Ciclo de Vida de la Maduración de Categorías

Moore [8] analiza la innovación según el lugar en el que se encuentre ésta a lo largo de su ciclo de vida. Este empieza con la adopción de la tecnología, continúa con el crecimiento en el mercado de esa tecnología hasta alcanzar un máximo para, luego de un tiempo, empezar a declinación y terminar su ciclo de vida al alcanzar la obsolescencia (Figura 2).

Moore [8] define en cada una de las fases del ciclo de vida una zona, las que denomina: zona de liderazgo del producto, zona de cercanía con el cliente, zona de excelencia operacional y zona de renovación de categoría. Cada una de estas zonas ofrece oportunidades a las empresas para innovar, basándose en el estado de maduración en que se encuentra su tecnología. Así, el incremento de valor de la empresa para los accionistas se puede lograr de diferentes formas, dependiendo de la etapa en el ciclo de maduración de la tecnología en que se encuentran sus productos (Figura 3).

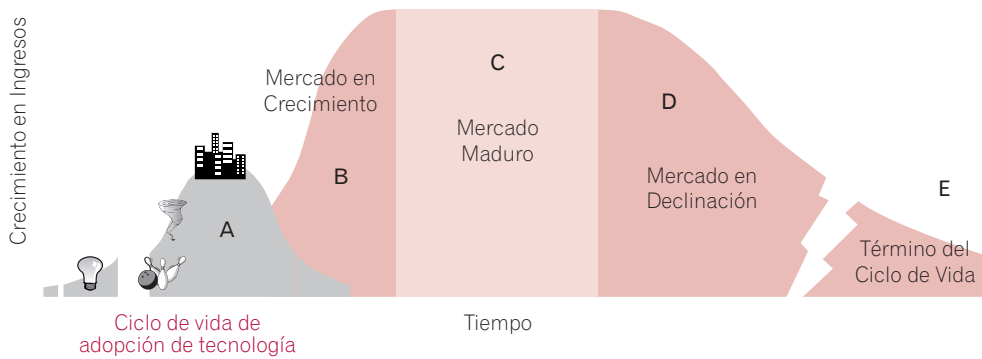


Figura 2
CICLO DE VIDA
DE LA TECNOLOGÍA

Fuente: Moore, G. [11].

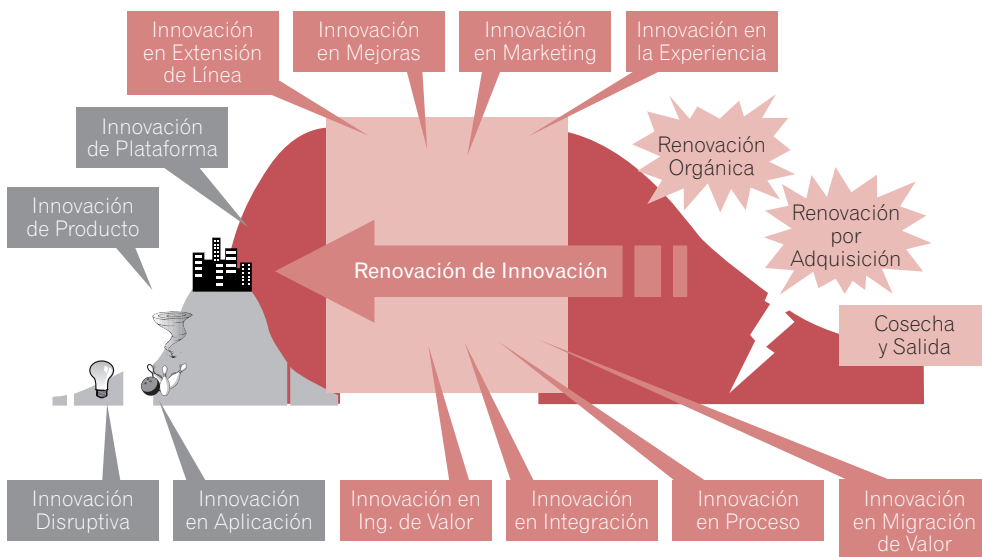


Figura 3
DIFERENTES TIPOS
DE INNOVACIÓN

Fuente: Moore, G. [8].

Las revoluciones tecnológicas

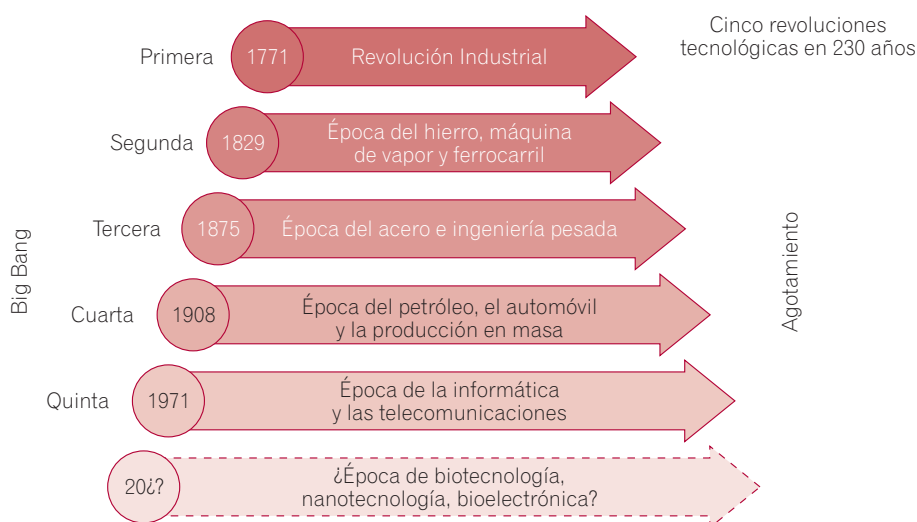
En un estudio realizado sobre las características y las condiciones bajo las cuales se desarrollan las revoluciones tecnológicas, Carlota Pérez [9] identifica, en un período de 230 años, cinco revoluciones tecnológicas.

La primera revolución se inició en Inglaterra a fines del siglo XVIII y consistió en la sustitución de mano de obra por máquinas en la industria textil. La segunda revolución fue en el año 1829 y correspondió a la época del hierro, la máquina de vapor y el ferrocarril. En el año 1875 se inició la tercera revolución, con la época del acero y de la ingeniería pesada: química, metalúrgica, eléctrica, naval y civil. En 1908 se inició la cuarta revolución con el desarrollo del modelo-T de Ford. Con el desarrollo de este automóvil se inició la revolución en la producción en serie, la que fue acompañada del acceso al consumo por parte de la población.

Desde el punto de vista del sistema económico social que impera en el mundo y en el que estamos inmersos, nos encontramos en un período crítico del fin de una fase de desarrollo basado en el paradigma de la energía y la producción en masa, que está siendo desplazado por el nuevo paradigma y sistema tecnológico de la Información y el Conocimiento (Figura 4).

Figura 4
LAS REVOLUCIONES
TECNOLÓGICAS

Fuente: Pérez, C. [9].



La cristalización de un nuevo ciclo se basa en la introducción de un cúmulo de innovaciones interrelacionadas, tanto técnicas como gerenciales y organizativas, que permitan alcanzar un nivel de productividad total superior al que es capaz el patrón tecnológico anterior.

Este período, según la visión de Carlota Pérez, es de gran turbulencia y se caracteriza por el predominio de los criterios económicos y sociopolíticos que imponen los capitales especulativos que buscan la maximización de utilidades a corto plazo, sin importar mayormente el futuro.

Este período de turbulencia trae aparejada una visión a corto plazo de la Innovación, pues en él, el costo del capital es muy alto y el ciclo de vida de los productos muy corto. Esta visión impacta también en la distribución de la riqueza entre los diferentes estratos sociales, provocando desigualdades crecientes que derivan en conflictos sociopolíticos cada vez mayores.

La experiencia de ciclos anteriores (ciclos de Kondratieff) permite a Carlota Pérez llegar a la conclusión que estos tiempos revueltos son superados para pasar a un período de desarrollo gradual y ordenado, en que predominan las visiones a largo plazo con los respectivos criterios para definir óptimos de los inversionistas que aportan capital "productivo".

En esta fase del ciclo los nuevos paradigmas tecnológicos desarrollan todo su potencial en un proceso de continuas mejoras, cuya productividad al final del período comienza a declinar inexorablemente. Es el tiempo en que se consolida un nuevo paradigma que desplaza al anterior, siguiendo el mismo proceso de destrucción constructiva. En este período se logra una mejor distribución de la riqueza entre los agentes sociales y se calman los conflictos entre ellos.

El período de turbulencia, que de acuerdo a esta visión es propia de todo proceso de desarrollo de una economía capitalista, ofrece desde el punto de la innovación grandes oportunidades, como ocurre en toda época de crisis, constituyendo un ambiente favorable que puede beneficiar a Chile si se sabe aprovechar.

La innovación en los diferentes sectores industriales

El gasto realizado por las empresas en innovación depende fundamentalmente del sector de la economía en el que éstas se desenvuelven. En aquellos mercados en los que el factor relevante de éxito es la diferenciación respecto a la competencia, como es el caso de

las empresas que compiten en el mercado de consumidores finales, como por ejemplo en productos de computación y electrónica, en productos de manufactura, en productos de salud, belleza y de cuidado personal, la innovación en los productos es fundamental para poder permanecer en el mercado; por ello, son las que realizan un mayor gasto en innovación.

En la industria de productos que son poco diferenciables, como es el caso de los *commodities* en la industria de metales o de alimentos, como también de productos químicos, combustibles, agua y energía, en que sus diferencias no constituyen el factor de éxito, la innovación es usada principalmente para reducir costos, aumentar la productividad o mejorar procesos para minimizar la contaminación. Estas industrias en general están menos expuestas a la obsolescencia de sus productos, por lo que su sustancia depende de los costos y producción más que de los cambios de mercados, por lo que comparativamente gastan menos en innovación y son más cuidadosas en introducir cambios en la línea de proceso que pudieran poner en riesgo la producción.

Lo indicado anteriormente es avalado por un estudio reciente realizado por Booz Allen Hamilton [10]. En él se muestra que las 1.000 empresas globales más innovadoras, gastaron en el año 2005 un total de US\$ 446,7 billones de dólares en investigación y desarrollo, dos tercios de este gasto fue realizado por empresas en los sectores: computación y electrónica (29%), salud (22%) e industria automotriz (17%) (Figura 5).

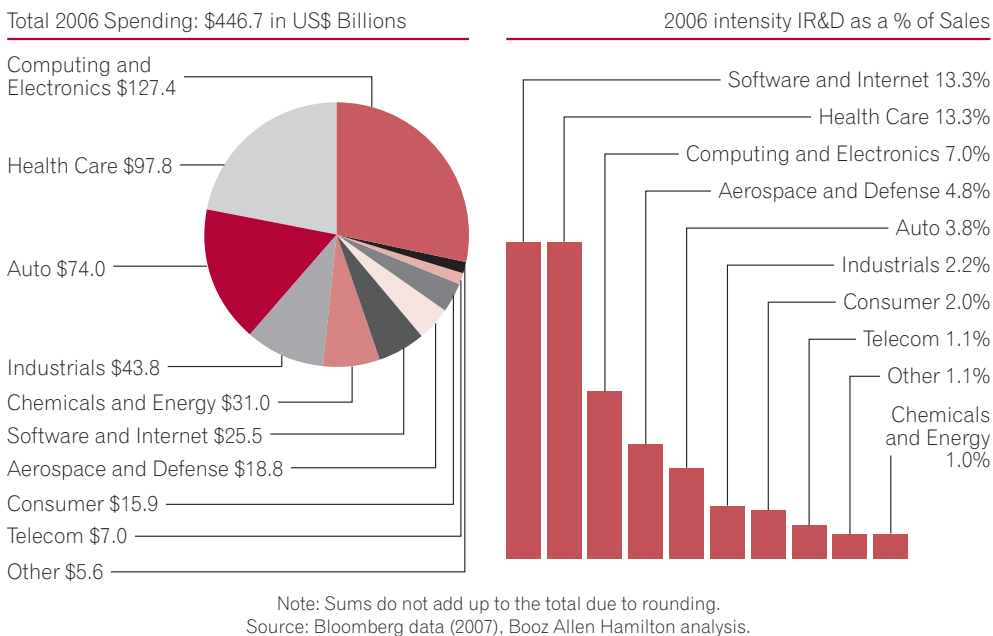


Figura 5
GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
1.000 EMPRESAS GLOBALES MÁS INNOVADORES

Fuente: Jaruzelsky, B., Dehoff, K. y Bordia R. [10].

Al analizar el gasto en investigación y desarrollo de estas mismas empresas como porcentaje de las ventas, podemos determinar la importancia que cada industria da a esta actividad. Las empresas en el área de computación y electrónica y salud fueron las que tuvieron un mayor gasto, con un promedio de 13,3%. Al otro lado de la escala, las empresas que tuvieron un menor gasto correspondieron a las del área química y energía, que gastaron un promedio de 1,0% de sus ingresos en I+D.

2

EXPERIENCIA COMPARADA, DIAGNÓSTICO, DESAFÍOS Y DESARROLLO

La experiencia nacional

La industria exportadora nacional, que ha sido el motor del crecimiento económico del país en los últimos años, en general no tiene grandes logros que mostrar en términos de desarrollos tecnológicos innovadores de alto impacto. Si bien existen algunos casos de empresas nacionales que han llegado a ser competitivas a nivel mundial, esta posición la han logrado muchas veces innovando en procesos de gestión, modelos de negocio o sistemas de distribución.

Si consideramos, por ejemplo, dos sectores económicos que han sido gravitantes en el desarrollo del país en las últimas dos décadas, como son la minería y la industria del papel y la celulosa, por la envergadura de estas industrias se esperaría que ellas generaran su propia tecnología o generaran condiciones en el entorno para que terceros desarrollen tecnologías para ellas. Podemos apreciar, sin embargo, que teniendo ambos sectores recursos financieros suficientes, han generado poca tecnología propia. Las empresas de estos sectores se han desarrollado con tecnología probada, aportada por proveedores de equipos. Estas empresas han sido buenas compradoras de nuevas tecnologías ya probadas o probadas por ellas, antes de adoptarlas en los nuevos proyectos.

No obstante lo anterior, existen algunos casos de desarrollos originales en ambos sectores. En la industria del papel y la celulosa se están realizando nuevos desarrollos en la tecnología de control de los efluentes líquidos, principalmente debido a la presión que la comunidad local ha ejercido sobre esta industria y a las exigencias realizadas por la autoridad ambiental. En el caso de la industria minera existen algunos casos de desarrollos originales en pirometalurgia, hidrometalurgia, transporte de pulpa, disposición de relaves y automatización de plantas industriales que han dado lugar a exportación de tecnología.

En el procesamiento de recursos naturales, especialmente en el caso de la industria alimentaria, sector en el que Chile se ha ganado un lugar relevante, las necesidades tecnológicas han sido satisfechas hasta ahora con un nivel tecnológico bajo. El crecimiento de las exportaciones chilenas ha superado el 8% anual, pero el nivel de tecnología asociado es bajo. Existen sí algunas excepciones, como es el caso de los avances que se han logrado en la industria del salmón, ostras y ostiones, cerdos y aves.

La experiencia en innovación de los países desarrollados

Al analizar las experiencias de algunos países tales como Finlandia, Nueva Zelanda e Irlanda [11], que han tenido éxito al utilizar la innovación como estrategia de desarrollo, pueden sacarse algunas conclusiones importantes para Chile. Estos países se han destacado por tener en los últimos años altas tasas de crecimiento, o por haber modificado su estructura productiva utilizando la innovación como motor de crecimiento.

Entre estos países, son especialmente relevantes para Chile aquellos en los que su base productiva y exportadora está dada por sus recursos naturales. Éstos, a pesar de ser exportadores de productos basados en recursos naturales, lograron además de mantener a este sector como uno de los pilares de su economía, desarrollar en torno a éstos una industria de servicios, tecnología y nuevos productos.

El Caso de Finlandia

El caso más emblemático es el de Finlandia. Este país, luego de la caída de la Unión Soviética, tuvo que enfrentar una grave crisis; para ello establecieron un gran acuerdo nacional, que buscaba utilizar la innovación como el nuevo motor de crecimiento de la economía; esto significó cambiar la política y la estructura económica de este país. Este esfuerzo se hizo a través de agencias estatales que eran coordinadas por el Ministerio de Industria y Comercio y eran dirigidas por el Science and Technology Policy Council.

Estas entidades apoyan la innovación en base a subsidios orientados a la investigación y al fomento de aquellos sectores en los que este país tiene ventajas competitivas. Estos recursos son asignados en forma coordinada con el sector privado. Las actividades e instituciones que forman parte de su sistema nacional de innovación son evaluadas periódicamente por expertos nacionales e internacionales.

El Caso de Nueva Zelanda

Otro país cuyo desarrollo ha estado vinculado a la exportación de productos basados en recursos naturales es Nueva Zelanda. Este país ha definido una estrategia de desarrollo sustentada en la innovación. Para ello, aumentó el presupuesto destinado a investigación y modificó la estructura gubernamental de apoyo a la innovación, separando las tareas de definición de política, financiamiento y provisión. En relación a esta última, la reforma buscó crear un mercado competitivo con financiamiento en base a fondos concursables con cofinanciamiento privado. Además, los proyectos seleccionados son examinados por evaluadores internacionales.

El Caso de Irlanda

Irlanda dio un gran salto en su desarrollo en un período de tiempo muy corto. Para hacer frente a una situación económica complicada, el gobierno, los trabajadores y los empresarios establecieron un acuerdo nacional llamado Social Partnership. Este acuerdo permitió implementar reformas macroeconómicas y fiscales y restringir el crecimiento de los salarios de la economía, a cambio de obtener estabilidad laboral y reducciones en los impuestos a la renta de las personas. Además, Irlanda estableció una política de subsidios y exenciones tributarias que le permitieron atraer a más de 1.000 empresas extranjeras que establecieron su base de operaciones para Europa en Irlanda. En los últimos años, Irlanda modificó su estrategia de desarrollo y centró sus esfuerzos en incrementar su capacidad de innovación. Este esfuerzo se llevó a cabo a través de la atracción de inversión extranjera en algunos sectores dedicados a la innovación y fortaleciendo el sistema nacional de innovación, creando una nueva institucionalidad dedicada a fomentar las empresas nacionales con alto potencial de crecimiento.

Existen otros países, tales como Corea, Singapur e Israel, que partieron de un nivel de desarrollo similar al de Chile y en poco tiempo fueron capaces de dar un salto tecnológico y de educación sustantivo, lo que les trajo un desarrollo acelerado.

Si bien existen diversos factores que explican el desempeño económico de estas naciones, es posible distinguir los siguientes elementos comunes:

- **Pragmatismo en las políticas de desarrollo.** En los países indicados anteriormente, se combinan políticas e instrumentos horizontales con medidas dirigidas a sectores específicos. No existen tampoco impedimentos para que el Estado participe, si es necesario, en la propiedad de las empresas productivas.
- **Involucramiento del sector privado.** El sector privado es el eje en torno al cual el Estado elabora la política tecnológica, particularmente en lo relacionado con la investigación aplicada. La participación del sector privado, tanto en el financiamiento como en la ejecución, asegura que la investigación esté alineada con los requerimientos de las empresas.
- **Acuerdos entre los diferentes agentes.** Según la experiencia de los países indicados anteriormente, los cambios que se necesitan implementar no se logran a través de de-

cisiones unilaterales de políticas públicas, sino que son más bien el fruto de acuerdos en los que se aúnan las voluntades de los agentes relevantes de la sociedad: gobierno, empresas, trabajadores, científicos y educadores, entre otros.

Diagnóstico

El Índice de Competitividad del Foro Económico Mundial

En el último Índice de Competitividad Global publicado por el Foro Económico Mundial, correspondiente al período 2008-2009, nuestro país ocupó el lugar 28. Este índice mide el desempeño de un grupo de 134 países, en relación a tres grupos de variables consideradas claves en el desarrollo económico y en la competitividad y que corresponden a Requerimientos Básicos, Eficiencia de los Mercados e Innovación.

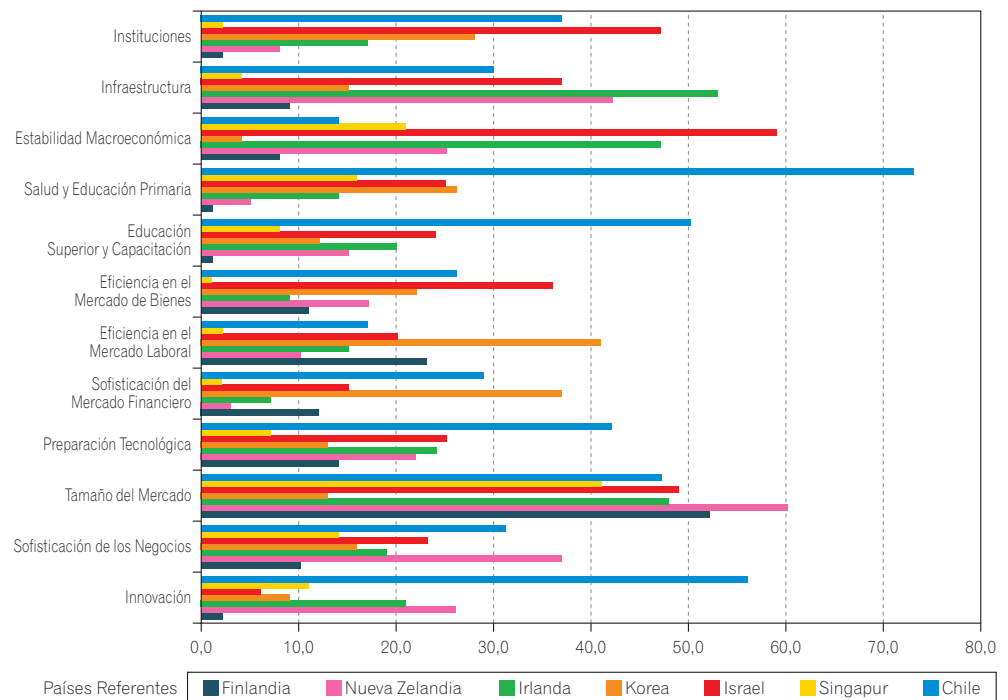
Cada uno de estos grupos está compuesto por diferentes indicadores. En el primer grupo: Requerimientos Básicos, se incluyen: Salud y Educación Primaria, Instituciones, Infraestructura y Estabilidad Macroeconómica. En el segundo grupo, Eficiencia de los Mercados, se consideran: Educación Superior y Capacitación, Tamaño del Mercado, Preparación Tecnológica, Sofisticación del Mercado Financiero, Eficiencia en el Mercado de Bienes y Eficiencia en el Mercado Laboral. En el tercer grupo, Innovación, se encuentran: Innovación y Sofisticación de los Negocios.

Si bien la posición de nuestro país es relevante en el contexto mundial, al comparar los indicadores nacionales con los de los países indicados anteriormente como referentes, podemos ver que si bien nuestro país está bien evaluado en aspectos tales como: estabilidad macroeconómica, eficiencia del mercado laboral y de bienes y sofisticación de su mercado financiero, existen otros aspectos tales como: salud y educación primaria, educación superior y capacitación e innovación en los que nuestro país está muy por debajo de los indicadores de los países considerados como referentes.

En la **Figura 6** y **Cuadro 1** se muestra la posición de Chile en los doce indicadores que usa el WEF para medir el nivel de competitividad en relación a un grupo de países seleccionados.

Figura 6
ÍNDICE DE
COMPETITIVIDAD WEF
2008-2009

Fuente: *The Global Competitiveness Report 2008-2009. World Economic Forum.*



Indicador	Finlandia	Nueva Zelanda	Irlanda	Korea	Israel	Singapur	Chile
Instituciones	2	8	17	28	47	1	37
Infraestructura	9	42	53	15	37	4	30
Estabilidad Macroeconómica	8	25	47	4	59	21	14
Salud y Educación Primaria	1	5	14	26	25	16	73
Educación Superior y Capacitación	1	15	20	12	24	8	50
Eficiencia en el Mercado de Bienes	11	17	9	22	36	1	26
Eficiencia en el Mercado Laboral	23	10	15	41	20	2	17
Sofisticación del Mercado Financiero	12	3	7	37	15	2	29
Preparación Tecnológica	14	22	24	13	25	7	42
Tamaño del Mercado	52	60	48	13	49	41	47
Sofisticación de los Negocios	10	37	19	16	23	14	31
Innovación	2	26	21	9	6	11	56

(Indicador de Competitividad Global de Chile: 28)

Cuadro 1
INDICADORES DE
COMPETITIVIDAD EN WEF

Fuente: *The Global Competitiveness Report 2008-2009*. World Economic Forum.

En la **Figura 7** se muestran los valores para Chile de los doce indicadores que usa el WEF para medir el nivel de competitividad de los países.

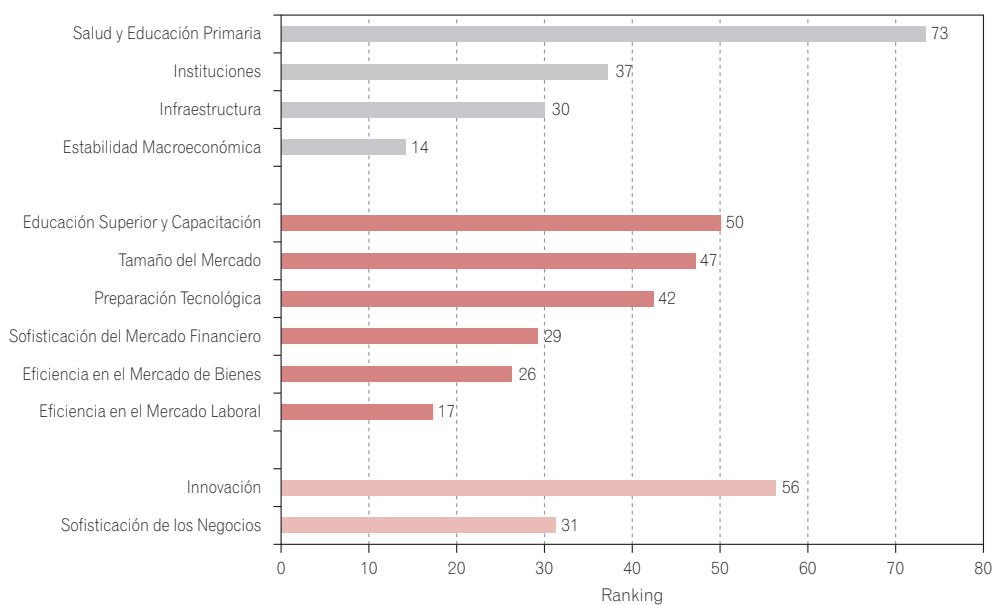


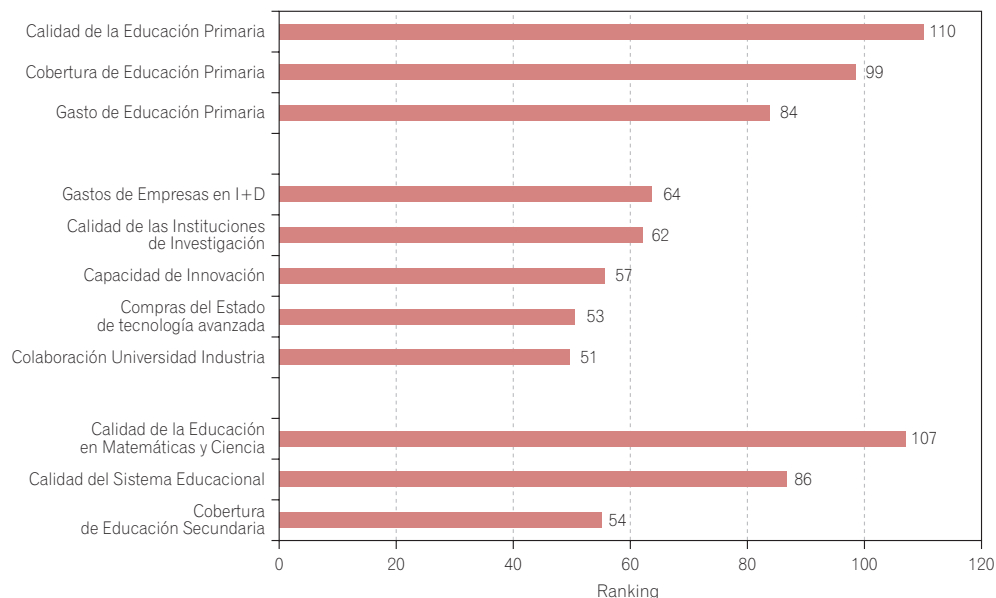
Figura 7
INDICADORES DE
COMPETITIVIDAD DE
CHILE (WEF) 2008-2009

Fuente: *The Global Competitiveness Report 2008-2009*. World Economic Forum.

En la **Figura 8** se muestran desagregados los valores de las variables más incidentes en el cálculo de los indicadores mostrados en la **Figura 7** y en los que nuestro país está peor evaluado (Educación Primaria, Innovación, Educación Superior y Capacitación).

Figura 8
DESAGREGACIÓN
DE VARIABLES MÁS
INCIDENTES EN CÁLCULO
DE INDICADORES WEF
PARA CHILE

Fuente: *The Global Competitiveness Report 2008-2009. World Economic Forum.*



El Índice de Adelanto Tecnológico (IAT) del Programa Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)

Otro indicador que se puede utilizar para evaluar la situación en la que se encuentra nuestro país, es el Índice de Adelanto Tecnológico (IAT), del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), medida que refleja cómo los países están creando y difundiendo tecnología y fomentando una base de aptitudes humanas en relación con las nuevas tecnologías.

El IAT mide los logros, los esfuerzos o las contribuciones, a partir de la información referida a cada país en cuatro aspectos:

- Creación de tecnología: medida por el número de patentes otorgadas a los residentes *per cápita*, y los ingresos recibidos del exterior *per cápita*, por concepto de derechos de patente y honorarios de licencias.
- Difusión de innovaciones recientes: medida por el número de sitios de Internet *per cápita*, y la proporción de exportaciones de alta tecnología y tecnología mediana en comparación con el total de las exportaciones de bienes.
- Difusión de innovaciones anteriores: medida por el número de teléfonos (estacionarios y celulares) *per cápita* y el consumo de electricidad *per cápita*.
- Aptitudes humanas: medida por el promedio de años de escolaridad de la población de 5 y más años de edad y la tasa bruta de matriculación en asignaturas científicas a nivel terciario.

El IAT no permite precisar qué país lidera el desarrollo de la tecnología en el mundo, sino más bien determina en qué medida participa el país en su conjunto en la creación y uso de la tecnología.

En el **Cuadro 2** se muestran las diferentes categorías que considera este indicador y la forma como se agrupan los 72 países en los que este índice ha sido medido.

Líderes	Líderes potenciales
Finlandia, Estados Unidos, Suecia, Japón, Corea, Países Bajos, Reino Unido, Canadá, Australia, Singapur, Alemania, Noruega, Irlanda, Bélgica, Nueva Zelanda, Austria, Francia, Israel.	España, Italia, República Checa, Hungría, Eslovenia, Hong Kong, Eslovaquia, Grecia, Portugal, Bulgaria, Polonia, Malasia, Croacia, México, Chipre, Argentina, Rumania, Costa Rica, Chile.
Seguidores dinámicos	Marginados
Uruguay, Sudáfrica, Tailandia, Trinidad y Tobago, Panamá, Brasil, Filipinas, China, Bolivia, Colombia, Perú, Jamaica, Irán, Túnez, Paraguay, Ecuador, El Salvador, Rep. Dominicana, Rep. Árabe Siria, Egipto, Argelia, Zimbabwe, Indonesia, Honduras, Sri Lanka, India.	Nicaragua, Pakistán, Senegal, Ghana, Kenya, Nepal, Tanzania, Sudán, Mozambique.

Cuadro 2
CLASIFICACIÓN
DE LOS PAÍSES SEGÚN
EL ÍNDICE DE ADELANTO
TECNOLÓGICO

Fuente: Índice de Adelanto Tecnológico PNUD.

En función de los valores obtenidos los países se agrupan en cuatro posibles categorías: Líderes (con IAT superior a 0,5), Líderes potenciales (valor de IAT entre 0,35-0,49), Seguidores dinámicos (valor de IAT entre 0,20-0,34) y Marginados (IAT menor de 0,20).

Los Líderes corresponden a aquellos países que se encuentran a la vanguardia de la innovación tecnológica. Estos países representan grandes logros en materia de creación, difusión y conocimientos especializados en materia de tecnología.

Los líderes potenciales se caracterizan por haber realizado inversiones en conocimientos especializados y por haber divulgado ampliamente viejas tecnologías, pero realizado pocas innovaciones.

Los Marginados corresponden a países en los que queda mucho por hacer en materia de difusión de tecnología y creación de conocimientos especializados. Un gran sector de la población no se ha beneficiado con la difusión de la tecnología antigua.

Según este índice, Chile está catalogado en el grupo de líderes potenciales. En este grupo, nuestro país ocupa el último lugar, con un índice de adelanto tecnológico de 0,357. La posición de Chile en este ranking se debe principalmente al bajo nivel de creación de tecnología, medida ésta por el número de patentes concedidas y el ingreso percibido por concepto de royalties, al bajo gasto en investigación y desarrollo en relación al PIB, tanto el realizado por las empresas como el total, y al bajo número de científicos e ingenieros realizando labores de I y D.

El Índice de Desigualdad GINI

El índice Gini es un coeficiente que es usado para medir la concentración de la riqueza en un país. Éste es un número comprendido entre 0 y 100. Cuanto más próximo a cien es el índice Gini, mayor es la concentración de la riqueza; cuanto más próximo a cero, más equitativa es la distribución de la renta en ese país. En la **Figura 9** se muestra el valor de ese índice para Chile y para los países que figuran en los primeros diez lugares del Índice de Competitividad Global del WEF. Si bien este indicador no establece una relación directa causa-efecto entre concentración de riqueza y competitividad, sí nos permite compararnos con aquellos países que vemos como modelo a seguir.

En la **Figura 10** se muestra el valor de ese índice para Chile y para los países considerados en el presente capítulo como referentes, con una indicación del Ranking del WEF en el que se encuentran.

Figura 9
ÍNDICE GINI DE CHILE Y
DE LAS DIEZ ECONOMÍAS
MÁS COMPETITIVAS
(WEF)

Fuente: World Bank. 2007 World Development Indicators.

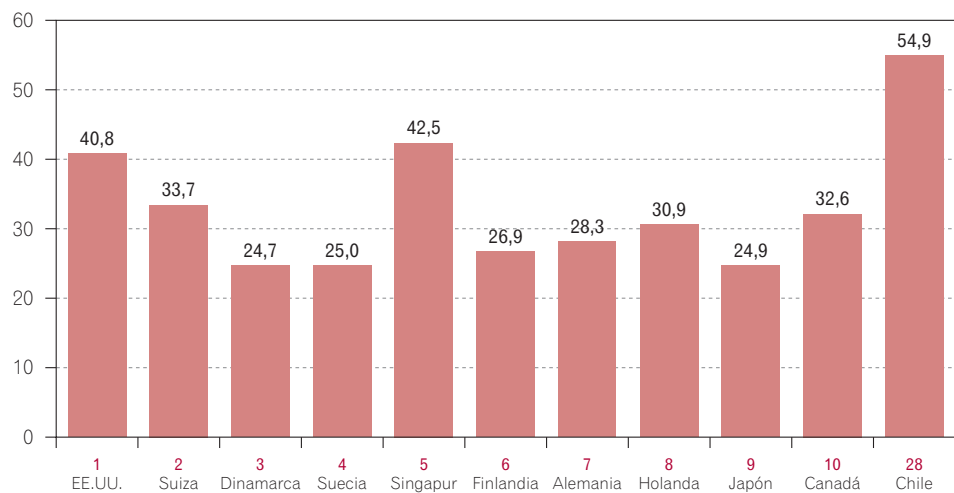
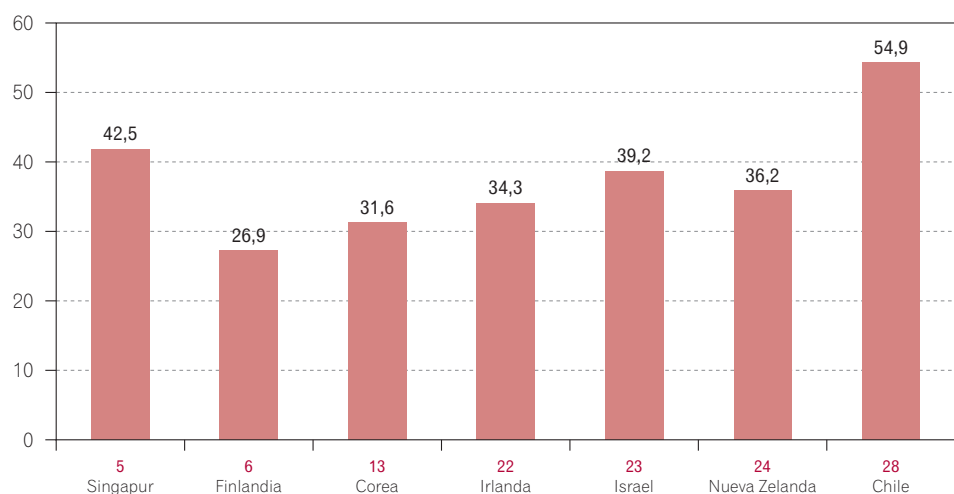


Figura 10
ÍNDICE GINI DE CHILE Y
PAÍSES SELECCIONADOS
COMO REFERENCIA

Fuente: World Bank. 2007 World Development Indicators.



Gasto en investigación y desarrollo y su composición

El gasto de Chile en investigación y desarrollo es de 0,7% del PIB (2005), siendo éste mucho menor que el del promedio de los países de la OECD. Estados Unidos gasta 2,7% del PIB, la Unión Europea 1,8% y Japón 3,1%. Este índice es aceptado como indicador de la capacidad de innovación de un país, pero su representatividad es discutida ya que lo importante no es el gasto sino los resultados obtenidos. Por otra parte, los niveles de gastos en I+D requeridos por sector son muy distintos, dependiendo de las características de sus mercados. Además, la contabilidad de los gastos en los distintos países no es homogénea. Entre los distintos sectores económicos de los países de la OECD el nivel de I+D varía enormemente, desde un 0,2% en la impresión hasta un 25% en farmacia y 27% en computación para la oficina. Una explicación de la baja innovación en algunos sectores económicos se puede encontrar en Maloney y Rodríguez-Clare [12].

La baja inversión que realiza Chile resulta en parte de su especialización en sectores que requieren poca aplicación e inversión en I+D. Pero ésta no es toda la explicación porque hay una diferencia significativa en comparación con los valores de los países de

la OECD en la I+D, aun a nivel de los sectores en los que se centra su actividad económica.

Nuestro país se ha desarrollado en áreas productivas que han sido poco demandantes de innovación. Esto significa que las empresas pueden producir, e incluso crecer, sin basar esas actividades en la innovación desarrollada o financiada por ellas.

En las áreas en las que el país más se ha desarrollado, las mayores ventajas están en la calidad y costos de los recursos naturales, cuyo margen les permite competir con los que están más avanzados tecnológicamente pero tienen un alto costo de recursos naturales.

En Chile, la mayor parte del gasto en I+D es realizado por el Estado. En los países desarrollados más del 50% del gasto es realizado por las empresas privadas y está orientado hacia objetivos definidos en forma previa.

Gasto público en el Sistema Nacional de Innovación para la Competitividad

El presupuesto del Sistema Nacional de Innovación para la Competitividad (SINC) para el año 2008 es de MUS\$ 1.224. El 44,4% de éste (MUS\$ 544) se destina a inversión en Ciencia, Tecnología e Innovación, y el 55,5% restante (MUS\$ 679) se distribuye entre formación de capital humano, técnico y profesional (MUS\$ 350), y al aporte que realiza el Estado a las diferentes universidades (MUS\$ 329).

El presupuesto destinado a inversión en Ciencia, Tecnología e Innovación (MUS\$ 544) se distribuye en los programas que se indican en la [Figura 11](#).

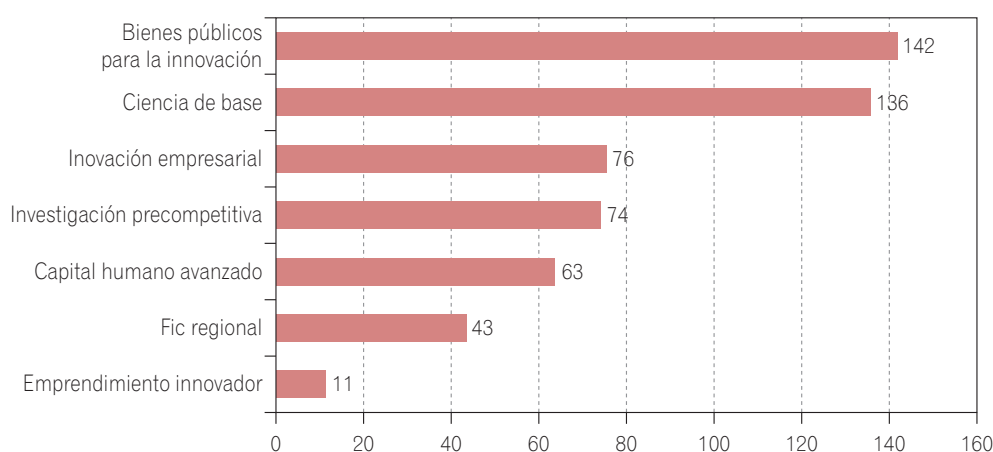


Figura 11
INVERSIÓN PÚBLICA
EN CIENCIA, TECNOLOGÍA
E INNOVACIÓN (MUS\$)

Fuente: Consejo de Innovación.
Revisión Presupuesto Sistema
Nacional de innovación. 2009.

Este mismo presupuesto se distribuye de la siguiente forma entre las diferentes agencias de gobierno: Conicyt MU\$ 177, Innova MUS\$ 173, Sistema Nacional de Innovación para la Competitividad (SNIC), MU\$ 142, Mideplan MUS\$ 32, Mineduc MUS\$ 16, otros, MUS\$ 7,7.

Conicyt

El presupuesto de Conicyt para el año 2008 (MU\$ 177) se distribuye en los diferentes programas que se indican en la [Figura 12](#).

Innova

El presupuesto de Innova Chile para el año 2008 (MUS\$ 173) se distribuye según se muestra en la [Figura 13](#).

Figura 12
DISTRIBUCIÓN
PRESUPUESTO CONICYT
(MUS\$)

Fuente: Consejo de Innovación.
Revisión Presupuesto Sistema
Nacional de innovación. 2009.

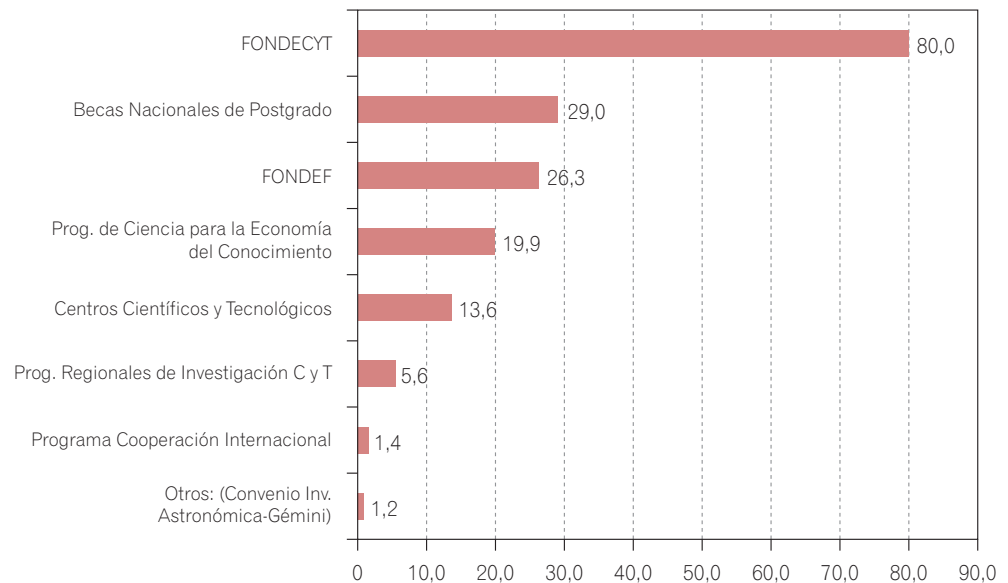
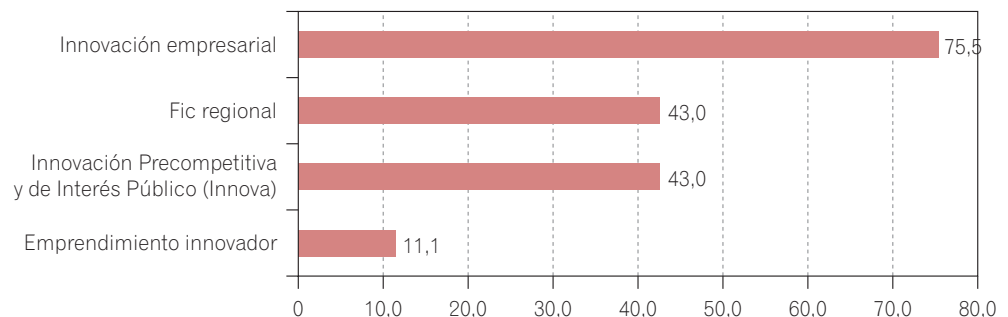


Figura 13
DISTRIBUCIÓN
PRESUPUESTO INNOVA
CHILE (MUS\$)

Fuente: Consejo de Innovación.
Revisión Presupuesto Sistema
Nacional de innovación. 2009.



Sistema Nacional de Innovación para la Competitividad

El SNIC tiene un presupuesto para el año 2008 de MUS\$ 142, que se distribuye en: gastos operacionales de Innova Chile y Conicyt, aportes a los institutos tecnológicos públicos y a Fundación Chile, al Consejo de Innovación, a la División de Innovación del Ministerio de Economía, al Consejo Superior de Educación, a los programas Explora y a las publicaciones científicas de Conicyt.

El desafío

Los Tratados de Libre Comercio, los acuerdos de asociación y los acuerdos de complementación suscritos por Chile en los últimos 15 años, han abierto a las empresas nacionales la oportunidad de acceder a nuevos mercados para sus productos y servicios, y a los consumidores y empresas locales la posibilidad de adquirir bienes y servicios en condiciones más favorables. No obstante, debido a la globalización, nuevos competidores han surgido incluso en sectores donde nuestro país ya estaba consolidado o tenía claras ventajas competitivas.

Actualmente Chile tiene un Producto Interno Bruto (PIB) *per cápita* de US\$ 14.673 ppp [13], constituyéndose de esta forma nuestro país en la economía con el mayor PIB *per cápita* de Latinoamérica, similar al que tienen Malasia, Letonia, Lituania y Estonia.

Un desafío que ha propuesto el Gobierno es llegar, en un plazo de 15 años, a tener un PIB *per cápita* de US\$ 24.000 ppp, similar al que tienen actualmente aquellos países desarrollados tales como Corea, Eslovenia, Nueva Zelanda y España, cuyo PIB *per cápita* está comprendido entre US\$ 25.000 y US\$ 30.000.

¿Es posible alcanzar el desafío?

Si bien el desafío de duplicar el PIB *per cápita* es grande, la historia pasada de nuestro país indica que es posible alcanzarlo. Entre 1990 y 2005 Chile duplicó su ingreso *per cápita* de US\$ 6.000 ppp a US\$ 12.500 ppp, siguiendo para ello una estrategia de crecimiento basada en una economía abierta, con una institucionalidad consolidada y una macroeconomía ordenada. Esto permitió tener altas tasas de crecimiento durante más de una década. En este período, Chile desarrolló su sector exportador aprovechando sus ventajas competitivas en recursos naturales.

¿Podrá Chile alcanzar el desarrollo explotando y exportando sus productos primarios?

La experiencia de otros países con una base productiva y exportadora similar, indica que éstos lograron el desarrollo fortaleciendo y extendiendo sus ventajas competitivas mediante la incorporación de innovación en sus exportaciones. Esto es consecuente con lo planteado por Larraín [14], quien insiste en la necesidad de innovar para salir de la situación de bajo crecimiento en la que nos encontramos, e indica que “más de la mitad de las diferencias del nivel y crecimiento del ingreso *per cápita* entre países se explica por diferencias en la Productividad Total de los Factores” y que “el cambio tecnológico es la principal fuente de crecimiento de la productividad en el largo plazo”.

3

CONDICIONES PARA EL DESENCADENAMIENTO DE LA INNOVACIÓN

La innovación es innata en los seres humanos y la empresa es el lugar en el que ésta ocurre. Se puede afirmar que la innovación está latente pero que se deben crear las condiciones para que se desencadene.

Condiciones necesarias

Diferentes estudios indican que para que se desencadene la innovación se requiere que se den al menos las siguientes condiciones: macroeconomía del país sana y estable, economía abierta y competitiva e institucionalidad favorable al desarrollo de la empresa. Estas condiciones, sin embargo, no aseguran que se desencadene la innovación.

Macroeconomía sana y estable

El disponer de una situación macroeconómica sana y estable es una condición básica para atraer capitales extranjeros. Es necesario que exista un ambiente macroeconómico que permita desarrollar negocios con cierta seguridad, de modo de poder evaluar éstos bajo condiciones de incertidumbre razonables. Es necesario, para ello, que se den al menos las siguientes circunstancias:

- Situación fiscal sólida con bajos niveles de deuda pública.
- Cuentas externas equilibradas.
- Eventuales déficit en cuenta corriente de magnitud moderada.
- Baja inflación.

Economía abierta y competitiva

La innovación es estimulada en mercados competitivos y abiertos. Un mercado protegido u oligopólico, en el que las utilidades no se generan por las condiciones propias de los bienes o servicios producidos, no constituye un ambiente propicio para el desencadenamiento de la innovación.

La tendencia a la globalización de la economía exige a las empresas mantenerse competitivas para poder sobrevivir y prosperar. Para que exista competencia y para que ésta sea estimulante, se requieren:

- Aranceles bajos con la menor dispersión posible para evitar “islas de alta protección efectiva” que crean falta de competencia.
- Acuerdos comerciales avanzados que faciliten el ingreso de los productos nacionales a mercados externos sobre una base sólida y con proyección en el tiempo.
- Condiciones económicas atractivas para los inversionistas extranjeros que incentiven el ingreso de empresas que aporten tecnología, gestión y acceso a los mercados externos.
- Respeto a normas internacionales relativas a propiedad industrial e intelectual. La falta de protección se transforma en una falta de estímulo hacia aquellas innovaciones que pueden ser protegidas.

Institucionalidad favorable a los negocios

La empresa, en general, toma riesgos de largo plazo, especialmente cuando innova e invierte, por lo cual el proceso de innovación requiere de una institucionalidad adecuada que contenga a lo menos los aspectos siguientes:

- Marco jurídico claro y estable.
- Reglas claras relativas a la inversión y la gestión de negocios.
- Número razonable de regulaciones administrativas estables para hacer negocios.
- Tributación a niveles razonables.
- Bajo nivel de corrupción.

Chile puede ser considerado un país que tiene una macroeconomía sana y estable y una economía abierta e institucionalidad favorable a los negocios; no obstante, existe preocupación de que ella está perdiendo competitividad en costos, en suministro de energía estable y en relaciones laborales.

Según Baumol [15], la razón principal por la cual países más exitosos son más propensos a emprender e innovar, está en la orientación de los incentivos que proporciona el sistema económico. Baumol afirma que hay emprendimiento en cualquier sistema económico, la diferencia está en que hay sistemas que hacen que los empresarios dediquen sus energías a procurar la protección del Estado, crear monopolios o simplemente en encontrar los mejores nichos dentro de la complejidad de la ley. En los casos más favorables, buena parte de las energías de los empresarios se dirigen a emprender e innovar, con lo cual el país logra el mayor crecimiento. Por su parte, Diana Farrell, de McKinsey Global Institute, argumenta que el problema real que desincentiva la innovación en muchos países es demasiada burocracia en el gobierno y barreras al funcionamiento del mercado.

La economía de mercado [16] puede ser vista como un sistema cuyo principal producto es el crecimiento económico. Los principales componentes de este sistema son el cumplimiento de la ley, especialmente la protección de la propiedad y el cumplimiento de los contratos. Esto motiva a los innovadores asegurándoles que ellos obtendrán beneficio de sus esfuerzos.

Condiciones Suficientes

Si bien las condiciones indicadas anteriormente son consideradas necesarias, no son suficientes para que se desencadene la innovación. Para que esto ocurra deben darse además las siguientes condiciones:

Existencia de un régimen institucional y de incentivos económicos claro, coherente y estable

Se necesita una institucionalidad que entregue directrices claras y consistentes en el tiempo y que desarrolle políticas públicas que incentiven la innovación y que orienten el desarrollo de recursos humanos especializados en función de los objetivos específicos y estratégicos tanto de corto como de largo plazo. Esta institucionalidad debe crear también los incentivos adecuados que permitan movilizar a todos los agentes relevantes, establecer acuerdos en los que se aúnen las voluntades de las partes y desarrollar las confianzas que permitan la colaboración público-privada y entre privados.

Nivel adecuado de inversión en investigación y desarrollo

Es necesario aumentar la inversión de Chile en I+D. La inversión actual de 0,7% del PIB (2005) es muy inferior a la de los países desarrollados. La inversión debe ser realizada en su mayor parte por el sector privado. Esta inversión debe centrarse en formación y mantención de centros de excelencia para investigación científica y en la formación de capital humano suficientemente calificado y con una formación que corresponda a las necesidades de las empresas.

Incentivos focalizados en la innovación en aquellas áreas y/o actividades en las que el país tiene una mayor competencia

Los países que han logrado sostener la fase de expansión basada en recursos naturales en forma indefinida, han aprovechado la primera fase de exportación de materias primas para el desarrollo de complejos productivos encadenados en que se evoluciona a una producción de insumos, servicios, bienes de capital y productos de mayor valor agregado, cuyo crecimiento depende de la capacidad de innovar y ser competitivo a nivel internacional y menos de la disponibilidad de recursos. En este sentido es importante focalizar los incentivos a la investigación y desarrollo en aquellos sectores que el país ha definido como relevantes, más que inventar nuevas industrias en las cuales el país no posee ventajas competitivas o una base de recursos humanos suficientemente calificados.

4

BARRERAS AL DESENCADENAMIENTO DE LA INNOVACIÓN

Si bien existe un alto grado de consenso en la sociedad de la importancia y relevancia que tiene la innovación para el desarrollo del país, quienes deseen innovar deben vencer al menos dos tipos de barreras para poder cumplir con su objetivo. La primera corresponde a las barreras psicológicas, la segunda a las barreras financieras.

Barreras psicológicas

Resistencia a la innovación

La resistencia a la innovación en nuestro país es una situación cuya realidad se manifiesta para quienquiera haya intentado introducir una creación original en una empresa. La primera pregunta que surge de labios de quien toma las decisiones es “¿dónde se ha hecho esto antes?”. Si la respuesta es negativa, la probabilidad de que la innovación sea aceptada es minúscula. No importa la magnitud del beneficio técnico o económico asociado al cambio tecnológico, la aversión al riesgo conduce a una avasalladora falta de confianza.

La resistencia a innovar es una característica psicológica común a todos los involucrados en el proceso de innovación. En las empresas e instituciones que podrían contratar proyectos de innovación existe reticencia a incorporar éstos en sus procesos productivos. Por parte de los proveedores de bienes y servicios existe temor a innovar debido al riesgo de mercado asociado. Igual cosa ocurre con aquellos agentes que están en condiciones de financiar innovaciones.

Esta actitud es decididamente perniciosa. Si se considera el grado de desarrollo que ha alcanzado nuestro país, se cae pronto en cuenta que no se puede continuar creciendo sin un grado correlativo de innovación y de creatividad. Así ha sido en otras latitudes y Chile no será la excepción.

Se da frecuentemente el caso de empresas tecnológicas nacionales que ofrecen tecnología innovadora para el medio nacional, enfrentando a competidores extranjeros que traen tecnología equivalente desde fuera del país, pero a un costo mayor. La comparación que hace el empresario entre ambos proveedores de tecnología resulta fatal al momento de tomar decisiones, porque aun cuando los costos nacionales son menores, la falta de confianza se hace sentir y en definitiva es el proveedor extranjero quien resulta favorecido, porque ofrece una supuesta seguridad, la mayor parte de las veces inexistente. El productor nacional piensa, equivocadamente, que entregando la compra a una empresa nacional corre un riesgo mayor e innecesario, frente a un beneficio económico que le parece menor.

Aversión al riesgo y temor al fracaso

Aversión al riesgo es el rechazo a aceptar la posibilidad de perder en una decisión, no obstante que las posibilidades de ganar son mayores. La mayoría de las personas evitan riesgos y por eso se dice que la “aversión al riesgo” es dominante.

Invertir en un proyecto de innovación es, en general, más riesgoso que hacerlo en un proyecto convencional, por la mayor incertidumbre asociada; por lo tanto, lo natural sería

que exista más temor en invertir en un proyecto de innovación. No obstante, si el beneficio asociado a la innovación es muy atractivo, puede valer la pena correr el riesgo. Así también, si el éxito de la innovación es relevante en un mercado competitivo y existe el riesgo de que un competidor tenga éxito con una innovación, el riesgo de no innovar puede ser mayor, como ocurre en los mercados de productos manufacturados.

La incertidumbre percibida de una innovación y la desconfianza que puede existir en las capacidades del equipo innovador, afectan más o menos al apoyo que se le dé al proyecto de innovación según cómo sean valorados, lo que depende no sólo de cada persona sino que también de la idiosincrasia de los países donde existe diferencias en términos de los grados de confianza, cooperación y valoración que se tienen entre las personas de un mismo pueblo.

Pero no sólo la desconfianza en las capacidades nacionales de innovación es un freno a la creación, también lo es, desde el punto de vista psicológico, la actitud negativa que descansa principalmente en el temor a las consecuencias del fracaso de la innovación. En algunas empresas un error, o simplemente una elección equivocada, pueden conducir a pérdidas cuantiosas y tener repercusiones directas sobre quien hizo la mala elección. Esta actitud de la administración superior de las empresas fomenta el conservatismo, contribuye en el mediano plazo al estancamiento de las empresas y se traduce, en definitiva, en una actitud defensiva que hunde a los agentes de la creatividad nacional.

Existen actitudes que hacen que el espíritu innovador sucumba con frecuencia frente a la aversión al riesgo. El primero es, sin duda, el temor al fracaso, más intenso en Chile que en otras partes. El resultado es que para quien innova y fracasa la represión social es enorme y convierte el fracaso en un estigma que tiene consecuencias sociales y económicas como la negación del crédito o de los servicios bancarios.

En Estados Unidos, quien ha quebrado tiene a ojos de los demás, incluyendo las instituciones de crédito, una experiencia económica que se valora. Transformar el vilipendio nacional en apoyo para quienes han enfrentado un fracaso económico, especialmente si es fruto del espíritu innovador, es tarea de todas las instituciones de enseñanza y también de quienes gobiernan el crédito.

Los ejecutivos también son culpables de esta falta de creatividad. Los contratos normales de varias grandes empresas contienen cláusulas estándares que prohíben la compra de prototipos y con ello rechazan explícitamente la innovación. Si tomamos en consideración que la inversión en innovación en las empresas primarias es en todo el mundo muy baja y que la innovación en el campo industrial tiene lugar principalmente entre los proveedores de esas industrias primarias, concluimos que el peso de la resistencia a la innovación que experimentamos en Chile es particularmente importante. Si bien éste es un problema mundial, creemos que Chile favorece el tradicionalismo tecnológico en un grado mayor.

Barreras financieras

El mayor riesgo de los proyectos de innovación tiene un efecto inmediato en sus opciones de financiamiento, para lo cual se han desarrollado los sistemas de capital de riesgo en los países más desarrollados. En nuestro país, sin embargo, existiendo buenas ideas e instituciones y/o profesionales capaces de desarrollarlas, el mercado de capital de riesgo no se encuentra adecuadamente desarrollado, por lo que muchas empresas, especialmente las medianas y pequeñas, no pueden obtener créditos debido a que no disponen de los respaldos necesarios, o las garantías solicitadas para su otorgamiento son tan exigentes que no permiten la normal operación de ellas. Este condicionamiento ha hecho que el peso de la gestión financiera de la empresa sea un factor gravitante, con una incidencia determinante de su éxito y supervivencia.

Bitrán [17] señala que “El sector bancario chileno, 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”. Agrega que “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".

Ante el peso de la gestión financiera, la componente tecnológica de la producción no parece ofrecer mayores beneficios porque se la percibe como algo que se adquiere fácilmente de proveedores establecidos y aparece más bien como un factor de riesgo, en el cual es ocioso incurrir por sus potenciales consecuencias nocivas.

Dado el escenario anterior, es relevante analizar las diferentes alternativas de financiamiento para este tipo de proyectos y discutir sobre las reformas que deberían realizarse al mercado de capitales para que pueda desarrollarse en el país una industria de capital de riesgo.

Inversión a financiar en un proyecto de innovación

Como en cualquier proyecto, el financiamiento está destinado básicamente a su ejecución y termina cuando éste inicia sus operaciones y pueda financiarse por sí mismo con la venta de sus productos o servicios. No obstante, es especialmente importante en los proyectos que involucran innovación considerar factores particulares de éstos como, por ejemplo, el hecho de que su costo real puede ser bastante más alto al estimado inicialmente, que éste puede sufrir un atraso considerable o que los planes de venta del producto o servicio no resulten según los niveles presupuestados por lo cual es posible que el proyecto necesite financiamientos adicionales, que de no estar previamente considerados pueden producir trastornos graves a su desarrollo.

Una situación particular se puede presentar en proyectos de innovación cuyos productos o servicios tienen un alto precio, por lo que los potenciales clientes van a necesitar, por su parte, financiar estas compras. Si el proyecto no considera oportunamente las fórmulas de financiamientos para sus clientes, sus ventas pueden verse seriamente entrabadas.

Por ello, en estos casos debe considerarse como parte del financiamiento del proyecto también el eventual financiamiento de los clientes de estos productos de alto valor.

Financiamiento de proyectos de innovación

El principal obstáculo con que topan la mayoría de los proyectos de innovación es en el financiamiento. En general, como todo proyecto, éstos pueden ser financiados con recursos propios, de terceros, o con cualquier combinación de ambos.

Financiamiento con recursos propios

La innovación, en general, se da al interior de las empresas y tiene un carácter colectivo, excepcionalmente se dan situaciones en las que la innovación es producto del trabajo individual de una persona (el innovador) en la organización. En virtud de ello, es necesario distinguir en el caso de financiamiento con recursos propios si los recursos serán aportados por el innovador o por la empresa en la cual él trabaja.

Si los recursos son del innovador, él no sólo asume parcial o totalmente los riesgos del posible fracaso de su proyecto o las consecuencias de un mayor costo, menor ingreso o atraso, sino que también tiene el incentivo y la oportunidad de recibir el total o parte de los beneficios que reportaría el proyecto.

Cuando los recursos son de la empresa para la cual trabaja el innovador, éste tiene que convencer al dueño que su innovación le reportará beneficios y que los riesgos que asumirá no son altos ante los posibles beneficios. También probablemente va a querer negociar alguna participación en dichos beneficios o va a esperar algún tipo de incentivo adicional a su renta habitual para el aporte extraordinario que haría.

Financiamiento con recursos de terceros

Dentro del financiamiento con recursos de terceros es necesario distinguir cuando estos recursos son aportados como capital, asumiendo los riesgos y beneficios asociados

al proyecto "capital de riesgos", y cuando éstos son aportados como créditos por alguna entidad financiera.

En el primer caso, el tercero deberá evaluar el proyecto y decidir si está o no dispuesto a financiarlo, haciéndose parcial o totalmente dueño de él. Y si está dispuesto, en cuánto valora la participación que se le ofrece y cuánto deberá invertir en el capital de la empresa de la parte que está adquiriendo. El valor que reciba el innovador por la parte vendida le deberá permitir financiar el capital que le corresponde y eventualmente generarle un excedente como fruto anticipado a su innovación.

Los terceros, en este primer caso, puede ser cualquier persona natural o jurídica que se hace parte del proyecto. Su participación en la empresa puede ser activa, ya sea ejerciendo el control total o parcial de ella y/o complementando algún rol necesario en la compañía, ya sea como proveedor de equipos o materiales, cliente de los productos, o pasiva, esto es limitada a su rol en el directorio o como accionista minoritario. También esta participación puede ser indefinida o temporal. En este último caso están todas las instituciones que se dedican a financiar proyectos con capital de riesgo, cuyo negocio está en participar en el proyecto en el período de mayor valoración del negocio, para luego hacer las utilidades vendiendo a buen precio su participación en la propiedad.

En el segundo caso, cuando el financiamiento es a través de créditos otorgados, normalmente por entidades financieras, lo usual es que éstas pidan garantías reales por el crédito que otorgan, salvo que éstas sean por un monto relativamente menor en una compañía que tiene historia de solvencia. Lo importante en este caso es entender que las entidades financieras no otorgan financiamiento a proyectos de innovación en mérito al proyecto, salvo raras excepciones, sino que prestan sólo a quienes le dan garantía de que le podrán devolver el crédito y los intereses pactados, y el nivel de interés va a estar asociado al nivel de riesgo del sujeto que va a responder por el crédito y no a los riesgos del proyecto de innovación pero que eventualmente puede influir en el riesgo del sujeto que solicita el crédito.

En consecuencia, el caso relevante a estudiar como financiamiento de proyectos de innovación es aquel de terceros "capital de riesgos", en el cual toma el riesgo del proyecto y por lo tanto el éxito del financiamiento del proyecto va a depender del proyecto, aunque también puede depender de otros factores tales como la capacidad de gestión del innovador, el nivel de compromiso del gestor en el proyecto tanto por el trabajo e inversión realizada como por los recursos que seguirá colocando, que aunque sean pocos pueden ser suficientemente importantes como para que no abandone el proyecto a medio camino.

Financiamiento Estatal

Los países en desarrollo y otros en vías de desarrollo se han dado cuenta que la innovación es una palanca importante de desarrollo para los países. Por ello, y conscientes de las dificultades que tienen estos proyectos en su financiamiento y también que muchos proyectos de innovación generan un beneficio social superior al beneficio privado, debido a que el innovador no puede capturar todo el beneficio que genera su innovación, el país crea mecanismos de financiamiento y subsidio estatal para estos proyectos. En el caso de Chile, éstos se encausan por diferentes vías.

En el caso de ideas que nacen de personas naturales, de empresas o de instituciones que buscan apoyo de universidades o de privados, los recursos se materializan a través de Corfo. En el caso de ideas que nacen de universidades o en servicios públicos que invitan a empresas a participar de proyectos, éstos se materializan a través de FONDEF de Conicyt. El gasto público asociado a estos programas se indicó en el Capítulo 2.

Las líneas de financiamiento de capital de riesgo y apoyo a la innovación por parte de Corfo son las siguientes:

- Incubadoras de negocio: 70% con un tope de 300 millones de pesos máximo, sólo pueden optar universidades, institutos profesionales y centros de formación técnica.

- Líneas de Capital Semilla: Primera 80% y 6 millones de pesos máximo. Segunda 90% y 40 millones de pesos máximo.
- Línea de Negocios Tecnológicos: 70% y 50 millones de pesos máximo para apoyar la comercialización de innovaciones.
- Línea para formar Redes de Inversionistas Ángeles: 80% y 180 millones de pesos máximo.
- Capital de Riesgo para PyMEs en expansión: Destinado a financiar la expansión de pequeñas y medianas empresas, con altas oportunidades de crecimiento a través de fondos de inversión donde Corfo entrega hasta el 300% de los aportes realizados por inversionistas privados al fondo.

El valor de un proyecto de innovación como base de financiamiento

El valor estimado de un proyecto de innovación, su rango de variación posible y la probabilidad de no recuperar parte o el total de la inversión, son los antecedentes fundamentales para que un tercero decida aportar recursos como inversionista de riesgo comprando parte de la propiedad.

El valor de un proyecto de innovación, como cualquier proyecto de inversión, depende de un amplio número de factores, siendo los principales el mercado para el producto en términos de cantidad, precio, localidad del consumidor como también de la inversión y los costos de operación. No obstante, lo más importante es cuán sostenible en el tiempo será el mercado, teniendo en consideración la amenaza de la aparición de productos mejores en términos de calidad del producto, servicios adicionales que entrega, menor precio por un menor costo o con mejores alianzas que pueden limitar el mercado.

El factor que hace la gran diferencia entre la evaluación de un proyecto de innovación y otro que no lo es, es la mayor incertidumbre asociada a los factores que más inciden en su resultado; éstos pueden ser de mercado, inversión o costos, siendo el primero normalmente el más relevante.

Habitualmente existe un sesgo a favor de los proyectos no innovadores o con tecnología probada por razones de riesgo, sin embargo, estos proyectos que parecen ser negocios más seguros, pueden resultar tanto o más riesgosos que los proyectos innovadores ya que estos últimos pueden dejar fuera de mercado a la tecnología probada.

Es necesario tener presente que pueden haber también muchos proyectos innovadores que utilizan tecnología probada, de manera que el riesgo en estos casos no está en la tecnología sino que en otros factores. Lo importante es entender que la incertidumbre sobre el resultado del proyecto afecta fuertemente al valor del proyecto y, en consecuencia, a las posibilidades de financiamiento.

No obstante también ocurre, y con mucha frecuencia, que esa gran variabilidad está en su mayor parte en el lado positivo del resultado, por lo que el proyecto igual vale la pena hacerlo, aunque concordar un valor para negociar el financiamiento con capital propio va a ser difícil, siendo lo más probable que el innovador tenga que ceder parte importante del valor agregado potencial de su proyecto.

En general, todos los proyectos tienen a lo largo de su ciclo de vida dos curvas de valor, una real y otra potencial, la primera que tiene forma de S es la que el mercado está dispuesto a pagar en las distintas etapas del proyecto, y la segunda, que suele tener una pendiente alta al principio para luego ir tendiendo asintóticamente a un valor máximo, y que normalmente siempre está por sobre la curva S, es la que los promotores del proyecto o innovadores ven como potencial. El espacio que queda entre las 2 curvas representa el costo de incertidumbre del proyecto, el cual el innovador trata de minimizar, y el capitalista de riesgo trata de aumentar bajando el valor real, a fin de obtener un mayor margen de valoración posible (Figura 14).

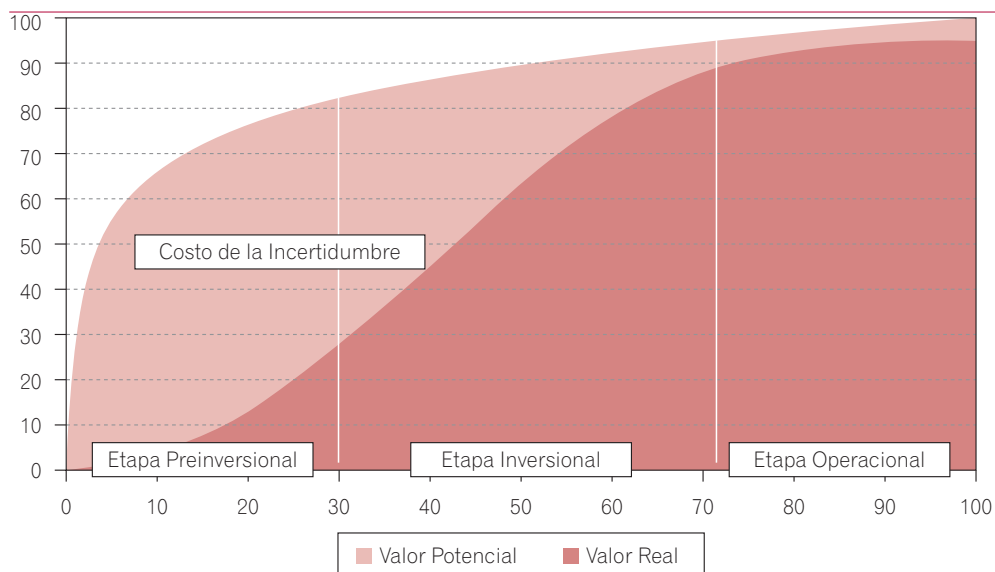


Figura 14
CURVAS DE VALOR
REAL Y POTENCIAL
DE PROYECTOS

Fuente: *Elaboración propia.*

Financiamiento en base a venta de la propiedad

Para que se produzca la venta de una parte o el total de la propiedad de un proyecto de innovación, que permitirá financiarlo y eventualmente adelantarlo a quien ha desarrollado la innovación una utilidad, es necesario que el valor que está dispuesto a pagar un tercero por la parte de la propiedad sea igual o mayor al valor en que el innovador está dispuesto a vender esa parte. Este valor puede ser muy inferior al valor potencial del proyecto, pero suficiente para dejar satisfecho al innovador, considerando los riesgos que él percibe de su propio proyecto y de las opciones que disponga para obtener capital de riesgo.

Si la condición señalada se da, el proyecto se podrá financiar sin mayor problema. Si no se cumple la condición anterior, el proyecto no podrá financiarse por esta vía, salvo que el innovador encuentre a otro tercero que esté dispuesto a pagar más.

Financiamiento en base a venta de opciones sobre la propiedad

Una práctica que cada vez se usa más para financiar proyectos de innovación o de alta incertidumbre, pero que tienen un alto potencial de valor, es el financiamiento a través de la venta de opciones sobre la propiedad.

Básicamente este mecanismo consiste en que quien desarrolla el proyecto innovador invita a terceros a comprar una opción por el total o parte del proyecto. El valor de la opción, a diferencia del valor del proyecto, es normalmente muy inferior al valor potencial y real del proyecto. El riesgo del comprador está acotado al valor de la opción y no al valor potencial o real del proyecto en ese momento, el que puede ser mucho más alto.

El financiamiento en base a opciones tiene ventajas para el que compra por el hecho de que acota su riesgo y le da el derecho a seguir tomando opciones por las etapas siguientes del proyecto, o a comprar el negocio en base a un valor preacordado, el cual, aunque es mayor al valor real que estaba dispuesto a pagar en el inicio, tendría menos riesgo de cumplimiento de hitos.

De esta forma, ambas partes pueden ir acotando sus riesgos en cada etapa del proyecto, al mismo tiempo que pueden ir asegurando un valor aceptable por la parte del proyecto que se está transando.

Esta modalidad, sin embargo, requiere que el proyecto tenga un valor potencial alto en relación a la inversión requerida, de otro modo el valor de la opción va a ser insuficiente para que el innovador disponga de los recursos para financiar su parte de capital.

Capital de riesgos Chile 2008

En el estudio Capital de Riesgos Chile 2008 [18] se presentó el estado de desarrollo en el que se encuentra actualmente esta industria en Chile. Algunos de los conceptos y estadísticas que aparecen en él se indican a continuación.

- El desarrollo del capital de riesgo en los países se relaciona positivamente con una mayor inversión en investigación y desarrollo.
- El capital de riesgo genera empresas que venden, exportan y gastan en investigación y desarrollo más del doble que las empresas que transan en bolsa y que no reciben aportes de capital de riesgo. Además, como consecuencia de su rápido crecimiento, son una gran fuente generadora de empleo.
- El capital de riesgo privilegia las empresas de alto potencial de crecimiento, sobre 30% anual.
- En los financiamientos típicos provenientes de capital de riesgos, los retornos exigidos y plazos de inversión (en USA) para cada etapa son normalmente los siguientes:
 - La etapa de gestación se financia con capital semilla proveniente del emprendedor, de familiares, de amigos, del Gobierno y de temerarios. Retorno mínimo 50% y más de 10 años de inversión.
 - La etapa de inicio temprano se financia con capital de riesgo proveniente de inversionistas ángeles. Retorno mínimo 40% y entre 5 y 10 años de inversión.
 - La etapa de expansión se financia con fondos privados pequeños. Retorno mínimo 20% y entre 3 y 5 años de inversión.
 - La etapa inicial de consolidación se financia con fondos privados y públicos grandes. Retorno mínimo 20% y entre 1 y 3 años de inversión.
 - La etapa final de consolidación se financia con créditos bancarios, con bonos puestos en el mercado o en el mercado accionario. Retorno mínimo 50% y entre 3 y 5 años de inversión.
- Las Leyes del Mercado de Capitales 1 y 2, si bien tuvieron el espíritu de incentivar el desarrollo de la industria de capital de riesgos, el sesgo de la primera no es claro en crear mayores beneficios relativos para las empresas emergentes. La segunda es más positiva, pero se estima que una asignación eficiente de recursos puede requerir un sesgo de beneficios más agresivos hacia la industria de capital de riesgo.
- En el año 2007 se invirtió poco más de 200 mil millones de pesos en capital de riesgo, de los cuales aproximadamente un 71% financió proyectos en etapa de consolidación con fondos públicos y línea F1 de Corfo; un 24% financió proyectos en expansión con fondos privados apalancados con fondos Corfo a través de las líneas F1, F2 y F3; un 4% financió capital semilla con fondos de Innova Chile para este fin; y 1% capital de riesgo temprano con recursos de redes inversionistas ángeles.
- Chile es uno de los países que tiene un alto nivel de inversionistas informales, de los cuales un 49% son familiares cercanos, un 29% son amigos cercanos, un 11% son parientes, un 5% son compañeros de trabajo.
- Chile invierte aproximadamente un 0,03% del PIB a través de capital de riesgo formal, que se compara con un 0,13% en Finlandia, 0,19% en USA, 0,29% en Irlanda y un 1,1% en Israel.

5

LA PARTICIPACIÓN DEL ESTADO EN LA INNOVACIÓN

El rol del Estado

El Estado, como se indicó anteriormente, tiene diferentes roles en el proceso de innovación. Por un parte tiene un rol subsidiario que consiste en definir y poner en práctica políticas, programas e incentivos que tengan por finalidad superar las fallas de mercado, además de definir acciones para evitar sus propias fallas. Por otra parte, en algunos casos el Estado asume un rol de cliente, al definir los estándares de los productos que requiere comprar al sector privado, y el rol de empresario, cuando invierte directamente en aquellas áreas en las que los privados no lo harían debido al nivel de inversión requerido o al riesgo asociado. Finalmente, en este mismo ámbito, el Estado tiene un rol fiscalizador de carácter jurídico, contable y financiero, que ejerce al controlar que sus diferentes órganos actúen dentro del ámbito de sus atribuciones y que sus acciones estén sujetas a los procedimientos que contempla la ley; así también fiscaliza empresas e instituciones privadas.

Necesidad del rol subsidiario del Estado

El proceso de innovación presenta fallas de mercado que provocan que los costos de transacción asociados a innovación sean elevados. Estas fallas, que se describen a continuación, desincentivan los esfuerzos de innovación de manera que la inversión privada en este ámbito se sitúa por debajo del óptimo social¹. Es necesario, por lo tanto, que el Estado pueda establecer incentivos para que los privados asuman acciones de innovación que se acerquen a este óptimo.

Apropiación del conocimiento

La innovación genera ventajas competitivas a quien la introduce, ya que los nuevos elementos introducidos en el mercado pueden atraer las preferencias de los consumidores. Sin embargo, los beneficios de la innovación no son completamente apropiables. Las innovaciones presentan características de bien público, de manera que sus beneficios se traspasan a otros agentes del mercado, en particular a los competidores, produciéndose un "derrame" que genera externalidades positivas en la economía. La no apropiabilidad y la no exclusión en el consumo de algunos elementos asociados a la innovación producen una situación donde los esfuerzos por innovar son menores al óptimo social.

Fallas de información

Las fallas de información limitan la capacidad de los agentes para asumir acciones innovadoras. Estas fallas se pueden dar tanto en quienes ofrecen bienes y servicios en el mercado como en quienes los demandan. En general la generación de nuevo conoci-

¹ La inversión privada en innovación genera beneficios sociales directos, indirectos y externalidades positivas (ej.: transferencia de conocimiento, difusión tecnológica, etc.). Estas externalidades producen rentas que no son capturadas por el inversor. En la medida que la inversión marginal es menor al beneficio social marginal asociado, existe espacio para aumentar dicha inversión. El óptimo social se alcanza cuando la inversión marginal iguala al beneficio social marginal.

miento puede tener costos altos que las empresas no están en condiciones de afrontar. Por el lado del consumidor, las asimetrías de información pueden inhibir la adquisición de nuevos productos en la medida que sus atributos no son suficientemente conocidos.

Intangibilidad de los activos

Los activos asociados a la innovación suelen ser intangibles, lo que aumenta el riesgo de invertir. Esto significa que la empresa innovadora tiene dificultad para acceder al sistema de crédito al no poder presentar sus nuevos productos como garantías. La incertidumbre sobre si el mercado aceptará las innovaciones limita el financiamiento de proyectos. Esto se asocia a mercados financieros inmaduros que no tienen los instrumentos para afrontar estos proyectos.

Cuando el activo es la formación especializada de capital humano, la intangibilidad cobra relevancia adicional, porque en ese caso el activo es la persona misma, la cual no puede ser puesta como "garantía" y porque existen mayores probabilidades de comportamientos "oportunistas". Esto ocurre cuando la institución, pública o privada, pone recursos para la formación, y el beneficiario, una vez graduado, cambia de trabajo por mejores condiciones laborales. Por esta razón el privado es más reticente a invertir en la formación de su personal. Esto provoca que la inversión en educación y capacitación sea menor que el óptimo social.

Fallas de red

Muchas innovaciones se pueden producir cuando existen redes en las que participan proveedores, empresas, universidades y centros tecnológicos que comparten conocimientos. A partir de la interacción en estas redes surgen nuevas propuestas que pueden ser traspasadas a los mercados. Los privados no perciben, en general, los beneficios y externalidades positivas de pertenecer a la red, por lo cual su inclusión es menor al óptimo social. En muchos casos se requiere la existencia de una "masa crítica" donde se den las interacciones que son condición necesaria para la innovación. La misma competencia, así como la desconfianza entre empresas, limita la difusión de conocimientos impidiendo que se dé la masa crítica que posibilitaría nuevas aplicaciones².

Largo plazo inherente a la innovación

Muchos de los procesos innovadores tienen tiempos de maduración largos que exceden la planificación normal de las empresas o el período de recuperación de la inversión exigido a los proyectos, lo que desincentiva el esfuerzo por innovar.

Infraestructura requerida

En muchos casos las nuevas tecnologías (por ejemplo las tecnologías de información) requieren elementos de infraestructura que posibiliten el despliegue de las tecnologías y no existen los incentivos suficientes para que los privados asuman su costo. Dado que existen enormes economías de escala en la provisión de infraestructura, no hay incentivos suficientes para un privado de proveerse la parte de la misma que satisface sus propias necesidades y no puede invertir en una infraestructura que resuelva el problema de la industria.

² Se entiende que ciertos procesos de difusión y generación de nuevo conocimiento se producen cuando existe un número mínimo de investigadores trabajando sobre un tema específico, o bien, un cierto número de empresas desarrollando nuevos productos en un área de la economía.

Las fallas del Estado en el proceso de innovación

La acción del Estado está, por su parte, sujeta a imperfecciones, las cuales pueden afectar el sistema de innovación, entre otros. Para ello se requiere actuar sobre algunas de estas fallas de manera que se minimicen los peligros de debilitar el esfuerzo de innovación. Éstas son:

Inconsistencia dinámica

Esto significa que las autoridades públicas tienen pocos incentivos para emprender acciones cuyos resultados serán visibles más allá de los períodos para los cuales han sido elegidos o nombrados. Esto es particularmente sensible en los temas de innovación que requieren tiempos de madurez largos, especialmente en lo relativo a formación y educación. Dado que los resultados de las acciones necesarias para superar las brechas se expresarán temporalmente más allá de los mandatos, los incentivos para tomar decisiones en el sentido correcto son menores.

Problema de principal y agente

Se refiere a la falta de alineamiento de objetivos entre el mandante de una política o acción y el ejecutor o agente. En el caso de las políticas públicas, en particular en la innovación, el mandante es la sociedad y el ejecutor es el Gobierno, como representante del Estado a través de las agencias públicas. La sociedad no tiene mecanismos efectivos para velar por que los intereses de la mayoría sean aplicados por las autoridades administrativas.

Históricamente, las instituciones en Chile que ponen en práctica los programas asociados a la innovación no dan cuenta pública de sus acciones y sus programas no son evaluados en función de resultados. Hay mayor peligro que las instituciones definan su propia agenda sin dar cuenta de ello, desalineando su actuar de los objetivos de largo plazo de la innovación.

Captura del Estado por parte de grupos de interés

Este punto es particularmente sensible donde las fallas de mercado son mayores, por lo cual las posibilidades de captura aumentan. Los grupos que se ven privilegiados en un ámbito donde el Estado tiene espacio para actuar, intensifican su “lobby” para obtener y mantener condiciones favorables en el largo plazo. Si bien éstas se pueden justificar en un principio, cuando el sistema de innovación no está maduro, se espera que el Estado se retire a medida que las fallas de mercado sean superadas. Los grupos de interés actúan en contra de esta dinámica e intentan “capturar” al Estado en su propio provecho.

Tipos de acción del Estado en el sistema de innovación

El Estado debe actuar en dos ámbitos principales, el primero es la definición de políticas públicas. En este ámbito debe incorporar o reforzar los objetivos de promoción de la innovación y transferencia tecnológica, haciendo converger los procesos de crecimiento y desarrollo del país, incluida la formación de profesionales y técnicos, con los objetivos de un sistema nacional de innovación. El segundo se refiere a acciones específicas que puede realizar el Estado en campos de acción definidos tales como establecer programas e incentivos cuya finalidad sea, justamente, eliminar o mitigar las fallas de mercado o de Estado.

Políticas públicas de innovación y transferencia tecnológica

En este ámbito, el Estado debe definir objetivos de política pública que sean consistentes con las necesidades del país en relación a las mejoras en competitividad y productividad y a la participación de las instituciones nacionales en un mundo globalizado. Para ello, se han identificado áreas críticas donde se requieren avances sustantivos.

Se reconoce como fundamental el establecimiento de una institucionalidad fuerte, con independencia de los gobiernos de turno, que pueda orientar el quehacer en el ámbito de innovación. En este sentido la creación del Consejo Nacional de Innovación ha sido un elemento clave y la ley que actualmente se discute en el Congreso tendrá una influencia importante en el desarrollo futuro del Sistema Nacional de Innovación. Es importante que la institucionalidad que se genere garantice la coherencia de las políticas públicas, tenga un grado de tutela o supervisión sobre las agencias públicas relacionadas con innovación y transferencia tecnológica y pueda establecer objetivos de largo plazo, más allá de los períodos por los cuales actúan las autoridades administrativas.

Asimismo, es necesario tener una institucionalidad moderna en el área de propiedad industrial e intelectual. Si bien el 2 de enero de 2009 se dio un paso importante en ese sentido al formarse el Instituto de Propiedad Industrial (INAPI) como un servicio público de carácter técnico descentralizado, encargado de la "administración de los servicios de propiedad industrial, de promover su protección y difundir el acervo tecnológico y la información de que disponga", está pendiente la incorporación de nuestro país al Tratado de Cooperación de Patentes (PCT), incorporación que fue ratificada recientemente por el Senado.

Educación

Se requiere realizar un esfuerzo permanente en mejorar la calidad de la educación primaria y secundaria, de manera que nuestros jóvenes adquieran las herramientas de comprensión y razonamiento que los habiliten para interactuar en un mundo globalizado y altamente competitivo en relación con el conocimiento. No se desconoce que ha habido esfuerzos por mejorar la cobertura y calidad de la educación, pero éstos han sido insuficientes. Se requiere incorporar en la políticas educativas un enfoque que pase del aprendizaje de contenidos a un aprendizaje de competencias, pero sin dejar de lado los primeros, lo que se resume en la expresión "aprender a aprender".

Adicionalmente, se reconoce que el sistema de educación municipal, salvo excepciones ligadas a establecimientos con tradición histórica de excelencia o a modelos de gestión que obedecen a iniciativas específicas, se ha mostrado insuficiente para hacer de la educación un motor de desarrollo y surgimiento de las personas. De este modo, la brecha social y educativa que tienen las familias con menor poder adquisitivo se profundiza en nuestro sistema educacional donde las diferencias entre la educación pública y privada son sustantivas. De este modo, un número importante de nuestros jóvenes queda inhabilitado para acceder a los circuitos de la "economía del conocimiento". En este punto se requiere un acuerdo país que mire los objetivos de largo plazo en una perspectiva de desarrollo global y que consiga superar las falencias actuales de nuestros sistemas educativos.

Finalmente, existen temas específicos relacionados con la educación y el acceso a redes de innovación en el mundo, que deben ser abordados con mayor fuerza, tales como la promoción del inglés como segunda lengua y la valoración de las carreras técnicas. Para lo primero se requiere mejorar la calidad y cobertura de la enseñanza de este idioma. Para lo segundo es indispensable que la sociedad, en su conjunto, valore adecuadamente las competencias técnicas de manera que la opción por este tipo de carreras no tenga la connotación de "segunda categoría" que muestra actualmente.

El Estado cliente

Dado que el Estado puede definir los estándares de los productos que encarga, existe un espacio importante para promover la innovación en el sistema de compras públicas. Este modelo ha sido ocupado en países desarrollados en temas de tecnologías avanzadas, donde el Estado ha traspasado el esfuerzo de innovación al sector privado. Un ejemplo de ello es la industria de defensa en Estados Unidos, donde el Estado licita los productos con sus estándares y es el sector privado el que hace el esfuerzo de innovar de acuerdo a los requerimientos. Lo anterior requiere que al interior del aparato estatal exista una

dotación estable de profesionales que tengan las competencias necesarias para definir estos estándares.

El Estado empresario

El Estado puede además invertir directamente. Esto ocurre en las grandes obras de infraestructura, donde el sistema de concesiones (carreteras, puertos, aeropuertos, ferrocarriles, etc.) ha dinamizado la inversión proveyendo grandes capacidades de ejecución de infraestructura en tiempos relativamente breves.

En relación con la inversión directa en otros ámbitos, si bien en Chile las posibilidades están restringidas debido a que el Estado y sus organismos sólo pueden realizar actividades empresariales o participar en ellas si una ley de quórum calificado los autoriza, existen empresas públicas con grandes recursos que podrían invertir directamente en tecnologías de punta o en procesos de innovación. Para que ello ocurra, es importante superar en estas instituciones los problemas de inconsistencia dinámica y de agencia, de manera que objetivos de largo plazo se puedan establecer en el seno de las mismas.

Una definición de ámbitos de acción donde se acepten elementos de riesgo, el cual esté acotado en forma previa, podría ayudar a superar barreras de acción en este sentido. Si bien esto recuerda la intervención del Estado en los negocios privados, hay que entender que ésta es la característica más relevante del desarrollo de algunos países, tales como Corea. En efecto, en la década de los '60 el Estado coreano se embarcó en una inversión costosa en educación superior en ciencia y tecnología y estableció un programa de financiamiento, a su riesgo, de todas las empresas innovadoras que le parecieron promisorias en los sectores sindicados como prioritarios.

6

CAPITAL HUMANO PARA LA INNOVACIÓN

Para que se dé el proceso de la innovación es necesario que se establezca una “cultura innovadora” en la Empresa, que es el resultado de un proceso de educación al interior de ella, de capacitación de sus integrantes en todos los niveles, que requiere tiempo, claridad de objetivos por parte de la Gerencia y persistencia.

La preparación de los recursos humanos, que es la materia prima con que cuenta la Empresa, está determinada en gran medida por la educación y por la capacitación posterior que ellos han recibido.

El sistema actual de formación de recursos humanos no tiene una orientación definida al estímulo de la creatividad y la innovación. Es importante por lo tanto analizar este proceso y considerar alternativas para orientarla a la formación de innovadores y emprendedores.

Cobertura y calidad de la educación

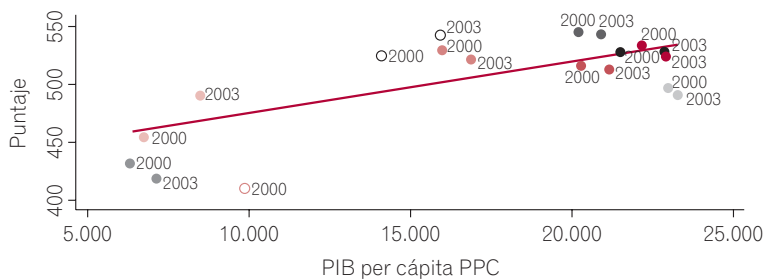
Nivel primario y secundario

En Chile la educación primaria y secundaria tiene una cobertura creciente y similar al promedio de los países latinoamericanos, según los índices que elaboran diversas instituciones tanto nacionales como internacionales y estudios especiales sobre el tema realizado, por ejemplo, por el propio Instituto de Ingenieros de Chile [19].

Al medir en este mismo nivel la calidad de la educación, según mediciones que permiten comparaciones con otros países tales como el Test PISA, nuestro país queda en el lugar 36 en una muestra de 43 países, inferior a todos los países de la OECD y más bajo que lo que nos correspondería estar según nuestro nivel de ingreso *per cápita* (Figura 15).

Figura 15
PISA EN COMPRENSIÓN
LECTORA Y PIB PER
CÁPITA

Fuente: Ferreiro, A. Nov. 2005,
Conferencia Innovación
y Tecnología en Chile.
U. Alberto Hurtado.



Países intensivos en recursos naturales y de rápido crecimiento

- Australia
- Canadá
- Chile
- Corea
- Dinamarca
- Finlandia
- Letonia
- Nueva Zelanda
- Suecia
- Tailandia
- Tendencia promedio

En TIMSS 2003, Chile ocupó los lugares 41 en Matemáticas y 38 en Ciencias, en un ranking de 46 países.

Nivel terciario

En cuanto al nivel terciario de la educación, la acumulación de capital humano ha sido más lenta en Chile que en otros países, pero la situación se ha tendido a revertir, como se aprecia en la proporción de alumnos de enseñanza superior inscrita en carreras de ciencias y tecnología y en el enrolamiento en las universidades e institutos, que se acerca al 50% de los egresados de educación secundaria [20] (Figura 16).

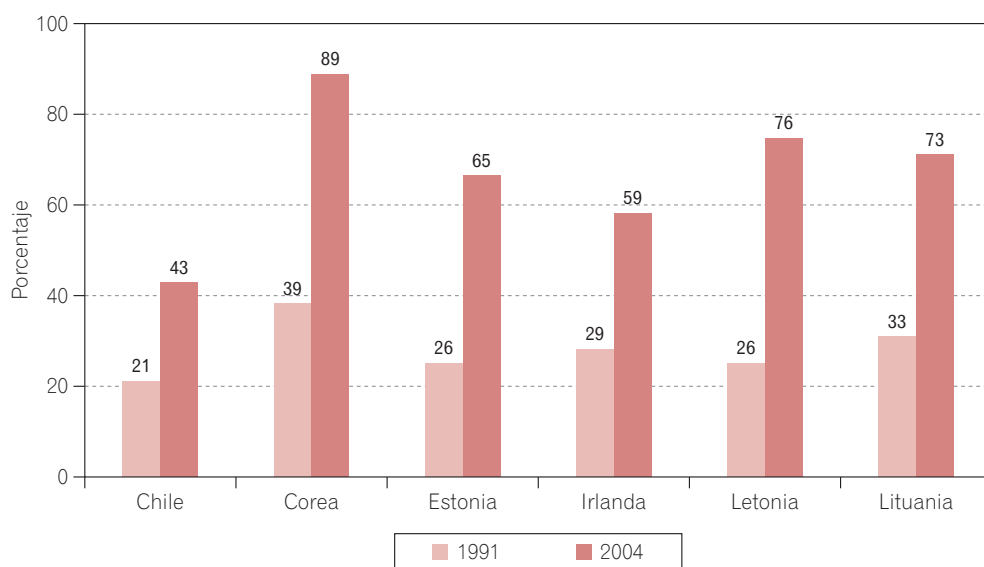


Figura 16
PORCENTAJE
DE MATRÍCULA EN
EDUCACIÓN TERCIARIA

Fuente: Ferreiro, A. Nov. 2005, Conferencia Innovación y Tecnología en Chile. U. Alberto Hurtado.

En Chile, en 1991, la cobertura de la educación terciaria alcanzaba el 21% de la población; el año 2004 ésta se duplicó, alcanzando el 43%. Si bien el incremento en la cobertura de la educación terciaria es significativo, podemos ver que otros países tales como Estonia y Corea, en ese mismo período, triplicaron la cobertura de la educación terciaria.

En contraste con estos hechos, la educación en este nivel en carreras tecnológicas e ingeniería es reconocida como de buena calidad, como lo comprueban los resultados obtenidos por los estudiantes que van a estudiar postgrados al extranjero. La realización de estudios y proyectos en conjunto con profesionales extranjeros corrobora esta apreciación, así como la creciente demanda por los servicios de profesionales chilenos en el extranjero.

El número de centros de estudio (universidades e institutos) ha proliferado en los últimos años, asegurando un creciente abastecimiento de egresados que algunos han considerado podría llegar a ser excesivo para las necesidades de la economía nacional. Este temor no considera la creciente demanda desde el extranjero, que en algunos casos particulares podría llegar a producir un déficit interno.

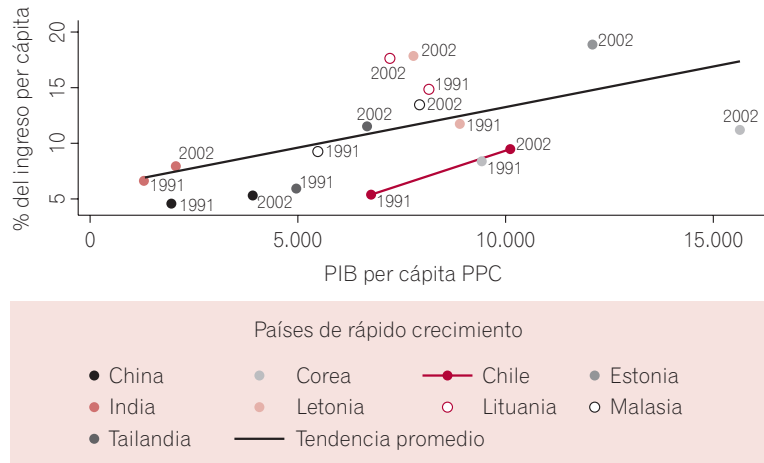
El Ministerio de Educación tiene registradas 52 Universidades y 20 Institutos Profesionales. Estas instituciones en el año 2006, en el área tecnológica, ofrecieron 1.023 carreras relacionadas con Ingeniería (Civil, Comercial y Ejecución) con una matrícula de 30.000 alumnos nuevos (cerca de 12.000 de ellos en Ingeniería Civil y Comercial).

Gasto Público en educación

Al analizar el gasto público en educación por habitante en edad escolar con el PIB *per cápita*, estamos bastante más abajo que otros países (Figura 17).

Figura 17
GASTO PÚBLICO
EN EDUCACIÓN POR
HABITANTE EN EDAD
ESCOLAR (% DEL PIB
PER CÁPITA) Y PIB
PER CÁPITA

Fuente: Ferreiro, A. Nov. 2005,
Conferencia Innovación
y Tecnología en Chile.
U. Alberto Hurtado.



7

LA INNOVACIÓN EN LA EMPRESA

La empresa es el ente principal en el cual se materializa la innovación, siendo también ésta necesaria e importante en las instituciones y empresas del Estado. Un ejemplo notable ha sido la incorporación de tecnología e innovación en el Servicio de Impuestos Internos. Las empresas chilenas, en general, se han caracterizado poco por ser innovadoras y por invertir en innovación. Es necesario establecer cambios en su interior generando un ambiente propicio para el desarrollo de las ideas e incentivando adecuadamente la innovación.

Las empresas y la globalización

La tendencia a la globalización de la economía exige a las empresas mantenerse competitivas para poder sobrevivir y prosperar. Para ello es esencial que innoven permanentemente, mejorando sus productos, sus procesos e incorporando nuevas tecnologías. Si bien estas exigencias dependen de los productos y servicios que entregue una empresa, no hay sector en la economía que no esté sujeto a la competitividad internacional. Esta realidad no sólo constituye una exigencia a cumplir, sino, lo que es más importante, se traduce en un estímulo permanente a la innovación.

La empresa tiene una motivación importante para innovar, desde el momento en que se concibe la innovación no sólo como un cambio tecnológico consistente en el diseño de nuevos productos y procesos, sino como algo más global que incluye nuevos modelos de negocio en busca de ventajas competitivas que traen aparejada rentabilidad y eficiencia.

Las empresas innovan³ como una forma de “reinventarse” y ser más rentables y exitosas. En definitiva, se trata de ser más competitivas en el sector en que se encuentran o para incursionar en nuevos rubros que le otorguen una mejor perspectiva futura. El impulso innovador nace como una necesidad estratégica, pero también como una motivación propia de su gobierno corporativo, de un líder con necesidad de logro y de un conjunto humano creativo, impaciente y soñador. Estas tendencias se han acentuado en la medida que los ciclos de vida de los productos se hacen globalmente más cortos.

La globalización trajo especialización y concentración, lo que provocó hipercompetencia y cambios enormes en todo el mundo. La innovación es, por lo tanto, una necesidad de supervivencia de las empresas. Se puede afirmar que una empresa que adopta una estrategia de seguir haciendo más de lo mismo, está comprometiendo su viabilidad futura por muy sólida que parezca su situación actual.

Las empresas que no innovan terminan produciendo productos y desarrollando servicios estandarizados o *commodities*. En ellos, el precio de venta es definido por el mercado. Las empresas que innovan y son capaces de generar productos y servicios únicos, tienen mucha mayor flexibilidad en la fijación del precio, con lo que pueden tener mayores márgenes, a la vez que estos productos y servicios tienen normalmente un mayor potencial de crecimiento. Una estrategia que permita mayores márgenes y, a la vez, mayor crecimiento, constituye una alternativa vital para las empresas [21].

³ Una parte de la innovación empresarial proviene, también, de la generación de nuevas empresas y de la aparición de nuevos empresarios.

La innovación en las empresas

La innovación al interior de la empresa debe ser una disciplina corporativa, no basta que existan algunos innovadores al interior de la misma, ni es estrictamente necesario que la orientación de la empresa sea hacia la alta tecnología. La actitud pro innovación debe ser de la empresa en su conjunto y debe emanar de la cúspide de su gobierno corporativo, vale decir de su directorio. Si no es una definición del más alto nivel, en que se estimule y controle a todos los estamentos, es altamente probable que la estrategia no conduzca a buenos resultados. La innovación surge de entender el negocio del cliente para darle lo que realmente necesita, adelantándose a su toma de conciencia.

La estrategia empresarial debe, normalmente, decidir entre dos alternativas: seguir produciendo lo mismo de una manera más eficiente o producir bienes o servicios diferentes. Ciertamente es más fácil producir más de lo mismo que innovar en lo que se produce. También es cierto que suele ser menos riesgoso seguir con los productos y servicios conocidos. La decisión de cuánto destinar a nuevos productos y cuánto debe destinarse a eficientar el proceso actual, es una decisión estratégica que debe recibir mucha atención de parte del gobierno corporativo.

La realidad de la innovación en Chile es aún precaria. El número de empresas chilenas que de acuerdo a estándares internacionales realizan innovación de manera sistemática es ínfimo, no son más de nueve mil, de un universo que estaría entre 400 y 600 mil [22].

Incentivo al desarrollo de la innovación

En una encuesta a 2.468 presidentes de compañías (CEOs) a nivel mundial, que incluye una muestra de empresas chilenas, "The Boston Consulting Group" (BCG) obtuvo los resultados siguientes [23].

- La innovación se mantiene como un foco estratégico para la mayoría de las compañías, con un 66% de ellas, ubicándola dentro de las tres principales prioridades estratégicas.
- El 67% de las compañías elevará el gasto en innovación en el año siguiente.
- Muchos ejecutivos –más de la mitad de los que fueron encuestados– están insatisfechos con los resultados financieros de las inversiones de la compañía en materia de innovación.
- Los mayores frenos o dificultades que tienen las compañías para mejorar los retornos de la innovación son la existencia de una cultura corporativa adversa al riesgo, períodos largos para el desarrollo de productos y falta de coordinación interna.

Es interesante consignar que las cinco categorías que aparecieron como los tipos de innovación más importantes, son productos y servicios que crean mercados enteramente nuevos que permiten la expansión hacia nuevos grupos de clientes, nuevas ofertas para clientes actuales, cambios menores de ofertas actuales y menores costos para ofertas actuales.

Muchas compañías presentan eventos puntuales de innovación, en períodos de tiempo relativamente cortos, en negocios o líneas de producción específicos. Unas pocas compañías parecen haber institucionalizado la habilidad para innovar, traducido en el fortalecimiento permanente de productos y servicios, satisfacción de los clientes, procesos y modelos de negocios. Estas compañías son consistentemente exitosas y presentan desarrollos "ganadores" para la envidia de sus competidores.

Las compañías que buscan moverse a la categoría de empresas exitosas tienen muchos aspectos que considerar. ¿Dónde deberán concentrar sus esfuerzos? La respuesta varía según las organizaciones y está fuertemente influida por factores tales como el modelo de negocios, posición competitiva, sector industrial al que pertenecen y muchos otros factores. Pero hay dos aspectos del ciclo de innovación que todas las compañías deben tener en cuenta en el tope de su lista de prioridades: aprender a gestionar la innovación en su interior y desarrollar una cultura más tolerante al riesgo.

Al final, los esfuerzos innovadores de una empresa serán exitosos o fallidos dependiendo de la calidad del liderazgo. Un líder comprometido creará un ambiente que impulse la innovación y la lleve adelante. El liderazgo corporativo y las personas constituyen, sin duda, los mayores impulsores de la innovación en la empresa.

Los innovadores rara vez [24] se basan en nuevas ideas; por el contrario, ellos convierten viejas ideas en nuevas oportunidades, adaptándolas a contextos diferentes. Marco Polo llevó la pasta a Italia. Henry Ford adaptó, para su línea de montaje de automóviles, la tecnología y conceptos utilizados en las plantas de empaque de carne. Las bombas de aire utilizadas en las zapatillas Reebok se tomaron de los sacos de aire utilizados en la tecnología intravenosa. Por lo tanto la buena noticia para las empresas es que no necesitan utilizar genios para innovar; basta con disponer de personas talentosas, imaginativas y que trabajen en un ambiente de trabajo donde exista apertura de mente y un sentido de libertad para introducir ideas rupturistas que agiten los mercados y la competencia.

La gestión de las personas creativas

Los "mandamientos" [25] fundamentales para una gestión exitosa de las personas creativas son relativamente simples, más arte que ciencia, y son las que siguen:

- Facilitar la comunicación intra empresarial.
- Confiar en las personas.
- Hacer confianza en que es toda la organización la que debe ser creativa y que las buenas ideas vienen de diferentes lugares.
- Estar seguro de que, para cada proyecto, existen documentos y planes bien concebidos.
- Chequear acuciosamente las diferentes etapas de los procesos específicos de innovación.
- Tener la habilidad para impulsar proyectos y para detener aquellos que ya no tienen buenas perspectivas.
- Reclutar los mejores y más brillantes, promover a aquellos con habilidades destacadas en temas de visión estratégica y organizativa.

La innovación no debe necesariamente hacernos pensar en las empresas de tecnología del Silicon Valley o los gigantes farmacéuticos alemanes o suizos. La innovación es algo que se debe dar en todos los sectores y en todos los tamaños de empresas.

El ambiente propicio para la innovación

Es necesario crear el ambiente, las condiciones favorables para que se dé la innovación en forma natural. Luego, el proceso, cuyos principios son sabidos, simplemente se practica y con la reiteración se vuelve parte de la cultura de la empresa.

Si bien es necesario que el gobierno corporativo de la empresa defina una alta prioridad para la innovación para que ésta ocurra, tal prioridad no es suficiente si no va acompañada de un ambiente propicio para que las personas, en diversos niveles, realmente innoven.

Si hay un "ícono" de empresa con una orientación a la innovación, ella debería ser Google. Después de todo, los "súper estrella" de la firma son ingenieros en *software*. Google no sólo es una máquina de búsqueda, sino además "un motor de innovación" que constantemente se reinventa a sí misma. De igual manera que lo hacen 3M y otras firmas, Google les garantiza a sus ingenieros permiso para dedicar el 20% del tiempo laboral a sus proyectos favoritos no relacionados con su trabajo diario. Hay varios productos que han salido de esta práctica, tal como el caso de "gmail". Esta situación está demostrando, una vez más, que no basta con el necesario compromiso del gobierno corporativo, sino que, además, es necesario movilizar todo el capital humano de la empresa en pos de la innovación.

Las empresas innovadoras crean un clima propicio para la innovación, además de crear programas específicos con los recursos financieros correspondientes para generar nuevos productos y procesos, en el marco de una estrategia de desarrollo de la empresa.

La empresa debe además enseñar a sus profesionales a gestionar la innovación, a manejar el riesgo, enfrentar el fracaso, a formar equipos, a incentivar la iniciativa e inventiva del personal, a manejar la legislación y las herramientas de propiedad intelectual e industrial y a plantear estrategias de negocios basadas en la innovación. Además, debe preparar al personal administrativo y técnico para la innovación, pero no sólo los directivos del sector privado deben acostumbrarse a vivir en un ambiente de innovación, también los supervisores de las líneas de producción y los trabajadores deben aprender los riesgos y beneficios de la innovación.

Desencadenar el espíritu innovador

Como se ha señalado, hay en Chile deficiencias en la preparación del recurso humano en el nivel de la educación primaria y secundaria. Si bien este factor está obstaculizando el proceso de la innovación, no es lo que lo frena. Lo que verdaderamente lo hace son la falta de espíritu de innovación a nivel de la empresa y la falta de reconocimiento que la innovación sólo es fructífera al nivel de ella. Todo el proceso de la innovación requiere de liderazgo para movilizar los recursos necesarios, de tener claridad en los objetivos y voluntad firme de alcanzarlos y de la creación de una mística de trabajo en equipo, en que los intereses personales se subordinan al propósito común y las jerarquías superiores corresponden al que en un momento aporta más. Pero esto por sí solo no es suficiente. Se requiere lo que Shumpeter denomina el "espíritu promotor", que es la cualidad de tener capacidad para imaginar y vislumbrar posibilidades para la innovación ante los desafíos que enfrentan las empresas.

Se argumenta a veces que en Chile no existe una disposición de las personas a ser innovadoras. Sobre esta materia es interesante señalar que según lo planteado en la presentación realizada por Jorge Yutronic [26]: "nuestro pueblo se ha caracterizado por ser emprendedor, aunque nuestra cultura no es innovadora. Emprendedor en el sentido de que el chileno no se muere de hambre, es capaz de darse trabajo para ganarse la vida, independientemente del lugar en que lo haga." Esto también ha sido medido por la encuesta Global Entrepreneurship Monitor que lleva a cabo la London School of Business junto con el Babson College. Esta encuesta mide el emprendimiento en Chile y en otros cuarenta países. Chile, ha tenido una figuración destacada en los últimos años como un país de emprendedores. La capacidad emprendedora está muy ligada a la capacidad innovadora en la medida que demuestra interés por buscar soluciones y producir bienes o servicios.

8

RELACIÓN UNIVERSIDAD-EMPRESA, EL VÍNCULO FALTANTE

La Universidad tiene un rol relevante en la creación y difusión del conocimiento. La empresa requiere este conocimiento para desarrollar nuevos productos y nuevos procesos. Si bien existen algunos casos aislados de colaboración Universidad-Empresa, en general se observa una disociación entre la labor de investigación que realizan las universidades y los requerimientos por nuevos conocimientos por parte de las empresas.

J.J. Brunner [27] señala también otro elemento que forma parte de la mala apreciación de la capacidad nacional de innovación y que se expresa en que "en Chile, los ejecutivos de empresa califican con nota menos que regular la colaboración existente con las universidades, a la vez que manifiestan una visión negativa sobre la calidad de las instituciones científicas del país. Una opinión crítica similar existe entre los ejecutivos de Argentina y México, además de Grecia, Malasia y Corea". Brunner [27] apunta también "a la falta de interés por parte de las empresas locales en las actividades de desarrollo tecnológico y el hecho que la transferencia ha tendido a operar, preferentemente, a través de importación de bienes de capital y maquinaria y, sólo en grado menor, a través de acuerdos para la adquisición y uso de tecnologías que serían un mecanismo más favorable en términos de aprendizaje endógeno y para el desarrollo de capacidades".

Universidad y empresa en el contexto de la innovación

El desarrollo y la comercialización exitosa de nuevos materiales, productos y procesos de alta complejidad, requiere en la mayoría de los casos, del trabajo conjunto y coordinado entre agentes de diversas disciplinas. Precisa de recursos humanos formados tanto en lo teórico como en lo práctico en el país como también en el extranjero, que dispongan de infraestructura, laboratorios y tiempo.

En Chile, los centros universitarios por su naturaleza poseen en gran medida la capacidad de congregar académicos e investigadores (recursos humanos) provenientes de diversas áreas del conocimiento científico. Las universidades también cuentan con una cierta infraestructura para realizar investigación aplicada, pero rara vez conducente a la producción de nuevos bienes o servicios. Ellas, a su vez, están en condiciones de atraer capital mediante los actuales fondos concursables (FONDEF CONICYT, CORFO-INNOVA, entre otros).

Las empresas, por su parte, poseen profesionales con conocimientos basados fuertemente en la experiencia más que en la teoría, profesionales que en su mayoría se han formado en las universidades. Las empresas productivas poseen una cierta capacidad instalada para producir bienes y servicios, la cual comúnmente es poco flexible como para ser utilizada en la mejora de sus propios procesos, y menos en investigación; lo anterior, sin interferir con la producción diaria de la empresa.

La investigación y desarrollo en Universidades y Empresas

La investigación se realiza en Chile principalmente en las universidades e institutos tecnológicos, con muy poco contacto con las empresas. Esta investigación está orientada a la producción de "*papers*", cuya publicación es fundamental en la carrera académica de los profesores. La investigación académica tiene, por eso mismo, un propósito alejado de las necesidades de la empresa.

La investigación y desarrollo que se realiza en Chile a nivel de las empresas es muy escasa. En el año 2002 la inversión en que incurrían en este rubro era sólo un tercio del total, correspondiendo el resto al Gobierno y universidades. Desde entonces se estima (Estudio COPEC-Universidad Católica) que la proporción ha mejorado, pero está muy lejos de lo que ocurre en países como Finlandia (67%) e Irlanda (57%). En Chile, en cambio, un estudio de la Universidad Católica reveló que en tecnologías de la información más del 50% de las empresas no recurren a las universidades para sus necesidades de innovación. En otras áreas, la relación es mucho más desfavorable.

Debe notarse, sin embargo, que las empresas a nivel mundial tienden actualmente a reducir sus departamentos de investigación y desarrollo, reemplazándolos por redes de contacto que los proveen de innovaciones tecnológicas. Con esta modalidad se aceleran los procesos de investigación y se reducen los costos.

El apoyo del Estado

La creación de FONDECYT, hace ya más de 30 años, ha permitido sin duda el desarrollo de la investigación en ciencias, pero bajo un esquema que fomentaba el individualismo. En los últimos años, el Gobierno ha impulsado mecanismos de financiamiento a través de las iniciativas Milenio (institutos y núcleos), anillos de investigación en ciencia y tecnología, centros de excelencia en investigación, favoreciendo a los grupos de académicos e investigadores que están dispuestos a ejercer esfuerzos asociativos y a trabajar conjuntamente formando ejes de cooperación. También, y paralelamente, se han destinado fondos para la creación de incubadoras, cuyo objetivo principal es administrar el capital semilla para fomentar la creación de nuevas empresas. Otros fondos disponibles actualmente permiten la inserción de investigadores jóvenes dentro de las empresas (Programa Bicentenario de Ciencia y Tecnología) y el desarrollo de proyectos conducentes a la innovación o creación de valor, tanto por parte de universidades como por parte de empresas, tanto a nivel de investigación básica como pre-competitiva (FONDEF-CONICYT y CORFO). En esta misma dirección también se ha impulsado la formación de Consorcios Tecnológicos-Empresariales de Investigación entre universidades y empresas, para el desarrollo conjunto de programas de investigación, desarrollo e innovación.

Recientemente, el Parlamento ha aprobado la ley para establecer un incentivo tributario a las empresas para la inversión privada en investigación y desarrollo. Éste permitirá a las empresas subcontratar servicios de investigación y desarrollo, financiándose en parte mediante subsidios obtenidos a través de la devolución del impuesto de primera categoría.

Además, el nuevo programa de financiamiento basal de CONICYT permitió financiar la creación de 8 centros de excelencia en investigación, en su primer concurso del año 2007.

Diagnóstico de la vinculación actual

La toma de decisiones en la empresa chilena obedece, generalmente, a una estructura jerárquica de tipo vertical, mientras que en la universidad la autoridad opera de manera más bien horizontal, con múltiples unidades académicas, las que a su vez están divididas en escuelas o departamentos. Cada escuela o departamento, a su vez, está formado por académicos e investigadores contratados a tiempo completo, media jornada o jornada parcial. Los académicos e investigadores no están obligados a trabajar conjuntamente con otros colegas, ni menos con pares de otros departamentos o unidades académicas. Por ello no debe llamar la atención ver académicos investigando aisladamente. Esta concepción individualista y racionalista ya fue resaltada hace más de diez años por el Instituto de Ingenieros [1].

Faltan entonces iniciativas que establezcan puentes entre los distintos agentes dentro de las universidades y entre universidades.

Siguiendo con este diagnóstico, podemos separar la realidad del ámbito universitario tanto considerando la vinculación de los académicos como la de los alumnos con el mundo empresarial.

Vínculo académicos empresa

No cabe duda que la dinámica de un académico es distinta a la de un empresario o de un funcionario de una empresa. El académico, además de cumplir sus labores de enseñanza e investigación, comúnmente no dispone del tiempo suficiente para efectuar consultorías o gestar proyectos de innovación por sí solo. La extensión de su actividad la logra a través de la contratación de alumnos a distintos niveles: pregrado, recién titulados y postgrado. Éstos representan recursos humanos de bajo costo, gran disponibilidad de tiempo, motivación, contando con la guía por parte del académico. Pero este recurso humano suele no ser continuo en el tiempo.

Por otra parte, para que un académico pueda disponer de fondos para contratar a profesionales con experiencia práctica, deberá formular y presentar proyectos a fondos concursables conjuntamente con empresas. Estos fondos, en la mayoría de los casos requieren de una contraparte económica pecuniaria (no menor al 12% del subsidio solicitado) por parte de la empresa participante. Además, normalmente las empresas desconocen que los plazos para resolver problemas específicos son mayores cuando la solución precisa de una investigación avanzada.

A todo lo dicho anteriormente se debe sumar la gran falta de comunicación que ha existido por décadas entre el mundo académico y el de las empresas y la falta de credibilidad de las últimas hacia las primeras. También existe desconfianza entre los académicos y los empresarios; según los últimos, los académicos tienen muchas ideas y pierden el foco del problema, mientras que según los primeros los empresarios buscan principalmente soluciones rápidas (de muy corto plazo) a problemas complejos. Se agrega que los académicos invitan poco a las empresas a visitar las universidades y de igual manera los académicos, en promedio, visitan poco las empresas. Por otra parte, hay una concepción de que los académicos no pueden ser infalibles. Admitir un porcentaje de falla en las iniciativas lideradas por académicos, tanto por parte del mundo académico como el de las empresas, es importante para el desarrollo de una confianza mutua durante las actividades de investigación y desarrollo [28]. Por último, es común que los académicos que regresan de sus doctorados investiguen en temas muy similares a los realizados en el extranjero, subsidiando, por así decirlo, el desarrollo de los países tecnológicamente avanzados donde ellos realizaron sus estudios de postgrado.

Vínculo alumnos empresa

Como se señaló, los alumnos universitarios, sobre todo en los últimos años de sus carreras, o bien durante los estudios de postgrado, forman parte importante de la capacidad productiva al interior de las universidades. Esto, a través de proyectos o memorias de titulación o bien a través del desarrollo de tesis a nivel de magister y doctorado. En muchos casos estos trabajos obedecen a inquietudes propias del académico y de su grupo de investigación, y no necesariamente a las necesidades de la actividad productiva. Por su parte, son los alumnos los que demuestran mayor interés en desarrollar temas destinados a resolver problemas del ámbito productivo y en participar en actividades donde dicho vínculo se concreta. Adicionalmente, en gran parte de los casos el alumno tiene la concepción de que la universidad es sólo una etapa más en su desarrollo educacional y que el verdadero aprendizaje profesional y la experiencia necesaria para realizar innovaciones se logra trabajando en las empresas.

Iniciativas de vinculación pasadas y actuales

Las universidades tradicionales y algunas privadas llevan varias décadas dedicadas a la investigación científica básica y aplicada. De las 52 universidades que integran el sistema universitario en Chile, alrededor de un 10% tiene una dedicación significativa a la investigación [29]. La investigación básica es el área más preponderante cuando se mide en número de publicaciones internacionales en un cierto período de tiempo. Esta situación claramente es fomentada por el sistema actual de evaluación académica existente en la mayoría de las universidades chilenas, en el cual a mayor número de publicaciones en revistas de corriente principal, el académico obtiene una mejor calificación y recono-

cimiento. En Latinoamérica, Chile está ubicado a la cabeza en la publicación de artículos científicos, y después de Brasil es el país que más invierte en investigación y desarrollo como porcentaje de su PIB (0,68%). No obstante lo anterior, algunas universidades han logrado, además, establecer una capacidad para la resolución de problemas complejos, la certificación de calidad y la capacitación técnica, todas ellas orientadas a satisfacer necesidades del sector empresarial; es el caso de DICTUC SA, IDIEM, IIT de la U. de Concepción, entre otras. Lo anterior, de hecho, convierte a las universidades en “empresas consultoras”, según señala en su informe el Instituto de Ingenieros [1], y abarcan nichos de difícil acceso para el sector productivo.

Una Red de Información Universidad-Empresa

La vinculación entre la universidad y la empresa depende en gran medida de que la universidad mantenga informado a sus ex alumnos y a las empresas (donde éstos trabajen) de su evolución en relación a su capacidad de investigación, crecimiento de su planta de académicos, sus áreas de desarrollo y las características de los proyectos adjudicados. En efecto, hoy existe un bajo nivel de difusión acerca de los proyectos exitosos que las universidades han concretado con algunas empresas. Lo anterior es un mecanismo poderoso para crear conciencia de que es posible concretar proyectos de investigación y desarrollo con la universidades, los que conducen a resultados importantes y críticos para las empresas.

Por lo tanto, es imperioso establecer puentes tanto físicos como virtuales entre las empresas y el mundo académico, para poder desarrollar en la conciencia colectiva del mundo académico y empresarial una actitud hacia el éxito, pero también tolerar el eventual fracaso que es inevitable en todo proceso de innovación y emprendimiento.

Los académicos, sus alumnos o alguna instancia de la universidad, son quienes pueden tomar la iniciativa para coordinar visitas a empresas e identificar necesidades que puedan ser satisfechas por ellas. Por ejemplo, una empresa puede dedicar un número de días al año para recibir delegaciones de profesores y alumnos de universidades ofreciéndoles un día completo de inducción acerca de sus actividades productivas y necesidades. Estas instancias de aproximación también deben servir para llevar a cabo reuniones entre académicos y empresarios, destinadas a conversar sobre objetivos concretos.

Adicionalmente, los fondos concursables provenientes del Gobierno u otros organismos son desconocidos por la mayoría de los empresarios, y sus bases y formularios no son de fácil comprensión por parte de ellos, en especial los de las PyMEs. Para acceder a estos fondos es necesario presentar proyectos, los que por lo general deben ser evaluados tanto desde el punto de vista social como privado y ser acompañados por un estudio del estado del arte. Es más probable que los académicos dominen mejor las bases y procedimientos para presentarse a fondos concursables. No obstante lo anterior habría consenso en que existen muchos y diversos fondos disponibles, pero faltan ideas que provengan de la interrelación de las universidades con las empresas, o bien, si hay ideas, éstas no toman ventaja de los fondos. Una alternativa es buscar alianzas entre universidades y empresas privadas o estatales, de manera que el esfuerzo de I+D+I se efectúe en la universidad, pero con la presencia y la perspectiva de la empresa.

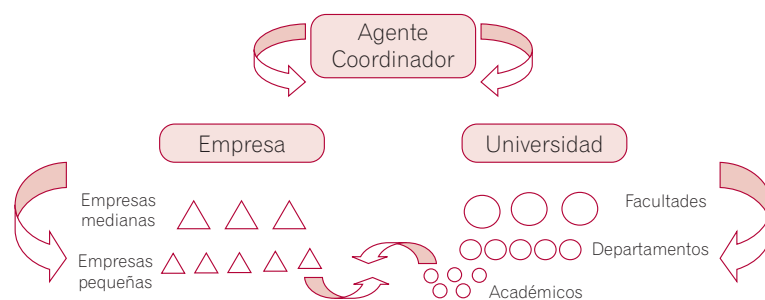
Un posible modelo de vinculación

El modelo de desarrollo productivo adoptado por Japón luego de la Segunda Guerra Mundial [30], ha sido la constitución de clusters. Esto ha permitido posicionar a dicho país como uno de los más innovadores en Asia y en el mundo entero. En este modelo, son las empresas madres (Sony y Honda entre otras) las que interactúan con una gran cantidad de empresas medianas y pequeñas, con las cuales comparten, entre otros aspectos, el riesgo económico del negocio. Además, estas últimas, al ser más pequeñas y más dinámicas, se adaptan mejor a los cambios tecnológicos. Por su parte, las empresas madres pueden invertir en tecnologías inalcanzables para las PyMEs y al mismo tiempo promover que éstas las adopten.

El esquema de la empresa madre, la cual sostiene múltiples capas de empresas medianas y pequeñas (Figura 18), es muy similar a la estructura de las universidades que ya hemos descrito anteriormente: una dirección superior que dirige varias facultades y dentro de cada facultad existen múltiples departamentos y en cada departamento coexisten académicos, sus alumnos y personal técnico en algunos casos. Bajo esta estructura, es más probable que una PyME se interrelacione con un académico y su equipo de trabajo, mayoritariamente alumnos y profesionales, facilitando la interacción entre ambos, en vez de concebir al académico coordinándose directamente con la empresa madre. No obstante y adicionalmente, se necesita de una entidad externa financiada por capitales privados y gubernamentales que articule las interrelaciones PyME-académico, promoviendo tanto la comunicación entre ambos agentes como también subsidiando las distintas iniciativas de colaboración a diferentes niveles.

Figura 18
ESQUEMA DE UN
POSIBLE MODELO
DE VINCULACIÓN
UNIVERSIDAD-EMPRESA

Fuente: Elaboración propia.



Como es bien sabido, las PyMEs chilenas tienen necesidades y problemas concretos por resolver, y por lo tanto no debe llamar la atención el bajo interés que muestran por las investigaciones que realizan los académicos, pues en la mayoría de los casos éstos no resolverán los problemas inmediatos que ellas tienen. Las PyMEs, por su parte, no pueden costear la innovación por sí solas y requieren un esfuerzo coordinado con las madres. Existe por lo tanto un encadenamiento entre empresas madres y las pequeñas y medianas. La investigación y desarrollo se debe orientar a reforzar esta cadena, sirviendo a las madres y a la vez fortaleciendo a las PyMEs.

Las universidades podrían intervenir en la interfase entre las empresas madres y las empresas medianas y pequeñas de manera concertada con las partes, con un financiamiento que provenga en forma significativa de las madres, porque las PyMEs no pueden pagarlo y generalmente no visualizan ni comprenden el beneficio que pueden obtener de los resultados que se obtengan de las actividades de I+D+I. Ésta es la idea matriz de los clusters.

No obstante, para lograr que los académicos investiguen en cómo dar solución a los problemas específicos de las PyMEs, dentro de un marco de tiempo razonable y de la real capacidad instalada que ambos poseen, es urgente promover el desarrollo de una relación PyME-Académico. Una vez construida dicha relación en el tiempo, ésta permitirá que la investigación que el académico realiza sea de utilidad a la empresa y del nivel que el académico requiera para el desarrollo de su propia carrera como investigador. Esto además sirve para desmitificar ciertas preconcepciones, las cuales han causado incompreensión entre el sector empresarial y el académico durante largos años. Por lo tanto se debe usar lo mejor de cada agente y es deber de quienes actúen como líderes, seleccionar y obtener el máximo provecho de los recursos humanos disponibles. La interacción entre ellos, aunque existan instancias de fracaso, favorece al éxito.



PROPUESTAS Y ACCIONES PARA DESENCADENAR LA INNOVACIÓN

Como se indicó en el presente documento, la innovación es innata en los seres humanos y está latente en ellos; por lo tanto, estimamos que no se trata de enseñarla sino de crear las condiciones para que ésta se desencadene. Nuestro país cumple con creces las condiciones necesarias para que esto ocurra. No pasa lo mismo con las condiciones suficientes, en las que hay mucho que avanzar. A continuación, y a diferencia del resumen que se hace al principio de este informe de las propuestas y acciones, nos referimos a ellas de manera extensa esperando que el lector se informe e identifique las condiciones básicas requeridas para que ocurra la innovación, y las acciones específicas que permitirán, a nuestro juicio, su desencadenamiento.

I. Para crear una institucionalidad

Establecer una institucionalidad moderna e independiente del Gobierno que defina políticas de mediano y largo plazo, consensuadas entre los diferentes agentes involucrados en el proceso y cuyos resultados sean evaluados en el tiempo.

- **Concretar el establecimiento de una institucionalidad que defina y monitoree la estrategia nacional de innovación.** Es preciso concretar el establecimiento de una institucionalidad que oriente el quehacer y los recursos del Estado en los ámbitos de innovación y que garantice la coherencia de las políticas públicas en el mediano y largo plazo. Además, la institucionalidad que se genere debe tener un grado de tutela o supervisión sobre las agencias públicas relacionadas con innovación y tener objetivos de largo plazo más allá de los períodos por los cuales actúan las autoridades administrativas.
- **Lograr un consenso entre los diferentes agentes involucrados en el proceso de innovación.** Es necesario establecer un acuerdo y compromiso nacional que involucre y aúne las voluntades de los diversos agentes que deben contribuir a este esfuerzo (gobierno, sector productivo, sector educacional, centros de estudio e institutos de investigación en ciencia y tecnología). Esta tarea debe ser permanente y trascender los cambios de Gobierno propios de una democracia.
- **Velar por la protección de la propiedad intelectual e industrial.** Es importante perfeccionar las políticas públicas orientadas a proteger y hacer respetar la propiedad intelectual e industrial generada en el país y en el extranjero, a la vez que continuar con las acciones orientadas a incorporar a Chile como miembro del Tratado de Cooperación de Patentes (PCT).
- **Establecer evaluaciones públicas ex-post de proyectos y programas.** Es fundamental exigir que las agencias y/o programas que reciban recursos estatales destinados al proceso innovador presenten proyectos y programas con objetivos cuantificables, evaluables ex-post y cuyos resultados sean de conocimiento público.

Aumentar el gasto público en innovación y establecer los incentivos necesarios para que las empresas incrementen significativamente su inversión en ella.

- **Aumentar el financiamiento público y privado de la innovación.** Es preciso aumentar el financiamiento público en actividades de innovación hasta llegar al menos al 1,2%

del PIB y, establecer los incentivos necesarios para que el sector privado realice un gasto equivalente de modo de alcanzar un gasto total de 2,4% del PIB.

- **Incrementar los recursos asignados a los programas de innovación y asegurar su financiamiento basal.** Es necesario incrementar significativamente los fondos para centros de excelencia, para investigación científica y tecnológica, para formación de profesionales y académicos y para establecer alianzas entre las universidades y las empresas, asegurando su financiamiento basal.

Focalizar el incentivo en la innovación en aquellas áreas y/o actividades estratégicas o en las que el país tiene o puede llegar a tener ventajas comparativas.

- **Focalizar la investigación y desarrollo en aquellas áreas prioritarias para el desarrollo del país.** Se requiere focalizar el fomento a la investigación y desarrollo en investigación básica y/o aplicada, en aquellas áreas que se han definido como prioritarias para el desarrollo del país, manteniendo sí la flexibilidad necesaria para apoyar aquellos proyectos que por sus características sean relevantes de apoyar aun cuando estén fuera de las áreas prioritarias.
- **Incentivar la generación de conocimiento relevante en aquellos sectores en los que el país tiene o puede tener ventajas comparativas.** Es preciso incentivar la generación de conocimiento relevante, no necesariamente en forma directa, sino más bien estimulando a las instituciones competentes para que dediquen esfuerzos especialmente en aquellos sectores vinculados a los "clusters" productivos donde Chile tiene o puede tener ventajas comparativas.

II. Propuestas para levantar las barreras a la innovación

Las barreras psicológicas y financieras indicadas en el documento constituyen una seria limitación al desencadenamiento de la innovación. Para levantar éstas es necesaria la participación de los diferentes agentes del proceso. A continuación se presentan propuestas y acciones específicas para levantar estas barreras.

Incentivar el cambio en la percepción del riesgo asociado a la innovación y disminuir la aversión al riesgo facilitando el desencadenamiento del espíritu promotor.

Estado

- **Incentivar el cambio en la percepción del riesgo asociado a la innovación.** El Estado puede, a través de su acción, incentivar el cambio en la percepción del riesgo asociado a la innovación tanto en el propio Estado como en empresas, sistema educacional y la sociedad en general, apoyando, como lo ha hecho hasta ahora, el desarrollo de emprendimientos, difundiendo experiencias exitosas, propiciando el desarrollo de misiones tecnológicas para que las empresas conozcan las experiencias de sus pares en el extranjero, facilitando el encuentro de los investigadores de universidades e institutos con la realidad de las empresas y promoviendo el cambio cultural para la innovación, tal como se hizo mediante el Servicio de Cooperación Técnica en la década del 50 con la difusión de los Principios de la Administración de Empresas, iniciativa a partir de la cual nació ICARE.
- **Disminuir el castigo social al fracaso empresarial.** El Estado puede implementar acciones concretas para disminuir el castigo social al fracaso empresarial, estableciendo prácticas que no discriminen a quienes hayan sufrido dichas experiencias.

Sistema Educacional, Universidades y Centros Tecnológicos

- **Disminuir el temor a la innovación e Incentivar la formación de innovadores.** En el Sistema Educacional en general, se puede disminuir el temor a la innovación desarrollando en los alumnos la capacidad de enfrentar riesgos, entenderlos, calibrarlos, neutralizarlos o mitigarlos. A su vez, el sistema puede contribuir a incentivar la formación de innovadores difundiendo en los colegios y universidades experiencias exitosas en emprendimiento.

Empresa

- **Preparar a los profesionales, técnicos y administrativos para la innovación.** La Empresa debe enseñar a sus profesionales a gestionar estos proyectos, a manejar el riesgo, enfrentar el fracaso, a formar equipos, a incentivar la iniciativa e inventiva del personal, a manejar la legislación y las herramientas de propiedad intelectual e industrial y a plantear estrategias de negocios basadas en la innovación. Además, debe capacitar en estas materias a su personal administrativo, técnico y a sus trabajadores.
- **Promover la Innovación.** La empresa debe incorporar la innovación en su modelo de negocio para no perecer, creando las condiciones para que se desencadene la innovación. La Empresa debe estimular activa y sistemáticamente la cultura innovativa a través de las instituciones que agrupan a los sectores productivos, a los profesionales, técnicos y académicos de distintas especialidades, organizando seminarios, debates, foros y otras actividades para el intercambio y difusión de experiencias, con la participación de expertos nacionales y relatores internacionales.
- **Difundir Buenas Prácticas.** Se deben difundir, a través de las asociaciones gremiales de productores, las buenas prácticas en innovación. Esto puede ayudar a los empresarios a perder el temor a la innovación.

Mejorar el sistema actual de financiamiento de proyectos de innovación incentivando el desarrollo de un mercado de capitales de riesgo y el uso de modernas metodologías en su evaluación.

Estado

- **Asignar y administrar eficientemente los subsidios estatales a la innovación.** Se requiere una asignación y administración eficiente de los subsidios estatales no sólo en términos de apoyar aquellos proyectos que aportan una mayor rentabilidad social, sino que facilitando la tramitación de dichos subsidios, impidiendo que se constituyan en un costo adicional de los proyectos, provocándole retrasos, mayores gastos administrativos o inflexibilidades en su ejecución.
- **Fortalecer los apoyos técnicos, económicos y comerciales a la innovación.** Otro aspecto fundamental es el apoyo técnico, económico y comercial que el Estado u otras instituciones pueden proveer directa o indirectamente a través de diversas redes que pueden ser organizadas, promovidas o financiadas por el Estado y que pueden ser fundamentales en las distintas etapas del proyecto, en particular en sus etapas iniciales, como lo son las incubadoras. En Chile esta política también está siendo aplicada a través de CORFO, y si bien se puede apreciar un avance importante en la materia, estamos lejos aún del nivel de desarrollo que tienen estos aspectos en los países más avanzados.
- **Promocionar el mercado de capital de riesgo para las innovaciones.** Fundamental también es fomentar el desarrollo de instituciones dedicadas a la administración de capital de riesgo. Si bien en esta materia el Estado ha realizado algunas acciones a través de la Ley de Mercado de Capitales 2, que permite nuevos instrumentos de capital de riesgo para hacer más atractivos los incentivos a quienes operan en esta industria, una política de capital de riesgo no sólo debe limitarse al aspecto tributario, sino que también debe incentivar el desarrollo de instituciones serias que motiven a los innovadores a financiarse a través de ellas y cautelar que éstas no inhiban el esfuerzo de los innovadores ni capturen sus ideas o emprendimientos.

Empresa

- **Fomentar el desarrollo y utilización de metodologías de evaluación de proyectos.** Es importante que en el sistema bancario se desarrollen y utilicen mecanismos de financiamiento de proyectos de innovación, que consideren no sólo la historia pasada de la organización que está desarrollando el proyecto, sino que además las competencias de quienes lo están ejecutando y los méritos propios de éste.

- **Fomentar y perfeccionar sistemas de financiamiento en base a opciones.** Es fundamental desarrollar metodologías que contemplen opciones para la entidad aportante, a la vez que desarrollar metodologías para evaluar proyectos de innovación e implementar sistemas de opciones para financiar y negociar este tipo de proyectos.
- **Desarrollar mecanismos financieros innovadores.** Si bien el sistema financiero nacional es maduro, aún existen imperfecciones especialmente en lo relativo al financiamiento de proyectos innovadores de alto riesgo, en el traspaso de elementos innovadores a PyMEs y en la transferencia tecnológica. Se requiere desarrollar mecanismos financieros "innovadores" para superar las barreras asociadas al financiamiento de proyectos innovadores de alto riesgo, realizando las modificaciones que sean necesarias a la Ley de Mercado de Capitales con el fin de promover operaciones asociadas a un mayor riesgo.

III. En el Ámbito de la Participación del Estado

Tomar un rol aún más activo en el proceso de innovación asumiendo en plenitud su rol de cliente y socio.

- **Definir estándares más altos para los productos y servicios a adquirir.** El Estado, como agente comprador, debe asumir un rol activo definiendo las especificaciones de los bienes y servicios que requiere, alentando la competencia e incentivando la incorporación de innovación en ellos por parte de sus proveedores, especialmente en aquellos sectores que han sido definidos como prioritarios para el desarrollo nacional. El Estado, en este rol puede definir estándares que vayan más allá de los requerimientos inmediatos y que, de alguna forma, den espacio para fortalecer una industria exportadora de bienes y servicios.
- **Asumir el rol de inversionista en proyectos específicos.** El Estado debe, a su vez, asumir un rol de inversionista en aquellos casos en que los privados no lo harían debido al volumen de la inversión o al riesgo de ella, como es el caso del desarrollo de la energía nuclear, genética, biotecnología, o en situaciones en las que el valor social del proyecto no es sostenible en forma privada.

Establecer los incentivos adecuados y fortalecer el desarrollo de redes y alianzas entre los diferentes agentes del sistema nacional de innovación y proveer acceso a información.

- **Establecer un sistema de incentivos adecuados.** El Estado puede generar incentivos que promuevan la innovación en la empresa, desde la creación de nuevos proyectos, pasando por su maduración y consolidación. En el mismo sentido, un sistema de incentivos debe someterse a un proceso de revisión continuo de manera que los atributos de neutralidad (acceso equitativo y abierto) y selectividad (promoción de proyectos que califican en las prioridades de sectores productivos y en criterios de calidad) se mantengan en el tiempo y se puedan corregir errores en la asignación.
- **Articular y orientar a los agentes dentro del sistema de innovación.** El Estado debe propiciar el establecimiento de puentes con el sector privado, con la academia y con el sector de ciencia y tecnología, de manera que se establezca una alianza que permita impulsar la innovación a nivel del país y fortalecer la capacidad del Estado de desarrollar redes de innovación. En este punto, el Estado debe asumir un rol aún más protagónico y de coordinación para aquellas iniciativas que fortalezcan las capacidades de las redes de innovación.
- **Proveer información.** Existen ámbitos donde la información es un elemento indispensable para la toma de decisiones asociadas a inversiones, y en particular a elementos de innovación, y donde los costos de obtener y generar esa información exceden el costo que los privados están dispuestos a pagar, especialmente por el carácter de bien público que tiene esta información. El Estado puede realizar un rol fundamental en la disminución de asimetrías de información considerada como bien público permitiendo que sea accesible a un costo razonable a un conjunto más amplio de agentes.

IV. En el Ámbito de la Formación de Capital Humano

Mejorar la calidad de la educación y asegurar que se dispondrá a futuro de los recursos humanos requeridos en cantidad y calidad para asumir el desafío de la innovación.

En la educación primaria y secundaria

- **Ampliar la cobertura de la educación preescolar.** Es necesario ampliar la cobertura de la educación preescolar que actualmente alcanza sólo al 18% de la población y realizar una acción efectiva para impartir educación en el tramo crítico de 1 a 5 años de edad. Esto en Chile reviste especial importancia por la distribución sesgada de los ingresos. La educación focalizada en los quintiles de menores ingresos, según los analistas, nivelaría el aprovechamiento de los niños en las etapas siguientes de la educación, corrigiendo así la diferencia que se constata entre los sectores más pobres y más acomodados de la población, corrigiendo así la desigualdad de oportunidades.
- **Mejorar la preparación de los profesores.** Es preciso mejorar la preparación de los profesores, especialmente en áreas de ciencias y matemáticas. Este aspecto es relevante dado que hay carencias en el proceso de formación de docentes y directivos, como queda de manifiesto, por ejemplo, en el hecho que el 77% de los profesores en ejercicio de educación básica han seguido carreras que tienen menos del 8% de cursos de matemáticas. Los profesores no pueden así dominar las materias que enseñan, pues no tienen oportunidad para aprenderlas.
- **Evaluar permanentemente a los profesores.** Es necesario establecer un sistema de licencia para ejercer para el profesorado al egresar de sus estudios, acompañados de evaluaciones posteriores periódicas de desempeño.

En la educación terciaria

- **Aumentar la cobertura de la educación terciaria.** Establecer los instrumentos e incentivos adecuados para facilitar el acceso y las oportunidades en la educación terciaria, de modo que se dupliquen las matrículas desde un 43% actual (de las personas entre 18 y 24 años) a un 80% en 2021.
- **Aumentar el número de profesionales y técnicos que dominen el idioma inglés.** Aumentar la masa crítica de profesionales y técnicos que dominen el idioma inglés, lo que permitirá abrir la economía chilena al mercado de servicios en el nivel global. Se requiere que el Estado apoye la mejora de capacidades en el nivel terciario para que en un corto plazo parte de la brecha idiomática pueda ser superada.
- **Continuar el proceso de acreditación de universidades.** Consolidar el proceso recién iniciado de acreditación de universidades y carreras y subsanar la carencia de un sistema de licencias para ejercer, con evaluaciones posteriores.
- **Modificar las mallas curriculares de las carreras de Ingeniería y Ciencias Aplicadas.** Modificar las mallas curriculares de estas carreras, de modo que ellas se enfoquen fuertemente a la formación de profesionales creativos, innovadores y emprendedores, con competencias que estén alineadas con aquellas que se visualizan serán requeridas a futuro.
- **Importar talento traído del extranjero.** Importar talento traído del extranjero, tanto a nivel de Universidades e Institutos como de Empresas, tal como se hizo en el siglo XIX (Lambert, Gay, Domeyko) y la Colonización Alemana del Sur.
- **Fomentar estudios de postgrados.** Fomentar estudios de postgrados, especialmente en el extranjero, con una clara vinculación con las necesidades de las Empresas.

En la educación laboral

- **Educación continua.** Establecer un sistema de educación continua que permita, por la vía de clubes, redes y actividades, ir capacitando y entrenando a los profesionales a lo largo de su carrera.

V. En el ámbito de la Empresa

Estimular la incorporación permanente de la innovación en las empresas con el apoyo de la alta dirección y el involucramiento de todos los niveles de la organización.

- **Crear un ambiente propicio para innovar.** Crear un ambiente propicio para el desarrollo de las ideas al interior de la empresa, a la vez que desarrollar al interior de ellas una disciplina de la innovación.
- **Incentivar la innovación.** Incentivar en las empresas la transferencia, adopción y/o adaptación de tecnología y la búsqueda de plataformas para la transformación de ésta en productos finales.
- **Establecer redes.** Establecer redes de I+D que faciliten el desarrollo de soluciones y que permitan y faciliten posteriormente la salida de ellas al mercado de productos.
- **Desarrollar nuevas capacidades.** Desarrollar en las empresas la capacidad de desarrollar productos y servicios distintos y de ajustar las estrategias y prácticas individuales y como empresas en un mercado global.
- **Respetar la propiedad intelectual e industrial.** Incentivar fuertemente en las empresas el respeto y valoración de la propiedad intelectual e industrial propia y externa.

VI. En el Ámbito de la Relación Universidad-Empresa

Establecer canales de comunicación e instancias de vinculación que permitan que las empresas estén permanentemente informadas de las capacidades que tienen las universidades y que éstas, a su vez, conozcan las necesidades de aquellas.

- **Financiar iniciativas del tipo “open house”.** Financiar iniciativas del tipo “open house” por parte de empresas hacia las universidades y viceversa, formación de comités empresariales por parte de la universidad o clubes tecnológicos.
- **Realizar pasantías de académicos en empresas.** Establecer como requisito de desarrollo de carrera de los académicos, la realización de pasantías en empresas por períodos de 6 a 12 meses en el contexto de un período sabático o similar.
- **Incrementar el número de académicos que trabajan en investigación aplicada.** Incrementar el número de académicos que realizan tareas de investigación aplicada en empresas.
- **Establecer un vínculo de comunicación Universidad-Empresa.** Diseñar e implementar un portal universidad empresa, para permitir mantener informados dinámicamente ambos sectores de los avances, potencialidades, beneficios y oportunidades a los que se puede acceder con el vínculo universidad empresa, a la vez que difundir en las empresas los proyectos exitosos que la universidad ha concretado con ellas.

Establecer puentes entre la Universidad, los Institutos Tecnológicos y las Empresas, de modo que los resultados de las investigaciones realizadas en éstas estén protegidos y puedan ser comercializados.

- **Proteger la propiedad intelectual e industrial.** Proteger la propiedad intelectual e industrial de las investigaciones realizadas en universidades e institutos tecnológicos orientando éstas a la obtención de patentes, que luego se procuran licenciar, pudiendo la universidad participar como socia del emprendimiento resultante, creando para este último propósito instituciones intermedias (“brokers”) que se autofinancien con la venta de licencias y/o la participación en los negocios.
- **Incentivar el desarrollo de centros tecnológicos privados.** Incentivar el desarrollo de centros tecnológicos privados que, en forma permanente, estén buscando nuevas ideas y oportunidades para ser transformadas en innovación y que generen empresas que desarrollen la tecnología, sean capaces de empaquetarla como producto y licenciar este producto asegurando para ellos su financiamiento.

- **Invertir en infraestructura.** Crear parques tecnológicos que permitan establecer puentes físicos entre el sector privado y el académico, dentro del académico mismo.
- **Promover e incentivar el desarrollo de PyMEs tecnológicas.** Promover e incentivar el desarrollo de PyMEs tecnológicas relacionadas con los clusters existentes en el país que presten servicios a las empresas "madres" para que las primeras participen en el proceso de innovación con el apoyo de las segundas y concurso de las universidades.

Orientar la investigación y desarrollo realizada en las universidades y centros de Investigación a satisfacer las necesidades de las empresas estableciendo para ello los incentivos adecuados.

- **Incorporar en la evaluación de los académicos los incentivos adecuados.** Incorporar otras mediciones para el desempeño de los académicos, más allá de la publicación de artículos en revistas internacionales indexadas, estableciendo incentivos para que los investigadores patenten los resultados de sus investigaciones y dediquen parte de su tiempo a resolver los problemas reales que enfrenta el sector productivo.
- **Orientar la investigación y desarrollo a las necesidades de la empresa.** Orientar la investigación y desarrollo de nuevos materiales, productos, procesos y servicios realizados en universidades y centros de investigación a satisfacer las necesidades de los clusters exportadores de *commodities*: minero, acuícola, maderero y agroindustrial.
- **Contratar académicos y profesionales con experiencia en innovación.** Facilitar la contratación de académicos y profesionales extranjeros con experiencia probada en innovación para que ocupen puestos claves en universidades y empresas de modo de avanzar rápidamente en la implementación del vínculo Universidad-Empresa.

10

REFERENCIAS

- [1] Instituto de Ingenieros de Chile, noviembre, 1996. Informe Comisión "Creatividad, Conocimiento y Competitividad". Educación, Ciencia y Tecnología: Diez Propuestas para la Competitividad de Chile.
- [2] Instituto de Ingenieros de Chile, 2001. Informe Comisión "Perspectivas y Desafíos de la Ingeniería Chilena".
- [3] Maturana. Transformación en la Convivencia. Dolmen. 1999.
- [4] Raffler, H. Innovation Management at Siemens; 2005. Expoalemania.
- [5] Hansen, M. y Birkinshaw, J. La cadena de valor de la innovación. Harvard Business Review. Junio 2007.
- [6] Barry Jaruzelsky, B. Dehoff K. 2007. The Customer Connection: The Global Innovation 1000. Booz Allen Hamilton.
- [7] <http://www.doblin.com/ideas/TenTypesOverview.html>
- [8] Moore, G. 2005. Dealing with Darwin: How Great Companies Innovate at Every Phase of Their Evolution. Penguin Books.
- [9] Pérez, C. Dinámica de la Innovación y Oportunidades de Crecimiento, Conferencia presentada en el Seminario Anual del Círculo de Innovación de Icare, Santiago de Chile, julio 2004.
- [10] Jaruzelsky, B, Dehoff K. y Bordia R. 2006. Smart Spenders The Global Innovation 1000. Booz Allen Hamilton.
- [11] Tokman, M. y Zahler, A. 2005. Innovación para un crecimiento sostenido. En Foco, 17.
- [12] Maloney W. and Rodríguez-Clare A. 2005. Innovation Shortfalls, Interamerican Development Bank & World Bank.
- [13] Informe Panorama Económico Mundial del Fondo Monetario Internacional, en artículo: Chile lidera por primera vez PIB *per cápita* entre países de Latinoamérica. Jueves 10 de abril de 2008. Diario Financiero.
- [14] Larraín, Felipe ¿Cómo potenciar la innovación en Chile? Estudios Públicos 104.
- [15] Baumol W. The Free-Market Innovation Machine. Analyzing the Growth Miracle of Capitalism. Princeton University Press.
- [16] The Economist. May 16th 2002. The growth machine.
- [17] Bitrán E., Crecimiento e Innovación en Chile.
- [18] Cortés, P. y Echeopar, G. 2008, Capital de Riesgo Chile 2008 organización GEM Global Entrepreneurship Monitor,
- [19] Instituto de Ingenieros de Chile. 2000. Comisión Educación y Gestión.
- [20] BID. 2006.
- [21] Vera I. 2006. El Rol de la Empresa Privada en la Innovación. Presentación en Instituto de Ingenieros de Chile.
- [22] Duhart, J.J. El Rol de Innova Chile. Presentación en Instituto de Ingenieros de Chile.
- [23] The Boston Consulting Group" (BCG). 2007. Innovation 2007.
- [24] Hargadon A., 2003. The Surprising Truth About How Companies Innovate. Harvard Business School Press.
- [25] Rifkin G. Competing Through Innovation: The Case of Broderbund.

- [26] Yutronic, J. 2006. El rol del Estado en la innovación. Presentación en Instituto de Ingenieros de Chile.
- [27] Brunner, J.J., 2001. Chile: Informe sobre capacidad tecnológica, PNUD-D, Universidad Adolfo Ibáñez.
- [28] Richard, A., 2008. What Makes a World Class University, January 9.
- [29] Rodríguez J. y Tokman M., 2005. Economía del conocimiento para un crecimiento sostenido. En Foco, 45.
- [30] Kimura, K., 1997. Factores que están detrás de la expansión de las empresas japonesas pequeñas y medianas y los desafíos que ellas están enfrentando, Corporación Japonesa de la Pequeña Empresa.

RECONOCIMIENTO



El Instituto de Ingenieros de Chile cumplirá 121 años de existencia en octubre de 2009. Más de un siglo de constante presencia en el progreso de la Ingeniería chilena y en el análisis y debate de diferentes problemas públicos, en que los ingenieros chilenos colaboran, desde su perspectiva, en sus posibles soluciones. Esta colaboración se materializa en el seno de las Comisiones de Estudio y de las Sociedades Académicas miembros, en charlas y conferencias periódicas o en los foros y seminarios que se convocan para discutir, desde distintos ángulos, algún asunto de relevancia nacional. Los frutos de esta actividad se difunden a través de sus dos publicaciones periódicas, la Revista Chilena de Ingeniería y los Anales del Instituto de Ingenieros, y en libros e informes que dan cuenta de la labor efectuada por los miembros del Instituto y otros participantes en las actividades señaladas.

Para sustentar este quehacer, el Instituto mantiene una sede social y una infraestructura que le proporcionan el apoyo técnico-administrativo y de servicios, lo que es financiado por sus miembros, ya sea mediante las cuotas sociales o aportes extraordinarios. El trabajo realizado durante estos largos años, ha sido posible gracias al compromiso de sus asociados y a la contribución económica de sus socios activos y cooperadores.

Por este motivo, el Instituto se complace en dejar constancia y expresar su especial reconocimiento a quienes, en el período anterior, realizaron aportes pecuniarios permitiendo de este modo que el Instituto mantenga el respaldo necesario para el cumplimiento de sus objetivos:

Patricio Ábalos Labbé
Ramón Aboitiz Musatadi
Renato Agurto Colima
Raquel Alfaro Fernandois
Jaime Allende Urrutia
Mariano Allende Urrutia
Roberto Alliende González
Eliana Almendras Carvajal
Luis Álvarez Gamboa
René Álvarez González
Rodolfo Álvarez Rapaport
Iván Álvarez Valdés
Andrés Amenábar Délano
Jorge Andaur Rodríguez
Carlos Andrade Valenzuela
Rudolf Araneda Kauert
Raúl Araya Escobar
Santiago Arias Soto
Luis Arrau del Canto
Elías Arze Cyr
Mauricio Avendaño Guerra
Hernán Ayarza Elorza
Marcial Baeza Setz
Carlos Barahona Morales
Cristián Barrientos Gutiérrez
Juan Carlos Barros Monge
Aníbal Bascuñán Bascuñán
Bruno Behn Theune
Sally Bendersky Schachner

Sebastián Bernstein Letelier
Sergio Bitar Chacra
Leonardo Bitrán Bitrán
Jorge Bravo Espinosa
Simón Bruna Gutiérrez
Richard Büchi Buc
Mateo Budinich Diez
Román Cabezón Bergasa
Rodolfo Camacho Flores
Mario Campero Quezada
Carlos Campino Guzmán
Mario Canales Adriazola
Juan Enrique Cannobbio Salas
Lautaro Cárcamo Zilveti
Enrique Carrasco Acuña
Rodrigo Carrasco Schmidt
Vicente Caruz Middleton
Juan Manuel Casanueva Préndez
Juan Enrique Castro Cannobbio
Jorge Cauas Lama
Jorge Cavagnaro Michelis
José Luis Cerda Urrutia
Fabiola Chaparro Castro
Alexander Chehelnitzky Zwicky
Luciano Claude Yávar
Modesto Collados Núñez
Adolfo Concha Guzmán
Joaquín Cordua Sommer
Fernando Corssen Rivera

Luis Court Moock
Luis Cox Lira
Fernando Crespo Romero
Darío Croquevielle Brand
Carlos Croxatto Silva
Juan Humberto Cruz Rodríguez
Pablo Daud Miranda
Jeffrey Dawes
José De Gregorio Rebeco
Raúl Demangel Castro
Fernando de Mayo Israel
Gonzalo del Valle Alliende
Sergio Délano Concha
Enrique d'Etigny Lyon
Alfredo Díaz Puentes
Joaquín Díaz Quiroga
Francisco Dick Urbina
Rodrigo Díez Martínez
Esteban Domic Mihovilovic
Gardy Droppelmann Bittner
Rocío Duque Santa María
Fernando Echeverría Acuña
Carlos Elbo Worm
Enrique Elgueta Guérin
Carlos Elton Álamos
Guillermo Espinosa Ihnen
Raúl Espinosa Wellmann
Felipe Espinoza Morales
Federico Espinoza Nam

Javier Etcheberry Celhay
Hans Feddersen Jungiohann
Juan Fehrman Vega
Guillermo Felíu Silva
Daniel Fernández Koprach
Cristián Figueroa Sepúlveda
Alberto Figueroa Velasco
Álvaro Fischer Abeliuk
Guillermo Flores Gálmez
David Fontecilla Rojas
David Frías Donoso
Silvana Frontier Frontier
Andrés Fuentes Torres
Roberto Fuenzalida González
Arnaldo Furman Levy
Mallén Gajardo Acuña
Fernando Gajardo Cabedo
Víctor Galdames Montenegro
Tristán Gálvez Escuti
Fernando García Castro
Horacio García de Solminihac
Javier García Monge
Kenneth Gent Franch
Arturo Goldsack Jarpa
Rodrigo Gómez Álvarez
Alejandro Gómez Arenal
Ernesto Gómez Gazzano
Soledad Gómez Izquierdo
Eduardo Gomién Díaz
Ricardo González Cortés
Héctor González Garrido
Guillermo González Rees
Jaime González Vidal
Carlos Grebe Parodi
Alfonso Grez Matte
Raúl Grez Téllez
Tomás Guendelman Bedrack
Germán Guerrero Fuenzalida
Hernán Guerrero Guerrero
Mario Guevara Terrazas
Osvaldo Guíñez Bustamante
Sergio Gutiérrez Cid
José Antonio Guzmán Matta
Juan Antonio Guzmán Molinari
José Haeussler Cousiño
Kurt Haindl Rick
Ingeborg Hartmann Sender
Alejandro Hartwig Carte
Héctor Henríquez Recabarren
Cristián Hermansen Rebolledo
Gonzalo Hernández de la Fuente
Sergio Hernández Ernst
Lincoyán Hernández Retamal
Ernesto Herrera Cortez
Raúl Herrera Labarca
Erwin Hoehmann Frerk
Cristián Holmgren Holmgren
Máximo Honorato Álamos
Juan Hourton Poisson
Rodrigo Huidobro Alvarado
Fernando Ide Yaegger
Germán Ilabaca Escribano
Jaime Illanes Piedrabuena
Eugenio Ipinza Poblete
Juan Ignacio Izquierdo Besa
Vicente Izquierdo Besa
Álvaro Izquierdo Wachholtz
Alejandro Jadresic Marinovic
Pablo Jaramillo Barriga
Miguel Jeanneret Raab

Sergio Jiménez Moraga
Alejandro Jofré Cáceres
Jerko Juretic Díaz
Pablo Kleiman Barchik
Sergio Kohn Pepay
Edgar Köster Frank
Carlos Kubik Castro
Mario Kuflik Derman
Alfonso Larraín Vial
Pedro Lasota Muñoz
Jaime Lea-Plaza Edwards
Jaime Lea-Plaza Sáenz
Fernando Léniz Cerda
Augusto León Rogers
Agustín León Tapia
Miguel Leonvendagar Valenzuela
Roberto Lepe Flaurand
Mario Letelier Sotomayor
Alberto Levy Widner
Julio Lira Ramírez
Enrique Loehnert Coster
Alejandro López Alvarado
Sergio Lorenzini Correa
Arturo Mackenna Shiell
Luis Madrid Morales
Julio Magri Rabaglio
Gastón Mahave Matute
Juan Maiz Gurruchaga
Belisario Maldonado Pérez
Jorge Mardones Acevedo
Manuel Mardones Restat
Manuel Martín Sáez
José Martinic Beros
Guillermo Matta Fuenzalida
Augusto Matte Garcés
Sergio Melo San Juan
Alexis Méndez Muñoz
Carlos Mercado Herrerros
Horacio Mery Mery
Germán Millán Pérez
René Miranda Meza
Luis Molinare Alvarado
Oscar Molinos Oyanadel
Yanko Morales Urbina
Eduardo Morel Chaigneau
Eduardo Moyano Berríos
Alfonso Muga Naredo
Rodrigo Muñoz Pereira
Juan Musalem Musalem
David Nahmías Ichah
Ricardo Nanjarí Román
Luis Nario Matus
Miguel Nenadovich del Río
Ricardo Nicolau del Roure García de Castro
Guillermo Noguera Larraín
Fernando Novoa Monreal
Eduardo Núñez Soto
Lionel Olavarría Leyton
Ricardo Olivares Rodríguez
Jorge Orellana Quiroga
Luis Orellana Rodríguez
Sergio Orellana Salcedo
Fernando Orellana Welch
Ricardo Ortega Klose
Sergio Ossa Pretot
Eduardo Paredes Martínez
Carlos Pastén Abarca
Hiram Peña Fuenzalida
Humberto Peña Torrealba
David Peralta Gac

Andrés Pérez Magalhaes
Augusto Pérez Maturana
Luis Pinilla Bañados
Alejandro Pino Torche
Helios Piquer Méliga
Alejandro Polanco Carrasco
Olvido Polanco González
Gastón Pourrat Erazo
Eric Prenzel Leupolt
Rodrigo Quiero Arriagada
Máximo Quiero Bastías
Rodrigo Ramírez Miranda
Juan Rayo Prieto
Víctor Renner Berry
Enrique Reymond Aldunate
Osvaldo Richards Abans
Osvaldo Richards Ovalle
Jorge Rivas Varas
José Samuel Rodríguez Cancino
Darío Rodríguez Puratich
Roberto Rojas Zúñiga
Hernán Rubio Méndez
Francisco Rudloff Manns
Hugh Rudnick Van De Wyngard
Guillermo Ruiz Troncoso
Marta Salazar Becerra
Armando Sánchez Araya
Jaime Sánchez Haverbeck
Mario Santander García
Mauricio Sarrazin Arellano
Hugo Saucedo Vaca
Alfredo Schmidt Montes
Pedro Schmidt Ortega
Heriberto Schmutzer Schneider
John Selters Bumpus
Francisco Sibilla Garcés
Claudio Silva Cortés
Gonzalo Simon Bustos
Jaime Solarí Saavedra
Alejandro Steiner Tichauer
Roberto Stowhas Kargus
Carlos Tapia Illanes
Raúl Tejada Sanhueza
Alberto Trigueros Baratta
Germán Ubilla Sánchez
Raúl Uribe Sawada
Mario Urrutia Yáñez
Luis Valdés Moraga
Enrique Valenzuela Blanquier
Luis Valenzuela Palomo
Eugenio Varela del Campo
Raúl Varela Rodríguez
Ximena Vargas Mesa
Solano Vega Vischi
José Veiga Martínez
Héctor Ventura Becerra
Alberto Vergara Fernández
Eduardo Vielma Méndez
Carlos Vignau Martínez
Gonzalo Villaseca León
Mario Waissbluth Subelman
Gerardo Walker Gana
Hans Weber Münnich
Andrés Weintraub Pohorille
Cristián Weissmann Marcuson
Teodoro Wigodski Sirebrenik
Luis Yacher Schatz
Eugenio Yrarrázaval Echeverría
Jorge Yutronic Fernández
José Zabala de la Fuente



Instituto de Ingenieros de Chile

San Martín N° 352 • Santiago • Chile

Teléfonos: (56-2) 696 8647 - 698 4028

Fax: (56-2) 697 1136

E-mail: iing@iing.cl

www.iing.cl