

GASTOS EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO PRIVADO EN CHILE

MINISTERIO DE ECONOMÍA

2004



Indice

Presentación	5
Parte 1 ASPECTOS METODOLOGICOS	7
I. Introducción	9
II. Investigación y Desarrollo: Algunos aspectos conceptuales	13
III. Aspectos prácticos acerca de la implementación de la encuesta	23
IV Conclusiones	29
Parte 2 RESULTADOS DE LA ENCUESTA NACIONAL DEL AÑO 2000	31
I. Introducción	33
II. Investigación y Desarrollo Privado en Chile durante el año 2002: Análisis de los resultados	37
III. Conclusiones	45
Anexos	47



Presentación

El documento que tenemos el agrado de presentar, **Gasto privado en investigación y desarrollo en Chile**, es el resultado de una iniciativa emprendida por Chile-Innova para contribuir a la elaboración, diseño e implementación de políticas que apoyen la investigación y desarrollo en Chile.

Nuestro país, como la mayor parte de los países de la región, muestra un desarrollo insuficiente en sus indicadores relativos a ciencia, tecnología e innovación, por lo que diversas instituciones públicas están realizando esfuerzos por mejorarlos y completarlos. Uno de los datos sobre los que teníamos una información incompleta era precisamente el que cuantifica el esfuerzo de las empresas por financiar acciones en el campo de la investigación y el desarrollo tecnológico. El desarrollo productivo de Chile en las últimas décadas insinuaba que las estimaciones relativas a este indicador estaban, en algún grado, subestimadas. Ello motivó a Chile-Innova a emprender esta iniciativa.

El estudio se conformó de dos etapas. En primer lugar se buscó una metodología que, a la luz de las experiencias y estándares internacionales, permitiera medir el gasto privado en I+D de la forma más conveniente para nuestro país. Una vez seleccionado un método de encuesta, así como la encuesta propiamente tal, se inició la segunda etapa: el levantamiento de la información.

Este levantamiento utilizó una encuesta de un formato muy simple y reducido, y se llevó a cabo entre los meses de abril y noviembre de 2002, abarcando un universo de 42.000 empresas de tamaños pequeño, mediano y grande. La información recogida por la encuesta se completó tanto con registros provenientes de los Fondos tecnológicos estatales como de la encuesta de Innovación Tecnológica del 2001, proyectada al año 2002.

Uno de los resultados más significativos de este estudio fue obtener una cifra de 123 millones de dólares como gasto privado en I+D, que representa el 0,19% del PIB del año 2002, y aproximadamente el 30% del gasto total del país en este ámbito. Si bien esta proporción es claramente superior a la estimada hasta la fecha, el gasto de las empresas en I+D sigue siendo un desafío para nuestro país, ya que este porcentaje, en los países de mayor desarrollo científico y tecnológico, puede alcanzar al 80% del gasto total en I+D.

La metodología del estudio fue diseñada por el consultor José Miguel Benavente, especialmente contratado para ello por el Ministerio de Economía, y el levantamiento de la encuesta se adjudicó al Centro de

Microdatos de la Universidad de Chile, quienes ejecutaron el estudio y levantamiento de forma muy comprometida y satisfactoria.

Expresamos nuestro agradecimiento a las empresas que respondieron la encuesta, sin lo cual este estudio no se podría haber llevado a cabo.

Finalmente, a través de esta iniciativa pretendemos que las entidades públicas y privadas cuenten con información relevante para la toma de decisiones en ámbitos relacionados con la investigación y desarrollo y con las políticas que pueden afectar tal dinámica.

Gonzalo Herrera J.

Director Ejecutivo Programa Chile-Innova

PARTE 1

ASPECTOS METODOLOGICOS





Introducción

Una primera pregunta surge al analizar la posibilidad de implementar una encuesta sobre el gasto privado en investigación y desarrollo (I+D): **¿Cuál es el beneficio que esta encuesta conlleva particularmente cuando en Chile ya existe una encuesta que mide dicho gasto, al menos en el sector manufacturero?**

Para la pregunta anterior existen a lo menos dos respuestas complementarias. La primera de ellas apunta a que la encuesta que actualmente se implementa en Chile considera como universo solamente a las empresas manufactureras, a pesar de que, según el National Science Foundation, si bien cerca del 70% del gasto total en I+D reportado durante 1998 en Estados Unidos es efectuado por el sector industrial, más de un 25% de ese gasto corresponde a empresas industriales no manufactureras.¹ Lo anterior implica que una encuesta que no considere a esos sectores puede estar subestimando en forma significativa el gasto privado y total en actividades de investigación y desarrollo.

La segunda respuesta apunta más bien a un aspecto metodológico. A pesar de que en la encuesta de innovación existe una sección donde se pregunta por los gastos en I+D, el objetivo principal de dicha encuesta es realizar un análisis de la dinámica o proceso de innovación al interior de las plantas productivas. El modelo latente detrás de la encuesta de innovación, el cual se plasma en el denominado Manual de Oslo de la OECD, concibe al gasto en I+D como uno de los principales insumos del proceso productivo, el cual se complementa con ideas, mano de obra e infraestructura, lo que puede traducirse en nuevos productos y/o procesos para las firmas encuestadas.

La experiencia de la OECD² muestra diferencias significativas en la estimación del gasto en I+D entre las encuestas de innovación (similares a la que se utiliza en Chile) y las encuestas de I+D propiamente tales. Con fines ilustrativos, en el cuadro 1 se muestran los resultados de la aplicación de ambas encuestas para el caso de Francia y Australia.

Se ha sugerido un amplio conjunto de aspectos metodológicos que explicarían estas diferencias observadas en los reportes de gastos en I+D en los países miembros de la OECD.

¹ Es decir, sector comercio, minería, agricultura, servicios en general, entre los más importantes.

² Ver D. Francoz y B. Patinson (2000) "Achieving Reliable Results from Innovation Surveys—Methodological Lessons Learned from Experience in OECD Member Countries", presentado en OECD's Working Party of National Experts on Science and Technology Indicators, marzo y junio 2000.

I.1. DIFERENTES MARCOS POBLACIONALES

Las encuestas de I+D se le aplican a firmas sobre las cuales existe conocimiento previo de que realizan actividades de I+D o que son potenciales candidatas a realizarlas. En cambio, el marco poblacional sobre el que se aplican las encuestas de innovación es el resultado del empadronamiento de firmas productivas, los que no coinciden necesariamente con las anteriores.

I.2. FALTA DE DEFINICIÓN DE I+D EN LAS ENCUESTAS DE INNOVACIÓN

Las encuestas de I+D se concentran sólo en los temas relacionados directamente con la investigación y, en consecuencia, entregan definiciones detalladas y ejemplos que ayudan a responder con precisión y claridad las preguntas. Por el contrario, la encuesta de innovación es más larga y más compleja de responder, esto último debido a que los temas directamente relacionados con I+D no están claramente especificados ni ilustrados con ejemplos prácticos.

Cuadro 1: GASTOS MEDIDOS SEGÚN LAS ENCUESTAS DE I+D E INNOVACIÓN PARA AUSTRALIA Y FRANCIA DURANTE 1998.

	Gasto en I+D Francia (US \$m)		Gasto en I+D Australia (\$m)	
	Encuesta I+D	Encuesta Innovación	Encuesta I+D	Encuesta Innovación
1. Alimentos, bebidas, tabaco	N/A	N/A	227	194
2. Textiles, vestuario, calzado y cuero	120	126	22	58
3. Productos de madera y papel	51	49	189	124
4. Imprenta, ediciones y reproducción de grabaciones	4	14	17	15
5. Fabricación de coque, refinación de petróleo	3.832	1.894	320	373
6. Productos minerales no-metálicos	212	128	67	48
7. Productos metálicos	497	455	370	242
8. Maquinarias y equipos	1.230	879	1.211	884
9. Maquinaria eléctrica y electrónica	2.551	2.724	N/A	N/A
10. Instrumentos de precisión	1.616	1.171	N/A	N/A
11. Automóviles	2.027	1.122	N/A	N/A
12. Otros transportes (principalmente aeronáutica y espacial)	2.439	1.039	N/A	N/A
13. Energía	324	575	N/A	N/A
14. Otras manufacturas	111	78	18	26
Total manufacturas	15.214	10.254	2.434	1.985

Fuente: Ministerio de Educación Nacional, Francia, y del Instituto de Estadísticas, Australia.

I.3. CLASIFICACIÓN INDUSTRIAL

Muchas veces la encuesta de innovación sólo se aplica en un subconjunto acotado de industrias. Aunque éste no es el caso chileno, ya que se realiza un muestreo aleatorio a nivel de dos dígitos CIU para la obtención de la muestra que se va a encuestar, cabe señalar que en la última revisión del CIU (rev.3) se estipula que para aquellas firmas grandes que practican en forma separada sus actividades de I+D, por ejemplo concentradas en un laboratorio, este último deberá encuestarse independientemente, existiendo incluso para estos casos una clasificación particular (div 73 del CIU rev. 3).

I.4. MÉTODOS DE MUESTREO DIFERENTES

En muchos casos, las encuestas de I+D tienen el carácter de censo, mientras que las encuestas de innovación generalmente son, como el caso chileno, muestras aleatorias estratificadas de firmas productivas. Por lo mismo, el error de muestreo en éste último caso es significativamente mayor en comparación con las encuestas de I+D, ya que éstas últimas se concentran principalmente en las grandes empresas y los errores sólo juegan un rol significativo en las firmas más pequeñas. Por ejemplo, para el caso australiano, el error de estimación en los gastos utilizando las encuestas de I+D fluctúa entre el 1% y 2%, bastante inferior al caso en que los datos se obtienen mediante las encuestas de innovación.

I.5. INCLUSIÓN DE I+D OCASIONAL

Los gastos ocasionales en I+D son generalmente excluidos de las encuestas de I+D, pues es muy difícil y caro obtener una lista de las firmas que desarrollan en forma ocasional actividades de investigación y desarrollo. En teoría, este tipo de gastos puede ser captado en la encuesta de innovación dada su estructura aleatoria estratificada. No obstante, para el caso de los países de la OECD se presume que dichos gastos ocasionales no cambian en forma significativa las estimaciones totales de gasto en I+D, un aspecto que puede ser diferente para el caso chileno. En general, gran parte del gasto en I+D lo efectúan las grandes firmas y grupos empresariales, para quienes la investigación y desarrollo es un proceso continuo.

Además de los puntos anteriormente reseñados, surgen problemas vinculados con el tratamiento de los casos de no respuesta, diferencias en los períodos que cubren ambos tipos de encuestas y con otros aspectos que, o bien tienen una baja repercusión en los países de la OECD o bien no están muy relacionados con la realidad chilena.³

En resumen, las encuestas de innovación presentan algunos problemas metodológicos que pueden invalidar las estimaciones de gastos en investigación y desarrollo del sector privado. En el caso chileno, la estructura de muestra aleatoria estratificada junto con el hecho de que la encuesta se aplica sólo a la industria manufacturera, justifica analizar con mayor detención la posibilidad de implementar una encuesta, con carácter de censo, sobre los aspectos financieros involucrados en las actividades de investigación y desarrollo de la empresa privada en Chile.

Con este fin, en lo que sigue del presente documento se analizarán detalles de las encuestas orientadas específicamente a determinar el monto en actividades directamente relacionadas con I+D. Comenzaremos con algunas definiciones, las cuales se desprenden del manual de Frascati, documento oficial de los países miembros de la OECD acerca de los aspectos metodológicos relativos a la recolección de información asociada a I+D. En seguida, revisaremos aspectos relacionados con la implementación práctica de encuestas de esta naturaleza, siguiendo de cerca la experiencia de un conjunto acotado de países desarrollados. Finalmente, en los anexos de este informe se encuentra el formulario diseñado para el caso chileno junto a su manual para el encuestado y algunos ejemplos de formularios utilizados en otros países.

³ Por ejemplo, la tasa de no respuesta en encuestas de innovación es cercana al 50% en los países OECD, con las excepciones de Francia y Portugal, mientras que para el caso de la encuestas de I+D estas tasas superan el 80% para la mayoría de los países. No obstante, en el caso chileno la tasa de respuesta en la encuesta de innovación supera el 90%, no siendo un problema importante.



Investigación y Desarrollo: Algunos aspectos conceptuales

Uno de los aspectos más importantes y dificultoso para el levantamiento de información relacionada con actividades de Investigación y Desarrollo (I+D) está relacionada con las definiciones de lo que se desea recolectar. Con este objeto, la OECD publicó en 1993 un manual –el Manual de Frascati–, el cual se utiliza como referencia base en la elaboración de estadísticas de recursos financieros y humanos utilizados en I+D, no solo por los países miembros de la organización, sino por todos aquellos que han necesitado elaborar sus propias estadísticas en el área de acuerdo con el criterio de comparabilidad de sus datos.

De esta forma, y con el fin de crear un vocabulario común en el tema, en esta sección se presentan algunos considerando generales sobre esta materia, los que serán utilizados posteriormente en el diseño del formulario de encuesta y su correspondiente manual para el encuestado.

II.1. ASPECTOS GENERALES

La innovación científica y tecnológica, de la que el esfuerzo en I+D forma parte, puede considerarse como *la transformación de una idea en un nuevo y mejor producto introducido en el mercado, en un nuevo y mejorado proceso operativo utilizado en la industria y comercio, o en una nueva forma de servicio social*. Las innovaciones, para ser introducidas en el mercado o utilizadas en procesos productivos, tienen que implementarse, lo que requiere de una serie de actividades científicas, tecnológicas, organizacionales, financieras y comerciales.

I+D es solamente una de estas actividades, la que puede ser llevada a cabo en diferentes fases del proceso innovador, actuando no solamente como la fuente original de ideas inventivas, sino también como una forma de resolución de problemas que puede ser utilizado en cualquier punto de la implementación.

Además de las actividades de I+D, existen en el proceso innovador otras que no deben confundirse con la primera. Éstas son las siguientes:

1. Equipamiento e Ingeniería Industrial. Cubre la adquisición de maquinaria productiva y herramientas, y cambios en los procedimientos de producción y control de calidad, métodos y estándares requeridos para manufacturar el nuevo producto o usar el nuevo proceso productivo.

2. Iniciación de Producción y Desarrollo Preproductivo. Incluye modificaciones de productos o procesos, reentrenamiento del personal en las nuevas técnicas o en el uso de nueva maquinaria, y producción de ensayo si ésta conlleva mayor desarrollo e ingeniería.

3. Marketing por Nuevos Productos. Cubre las actividades en conexión con el lanzamiento de un nuevo producto.

4. Adquisición de Tecnología no Física. Incluye la adquisición de tecnología externa en la forma de patentes, invenciones no patentadas, licencias, obtención de know-how, derechos de marcas, diseños, patrones y servicios con contenido tecnológico.

5. Adquisición de Tecnología Física. Cubre la adquisición de maquinaria y equipamiento con un contenido tecnológico conectado a innovaciones en procesos o productos introducidos por la firma.

6. Diseño. Parte esencial del proceso innovativo. Cubre los planes y bosquejos dirigidos a definir procedimientos, especificaciones tecnológicas y características operacionales necesarias para la concepción, desarrollo, manufactura y marketing de nuevos productos y procesos. Puede ser un aspecto de la concepción inicial del producto o proceso, es decir, investigación y desarrollo experimental, y puede también estar conectado a equipamiento, ingeniería industrial, iniciación de producción y marketing de nuevos productos.

II.2. CARACTERÍSTICAS Y COBERTURA DEL MANUAL

El manual cubre los esfuerzos de I+D que se enmarcan en las ciencias naturales (ciencias físicas, ciencias de la vida –incluyendo medicina y ciencias agrarias), ingeniería y ciencias sociales y humanísticas (en el anexo se encuentra el detalle de cada una de éstas ciencias). En general, se miden dos insumos de I+D; a saber: los gastos y el personal utilizado en ella, ambos normalmente en una base anual: cuánto se gastó durante el año y cuántas personas-año fueron utilizadas. Estos rubros son considerados de manera que resulte fácil su agregación posterior a nivel nacional.

La medida base para los gastos financieros son los “gastos intramuro”, es decir, aquellos realizados dentro de una unidad estadística o sector de la economía. Se consideran tanto los gastos corrientes como de capital en I+D.

Los distintos países miden sus gastos en su propia moneda, lo cual genera un problema al momento de su comparación, ya que los tipos de cambio corrientes no reflejan el balance de los precios en I+D entre ellos, y que en tiempos de alta inflación general los índices de precios no reflejan el patrón del costo en I+D. El manual recomienda el uso de la paridad de poder de compra y el deflactor implícito del Producto Nacional Bruto para

estas estadísticas, y ofrece alternativamente una metodología general para desarrollar deflatores y tipos de cambio para I+D.

II.3. DEFINICIÓN DE I+D.

Según el manual, *I+D comprende todo el trabajo creativo llevado a cabo sobre una base sistemática en orden a incrementar el stock de conocimiento, incluyendo el conocimiento del hombre, cultura y sociedad, y el uso de ese stock para idear nuevas aplicaciones.*

Dentro de I+D se consideran tres actividades:

1. Investigación básica. Trabajo teórico o experimental llevado a cabo principalmente para adquirir nuevos conocimientos generales sobre los fundamentos que subyacen en los fenómenos y hechos observados, sin ninguna aplicación en particular o uso inmediato a la vista.

2. Investigación aplicada. Investigación original llevada a cabo para adquirir nuevos conocimientos y que tiene un objetivo práctico particular.

3. Desarrollo experimental. Trabajo sistemático basado en el conocimiento existente mediante la investigación y experiencia práctica, dirigido a producir nuevos materiales, productos y mecanismos, y a instalar nuevos procesos, sistemas o servicios; o a mejorar sustancialmente aquellos que ya son producidos o están instalados.

Por ejemplo, el estudio de una clase de reacción de polimerización bajo distintas condiciones, o la forma de obtener compuestos y sus propiedades químicas y físicas, es *investigación básica*. Tratar de optimizar una de esas reacciones con respecto a la producción de polímeros con ciertas propiedades mecánicas o físicas (haciéndolas de utilidad particular), es investigación aplicada. Desarrollo experimental consiste en llevar a gran escala el proceso que ha sido optimizado en el laboratorio, y en la investigación y evaluación de métodos potenciales de producción del polímero o de artículos hechos a base de él.

II.4. ¿QUÉ DEBE SER EXCLUÍDO E INCLUÍDO COMO GASTO EN I+D?

El criterio básico para distinguir I+D de otras actividades relacionadas es la presencia que tiene de un apreciable elemento de novedad y la resolución de incertidumbre científica o tecnológica, es decir, cuando la solución de un problema no es aparente para alguien familiarizado con el *stock* de conocimiento y técnicas comúnmente usados en el área en cuestión. Adicionalmente, hay algunos aspectos secundarios en distintas áreas que deben o no incluirse como I+D.

Cuadro 2: ALGUNOS EJEMPLOS DE ELEMENTOS QUE DEBEN SER INCLUIDOS Y OTROS QUE NO SEGÚN DISTINTOS RUBROS ASOCIADOS A I+D.

	DEBE INCLUIRSE	DEBE EXCLUIRSE
Educación y entrenamiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Investigación de estudiantes de postgrado en universidades y apoyo de su profesor guía. 2. Educación personal llevada a cabo específicamente para un proyecto de investigación. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Todo el entrenamiento y educación en universidades, instituciones especiales y educación postsecundaria. 2. Educación personal general del <i>staff</i> académico, asistencia a conferencias y seminarios.
Otras actividades científicas y tecnológicas relacionadas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Actividades secundarias (organización de información científica y tecnológica, testeo, control de calidad, análisis) llevados a cabo únicamente en el interés de I+D. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Actividades secundarias diseñadas para otros cometidos diferentes a I+D.
Ciencias Sociales y Sistemas Sociales	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elaboración de reportes que no solamente utilizan metodologías existentes, sino que en ellos se modifica o se desarrollan nuevas metodologías que requieren de un apreciable esfuerzo de investigación. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estudios de política: análisis y evaluación de programas existentes, políticas y operaciones de departamentos del gobierno y otras instituciones. 2. El trabajo de las unidades que realizan análisis y monitoreo continuo de fenómenos externos. 3. El trabajo de comisiones legislativas sobre preguntas concernientes al gobierno general o políticas departamentales u operaciones.
Desarrollo de Software	<ol style="list-style-type: none"> 1. Actualización, adición o cambio de un programa o sistema existente si involucra avances científicos y tecnológicos que resultan en un incremento en el stock de conocimiento. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Uso de software para una nueva aplicación o propósito. 2. Soporte de sistemas existentes. 3. Lenguajes de traducción de texto. 4. Adición de mayor funcionalidad a programas de aplicación. 5. Adaptación de software existente. 6. Preparación de documentación. 7. Mantenimiento de rutina. 8. Colección rutinaria de datos. 9. Investigación de mercado.
Otras actividades industriales	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si llevan a mejoras tecnológicas en el producto o proceso. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si su objetivo es desarrollar mercados, hacer planificación preproducción o afinar el sistema de producción o control.
Otras actividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Todas las excluidas sólo cuando son llevadas a cabo con el único propósito de servir a un proyecto de I+D. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Servicios de Información Científica o Tecnológica. 2. Colección de datos de propósito general. 3. Testeo y estandarización. 4. Estudios de factibilidad. 5. Cuidados médicos especializados. 6. Trabajos administrativos y legales de Patentar y Licenciar.

II.5. SECTORES DE LA ECONOMÍA QUE REALIZAN I+D.

El **sector privado** de negocios incluye todas las firmas, organizaciones e instituciones cuyo primer objetivo es la producción de bienes o servicios (diferentes a educación superior) para la venta al público en general a un precio económicamente significativo. Incluye también a los institutos privados sin fines de lucro que sirven principalmente a éste. El corazón del sector está conformado por las empresas privadas (corporaciones o cuasicorporaciones), distribuidoras o no utilidades. Entre éstas existen firmas cuya principal actividad es I+D (laboratorios o institutos de I+D comercial). Comprende también a las empresas públicas involucradas en producción y venta de la clase de bienes que frecuentemente son producidas por el sector privado, aunque su precio responda a medidas políticas antes que económicas. Este sector engloba también a las instituciones sin fines de lucro que son productoras de bienes y servicios (diferentes a educación superior).

El **sector gubernamental** se compone de todos los departamentos, oficinas y otros cuerpos que suministran, pero normalmente no venden al resto de la comunidad, sus servicios, diferentes a educación superior, los cuales conforman al Estado.

El **sector privado sin fines de lucro** cubre aquellas instituciones privadas sin fines de lucro que no actúan en el mercado, pero que sirven al público en general, tales como las sociedades profesionales, de caridad, de unión de trabajadores; las agencias de ayuda o socorro, las asociaciones, etc., incluyendo cualquier fondo contribuido directamente para I+D por parte del público. De este sector deben ser excluidas las instituciones sin fines de lucro que:

1. Proveen de servicios a las empresas;
2. Sirven al gobierno;
3. Son entera o principalmente financiadas y controladas por el gobierno, y las que
4. Ofrecen servicios de educación superior o son controladas por institutos de educación superior.

El **sector de educación superior** se compone de todas las universidades, colegios tecnológicos y otros institutos de educación postmedia, cualquiera sea su estatus legal o fuente de financiamiento. Incluye también aquellos institutos de investigación, estaciones experimentales y clínicas operando bajo el control directo o administradas por o en sociedad con establecimientos de educación superior.

El **sector extranjero** incluye a todas las instituciones e individuos localizados fuera de las fronteras políticas de un país (excepto vehículos,

barcos, aviones o satélites espaciales operados por organizaciones domésticas) y los campos de prueba adquiridos por éstos; y a todas las organizaciones internacionales (excepto empresas de negocios), incluyendo las instalaciones y operaciones dentro de las fronteras de un país.

II.6. MEDICIÓN DEL PERSONAL DEDICADO A I+D

La medición del personal empleado en I+D exige tres ejercicios:

1. Identificar qué tipos de personal debe ser inicialmente incluido.
2. Medir su número.
3. Medir sus actividades de I+D en equivalente a tiempo completo

(persona-año).

Todas las personas empleadas directamente en I+D deben ser contadas, así como aquellas que proveen servicios directos: los directores de I+D, administradores y personal administrativo. Aquellos que proveen un servicio indirecto, como el personal de comida y seguridad, deben ser excluidos, aunque sus sueldos y salarios sean incluidos como un costo general en la medición del gasto.

Como I+D puede ser la actividad principal o secundaria de las personas que fueron contadas (como los trabajadores de un laboratorio y los miembros de un establecimiento de diseño y prueba, respectivamente), o como puede haber una importante actividad a medio tiempo (como los profesores universitarios o estudiantes de postgrado), se necesita una serie adicional basada en el número del *staff* equivalente a tiempo completo (ETC). Un ETC puede ser pensado como una persona-año.

El personal debe ser clasificado de acuerdo con su ocupación y con su nivel de calificación formal para ejercer actividades de investigación.

El concepto **ocupación** se refiere a los investigadores (los estudiantes de postgrado pueden ser considerados también en este rubro), gerentes y administradores, técnicos o *staff* equivalente (que trabaja bajo la supervisión del investigador), secretarías, personal administrativos y artesanal (calificado y no calificado) que participan en los proyectos de I+D.

Para clasificar al personal por nivel de calificación se puede utilizar la International Standard Classification of Education (ISCED) de la UNESCO. En la parte superior del nivel 7 se incluye a aquellos que tienen un grado doctoral. Los que tienen preparación universitaria menor a la doctoral se encuentran en la parte inferior del nivel 7 y superior del 6. Los poseedores de diplomas no equivalente a un grado universitario, con educación media previa, se consideran en el nivel 5. En el nivel 3 se encuentran aquellos con grado de educación media completa e incompleta.

II.7. MEDICIÓN DEL GASTO EN I+D.

Los gastos “intramuro” son aquellos realizados en I+D dentro de una unidad estadística o sector de la economía, cualquiera que sea la fuente de los fondos. Incluyen también los gastos hechos fuera de la unidad estadística o del sector, pero como soporte a actividades I+D “intramuro” (compra de suministros para I+D). Deben considerarse tanto gastos corrientes como de capital; así:

1. Gastos Laborales. Sueldos y salarios anuales y todos los costos de los beneficios adicionales (bonos, fiestas, fondo de pensión, seguridad social, impuestos, etc.) de las personas involucradas directamente en I+D (incluidos los de estudiantes de postgrado). Los costos de las personas que proveen servicios indirectos y que no son incluidos en los datos de personal (personal de manutención y seguridad o el personal de las centrales de datos, departamento de computación, etc.) deben ser excluidos e incluidos en otros gastos corrientes.

2. Otros gastos corrientes. Compra de materiales, suministros y equipamiento (que no sea bien de capital) para respaldar la actividad en I+D dentro de la unidad estadística. Los costos administrativos y otros costos (como gastos de intereses, seguros, correo y telecomunicaciones) pueden ser incluidos y prorrateados en caso de ser necesario entre todas las actividades de la unidad estadística. Todos los gastos de servicios indirectos también deben ser considerados (seguridad, almacenamiento, reparación, mantenimiento, servicios computacionales, etc.).

3. Todas las provisiones por depreciación de edificios, plantas y equipos deben ser excluidos.

4. Los gastos en bienes de capital corresponden a los gastos en activos fijos utilizados en los programas de I+D de la unidad estadística, y deben ser reportados enteramente en el periodo en que tuvieron lugar. Estos incluyen: terrenos y edificios adquiridos para I+D (comprendiendo mejoras, modificaciones y reparaciones significativas), instrumentos y equipos grandes adquiridos para su uso en I+D.

II. 8. FUENTES DE FONDOS PARA I+D

I+D es una actividad que implica una significativa transferencia de recursos entre unidades, organizaciones y sectores. Estas transferencias pueden ser medidas de dos maneras:

1. A base del que realiza I+D: sumas de dinero que una unidad, organización o sector ha recibido de otra unidad, organización o sector para la realización de I+D “intramuro”.

2. A base de la fuente de gastos “extramuro”: sumas de dinero que

una unidad, una organización o un sector reporta haber pagado a otro unidad, organización o sector para la realización de I+D.

Los lineamientos generales del manual de Frascati recomiendan intensamente el uso del primer enfoque de medición. Para que un flujo de transferencia de dinero sea correctamente identificado, deben considerarse dos criterios:

1. Debe haber una transferencia directa de recursos, y
2. La transferencia debe haber tenido la intención de usarse y ser efectivamente usada en la realización de I+D.

Las transferencias pueden tomar la forma de contratos, becas, donaciones y pueden ser hechas en dinero o en otros recursos (humanos o equipo prestado al que realiza I+D). Cuando hay una significativa transferencia de recursos no monetarios, éstos deben ser estimados y expresados en términos monetarios.

Los préstamos que deben ser pagados no son considerados como transferencias, pero los préstamos no reembolsables sí.

Existe una variedad de incentivos que el gobierno otorga a los que realizan I+D en el sector privado; por ejemplo, la exoneración de impuestos para I+D industrial; el pago por parte del gobierno (bajo demanda y luego de un proceso de auditoría) de una parte o todo el gasto en I+D de una firma; bonos adicionados a contratos para incentivar I+D en la firma; exoneración de impuestos en equipos para I+D, y reembolso de parte de los costos de la firma si contrata más personal para I+D. Aun cuando estas transferencias puedan ser identificadas separadamente, no deben ser contadas como apoyo directo a I+D. Las unidades estadísticas deben reportar el grueso de sus gastos como fueron incurridos, incluso cuando sus costos actuales puedan ser reducidos por exoneraciones, devoluciones o premios por logros.

Cuando I+D es subcontratado por empresas del sector privado, el realizador de I+D debe indicar, tanto como sea posible, la fuente original de los fondos. En algunos países existen instituciones que no realizan directamente I+D, pero que reciben dinero de múltiples fuentes y lo utilizan para financiar esfuerzos de I+D; en este caso, es legítimo colocar como fuente a estas instituciones, aunque sería deseable seguir la pista de los fondos hasta su origen.

Los fondos generales de las universidades públicas tienen por lo general tres fuentes para sus esfuerzos en I+D:

1. Contratos para I+D y premios o becas que reciben del gobierno u otras fuentes, los que deben ser asignados a su fuente original.
2. Ingresos por donaciones, acciones, más ingresos por venta de

actividades que no son I+D (como ingresos por matrículas y aranceles, suscripciones a *journals* editados por ellos, y venta de sueros o productos agrícolas experimentales). Estos se consideran como fondos propios de la universidad.

3. Becas generales que reciben del gobierno o de autoridades locales para apoyar las labores de I+D y enseñanza. Para seguir los estándares internacionales, el gobierno o la autoridad local debe ser considerado como la fuente de los fondos.

Todo lo anterior nos entrega una base conceptual sobre la cual edificar el marco analítico y conceptual de una encuesta sobre gastos en I+D. En particular, interesa especificar y adaptar estos conceptos a la realidad de un país en vías de desarrollo como Chile, teniendo en mente que el objetivo principal de dicha encuesta será cuantificar el gasto en I+D imputable al sector privado. En la siguiente sección se explican y analizan detalladamente los aspectos metodológicos de la implementación de una encuesta de estas características, siguiendo de cerca el caso de Estados Unidos. Cabe señalar que dicha metodología se basa en los principios delineados por la OECD, los que no varían en forma significativa entre sus países miembros.⁴

⁴ Para un detalle ver OECD STI Working Paper 1999/1.





Aspectos prácticos acerca de la implementación de la encuesta

Durante este estudio se revisó un amplio conjunto de encuestas relacionadas con actividades de investigación y desarrollo que se llevan a cabo en distintos países del mundo. En particular, se revisaron las metodologías seguidas en Estados Unidos, Canadá, Malasia, Irlanda, Israel y el Reino Unido.⁵ El análisis de dichas encuestas muestra que no existen grandes diferencias tanto en su contenido como en su forma de recolección de los datos, siguiendo, en su mayoría, los lineamientos y sugerencias estipuladas en el manual de Frascati de la OECD.

Cabe señalar que las mayores diferencias entre las metodologías analizadas radican más en el marco muestral incluido que en los diseños de encuesta en sí mismos. En efecto, la principal disparidad estriba en la incorporación de las ciencias sociales y humanas como parte de las disciplinas relacionadas con actividades de Investigación y Desarrollo. A pesar de que éste tema aún no está zanjado entre los países miembros de la OECD, y considerando que el gasto reportado en ciencias sociales y humanas en aquellos países que las incorporan no alcanza una proporción importante del gasto total en I+D reportado, se sugirió que en una primera etapa este tipo de gasto no sea incorporado en el diseño de la encuesta chilena.

No obstante lo anterior, en lo que sigue se sugieren diferentes aspectos relacionados con el levantamiento de la información, los que pueden ser considerados como puntos de partida para el diseño final de un proyecto acerca de la determinación de los gastos en I+D privado en Chile. Dichos aspectos se han clasificado en elementos operacionales e institucionales, requerimientos técnicos y humanos, y una estimación de costos y plazos asociados a este tipo de actividades.

III.1. ASPECTOS PRELIMINARES

Unidad Estadística. La unidad estadística utilizada correspondería a una compañía, definida como *una organización de negocios con uno o más establecimientos bajo una propiedad o control común*. Una vez implementadas las primeras encuestas, existirían dos grupos de empresas a las que se les aplicaría la encuesta: las que se sabe con certeza que

⁵ Los formularios correspondientes se entregan en los anexos.

realizan I+D, y una representación muestral de compañías de las que no se sabe con certeza que realizan actividades en I+D. Obviamente, en una etapa temprana del proyecto, el primer grupo de firmas estaría constituida a lo menos por aquellas de la industria manufacturera. que declaran hacer I+D en las encuestas de innovación previamente realizadas.

Población, Objetivo y Marco Muestral (Primera Etapa). Debido a que no existen experiencias previas acerca del gasto privado en I+D (con la excepción del sector manufacturero), resulta imposible determinar con certidumbre las compañías que realizan en forma esporádica o permanente actividades de investigación y desarrollo. Con este fin, se plantea que para la implementación inicial de esta encuesta se cubra la totalidad de compañías existentes en el país de las cuales exista sospecha, al menos a nivel de sector productivo, de que realizan este tipo de actividades.

La población utilizada en la encuesta se deberá obtener de los registros del Servicio de Impuestos Internos (SII), el que contiene información de más de 500 mil establecimientos con trabajadores contratados. Para las compañías con más de un establecimiento, éstos se unifican de tal manera que en el muestreo solamente se utilizan compañías amparadas bajo un mismo RUT. No obstante lo anterior, en el año 2000 los registros del SII especificaban que alrededor de 100.000 compañías tenían ventas mayores a 2.400 UF al año (definición de pequeña), y de ese total menos de 20 mil tenían ventas superiores a 25.000 UF (definición de empresa mediana), reduciendo en forma importante el universo de firmas que deben ser consultadas.

Cuadro 3: NUMEROS DE EMPRESAS NACIONALES Y SU DISTRIBUCION SEGUN TAMAÑO 1994–2000 (en número y porcentajes)

AÑOS	Micro		Pequeña		MyP		Mediana		Grande		Total	
	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%
1994	435.852	81.91 %	80.099	15.05 %	515.951	96.96 %	11.217	2.11 %	4.950	0.95 %	532.118	100 %
1995	451.652	81.53 %	84.953	15.33 %	536.605	96.86 %	12.005	2.17 %	5.389	0.97 %	553.999	100 %
1996	474.778	81.59 %	88.776	15.28 %	563.554	96.85 %	12.621	2.17 %	5.726	0.98 %	581.901	100 %
1997	474.604	81.04 %	91.452	15.62 %	566.056	96.66 %	13.345	2.28 %	6.225	1.06 %	585.626	100 %
1998	511.045	81.43 %	96.322	15.36 %	607.367	96.83 %	13.590	2.17 %	6.271	1.00 %	627.228	100 %
1999	520.544	82.57 %	91.286	14.48 %	611.830	97.05 %	12.792	2.03 %	5.836	0.93 %	630.458	100 %
2000	533.479	82.51 %	93.842	14.51 %	627.321	97.03 %	13.159	2.04 %	6.065	0.94 %	646.545	100 %

De manera específica, el universo de empresas estará determinado por aquellas instituciones que tienen un RUT de entre los dígitos 79.000.000 y 97.000.000 registrado en el SII. A partir de dicha base de datos se pueden obtener detalles acerca del nombre de las compañías, teléfonos y direcciones completas. Junto con lo anterior, los registros presentan información acerca del sector productivo en que las compañías se desenvuelven, siguiendo de cerca la codificación ISIC rev. 2, lo que ayudará a tener una mejor idea de la distribución sectorial de las compañías y la probabilidad que reporten gastos en I+D.

Por otra parte, se sabe que existe un amplio conjunto de firmas que operan en sectores que, por definición, no realizan actividades de I+D. Por ejemplo, experiencias internacionales muestran que el gasto de I+D en el sector comercio es casi inexistente, al igual que en algunos servicios personales y sociales. Por ello, se ha decidido dejar fuera de la muestra firmas que pertenezcan a los siguientes sectores productivos, siguiendo la nomenclatura del Servicio de Impuestos Internos:

- Desde el código 61111 hasta el 63212 (sector de comercio).
- Desde el código 83101 hasta el 83301 (servicios profesionales independientes).
- Desde el código 93401 hasta el 96001 (servicios sociales y similares).

DISEÑO MUESTRAL PROPUESTO (Segunda Etapa)

En una segunda etapa y siguiendo la experiencia de Estados Unidos y de Canadá, la propuesta establece que a cada firma se le asigne un código correspondiente al sector económico (manufactura, minería, comercio, etc.) que de cuenta del mayor porcentaje de su nómina agregada, mediante un código de 5 dígitos. Este será el mismo código CIIU rev. 2 que le es asignado en los registros del SII. Un número correlativo dentro de cada sector completará el código (I+D) de la compañía.

Estratificación de la muestra. Siguiendo la experiencia internacional, la muestra está dividida en dos tipos de empresas: manufactureras y no manufactureras, utilizando el sistema de códigos CIIU a tres. De esta manera, se pueden generar 29 estratos de manufactura (siguiendo el código CIIU rev.2) y otros tantos de no manufactura.

Compañías que entran con certeza. Como se mencionó, en una primera etapa todas las firmas registradas entrarían con certeza. No obstante, en etapas posteriores todas las compañías con un gasto en I+D observado en las encuestas pasadas son incluidas automáticamente sin ningún tipo de muestreo (también las empresas con ventas mayores a 100.000 UF serán seleccionadas con certeza si es que pertenecen a los sectores seleccionados).

Clasificación del marco muestral. Se clasifica a las empresas que entran en el marco muestral en grandes y pequeñas, utilizando como criterio el número total de empleados o ventas, dependiendo de la factibilidad de los datos disponibles, tanto para empresas manufactureras como no manufactureras.

Identificación de industrias “cero”. Industrias “cero” son aquellas con códigos de tres dígitos que han reportado no haber tenido gastos en I+D en encuestas pasadas. Estas industrias se mantienen dentro del marco muestral, pero de ellas solamente se obtiene una pequeña muestra porque es muy improbable que esas industrias realicen I+D.

Selección muestral. La muestra de empresas clasificadas como grandes se obtiene utilizando probabilidades proporcionales al tamaño de las mismas en cada uno de los estratos (29 en manufactura y el resto de los sectores). Los ponderadores muestrales se obtienen mediante el inverso de las probabilidades de cada compañía.

Por otra parte, las empresas clasificadas como pequeñas se pueden clasificar en dos estratos: aquellas que son manufactureras y aquellas que no lo son. Como método de selección para esos dos estratos se utiliza un muestreo aleatorio simple. Esto se hace para reducir la variabilidad en las estimaciones industriales atribuidas a la selección aleatoria de pequeñas compañías por industria y a las elevadas ponderaciones muestrales que podrían resultar de no realizarse dicha estratificación.

TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La encuesta se realiza por correo utilizando un formulario *ad hoc*. Esta forma solicita datos sobre ventas o recibos, empleo total, empleo de científicos e ingenieros, gastos en I+D realizados dentro de la compañía, carácter del trabajo (investigación básica, investigación aplicada y desarrollo), gastos en I+D en el extranjero auspiciados por la firma e I+D realizado bajo contrato para terceros. Para aquellas empresas que ya han informado gastos en I+D, un reporte impreso de los datos enviados por la compañía el año anterior puede ser adjuntado para referencia.

CALIDAD DE MEDICIÓN DE LA ENCUESTA

Variabilidad muestral. Siguiendo la experiencia internacional, la muestra debe ser diseñada para producir coeficientes de variación cercano a un 2% para las industrias designadas como de “mayor prioridad”, y 5% para otras industrias. Industrias de “mayor prioridad” son aquellas que en encuestas previas han declarado un gasto considerable en I+D.

No Respuesta. Experiencias previas sugieren que la No Respuesta



de las unidades estadísticas es entre un 10% y 20%. Es aconsejable realizar periódicamente estudios sobre compañías que no responden para mejorar las tasas de respuesta en encuestas futuras.

Medición. Puede existir una gran variación en el grado de entendimiento de los cuestionarios enviados, especialmente en la dificultad en las compañías para separar lo que es investigación básica de lo que es investigación aplicada; para delinear los costos atribuibles al personal en I+D, localizar geográficamente dónde se realiza el esfuerzo en I+D y reportar el costo de energía en I+D. Para minimizar estos efectos, se pueden aplicar pruebas de entendimiento de cuestionarios en su formato y fraseología, inclusión de pistas y ejemplos en las instrucciones del cuestionario, evaluaciones posencuesta, etc.

III.2. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS Y HUMANOS

Uno de los aspectos básicos en experiencias similares está relacionada con el apoyo logístico que se le debe entregar a las compañías para que puedan responder en forma adecuada el formulario enviado. Para ello, los países industrializados han implementado un servicio telefónico directo y gratuito (como las líneas 800), donde los encuestados pueden acceder a información útil respecto a temas relacionados con la encuesta. En particular, se sugiere que se implemente una página web en la cual se describa con mayor detalle la encuesta y se incluyan ejemplos prácticos que puedan servir de guía para quienes deban rellenar el formulario de encuesta.

Todo lo anterior implica, necesariamente, disponer de un conjunto de personas con entrenamiento específico previo y dedicación exclusiva para atender estas consultas. En dicho conjunto de personas debe haber al menos un economista de tiempo completo y un conjunto de estadísticos y analistas de datos con tiempo parcial, tal como se observa en países que implementan este tipo de encuestas.

Por otra parte, detrás de la encuesta debe haber una institucionalidad visible que le otorgue confianza a los encuestados para la entrega de datos fidedignos. En general, la experiencia en otros países muestra que dichas instituciones debieran ser las oficinas estadísticas nacionales o bien organismos directamente relacionados con el quehacer científico en el país. Existen casos donde el marco institucional es una combinación de las dos señaladas anteriormente, donde una aporta la experiencia en el levantamiento de datos y la otra el conocimiento específico en el área científico-tecnológica.

Con respecto a las necesidades informáticas necesarias para el procesamiento de los datos, la experiencia internacional indica que cada

oficina, particularmente aquellas que son estadísticas, han desarrollado sus propios soportes informáticos a base de experiencias previas en áreas no necesariamente relacionadas con la científica.

III.3. ESTIMACIONES DE COSTOS Y PLAZOS

Considerando la experiencia de agentes internacionales que desarrollan estas actividades, en su mayoría de carácter público, el costo promedio por encuesta varía entre 10 y 20 dólares. No obstante, según la experiencia doméstica de la Unidad de Encuestas del Departamento de Economía de la Universidad de Chile, el promedio estimado apunta a un rango de entre 1 y 2 dólares por cada compañía a que se le envía la encuesta.⁶ Estos valores incluyen todo el proceso de levantamiento, seguimiento, tabulación y análisis de consistencia relevantes. A este valor habría que agregar los salarios atribuibles a los profesionales –economistas y estadísticos– que participan tanto en la coordinación como en el análisis de los resultados.

Cabe señalar que, en la mayoría de los casos analizados, el formulario es enviado vía correo certificado, dándosele a las compañías un plazo que varía entre tres y seis meses para responderlo. A las compañías que no reporten gastos en I+D se les solicita que sólo llamen al teléfono gratuito para reportar este hecho. A las empresas de las cuales existe conocimiento previo de que realizan actividades de I+D, se les efectúa un seguimiento más cercano, instándolas a contestar la encuesta en el tiempo más breve posible. Lo anterior con el fin de detectar cualquier problema que pueda surgir y atender en forma expedita preguntas o dudas con respecto al llenado del formulario. La mayoría de estas actividades de seguimiento se realizan a través de la línea telefónica sin cargo alguno para las empresas.

⁶ Entre los costos principales por encuesta se puede destacar: envío por correo certificado (\$300), papelería (\$100), ensobrado (\$50), llamadas telefónicas (\$200), recepción correo (\$100), digitación y tabulación (\$100), coordinación y gastos administrativos generales (\$100).



IV Conclusiones

El principal objetivo de esta parte I ha sido entregar información acerca de los aspectos conceptuales y metodológicos asociados a la recolección de datos sobre I+D a nivel privado. Como se señaló, existen algunas diferencias en los resultados derivados de la implementación de encuestas sobre innovación tecnológica y aquellas especialmente orientadas a recaudar información sobre actividades de investigación y desarrollo.

En particular, la actual encuesta chilena sobre innovación tecnológica adolece de algunas de las falencias que se han planteado en este documento. Junto a lo anterior, esta encuesta está especialmente orientada al sector industrial manufacturero no considerando, en consecuencia, los esfuerzos que se realizan a nivel privado en otros ámbitos del quehacer económico nacional.

A la luz de la experiencia internacional analizada, se utilizó un formulario de encuesta junto a su manual de encuestado, que permitiera levantar información respecto a las actividades de investigación y desarrollo en Chile.



PARTE 2

**RESULTADOS DE LA ENCUESTA
NACIONAL DEL AÑO 2002**





Introducción

La primera pregunta que surge al analizar la posibilidad de implementar una encuesta sobre el gasto privado en investigación y desarrollo (I+D) es la siguiente:

¿Cuál es el beneficio que esta empresa conlleva particularmente cuando en Chile ya existe una encuesta que mide dicho gasto, al menos en el sector manufacturero?

Para la pregunta anterior existen a lo menos dos respuestas complementarias. La primera de ellas apunta a que la encuesta que actualmente se implementa en Chile considera como universo solamente a las empresas manufactureras, a pesar de que, según el National Science Foundation, si bien cerca del 70% del gasto total en I+D reportado durante 1998 en Estados Unidos es efectuado por el sector industrial, más de un 25% de ese gasto corresponde a empresas industriales no manufactureras.⁷ Lo anterior implica que una encuesta que no considere a esos sectores puede estar subestimando en forma significativa el gasto privado y total en actividades de investigación y desarrollo.

La segunda respuesta apunta más bien a un aspecto metodológico. A pesar de que en la encuesta de innovación existe una sección donde se pregunta por los gastos en I+D, el objetivo principal de dicha encuesta es realizar un análisis de la dinámica o proceso de innovación al interior de las plantas productivas. El modelo latente detrás de la encuesta de innovación, el cual se plasma en el denominado Manual de Oslo de la OECD, concibe al gasto en I+D como uno de los principales insumos del proceso productivo, el cual se complementa con ideas, mano de obra e infraestructura, lo que puede traducirse en nuevos productos y procesos para las firmas encuestadas.

La experiencia de la OECD⁸ muestra diferencias significativas ya explicadas en la Parte I de este documento, en la estimación del gasto en I+D entre las encuestas de innovación (similar a la que se utiliza en Chile) y las encuestas de I+D propiamente tales.

⁷ Es decir, sector comercio, minería, agricultura, servicios en general, entre los más importantes.

⁸ Ver D. Francoz y B. Patinson (2000) "Achieving Reliable Results from Innovation Surveys - Methodological Lessons Learned from Experience in OECD Member Countries" presentado en OECD's Working Party of National Experts on Science and Technology Indicators, marzo y junio 2000.

En resumen, las encuestas de innovación presentan algunos problemas metodológicos que pueden invalidar las estimaciones de gastos en investigación y desarrollo del sector privado. En el caso chileno, la estructura de muestra aleatoria estratificada junto con el hecho de que la encuesta se aplica sólo a la industria manufacturera, justificó analizar con mayor detención la posibilidad de implementar una encuesta, con carácter de censo, sobre los aspectos financieros involucrados en las actividades de investigación y desarrollo de la empresa privada en Chile.

Vistas las diferencias que existen en las metodologías para medir dicho gasto, la pregunta central que motiva este esfuerzo, para el cual presentamos los resultados, es: **¿Para qué hacer una encuesta sobre el gasto privado en Investigación y Desarrollo?**

Si bien la respuesta a esta pregunta escapa del alcance de este trabajo, se podrían mencionar a lo menos dos justificaciones. En primer lugar, en la actualidad en Chile no existen estimaciones certeras acerca del gasto que desarrolla el sector privado en este tipo de actividades. Al observar las cifras oficiales de la nación en estos temas, se observa que éstas son provisionales desde el año 1994.¹⁰ Si bien están relativamente documentadas las erogaciones que tanto el sector público como el universitario realizan en estas actividades, no existen cifras detalladas acerca del gasto privado. Mas aún, las cifras oficiales sugieren que la participación privada es cercana al 10% del gasto total, lo que representa, probablemente, dado los problemas de medición, una subestimación del gasto efectivo.

En segundo lugar, los principales indicadores de competitividad en el plano internacional consideran el gasto en I+D como una de las variables necesarias para construir dichos indicadores. Si bien comparativamente con el resto de los países en desarrollo la posición chilena es relativamente sólida, la variables de gasto en I+D está particularmente rezagada en relación con nuestros vecinos latinoamericanos y muy lejos de los niveles reportados por los países avanzados. Como se mencionó, parte de la explicación estriba en que efectivamente el nivel de este tipo de actividades en nuestro países no es muy alto, aunque parte de la explicación también puede provenir de que el valor de dicha variable está medido en forma incorrecta.

Finalmente, la literatura especializada sugiere que existe un rol indelegable que tiene el sector privado en este tipo de actividades, así como también la complementariedad que debería existir de la política pública en esta área. Ello debido a la existencia de un sinnúmero de factores externos y fallas de mercado que, dadas las características de bien no excluyente y parcialmente apropiable de la tecnología, justifican en una u otra medida la participación del sector público ya sea en su promoción, financiamiento,

ejecución o transferencia. Si bien la batería de instrumentos es relativamente amplia, y en el caso de Chile, muchos de ellos están actualmente en funcionamiento, un mejor conocimiento de quiénes y cuánto gastan en actividades de innovación, de investigación y desarrollo constituye una fuente de información valiosa a la hora de diseñar nuevos instrumentos de apoyo público para estas actividades o rediseñar los ya existentes.

En las secciones que siguen a esta introducción se presenta un análisis de los resultados de la encuesta sobre gasto privado en actividades de investigación y desarrollo en nuestro país durante el año 2002. Una descripción detallada acerca del trabajo de campo, su metodología, resultados y sugerencias se presentan en la sección de anexos. Adicionalmente, los diseños de formularios finalmente utilizados y los manuales de instrucciones para los entrevistados también se encuentran en dicha sección.

⁹ Cabe señalar que la literatura no es concluyente acerca de las formas en que la ayuda pública debería canalizarse ante estas fallas, pues depende enormemente tanto de la institucionalidad vigente como del régimen de incentivos macro y microeconómicos al que se enfrentan las empresas.





Investigación y Desarrollo Privado en Chile durante el año 2002: Análisis de los resultados

La principal fuente de información utilizada para los resultados que se presentan a continuación provienen de los datos recogidos mediante el formulario diseñado en forma especial para este estudio, cuyo formato se presenta en los anexos. No obstante lo anterior, y como manera de complementar la información recogida, se utilizaron fuentes adicionales de información. Dichas fuentes secundarias correspondieron principalmente a los recursos reportados por las firmas privadas en los proyectos asociados a los fondos públicos relacionados con Investigación y Desarrollo –el Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y Productivo FONTEC y el Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico FONDEF, y a la 3ª Encuesta de Innovación. En forma particular, se consideraron sólo aquellos proyectos asociados a estos fondos, cuyos desembolsos efectivos se realizaron durante el año 2002. Para el caso de las cifras de la encuesta de innovación, con base en el 2001, estas fueron actualizadas al año 2002, de modo de hacer comparables las cifras.

De esta manera, los resultados agregados sobre el gasto privado en I+D considera estas cuatro fuentes de información, aunque la mayor parte de estos –en monto– corresponden a aquellos recogidos mediante el censo. Lamentablemente, al realizar algunas aperturas de la información, como desagregaciones por sector de actividad económica y por regiones, no fue posible realizar dicha apertura para todas las firmas consideradas ya que en la gran mayoría de las fuentes secundarias de información consideradas dicha información no estaba disponible. A pesar de que se realizó un esfuerzo adicional por rescatar estos datos, no se pudo lograr un resultado exitoso para el total de la muestra analizada. En aquellos casos que esta situación se presente, se indicará junto al cuadro correspondiente.

Cuadro 4: GASTO TOTAL EN INVESTIGACION Y DESARROLLO DURANTE 2002 (en en millones de pesos de diciembre de 2002) ¹⁰

MM\$	MMU\$	Min.	Max.	Promedio	Mediana	N
86.483,0	123,0	0,002	9.654	88,4	15,9	966

¹⁰ Excepto en la cifra de millones de dólares correspondiente a la segunda columna del cuadro.

El gasto total reportado por las firmas de propiedad privada alcanza una cifra levemente superior a los 86 mil millones de pesos, unos 123 millones de dólares americanos. Esta cifra representa un valor cercano al 0,19 % del PIB de ese año. Por otra parte, el número de firmas que declaran realizar gastos en I+D alcanza a 966, representando un porcentaje equivalente al 0,98% del total de firmas chilenas con ventas mayores a 2.400 UF –actual umbral de diferenciación entre micro y el resto de los tamaño de firmas.¹¹

Este gasto total y el número de firmas incluye tanto la información obtenida del censo como las imputaciones realizadas de las bases secundarias de información consideradas. En el siguiente cuadro se presenta la información desagregada por fuente de información.

Cuadro 5: GASTO TOTAL EN INVESTIGACION Y DESARROLLO POR FUENTE DE INFORMACION (en millones de pesos de diciembre de 2002)

	MM\$	MMUS\$	%	Min.	Max.	Media	Mediana	N
Censo	54.637	78	80	0,002	9.654	268	35	204
Fontec	8.394	12	12	0,400	504	42	24	202
Fondef	5.177	7	8	0,380	248	15	7	344
Encuesta Innovación	18.276	26	21	0,034	2.181	80	19	216

Como se observa, gran parte del gasto reportado corresponde a lo que revela el censo nacional. Efectivamente, cerca del 80% del gasto corresponde sólo a 204 firmas privadas cuya media de 268 millones de pesos es muy superior a su mediana de 35 millones. Lo anterior indicaría la existencia de un pequeño grupo de empresas que reportan gastar muchos recursos en esta área, los que no estarían participando en los dos fondos concursables considerados. Por otra parte, y con respecto a estos dos últimos fondos, las cifras señalan que el apalancamiento de fondos privados que logra el programa FONTEC es 3,4 veces más grande que aquel logrado por FONDEF, independientemente de la medida de tendencia central considerada.

¹¹ Este porcentaje crece al 1,7% si sólo se consideran las empresas de tamaño pequeño, mediano y grande que participan en sectores en que potencialmente se pueden desarrollar actividades de investigación y desarrollo.

Cuadro 6: GASTO TOTAL EN INVESTIGACION Y DESARROLLO POR TAMAÑO SEGUN NUMERO DE TRABAJADORES (en millones de pesos de diciembre de 2002)

Tamaño	MM\$	MMUS\$	%	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	N
1	1.082	1,54	2,0	34	24	0,002	165	32
2	3.686	5,25	6,7	51	22	0,030	676	72
3	8.365	11,92	15,3	186	29	0,900	3.620	45
4	8.324	11,86	15,2	297	78	0,085	2.304	28
5	32.983	46,99	60,4	1269	238	0,066	9.654	26
6	197	0,28	0,4	197	197	196,947	197	1
Total	54.637	78	100	268	35	0	9.654	204

NOTA: las cifras consideran sólo a 204 de un total de 966 empresas.

El cuadro anterior muestra que el crecimiento del gasto en I+D por firma crece de acuerdo con el tamaño de la firma. Si bien este patrón no es tan claro entre las firmas que tienen entre 50 y 199 trabajadores comparadas con aquellas que tienen entre 200 y 499 trabajadores, en términos agregados la relación positiva que se reporta en otros países entre gasto en I+D y tamaño se cumple para el caso chileno.

Por otra parte, el cuadro anterior confirma la hipótesis levantada: que sólo un pequeño grupo de firmas da cuenta de una gran proporción del gasto reportado. Efectivamente, sólo 26 firmas -todas con más de 500 trabajadores- acumulan cerca del 60% del gasto total reportado en la encuesta de gasto privado en I+D. En promedio, dichas firmas reportan gastar 1.200 millones de pesos al año, cifra bastante superior a la mediana de este mismo estrato. Todo lo anterior apunta a que aún en el grupo de las grandes, son unas pocas las que realizan el mayor esfuerzo.

Cabe señalar que en este cuadro sólo se utilizan firmas obtenidas a través del censo, ya que en las fuentes secundarias no contenían esta información. Por otra parte, para la determinación de los estratos de tamaños de firma se utilizó la siguiente clasificación:

Tamaño	Intervalo
1	0 y 9
2	10 y 49
3	50 y 199
4	200 y 499
5	500 y más
6	No hay datos

El indicador ideal de tamaño son las ventas de la firma, pero lamentablemente dicha variable no pudo ser recogida en forma exitosa en el censo, aunque existe una consistente relación entre tamaño medida por el número de trabajadores y tamaño medida por ventas.

El siguiente aspecto que se debe analizar es la variabilidad geográfica de los gastos reportados. Esta información se presenta en la siguiente tabla para 750 del total de firmas consideradas en este informe.

Cuadro 7: GASTO TOTAL EN INVESTIGACION Y DESARROLLO POR REGIONES
(en millones de pesos de diciembre de 2002)

Región	N	MM\$	MMUS\$	%	Media	Mediana	Mínimo	Máximo
1	6	163	0,23	0,24	27	27	4,869	53
2	7	1.260	1,80	1,85	180	15	2,400	1140
3	1	131	0,19	0,19	131	131	131,126	131
4	12	182	0,26	0,27	15	8	0,400	58
5	23	1.880	2,68	2,76	82	9	0,080	1.172
6	12	121	0,17	0,18	10	7	1,800	25
7	8	106	0,15	0,16	13	5	0,573	40
8	37	5.638	8,03	8,27	152	20	0,323	3.620
9	9	284	0,40	0,42	32	5	0,402	215
10	41	1.598	2,28	2,34	39	11	1,200	676
11	1	19	0,03	0,03	19	19	18,977	19
12	7	98	0,14	0,14	14	12	2,543	47
RM	375	52.381	74,62	76,80	140	20	0,002	9.654
S/i	211	4.346	6,19	6,37	21	11	0,406	338
Total	750	68.207	97,17	100,00	91	15	0,002	9.654

Como se puede observar, para este grupo de empresas (750 de un total de 966) más de las tres cuartas partes del gasto en I+D se concentra en la Región Metropolitana, lo que en número de empresas representa cerca del 50% de las cuales se tiene información geográfica. Un resultado interesante es el relacionado con lo que se observa en la II y VIII Región, donde el gasto por firma es superior al promedio reportado para la RM, aunque con una gran dispersión. Efectivamente, si bien son pocas las firmas que en estas dos regiones reportan gastar en I+D, existe una gran diferencia entre ellas. Valores muy superiores de la media sobre la mediana indicarían una distribución muy poco simétrica, con unas pocas firmas gastando mucho y el resto con bajos niveles de gasto en I+D.

Cuadro 8: GASTO TOTAL EN INVESTIGACION Y DESARROLLO POR SECTOR PRODUCTIVO (en millones de pesos de diciembre de 2002)

Sector	N	MM\$	MMUS\$	%	Media	Mediana	Mínimo	Máximo
Agricultura	105	7.250	10,3	8,4	69	11	0,002	2.304
Minería	14	2.070	2,9	2,4	148	42	0,521	1.140
Manufacturas	411	39.791	56,7	46,0	93,5	19	0,030	5.254
Elec/Gas/Agua	12	3.571	5,1	4,1	298	93	2,93	1.957
Construcción	16	307	0,4	0,3	19	12	0,804	60
Comercio	44	1.142	1,6	1,3	26	15	1,200	189
Transporte	19	11.974	17,1	13,9	630	25	0,6	9.654
Est. Financieros	79	12.663	18,0	14,6	160	21	0,900	7.796
Servicios Comunes	43	1.740	2,5	2,0	40	12	0,929	8.85
Sin información	223	5.975	8,5	6,9	27	12	0,500	3.38
Total	966	86.483	123	100	91	15	0,002	9.654

La apertura sectorial confirma que tanto por el número de firmas involucradas como por el monto reportado, el sector manufacturero es uno de los sectores productivos más destacado en este tipo de actividades. No obstante lo anterior, su participación en el gasto total, cercano al 46%, es inferior a lo que se reporta en otras latitudes, como fue sugerido en la introducción a este trabajo. Si bien es esperable que la proporción que representa este sector en un país menos desarrollado como el nuestro sea menor comparable a un país de mayores ingresos, la alta participación de sectores financieros como de transporte y comunicaciones pudieran sugerir o bien que hay un mayor patrón de especialización tecnológica en estos últimos dos sectores, o bien que la participación del sector manufacturero está subreportada. Para obtener una respuesta a esta interrogante, se deberían conocer los sectores a los que pertenecen las empresas reportadas en la penúltima línea del cuadro anterior, sin contar con los problemas de sesgos que pudieran existir como consecuencia de que ciertas firmas no quisieron contestar esta encuesta. Esta es, por lo tanto, una pregunta que seguirá abierta hasta no contar con un mejor nivel de información respecto a las firmas.

No obstante lo anterior, la apertura sectorial presentada en el cuadro 8, confirma la gran dispersión relativa entre estratos donde se observa que la media, en la gran mayoría de éstos, es superior a la mediana. Ello es particularmente relevante en el sector de transportes, donde aparentemente una sola firma sería la gran responsable de los

altos niveles de participación de este sector en el gasto total reportado.

Una apertura más fina del sector manufacturero nos muestra que gran parte del gasto en I+D está concentrado en el sector de fabricación de papel y productos de papel. Efectivamente, cerca de un tercio del gasto manufacturero en I+D lo realizan sólo 13 firmas de este sector, seguidas desde muy atrás por 23 firmas de la industria de la madera y 43 firmas del sector de alimentos, bebidas y tabacos.

Cuadro 9: GASTO TOTAL EN INVESTIGACION Y DESARROLLO POR SUBSECTOR PRODUCTIVO (en millones de pesos de diciembre de 2002)

Manufacturas ¹²	N	MM\$	MMUS\$	%	Media	Mediana	Mínimo	Máximo
31	43	3.476	5,0	16,2	81	16	0,1	1.172
32	7	448	0,6	2,1	64	37	0,8	226
33	23	3.980	5,7	18,5	173	5	1,5	3.620
34	13	7.211	10,3	33,5	555	60	1,0	5.254
35	53	3.394	4,8	15,8	64	31	0,0	504
36	6	813	1,2	3,8	135	9	1,2	745
37	9	887	1,3	4,1	99	36	7,6	353
38	38	1.221	1,7	5,7	32	19	0,1	185
39	3	85	0,1	0,4	28	10	9,3	65
Total	195	21.515	30,6	100,0	110	19	0,0	5.254

NOTA: no incluye datos provenientes de la Encuesta de Innovación.

Al igual que en las tablas anteriores, y particularmente para el sector predominante –en este caso la industria del papel–, existe un muy pequeño grupo de firmas con altos niveles de actividad en I+D conviviendo con otras con un menor esfuerzo relativo.

¹² La descripción de los sectores es como sigue :

CIIU	Descripción Sector
31	Alimentos, Bebidas y Tabacos
32	Textiles, Prendas de Vestir e Industria del Cuero
33	Industria y Productos de la Madera incluidos Muebles
34	Fabricación de Papel y Productos de Papel
35	Fabricación de Sust. Químicas y Prod. Químicos Derivados del Petróleo
36	Fabricación de Productos Minerales No Metálicos
37	Industrias Metálicas Básicas
38	Fabricación de Productos Metálicos, Maquinaria y Equipo
39	Otras Industrias Manufactureras

En los siguientes cuadros se presentan estadísticas respecto al número de científicos y técnicos equivalentes de tiempo completo que trabajaron en actividades científico-tecnológicas al interior de las firmas. Cabe señalar que esta información sólo pudo ser rescatada de las firmas que contestaban el censo, ya que en las fuentes secundarias de información estos datos no eran solicitados.

Cuadro 10: NUMERO DE CIENTIFICOS EN 2002 (personas por tamaño de firma según número de trabajadores)

Tamaño	N	Total	%	Media	Mediana	Mínimo	Máximo
1	29	61	4	2	1	0,1	13
2	59	193	11	3	2	0,1	30
3	37	99	6	3	2	0,1	15
4	23	83	5	4	2	1,0	22
5	25	528	74	21	7	1,0	80
Total	173	964	100	6	2	0,1	80

Cuadro 11: NUMERO DE TECNICOS EN 2002 (personas por tamaño de firma según número de trabajadores)

Tamaño	N	Total	%	Media	Mediana	Mínimo	Máximo
1	24	43	5	2	1,25	0,10	5
2	57	203	22	4	2	0,40	24
3	39	120	13	3	2	0,02	29
4	21	52	6	2	2	0,50	7
5	23	520	55	23	10	0,20	226
Total	164	938	100	6	2	0,02	226

Los resultados presentados muestran que existe cerca de un millar de científicos trabajando en actividades de I+D en forma permanente en las empresas privadas. Una cifra similar se observa para técnicos que participan directamente en estas actividades. Los datos muestran, a su vez, que la gran mayoría de éstos se desempeñan en empresas con un tamaño superior a los 500 trabajadores, siendo esto consistente con el hecho de que estas firmas son las que más recursos destinan a este tipo de actividades.

Finalmente, un aspecto interesante de analizar es el de las proyecciones que tiene los privados con respecto a su gasto futuro en actividades de I+D. En la siguiente tabla se presentan los resultados de estas proyecciones desagregadas por tamaño de firmas según número de trabajadores.

Cuadro 12: PROYECCION DEL GASTO PRIVADO EN I+D POR SECTORES
(medida como proporción sobre el gasto declarado durante el 2002)

Tamaño	N	Total	Media	Mediana	Mínimo	Máximo
1	28	0,8	1,0	1,00	0,10	2
2	65	0,8	1,2	1,00	0,11	8
3	43	2,5	1,5	1,09	0,16	10
4	28	0,9	1,3	1,03	0,23	4
5	26	0,7	1,0	1,06	0,00	2
Total	190	1,2	1,2	1,0	0,0	10

Del cuadro anterior se puede inferir que todas las firmas estiman que durante el año 2003 gastarán más recursos que los efectivamente declarados durante el año 2002. Si bien, considerando la mediana, los valores no serán muy diferentes a los actuales, llama la atención el caso de las firmas que tienen entre 50 y 199 trabajadoras, las que proyectan incrementar sus gastos en estas actividades cerca de un 10%. Estos valores habría que contrastarlos en el futuro con lo que realmente realizaron, para así evaluar la consistencia de sus predicciones.



Conclusiones

Los resultados del primer censo sobre el gasto privado en Investigación y Desarrollo muestran que dicho gasto alcanza un valor de 86.483 millones de pesos equivalentes a 123 millones de dólares en moneda de diciembre del año 2002. Este valor sólo incluye aquella parte del gasto que es financiada por el sector privado, la que alcanza a un nivel cercano al 0,19% del PIB de ese mismo año.

La información necesaria para arribar a dicho valor se conforma principalmente de los resultados de una encuesta directa especialmente diseñada con este fin, la cual cubrió un universo potencial de 46.000 firmas productivas en el país. Si bien cerca del 80% del gasto privado es atribuible a este esfuerzo –siendo el restante proveniente de bases de datos secundarias asociadas a programas– éste está altamente concentrado en un número reducido de firmas. Efectivamente, sólo 204 empresas declaran gastar privadamente en I+D, las que sumadas a tres fuentes de información secundarias llegan a representar sólo un 0,98% de las empresas productivas chilenas con ventas mayores a 2.400 UF, valores largamente inferiores a lo observado en otras latitudes.

No obstante lo anterior, al analizar los gastos privados en I+D por tamaño de firma, los resultados para el caso chileno son consistentes con la evidencia internacional, la que sugiere que existe una relación positiva no sólo con la probabilidad de reportar gastos en I+D, sino también con los montos declarados. Efectivamente, las grandes empresas que representan menos del 10% de la muestra considerada concentran más del 60% del gasto reportado.

Por otra parte, los resultados muestran que la distribución de los gastos no es simétrica, ni siquiera al interior de los diferentes estratos definidos, y que la regla general observada es que un grupo pequeño de firmas son la que realizan la mayor parte del esfuerzo en este tipo de actividades.

La apertura geográfica de los resultados muestra que existe una alta concentración de estas actividades en la Región Metropolitana. Con una proporción largamente inferior le siguen la II y VIII Región, aunque en estos dos últimos casos el gasto *por firma* es más alto que aquel observado para la capital del país.

Un fenómeno similar se observa cuando se realiza un análisis sectorial, donde el sector manufacturero y particularmente la industria del papel, seguida por las industrias de la madera y los alimentos, lidera la concentración del gasto. No obstante lo anterior, se observa que en el caso chileno tanto el sector de transportes y telecomunicaciones como aquel relacionado con las instituciones financieras tienen también un rol relevante en esta temática. Su participación relativa en el gasto agregado es superior a lo observado en otros países, lo que podría estar reflejando las ventajas comparativas.¹³

Con respecto al capital humano relacionado con Investigación y Desarrollo, los resultados muestran que cerca de un millar de científicos participan activamente en estas actividades al interior de las firmas productivas, trabajo que es apoyado por un número similar de técnicos especializados. La distribución de los mismos entre los diferentes estratos de tamaño de empresas refleja claramente el esfuerzo que dichas firmas imprimen a este tipo de actividades.

Finalmente, cabe señalar que este es el primer intento serio y de gran escala orientado a dimensionar el esfuerzo privado en actividades de Investigación y Desarrollo. Si bien, y como lo ilustran los resultados del trabajo de campo que se anexan, la tasa de respuesta a esta encuesta fue relativamente baja, la experiencia extranjera sugiere que esto es una situación normal. La sistematicidad en la recolección de esta información sólo entregará sus frutos más valiosos una vez que los encuestados logren captar la importancia que tiene para un país conocer estos datos. Es por ello que se sugiere, en virtud de similares experiencias en otros países con mayor nivel de desarrollo, considerar la continuación de este esfuerzo –quizá no en la escala y magnitud que tuvo en esta ocasión–, pues dicho esfuerzo tiene un retorno social positivo, particularmente en lo referente al diseño de una mejor política pública orientada a los temas tecnológicos.

¹³ Cabe señalar que para un conjunto importante de firmas no fue posible determinar con exactitud el sector al cual pertenecían. Si un alto porcentaje de este grupo son efectivamente atribuibles al sector manufacturero, la importancia relativa de los sectores de telecomunicaciones y financieros caería, aunque seguiría con una participación relativamente alta considerando la evidencia extranjera.



ANEXOS

Ejemplos de formularios de Encuesta
sobre actividades de I+D
en un grupo seleccionado de países

