

III. ÁMBITOS INTENSIVOS EN CONOCIMIENTO: ¿LÍDERES DE UN PROCESO DE INNOVACIÓN ENDÓGENA EN URUGUAY?

A la luz de las conclusiones del capítulo II, referidas a las dificultades que ha enfrentado Uruguay en el pasado para generar un proceso de innovación endógena, en este capítulo se mira hacia adelante y se indaga sobre las posibilidades que existen en el país para que grupos de agentes económicos lideren un proceso de innovación de esa naturaleza. *En otras palabras, lo que se está buscando son grupos de agentes económicos que tengan la capacidad de facilitar y multiplicar la innovación de la economía en su totalidad.*

¿Cómo determinar cuáles son los agentes líderes de un proceso de innovación endógena en una EIC? Se sabe del capítulo I (apartado 3) que las redes de conocimientos (o SSIP) son plataformas para obtener ventajas en la utilización y difusión de conocimientos. Estas redes están constituidas por productores y usuarios de innovaciones, y además intervienen agentes de sectores clave proveedores de externalidades (ligados a tecnologías genéricas). Los potenciales líderes del proceso mencionado tendrán muchas probabilidades de pertenecer a redes así conformadas. No obstante, el relacionamiento deseado entre los productores y usuarios de esas redes tiene características particulares. Un desarrollo simultáneo entre los primeros y los segundos, y su interacción continua y articulada, estimulan la actividad innovadora y originan una suerte de círculo virtuoso para el cambio tecnológico.

En función de lo anterior y para cumplir con el objetivo fijado de este capítulo, se decidió realizar una encuesta a agentes de SSIP intensivos en conocimientos. Se sabe del capítulo II que las actividades económicas relacionadas con las tecnologías informáticas,

biotecnológicas, de calidad y ambientales tienen potencialidades para inducir a la renovación de las oportunidades de avance técnico de los sectores intensivos en recursos naturales y tradicionales, en los que Uruguay ya tiene conocimientos y capacidades tecnológicos acumulados, pero cuyo dinamismo tecnológico está en franco agotamiento. Son, por lo tanto, SSIP estratégicos para un desarrollo del país basado en conocimientos.

Sobre esa base, pero con algunas modificaciones que se mencionarán, se eligieron para encuestar agentes económicos —radicados en territorio nacional— pertenecientes a los siguientes SSIP intensivos en conocimiento:

- *software* y servicios informáticos;¹
- biotecnología;
- servicios empresariales de ingeniería;²
- servicios e industria ambientales;
- industria farmacéutica.³

Debido a la novedad de las actividades económicas en estudio, no se contó en general con estadísticas ya elaboradas, por lo que el universo a encuestar se *construyó* prácticamente agente por agente, según la información ya existente en cada caso. Ello implicó un trabajo de varios meses de *rastreo* antes de la encuesta propiamente dicha. La encuesta se llevó a cabo entre diciembre de 2003 y febrero de 2004 a 212 *empresas* (que pertenecen al sector primario, secundario y terciario) y 86 *organizaciones no empresariales* (de aquí en adelante se denominarán *entidades*) que básicamente realizan actividades de I+D.⁴ El grado de cobertura de los SSIP fue importante en el caso de las empresas productoras de los bienes y servicios intensivos en conocimientos y las entidades de I+D, mientras

1 No se incluyó el sector electrónico porque, si bien en el informe de *Las agendas de competitividad* (Ministerio de Industria, Energía y Minería [MIEM], 1999) se detectó un grupo de 40 a 50 empresas electro-electrónicas, se constató que muchas ya no existían en el 2003. No obstante, algunas sobrevivientes de este grupo (instrumentos de control y automatización, marcapasos) fueron incluidas dentro de los SSIP seleccionados.

2 Son empresas consultoras que venden servicios para el mejoramiento de la calidad de los productos y procesos de otras empresas.

3 Se agregó la industria farmacéutica porque también es intensiva en conocimientos y, a través de la encuesta Dinacyt-INE, se detectó en el capítulo II que son las empresas más innovadoras de la industria manufacturera.

4 La muestra total se conformó con 279 empresas y 100 entidades. El hecho de que haya 67 empresas y 14 entidades no encuestadas se debió a diversos motivos: la empresa o entidad ya no existía, no fue posible localizar a un interlocutor apropiado, se rechazó ser encuestado o no se pudo coordinar la entrevista a tiempo.

que las empresas usuarias fueron captadas sólo en la medida en que fueron nombradas por los primeros.⁵ Debe puntualizarse que únicamente se seleccionaron *empresas y entidades radicadas en territorio nacional*, dados los recursos y el tiempo limitados para realizar el trabajo de preidentificación y la encuesta, por lo que los SSIP no fueron estudiados en su dimensión regional o internacional.

La idea rectora que guió este capítulo es que la real relevancia de los SSIP estudiados se adquiere en la medida en que ellos sean potencial y efectivamente difusores de progreso técnico al resto de la economía. En otras palabras, lo que interesa detectar en este trabajo es si existe un desarrollo conjunto de productores y usuarios de los SSIP seleccionados, y si están dadas las condiciones para avanzar por un sendero evolutivo más complejo, a través del «aprendizaje por la interacción».⁶

Esa idea rectora fue subdividida en dos interrogantes, que a su vez ordenan en el texto la exposición de los argumentos:

a. ¿Qué dimensión económica y territorial tiene en Uruguay el conjunto de agentes de los SSIP seleccionados?

La contestación a esta pregunta brindará información sobre la existencia en el país de una *masa crítica* de empresas y entidades relacionadas con las actividades intensivas en conocimientos seleccionadas.

b. ¿Cuál es la capacidad de los agentes identificados para captar y endogenizar las oportunidades tecnológicas existentes y ser al mismo tiempo difusores de progreso técnico al resto de la economía?

La respuesta brindará información sobre las características del *liderazgo tecnológico* de los agentes de los SSIP estudiados.

El capítulo se estructura en seis apartados de la siguiente forma. En el primero se exponen los criterios utilizados para seleccionar a las empresas y entidades de la muestra, y se plantean asimismo las bases conceptuales utilizadas para la elaboración del cuestionario.

Del segundo al cuarto apartados se aborda la primera interrogante planteada: se analiza la dimensión de los SSIP seleccionados, en términos de su relacionamiento con la estructura económica nacional y su distribu-

ción territorial, y a través de las características predominantes de las empresas y entidades que fueron entrevistadas.

El quinto apartado se centra en contestar a la segunda pregunta formulada. Con este propósito se miden las capacidades para captar las oportunidades tecnológicas y difundir el progreso técnico de los agentes seleccionados. Para ello se construyeron indicadores analíticos a partir de la información recolectada en la encuesta y se realizaron sendos análisis estadísticos y econométricos.

El sexto apartado examina otro aspecto, más cualitativo, del dimensionamiento de los SSIP en la economía, a través de la conformación de «mapas» de los flujos de conocimientos entre los agentes de los SSIP seleccionados.

Antes de comenzar el análisis de la encuesta realizada, conviene dejar en claro que el propósito de este capítulo no es indagar sobre cuán competitivos son en Uruguay los agentes seleccionados de los SSIP intensivos en conocimientos. Se considera que la competitividad de una empresa o de un país no ha de entenderse como la adquisición de *ventajas espurias*, capaces de aumentar la participación en el mercado por un corto período mediante la depreciación de la moneda o la reducción de salarios, sino que para mantener el crecimiento a largo plazo es menester fortalecer las *ventajas auténticas*, sobre la base de la creación de nuevas capacidades de innovación y aprendizaje.⁷ No obstante, como se señaló en el capítulo I, las ligazones analíticas entre la innovación y la competitividad son difíciles de establecer, como también lo son las empíricas. Pese a las consideraciones anteriores, la evidencia internacional permite suponer que existe una asociación positiva entre ambas variables.

1. ¿Qué empresas y entidades fueron seleccionadas para la encuesta y cómo se detectaron?

Para la selección de las empresas y entidades a ser encuestadas se utilizó la tipología propuesta por Malerba (2002) en su trabajo ya reseñado en el capítulo I.⁸ Se identificaron los siguientes agentes:

5 En el apartado 6 de este capítulo se dan los detalles sobre la detección de los agentes encuestados de cada SSIP y el grado de cobertura en cada caso.

6 En el sentido especificado en el apartado 3 del capítulo I.

7 Inspirado en F. Fajnzylber (1992): «Industrialización en América Latina. De la 'caja negra' al 'casillero vacío'», en *Nueva Sociedad*, n° 118, marzo-abril, pp. 21-28.

8 Conviene recordar que un SSIP se compone de un conjunto de nuevos productos y servicios —ya «establecidos» en el mercado— con usos específicos, y de un conjunto de agentes —que interactúan a través de relaciones de compraventa y de otras relaciones que no pasan por el mercado— para la generación, producción y venta de esos productos y servicios. Se caracteriza, además, por poseer una determinada base de conocimientos, tecnologías e insumos específicos, y una demanda emergente y potencial.

- a. las *empresas productoras de bienes y servicios intensivos en conocimientos*; por ejemplo, empresas biotecnológicas o empresas desarrolladoras de *software*;
- b. las *empresas suministradoras de bienes y servicios especializados* de las firmas productoras; por ejemplo, proveedores de equipos especializados o laboratorios de análisis;
- c. las *empresas usuarias o demandantes*; por ejemplo, frigoríficos o empresas lácteas que empujan para la utilización de tecnologías de mejoramiento genético en animales, laboratorios farmacéuticos usuarios de servicios de deposición de residuos, empresas forestales que demandan biotecnología vegetal o empresas de intermediación financiera demandantes de programas de *software* hechos a medida;
- d. las *entidades* de los ámbitos seleccionados; por ejemplo, laboratorios universitarios en los cuales se investiga sobre las energías renovables, la calidad de las aguas, una nueva molécula o un programa de *software*, o laboratorios de los ministerios u organizaciones gremiales que investigan sobre mejoramiento genético animal o las propiedades de las enzimas. También se encontraron entidades que son usuarias de conocimientos.

Debe puntualizarse que en este informe se prefiere denominar *ámbito* al espacio económico conformado por los SSIP, para dar cuenta del carácter incipiente de dichos espacios, por lo que en adelante se hablará de *ámbito* en lugar de SSIP.

Se clasificaron los agentes de la tipología de Malerba recién mencionada en función de su pertenencia a la *oferta y demanda de conocimientos*, con el objetivo de sistematizar las fuentes externas de conocimientos. Dentro de la *oferta neta de conocimientos* de cada ámbito se incluyeron:

- las empresas productoras de bienes y servicios intensivos en conocimientos;
- las empresas suministradoras de bienes y servicios especializados;
- las entidades de I+D.

Dentro de la *demanda neta de conocimientos* de cada ámbito se incluyeron:

- las empresas usuarias de bienes y servicios intensivos en conocimientos;

- las entidades usuarias de bienes y servicios intensivos en conocimientos.

El corte entre oferta y demanda se realizó a partir de los agentes que *producen* los bienes o servicios del ámbito y los que los *utilizan*. Las empresas suministradoras de bienes y servicios especializados se encuentran del lado de la oferta porque constituyen fuentes externas de conocimientos para las productoras. Lo mismo sucede en el caso de las entidades de I+D de la oferta; éstas además tienen lazos directos (de compraventa de servicios, transferencia de conocimientos y/o de cooperación en la investigación) con las empresas usuarias.

Como se señaló en el capítulo I (apartado 3), esa división entre oferta y demanda no debe llevar a pensar que se intenta aplicar una visión lineal del proceso de innovación. Dicha clasificación intenta únicamente indicar la posición neta de la empresa o entidad con relación a su naturaleza de generadora o demandante de conocimientos en un ámbito específico y en un «momento» determinado de la cadena de intercambios de conocimientos. Las empresas de la oferta bien pueden, por ejemplo, ser demandantes de conocimientos «aguas arriba» de dicha cadena, y las de la demanda cambiar de papel y ser oferentes «aguas abajo».

De este modo, la muestra de empresas quedó constituida por 126 oferentes y 86 demandantes⁹ (cuadro 1). Algunas empresas se cruzan de ámbito a ámbito: hay oferentes en un ámbito que son demandantes de otro, y empresas demandantes de varios ámbitos. A las sumas totales considerando esos cruzamientos se las llamó respectivamente *oferta y demanda ampliadas*. En el anexo IV de este capítulo pueden observarse los sectores de actividad (a CIU 4 dígitos) de las empresas encuestadas.

La muestra de entidades se conformó con 77 oferentes y 9 demandantes (cuadro 2). También en este caso hubo cruzamientos entre ámbitos, la mayor parte por entidades que son oferta en varios ámbitos.

Al no contarse, en la mayoría de los ámbitos estudiados, con un universo del cual extraer una muestra en forma aleatoria, el *método de bola de nieve* constituyó la técnica más apropiada para conformar el grupo de

9 La demanda se constituye mediante una diversidad sectorial muy grande de empresas; a modo de ejemplo, las hay citricólicas, forestales, frigoríficas, lácteas, arroceras, bodegas, industria harinera, malterías, textiles, tabaco, curtiembres, papeleras, diseño de muebles, industria química, metalúrgica, distribución de gas, hoteles, transporte, almacenamiento, bancos, *shoppings*, etc. En el ámbito de farmacéutica no fue posible identificar a los interlocutores apropiados de los distintos canales de venta (farmacias, mutualistas, droguerías y gobierno), por lo que se decidió no incorporar la demanda.

Cuadro 1

Las empresas de la oferta y la demanda por ámbito						
	ÁMBITOS					
	SOFTWARE Y SERVICIOS DE INFORMÁTICA	BIOTECNOLOGÍA	SERVICIOS EMPRESARIALES DE INGENIERÍA	INDUSTRIA DE BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES	INDUSTRIA FARMACÉUTICA	TOTAL
CANTIDAD DE EMPRESAS						
Oferta	38	29	8	35	16	126
Demanda	13	33	29	11	0	86
Total	51	62	37	46	16	212
Oferta ampliada	38	34	8	41	22	143
Demanda ampliada	90	42	33	31	0	196

Fuente: Encuesta de Innovación IE-PNUD.

Cuadro 2

Las entidades de la oferta y la demanda por ámbito						
	ÁMBITOS					
	SOFTWARE Y SERVICIOS DE INFORMÁTICA	BIOTECNOLOGÍA	SERVICIOS EMPRESARIALES DE INGENIERÍA	INDUSTRIA DE BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES	INDUSTRIA FARMACÉUTICA	TOTAL
CANTIDAD DE EMPRESAS						
Oferta	2	66	1	8		77
Demanda				9		9
Total	2	66	1	17		86
Oferta ampliada	3	68	2	14	11	98
Demanda ampliada				9		9

Fuente: Encuesta de Innovación IE-PNUD.

10 El fundamento teórico de dicha técnica se detalla en el Apéndice metodológico y su aplicación concreta en el recuadro 1.

11 Se adjuntan los dos cuestionarios en el Anexo I. El cuestionario de empresas se inspiró en el formulario de la encuesta de Dinacyt-INE y en los trabajos de Yoguel et al., del grupo de investigación del Instituto de Industria de la Universidad Nacional General Sarmiento (Buenos Aires) citados en la bibliografía.

12 Basado en Yoguel et al. (2002).

empresas y entidades a encuestar.¹⁰ Luego de la identificación de las empresas y entidades por el método de la bola de nieve, se las sometió a diferentes cuestionarios.¹¹

Para construir los indicadores analíticos a partir de la información provista por la encuesta, se tuvieron en cuenta los factores que influyen sobre la capacidad de las empresas de captar las oportunidades tecnológicas y difundir el progreso técnico. En función de ello, desde la perspectiva de las capacidades endógenas de las empresas se distinguen tres dimensiones o planos mutuamente vinculados: la *capacidad de innovación de la empresa*, la *tecnología de gestión* predominante en ella y los esfuerzos de *capacitación* que lleva adelante. El eje que vincula las empresas individuales

con su entorno productivo e institucional se expresa a partir de un cuarto plano que se denomina *estilos de vinculación*. Éste da cuenta de la importancia alcanzada por la circulación de información y conocimiento y, por lo tanto, *de las externalidades y la sinergia de red presente*. De esta manera, la dimensión *estilo de vinculación* es considerada como el conector de un proceso difundido del desarrollo de competencias organizacionales y tecnológicas de las firmas que componen el ámbito.¹² En el recuadro 2 se explican los contenidos de los cuatro planos.

En los próximos apartados se analizan los resultados de la encuesta llevada adelante para este informe, que en adelante se denomina Encuesta de Innovación IE-PNUD.

Recuadro 1

Rastreo de las firmas y entidades a través del método de la bola de nieve

A partir de listados de empresas de cada ámbito seleccionado (de diverso grado de cobertura, según el ámbito) y la consulta a informantes calificados, se realizó un trabajo de campo inicial de entrevistas, en el cual se identificó el primer grupo de firmas productoras y entidades, y los lazos formales e informales con otras firmas y entidades del ámbito.* A las firmas productoras detectadas inicialmente se les solicitó que identificaran a otras empresas en territorio nacional con las que comparten conocimiento para el desarrollo de sus actividades de innovación, y a aquellos clientes –reales o potenciales– que significaron (o podrían significar) desafíos por las características de su demanda. Estas preguntas se repitieron a las empresas nombradas por las anteriores, en el intento de recoger el conjunto de empresas que forman distintas tramas dentro de cada ámbito. Con el mismo mecanismo se identificaron también entidades ligadas con las empresas seleccionadas.

La segunda etapa del relevamiento consistió en la aplicación del formulario de encuesta a todas las firmas y entidades seleccionadas en la primera etapa. A su vez, de las propias respuestas obtenidas en la encuesta fueron surgiendo nuevas

firmas y entidades, a las que también se fue aplicando sucesivamente el formulario de encuesta.

Con respecto al grado de representatividad de la muestra final, el proceso de *rastreo* continuó hasta que comenzaron a repetirse los nombres de las firmas y/o los nuevos nombres eran marginales al objeto de estudio.** Asimismo, la muestra final de cada ámbito fue puesta a consideración de diversos informantes calificados con el fin de evaluar este aspecto.

* Esta tarea varió considerablemente en función de cada ámbito. En los de *software* y farmacéutica se disponía de un listado de empresas de los sectores y varios antecedentes, por lo que se preguntó a los informantes calificados cuáles de esas firmas realizaban actividades de I+D. En los casos del ámbito ambiental y de biotecnología, si bien se poseían investigaciones anteriores, se decidió incorporar directamente a todas las firmas que fueron nombradas en los antecedentes y por los informantes calificados, dado el escaso número de empresas productoras. Finalmente, en el caso de servicios de ingeniería, único ámbito en el cual no se encontraron antecedentes, y en el cual existen decenas de pequeñas empresas de consultoría, se procedió a preguntar a informantes calificados cuáles juzgaban ellos que eran las firmas líderes del sector. En el apartado 6 se detalla el modo en que fueron seleccionados los agentes a encuestar en cada ámbito y el grado de cobertura alcanzado en cada caso.

** El proceso de rastreo se detenía cuando las empresas nombradas se alejaban en *dos niveles* de las iniciales de la oferta o demanda de cada ámbito.

2. La dimensión económica y territorial de los ámbitos seleccionados

En el presente apartado se plantean dos formas de visualizar el conjunto de agentes identificados en cada uno de los ámbitos. En primer lugar, importa tener una idea de conjunto sobre *qué producen* esas empresas y entidades, y cómo se distribuyen a lo largo de las actividades económicas realizadas en el país. En segundo lugar, se propone una visión des-

de del punto de vista geográfico, en la que se observa *dónde producen* esos agentes sobre el territorio nacional.

La inserción de los ámbitos en la estructura económica nacional

Las empresas y entidades identificadas como pertenecientes a la oferta de cada ámbito estudiado se distribuyen a lo largo de los tres grandes sectores tradicionalmente considerados en la economía (primario, secundario

Recuadro 2

Cuatro planos para analizar la propensión hacia el aprendizaje y la innovación de las empresas encuestadas*

Primer plano: Las capacidades de innovación

La capacidad innovadora es la potencialidad de las firmas para transformar sus conocimientos genéricos en específicos a partir de sus competencias iniciales y de la acumulación de conocimientos que son capaces de realizar. Involucra aprendizajes formales e informales, tanto de tipo codificado como tácito.

Segundo plano: La capacitación interna de la empresa

El plano de la capacitación es un elemento central en el logro de procesos de aprendizaje de las firmas porque se trata de una dimensión que vincula en forma directa la capacidad innovadora con el desarrollo y reconocimiento de los saberes tácitos y codificados de los trabajadores, y con la modalidad de organización del proceso de trabajo.

Tercer plano: Las tecnologías de gestión

La forma como se organiza el proceso de trabajo en las firmas es central para identificar lo que se denomina la *tecnología de gestión* que actúa en el proceso de

generación y socialización del conocimiento. Los equipos y los espacios de interacción, que permiten intercambiar las experiencias y opiniones, hacen posible a su vez difundir el conocimiento tácito entre individuos, a través de la observación, imitación y experimentación. En tal sentido, estos mecanismos constituyen el vehículo para desarrollar procedimientos y situaciones orientados a compartir experiencias entre individuos.

Cuarto plano: Estilos de vinculación

El grado de desarrollo del entorno productivo e institucional de la empresa condiciona su proceso de circulación y apropiación de conocimiento. Para caracterizar las relaciones entre firmas son relevantes las dimensiones ligadas a la temporalidad; pero también a la mayor o menor unilateralidad o bilateralidad de los lazos existentes entre los agentes, y la densidad de las relaciones con los otros agentes del SNI.

* Los conceptos utilizados para construir los cuatro planos fueron definidos en el capítulo I. En el Anexo II se detallan estos indicadores.

y terciario), aunque existe cierta concentración alrededor de algunas actividades particulares. Por su lado, los usuarios también tienen presencia en todos los sectores de actividad, pero su distribución es más dispersa que la de los oferentes. Estas observaciones pueden apreciarse en la gráfica 1, en la cual se colocó a todas las empresas y entidades de la encuesta en función de la Clasificación Internacional Industrial Uniforme, revisión 3 (CIIU3). Las empresas y entidades se presentan diferenciadas según los ámbitos a los que pertenecen, y también en función de su condición de oferentes o demandantes del ámbito considerado.

Tal como puede constatarse en la gráfica 1, los ámbitos así considerados permean la estructura económica del país, configurando una suerte de entramado productivo a través

de relaciones de usuario-productor de innovaciones. Esta particular mirada de la estructura productiva es el primer aspecto del dimensionamiento de los ámbitos estudiados.

La información de la encuesta organizada en la forma como se sugiere en la gráfica 1 insinúa que los ámbitos escogidos (excepto el de farmacéutica) cumplen con una de las características centrales de las EIC: la de organizarse alrededor de tecnologías genéricas, en el sentido de que pueden ser utilizadas en muchos sectores de la economía y en diferentes actividades.

Cabe, no obstante, realizar algunas puntualizaciones. No todos los ámbitos permean de igual forma las actividades económicas. Tal como surge de la observación de la gráfica 1, los ámbitos que tienen una mayor cobertura de actividades son: *software* y servicios informáticos, servicios e

Gráfica 1



01 Agricultura, ganadería, caza y actividades conexas **02** Silvicultura, extracción de madera y actividades de servicios conexas **15** Elaboración de productos alimenticios y bebidas **16** Elaboración de productos de tabaco **17** Fabricación de productos textiles **19** Curtido y adobo de cueros; y otros **20** Producción de madera y fabricación de productos de madera y corcho **21** Fabricación de papel y de productos de papel **24** Fabricación de sustancias y productos químicos **25** Fabricación de productos de caucho y plástico **27** Fabricación de metales comunes **28** Fabricación de productos elaborados de metal **29** Fabricación de maquinaria y equipo **31** Fabricación de maquinaria y aparatos eléctricos **33** Fabricación de aparatos e instrumentos médicos y de otros aparatos **34** Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques **36** Fabricación de muebles **37** Reciclamiento **40** Suministro de electricidad, gas, vapor y agua caliente **41** Captación, depuración y distribución de agua **45** Construcción **51** Comercio al por mayor y en comisión **55** Hoteles y restaurantes **60** Transporte por vía terrestre; transporte por tuberías **63** Actividades de transporte complementarias y auxiliares **64** Correo y telecomunicaciones **65** Intermediación financiera **66** Financiación de planes de seguros y de pensiones **70** Actividades inmobiliarias **72** Informática y actividades conexas **73** Investigación y desarrollo **74** Otras actividades empresariales **75** Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria **85** Servicios sociales y de salud **90** Eliminación de desperdicios y aguas residuales, saneamiento y actividades similares **91** Actividades de asociaciones

Fuente: Encuesta de Innovación IE-PNUD.

industria ambientales y servicios empresariales de ingeniería. El ámbito de biotecnología, si bien cubre una amplia gama de actividades económicas, presenta una cobertura menor que la de los ámbitos antes citados. Lo propio sucedería con el ámbito de farmacéutica.

La distribución de las empresas y entidades en el territorio nacional

Si bien las TIC facilitan el contacto global y ayudan a reducir las desventajas de las economías de escala que enfrentan las pequeñas empresas en todos los aspectos del negocio, la localización geográfica de las empresas y entidades aún mantiene su importancia para

el desarrollo del aprendizaje y la innovación. Como se ha subrayado a lo largo de los capítulos I y II, un aspecto importante de la relación usuario-productor es la proximidad espacial como facilitadora de la circulación de conocimientos. La dimensión territorial importa debido a que el contexto socioespacial es una fuente de innovación y aprendizaje, con el objetivo de la interacción de saberes entre los diversos agentes (empresas y entidades de investigación).

El desarrollo local y regional, por tanto, constituye un elemento importante a la hora de pensar una estrategia de desarrollo nacional de innovación endógena. Por esta razón, interesó ubicar geográficamente a las empresas y entidades relevadas en la encuesta, toman-

Cuadro 3

Ubicación geográfica de las empresas y entidades encuestadas							
DEPARTAMENTO	EMPRESAS*			ENTIDADES*			TOTAL POR DEPARTAMENTO
	Nº TOTAL	OFERTA	DEMANDA	Nº TOTAL	OFERTA	DEMANDA	
Artigas	5	1	4	2	2	0	7
Canelones	22	10	12	8	8	0	30
Cerro Largo	11	4	7	2	2	0	13
Colonia	11	1	10	2	1	1	13
Durazno	3	1	2	2	2	0	5
Flores	4	2	2	1	1	0	5
Florida	5	2	3	1	1	0	6
Lavalleja	5	1	4	0	0	0	5
Maldonado	7	1	6	2	1	1	9
Montevideo	167	107	60	93	86	7	260
Paysandú	14	1	10	1	1	0	15
Río Negro	5	1	4	0	0	0	5
Rivera	11	1	10	2	2	0	13
Rocha	3	1	2	1	1	0	4
Salto	8	1	7	3	3	0	11
San José	8	3	5	2	2	0	10
Soriano	5	1	4	0	0	0	5
Tacuarembó	7	2	5	4	4	0	11
Trienta y Tres	4	1	3	1	1	0	5
Totales	305	142	160	127	118	9	432

*Se contabilizan todos los locales de las empresas y entidades

Fuente: Encuesta de Innovación IE-PNUD.

do en consideración para ello tanto sus instalaciones principales como los diversos locales o sucursales de empresas, centros de investigación y otras entidades.

Se constató una importante concentración geográfica de las empresas y entidades encuestadas: más de 50% de los locales detectados están instalados en Montevideo, y el resto se localiza en todo el territorio nacional (cuadro 3). El departamento de Canelones es el que tiene mayor cantidad de empresas y entidades de los departamentos del interior. Existe asimismo una mayor concentración de las entidades en la capital, particularmente de los centros de investigación. Por otra parte, entre las empresas de la oferta se presenta un mayor grado de concentración capitalina que en las de la demanda.

No obstante, se observa que el universo de empresas en el país, según el Registro de Empresas del INE, es más concentrado en la capital que el universo de empresas de la Encuesta de Innovación IE-PNUD (cuadro 4).

Más allá del análisis geográfico, en el trabajo de campo (tanto mediante la encuesta como en la exploración empírica previa) se indagó sobre la pertenencia de las empresas y entidades a núcleos tecnológicos y productivos, con el propósito de identificar en qué medida estos agentes tienden a conformar aglomeraciones territoriales para fomentar la colaboración dentro de redes y sistemas locales de innovación. De tal modo, se pudo comprobar que varias de estas empresas y entidades forman parte de los siguientes parques industriales, polos o centros tecnológicos, núcleos empresariales o facultades: Parque Industrial y Tecnológico del Cerro (con mucha presencia de empresas del ámbito ambiental), Polo Tecnológico de Pando (empresas de la industria farmacéutica, alimentaria y ambiental), Zonamérica (empresas de *software*), empresas incubadas en facultades de la UdelaR (en las de Ciencias y de Química) y un núcleo empresarial ambiental.¹³ Como se mencionó en el texto central del capítulo II y en su Anexo 2, estas experiencias de *clustering* territorial o virtual son aún muy incipientes en Uru-

Cuadro 4

Grado de concentración geográfica de las empresas		
	PORCENTAJE DEL TOTAL DE EMPRESAS	
	MONTEVIDEO	INTERIOR
Empresas (INE)*	63,7	36,3
Empresas (encuesta IE-PNUD)*	54,8	45,2

Nota: Ha de precisarse que se comparan unidades jurídicas (INE) con total de locales de las empresas (IN-PNUD)

Fuente: Registro de Empresas del INE (1996) y Encuesta de Innovación IE-PNUD.

guay, pero son cada vez más promocionadas como instrumentos idóneos para el estímulo de la innovación tecnológica en las empresas.

En suma, en el presente apartado se constató que los ámbitos seleccionados para este informe permean la estructura económica del país, pero no se distribuyen homogéneamente sobre el territorio. Las empresas y entidades de la oferta intensiva en conocimientos se relacionan con las de la demanda, configurando una suerte de entramado productivo a través de relaciones entre usuarios y productores de innovaciones. No obstante, dichos entramados se concentran en la capital del país, donde generan las condiciones más propicias para el desarrollo local de las actividades tecnológicamente dinámicas estudiadas para este informe.

3. Las características del conjunto de empresas encuestadas y su peso en la economía

En este apartado se presenta una caracterización de las 212 empresas de la muestra, cotejando similitudes y diferencias entre la oferta y la demanda de los ámbitos considerados. Con los datos obtenidos a través de la encuesta, se analizan en la primera sección las características económicas de las empresas de la oferta y la demanda de la encuesta. Luego, por medio de información secundaria, se examina el peso económico de las firmas estudiadas con relación al resto de la economía.

13 Perteneciente a los núcleos empresariales sectoriales (NES) promocionados por Propymes.

Una clara distinción entre las características económicas de las empresas de la oferta y de la demanda

En primer lugar, cerca de la mitad de las empresas de la oferta de los ámbitos estudiados fueron creadas durante la década de los noventa. Por tanto, son predominantemente firmas jóvenes, lo cual se liga con el carácter relativamente nuevo de estas actividades en Uruguay y con el hecho de que se trata de un fenómeno emergente y en pleno desarrollo. Las empresas que constituyen la demanda son más antiguas: casi 30% de ellas comenzó sus actividades antes de los años sesenta, y solamente 28% luego de los noventa (cuadro 5).

Asimismo, las empresas oferentes son predominantemente de capitales nacionales (casi 87% del total de las empresas es de capital enteramente nacional) y las demandantes también, aunque la presencia de capital extranjero es mayor en estas últimas (65% de las firmas no tiene participación extranjera).

En tercer lugar, en cuanto al tamaño de las empresas, cabe resaltar la marcada diferencia entre el grupo de la oferta y el de la demanda. En función de las dos variables (facturación y personal ocupado) se observa que, de las firmas de la demanda, 42% se ubica dentro del tramo de facturación más alto y tiene más de 100 empleados; son lo que se considera grandes empresas. Por el contrario, la observación a través de ese mismo corte

en el caso de las empresas de la oferta suma un 12%, lo que da cuenta de una mayoría de pequeñas y medianas empresas (pymes¹⁴). Se observa asimismo que 47% de las firmas ocupa menos de 20 empleados (cuadro 6).

En comparación con la evidencia recogida de la Encuesta Dinacyt-INE en el capítulo anterior, cabe señalar lo siguiente. Allí se pudo constatar que la probabilidad de que las empresas manufactureras realizaran al menos una actividad de innovación estaba asociada con el tamaño de la empresa (en función de cantidad de empleados y facturación). Por el contrario, en la encuesta que aquí se analiza se observa que la oferta intensiva en conocimientos se compone de un número importante de pymes, lo que estaría dando una pista para poner en duda la fuerte asociación, que generalmente se presume, entre el tamaño de la empresa y su actividad de innovación. Este tema se retomará más adelante.

Un cuarto punto de comparación se relaciona con el destino de las ventas de la oferta y la demanda, el cual está claramente diferenciado. La gran mayoría de las empresas que pertenecen a la oferta dirigen su producción principalmente al mercado interno (más de 70% en el 2002), y para más de la mitad de ellas éste constituye su único destino. Además, en promedio las exportaciones representaron 17,6% de la facturación en el 2002 (cuadro 7). Esta propensión poco exportadora de las empresas oferentes relevadas es propia de las firmas más jóvenes, que transitan por las primeras etapas de consolidación en el mercado interno.

Cuadro 5

Distribución de las empresas de la oferta y la demanda según año de fundación (en porcentaje del total de empresas)

AÑO DE FUNDACIÓN	DEMANDA	OFERTA
Anterior a 1960	29	17
En los años sesenta	13	4
En los años setenta	16	12
En los años ochenta	14	20
De los años noventa en adelante	28	48
Total	100	100

Fuente: Encuesta de Innovación IE-PNUD.

14 Según lo establecido en el decreto n° 54/92 del 7 de febrero de 1992 y n° 266/95 del 19 de julio de 1995, se considera *pymes* a las firmas de menos de 100 empleados, con una facturación neta (ventas menos impuesto al valor agregado [IVA]) de 5 millones de dólares.

Cuadro 6

Distribución de las empresas de la oferta y la demanda según tramos de facturación y ocupación (en porcentaje del total de empresas)					
	VENTAS TOTALES EN US\$ (2002)	TRAMOS DE OCUPACIÓN			
		MENOS DE 20	DE 20 A 99	100 O MÁS	TOTAL
Demanda	Menos de 60 mil	1	2		4
	Entre 60 mil y 180 mil	1	0	0	1
	Entre 180 mil y 5 millones	12	23	6	41
	Más de 5 millones	2	10	42	54
	Total	17	35	48	100
Oferta	Menos de 60 mil	23	1		24
	Entre 180 mil y 5 millones	12	2		14
	Entre 60 mil y 5 millones	12	30	5	47
	Más de 5 millones		4	12	16
	Total	47	37	16	100

Fuente: Encuesta de Innovación IE-PNUD.

En contraste, para casi la mitad de las empresas de la demanda (en promedio mucho más antiguas que las de la oferta) el principal destino lo constituye la exportación (eso significó en promedio 35% de la facturación total de las empresas de la demanda en el 2002) (cuadro 7).

Por otro lado, en el grupo de los oferentes predomina la venta dirigida al sector servicios, y en segundo lugar a la industria. En particular se destaca una mayor presencia del sector público como destino de las ventas con relación a la importancia que éste tiene para las firmas demandantes. En estas últimas predominan también las ventas al sector servicios, al consumo final y a la industria (cuadro 8).

En quinto lugar, las empresas de la oferta y de la demanda se diferencian visiblemente también en cuanto a la estructura de calificaciones de su personal. En las primeras, los profesionales y técnicos representan más de la mitad de la ocupación, mientras que en las segundas esa proporción se sitúa en 30% (ambas cifras referidas al 2002). Particularmente, la presencia de profesionales es más del doble entre las empresas de la oferta que en las de la demanda (cuadro 9).

Al considerar las empresas de la encuesta en su totalidad, se observa una alta propor-

Cuadro 7

Participación promedio de las exportaciones sobre la facturación		
	DEMANDA	OFERTA
Exportaciones 1998	35,7	14,9
Exportaciones 2000	35,2	16,9
Exportaciones 2002	35,0	17,6

Fuente: Encuesta de Innovación IE-PNUD.

ción de profesionales y técnicos (44%, según los datos del 2002), porcentaje que resulta comparativamente muy superior al que se verifica en el conjunto de la economía según la Encuesta Continua de Hogares (ECH) del INE (cuadro 10).

La mayor parte de las empresas declara que su demanda de profesionales aumentó durante el período 1991-1998, mientras que más de la mitad continuó con esa tendencia durante el período 1999-2003,¹⁵ aunque ha de resaltarse que esta última situación es algo más frecuente entre las firmas de la oferta que entre las de la demanda.

Finalmente, en sexto lugar, cabe comparar las empresas en cuanto a su desempeño económico. Se observa en casi todos los ca-

15 Este último período se caracterizó, con respecto al primero, por una importante disminución de las actividades económicas. Durante los años 1991-1998 la tasa de crecimiento promedio anual del PIB uruguayo fue de 4,5% (el crecimiento de punta a punta fue de 35,8%), mientras que durante el período entre 1999 y 2003 el PIB decreció en promedio anual 3,3% (y el decrecimiento punta a punta fue de 13,1%).

Cuadro 8

Destino de las ventas por sector de actividad		
	PROMEDIO POR EMPRESA (PORCENTAJE SOBRE EL TOTAL DE FACTURACIÓN 2003)	
	DEMANDA	OFERTA
Ventas a:		
Propia rama	13,9	10,9
Sector agropecuario	3,8	10,7
Industria (manufacturera y de la construcción)	24,8	24,6
Servicios	31,5	42,4
entre los cuales: sector público	5,8	19,2
Consumo final	25,9	11,9

Fuente: Encuesta de Innovación IE-PNUD.

Cuadro 9

Porcentaje promedio de personal calificado en el total de la ocupación de las empresas de la oferta y de la demanda. Años 1998 y 2002		
	DEMANDA	OFERTA
Porcentaje de profesionales, 1998	11	35
Porcentaje de profesionales, 2002	15	39
Porcentaje de profesionales y técnicos, 1998	22	54
Porcentaje de profesionales y técnicos, 2002	30	53

Fuente: Encuesta de Innovación IE-PNUD.

Cuadro 10

Porcentaje de profesionales y técnicos (año 2002)	
	AÑO 2002
Promedio nacional (ECH, INE)	22%
Promedio total de empresas (Encuesta IE-PNUD)	44%

Fuente: Encuesta de Innovación IE-PNUD y ECH del INE.

16 La evolución de los niveles de ocupación tuvo un comportamiento similar a la evolución de las ventas, aunque los ajustes fueron menores: 70% de las empresas aumentó su ocupación durante el período 1991-1998, mientras que un tercio lo disminuyó en el segundo período.

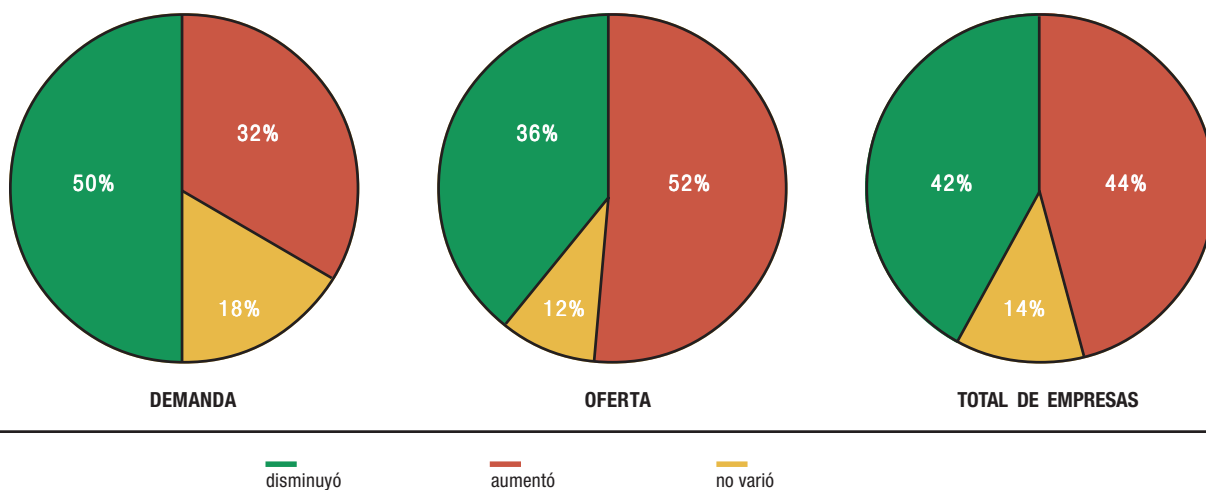
so un incremento de las ventas durante el período de crecimiento en la década del noventa (1991-1998). No obstante, durante el período posterior (1999-2003), un número alto de empresas (44%) siguió aumentando su facturación.¹⁶ Además, la proporción de firmas que mantuvieron la tendencia de crecimiento en ventas durante el período en el que predominó la crisis fue significativamente

superior entre las empresas de la oferta que entre las de la demanda (gráfica 2).

La oferta, además, expandió un 3% el personal que empleó entre los años 1999 y 2002, en un contexto general de caída del 6% del total de ocupados y del 10% de los ocupados del sector privado (ECH, INE). En cambio, en las empresas que componen la demanda la caída del personal se aproximó a esta últi-

Gráfica 2

Variación de las ventas durante el período 1999-2003 (en porcentaje de empresas)



Fuente: Encuesta de Innovación IE-PNUD.

ma cifra, lo cual marca otra importante diferencia entre las empresas encuestadas de la demanda y de la oferta.¹⁷

En suma, una característica relevante del desempeño económico de un gran número de las empresas encuestadas es que las ventas aumentaron durante el período 1999-2003. Adicionalmente al aumento de sus ventas, estas firmas incrementaron la cantidad de personas ocupadas y, particularmente, las necesidades de profesionales, científicos y técnicos.

Ese rasgo da cuenta de la existencia de un grupo de estas empresas con fuertes posiciones competitivas respecto del promedio de las empresas de la economía. En el caso de las empresas de la demanda, ello podría explicarse por su alta *propensión exportadora* —hecho observable en el cuadro 7 y que se retomará en la próxima sección—. Se verifica, además, que aquellas empresas que aumentaron sus ventas en ese período tienen, coincidentemente, en promedio, una mayor propensión exportadora que las que se estancaron o redujeron sus ventas.

En cuanto a las firmas de la oferta, si bien éstas destinan la mayor parte de sus ventas al mercado interno, también se verifica que aquellas que aumentaron sus ventas durante

el período más crítico tienen, en promedio, una más alta propensión exportadora que el resto. Las empresas de *software* y servicios de informática y de biotecnología son las que tuvieron mejor desempeño en cuanto al incremento de sus ventas en el período 1999-2003, y son, además, las que muestran una mayor propensión exportadora.

Otro factor asociado con el buen desempeño de las firmas durante el último período considerado en la encuesta es el *tamaño predominante en términos de facturación*. En el caso de la demanda, ya se observó que más de la mitad de las empresas facturan en el tramo superior, y casi la totalidad de las restantes lo hace en el tramo precedente; ahora se agrega que 85% de esas empresas de la demanda que aumentaron sus ventas en el período considerado pertenece a esos estratos altos. En tanto, entre las empresas de la oferta (que se distribuyen más homogéneamente entre los diversos estratos de facturación), se verifica que más de 65% de las que aumentaron sus ventas en el período de crisis son justamente las ubicadas en los estratos más altos de facturación.

En síntesis, en función de los datos analizados en esta sección se pudieron detectar seis factores que diferencian a las empresas

17 En la siguiente sección se realiza un análisis más detallado de la ocupación de puestos de trabajo de las empresas estudiadas.

de la oferta de las de la demanda. En las primeras predominan las pymes jóvenes y de capitales nacionales, cuyas ventas tienen como principal destino el mercado interno, y dentro de éste el sector público tiene un peso importante. Además, la presencia de profesionales en la plantilla de personal de las oferentes es más del doble que en las demandantes. Finalmente, se observa que hay un número importante de empresas, tanto de la demanda como de la oferta, que tienen fuertes posiciones competitivas respecto del promedio de las empresas del país. No obstante, entre las primeras, la proporción de firmas que mantuvieron la tendencia de crecimiento en sus ventas durante el período en el que predominó la crisis fue superior a la de las segundas, al tiempo que, contrariamente a lo que sucedía en el resto de la economía, incrementaron también su ocupación.

¿Qué peso tienen en la economía las empresas de los ámbitos estudiados?

Para tener una medida de la participación de las empresas encuestadas (de la oferta y la demanda) en la economía nacional se recurrió a sus exportaciones.¹⁸ Ello se justifica en la medida en que no fue posible obtener datos acerca de la producción nacional (medida a través del valor agregado o el valor bruto de producción)¹⁹ de dichas empresas.

Del total de empresas encuestadas, 106 declararon haber exportado en el año 2002, de las cuales 44 son de la oferta y 62 de la demanda (cuadro 11). La gran mayoría de estas empresas exporta bienes, así como también *software* y otros servicios.

Para las empresas que exportan bienes, se recurrió a la información disponible en los registros de Aduana de Comercio Exterior proporcionada por Uruguay XXI, de los que se obtuvieron las cifras de las ventas de bienes al extranjero de las 72 empresas relevadas en la encuesta. Para las 24 empresas de *software* se solicitaron los datos a la Cámara Uruguaya de Tecnologías de la Información (CUTI),²⁰ pero para las 10 exportadoras de los otros servicios no se obtuvieron los datos necesarios.²¹

Las empresas de la oferta encuestadas se catalogan dentro del grupo de *basadas en la ciencia* en la TPM, utilizada en el capítulo II para clasificar a las firmas sobre la base de su función específica en el proceso de innovación. Cabe recordar que allí se calcularon las CSBC de cada agrupación para medir su peso en el comercio exterior utilizando los datos de exportaciones e importaciones de bienes proporcionados por el BCU, por lo que no se incluyeron las ventas y compras con el exterior de *software* y servicios varios. Las dificultades mencionadas aquí para obtener los datos de las actividades económicas de estas empresas *basadas en la ciencia* dificultan la correcta medición de su impacto sobre la economía.

De los montos constituidos de la forma mencionada se observa (cuadro 12) que aproximadamente 90% de las exportaciones corresponde a la demanda. De modo que, aunque en el cuadro 11 se puede observar que las empresas oferentes-exportadoras venden en promedio al exterior cerca del 50% de sus ventas, éstas son ínfimas si se comparan con los montos que exporta la demanda relevada por la encuesta.²²

Las exportaciones de bienes de las empresas de la encuesta representaron cerca de 40% de las exportaciones totales del país en el período analizado (cuadro 13). El porcentaje, que se situó en 37% en 1998 y 38% en el 2000, aumentó y alcanzó 41% en el 2002, año en el que se manifestaba con mayor vigor la crisis por la que atravesó la economía del país. Así, mientras que las exportaciones de bienes del total del país se redujeron 23% entre los años 2000 y 2002, las exportaciones de las empresas comprendidas en este estudio lo hicieron sólo 12%. El hecho de que la participación de las empresas seleccionadas se haya incrementado en el contexto de crisis económica sugiere que estas empresas poseen ciertas fortalezas en comparación con el resto de la economía, las que coadyuvaron a su mejor desempeño relativo.

En suma, de los datos analizados en los párrafos anteriores se sabe que la mayor parte de las exportaciones de las empresas encuestadas proviene de las catalogadas en este informe como usuarias o demandantes de bienes y

- 18 En la encuesta se recolectó información sobre facturación en función de tramos de ventas, y sobre exportaciones por porcentaje de ventas.
- 19 El INE no proporciona datos de esta índole en el nivel de las empresas. Los que están disponibles son por sectores según la CIU (4 dígitos), pero para muchos sectores sólo se dispone de información para las empresas de inclusión forzosa en la muestra del INE, y en varios casos dichas empresas no son representativas de todo el sector.
- 20 Las exportaciones de *software* son entendidas en un sentido amplio: incluyen ventas externas de bienes y servicios y remuneraciones de factores en el exterior. Las exportaciones de estas empresas representan alrededor del 86% de las relevadas por la CUTI
- 21 Rubros y cantidad de empresas de la encuesta exportadoras de servicios: Transporte y logística (3), Gestión de calidad (2), Servicios de ingeniería (2), Servicios financieros (1) y Servicios biotecnológicos (2).
- 22 Las exportaciones de *software* no son exactamente comparables con las de bienes. Ello se debe principalmente a que la novedad de las primeras plantea problemas para su correcta medición. En efecto, las estadísticas oficiales (INE, BCU) siguen los criterios de la contabilidad nacional para determinar la naturaleza de las ventas al exterior. En tanto, la CUTI las asimila al concepto de exportación (Instituto de Economía, 2004).

Cuadro 11

Empresas exportadoras de la encuesta (2002)				
TIPO DE EXPORTACIÓN	SOFTWARE	SERVICIOS VARIOS	BIENES	TOTAL
Cantidad de empresas	24	10	72	106
Porcentaje promedio de la facturación que exportan	54%	46%	49%	
Cantidad de empresas de la oferta	24	6	14	44
Cantidad de empresas de la demanda	0	4	58	62

Fuente: Encuesta de Innovación IE-PNUD.

Cuadro 12

Exportaciones por ámbito de la encuesta			
AÑO 2000 (EN MILES DE US\$)	EXPORTACIONES	EXPORTACIONES	
ÁMBITOS	OFERTA	DEMANDA	TOTAL
Software	68.400	22.121	90.521
Biotecnología	5.082	386.629	391.711
Servicios empresariales de ingeniería		338.663	338.663
Ambiental	462	147.191	147.654
Farmacéutica	9.413		9.413
Total	83.357	894.605	977.962
Participación sobre el total	8,50%	91,50%	
AÑO 2002 (EN MILES DE US\$)			
Ámbitos			
Software	68.200	33.559	101.759
Biotecnología	4.439	356.205	360.644
Servicios empresariales de ingeniería		262.960	262.960
Ambiental	1.178	163.093	164.270
Farmacéutica	8.918		8.918
Total	82.734	815.818	898.552
Participación sobre el total	9,20%	90,80%	

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los registros de Aduana de Comercio Exterior y encuesta de la CUTI.

Cuadro 13

Comparación entre las exportaciones de bienes de las empresas encuestadas y las de la economía en su conjunto (en porcentaje del total de exportaciones nacionales)				
EXPORTACIONES (X)	1998	2000	2002	2003
X Encuesta / X País	37	38	41	41
X Mercosur Encuesta / X Mercosur País	20	30	40	36
(X Mercosur / X totales) País	57	47	35	35
(X Mercosur / X Totales) Encuesta	20	30	40	31

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los registros de Aduana de Comercio Exterior.

servicios intensivos en conocimientos, y éstas a su vez representan un porcentaje importante del total de exportaciones del país. Durante el año 2002, estas empresas mostraron una fortaleza competitiva que las distinguió del resto de la economía, ya que sus ventas al exterior se redujeron menos que las ventas promedio de la economía. Esas empresas exportadoras de bienes son básicamente grandes firmas agroindustriales (como frigoríficos, textiles, lácteas, curtiembres, forestales o cítricos). Además, son relativamente antiguas (fueron fundadas en promedio en 1966), se ubican en el tramo superior de facturación y casi la mitad de ellas ocupa a más de 100 trabajadores.²³

Otra forma de dimensionar el peso en la economía de las empresas encuestadas es a través del personal ocupado en ellas. Al respecto, la encuesta indagó sobre el personal ocupado por estas firmas en forma directa y, por otro lado, sobre la subcontratación a otras empresas para realizar alguna actividad económica, lo que sería un indicativo de la ocupación indirecta que ellas generan.

Las empresas encuestadas declararon ocupar entre 29.000 y 27.000 puestos de trabajo entre 1998 y 2002 (cuadro 14), ocupación que varió entre esos años de forma significativamente diferente en las empresas de la oferta y en las de la demanda: mientras en las primeras aumentó 3%, en las segundas disminuyó 11,5%. Esos puestos de trabajo son en su mayor parte estables (no hay grandes diferencias entre la oferta y la de-

manda), pues cerca de 56% de las empresas declaró que toda su plantilla era permanente, y alrededor de 36% dijo que eran permanentes entre el 50 y el 99% de sus trabajadores.

Al comparar los puestos de trabajo ocupados de las empresas privadas de la encuesta IE-PNUD con la información que provee el INE en la Encuesta de Actividad Económica (EAE) para los años y secciones coincidentes (cuadro 15), se constata que los primeros representan alrededor de 13% de la ocupación del total de la industria manufacturera, mientras en otros sectores de actividad coincidentes la cobertura de la encuesta IE-PNUD es bastante inferior.²⁴

Por otro lado, la encuesta IE-PNUD indagó sobre la subcontratación de actividades a terceros, su evolución, y la continuidad de los contratos y el tamaño de las empresas subcontratadas. Los datos obtenidos a partir de ese conjunto de preguntas indican que más de 80% de las empresas encuestadas ha efectuado subcontrataciones a terceros en los últimos cinco años (entre 1999 y 2003). Manifiestan, además, que a lo largo de ese período ha aumentado la cantidad de subcontrataciones. Casi 80% de las empresas ha subcontratado servicios o consultorías, y más de la mitad de esos contratos son estables. Por otra parte, alrededor de 50% de las empresas contrató a terceros alguna parte del proceso productivo, y la mayor parte declaró que se relacionaba con esas empresas de forma estable. Además, en el 90% de los casos de este último tipo de subcontratación,

23 Un punto importante que surge del análisis realizado es que, a pesar de que la metodología de selección de las empresas usuarias no tuvo un sesgo hacia las firmas agroindustriales, estas últimas se constituyen en la parte más relevante de la demanda detectada por la encuesta IE-PNUD.

24 La EAE no provee información sobre los puestos de trabajo ocupados en algunas secciones de actividad (agricultura, suministro de electricidad, agua y gas, construcción, transporte, Almacenamiento y comunicaciones, intermediación financiera y otras actividades de servicios comunitarios, sociales y personales), por lo que sólo se comparó la ocupación para las secciones de actividad coincidentes entre las dos encuestas. Ello implicó que alrededor de 10.000 puestos de trabajo ocupados por las empresas de la encuesta IE-PNUD quedarán fuera de la comparación.

Cuadro 14

Cantidad de puestos de trabajo ocupados en las empresas encuestadas			
	DEMANDA	OFERTA	TOTAL
Nº total de ocupados en la empresa en 1998	22.889	6.201	29.090
Nº total de ocupados en la empresa en 2000	22.230	6.608	28.838
Nº total de ocupados en la empresa en 2002	20.264	6.407	26.671
Variación 2000/1998	-2,9%	6,6%	-0,9%
Variación 2002/2000	-8,8%	-3,0%	-7,5%
Variación 2002/1998	-11,5%	3,3%	-8,3%

Fuente: Encuesta de Innovación IE-PNUD

Cuadro 15

Puestos de trabajo de las empresas de la Encuesta IE-PNUD en comparación con la Encuesta de Actividad Económica del INE								
SECCIÓN DE ACTIVIDAD	ENCUESTA IE-PNUD			EAE-INE ¹			COBERTURA DE LA ENCUESTA IE-PNUD	
	Nº TOTAL DE OCUPADOS EN 1998	Nº TOTAL DE OCUPADOS EN 2000	Nº TOTAL DE OCUPADOS EN 2002	Nº TOTAL DE OCUPADOS EN 1998	Nº TOTAL DE OCUPADOS EN 2000	Nº TOTAL DE OCUPADOS EN 2002	1998	2000
A Agricultura, ganadería, silvicultura	3342	3319	3280	n/d	n/d	n/d		
D Industrias manufactureras	15447	14608	14159	126.896	108.643	n/d	12,2%	13,4%
E Suministro de electricidad, gas y agua	368	369	352	n/d	14.928	n/d	–	2,5%
F Construcción	3922	3460	2000	n/d	n/d	n/d		
G Comercio al por mayor y al por menor y reparaciones	497	424	341	150.920	145.148	n/d	0,3%	0,3%
H Hoteles y restaurantes	45	45	45	20.700	17.576	n/d	0,2%	0,3%
I Transporte, almacenamiento y comunicaciones	237	314	397	52.946	45.410	n/d	0,4%	0,7%
J Intermediación financiera	1593	2036	1763	n/d	n/d	n/d		
K Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	1855	2484	2555	40.796	50.059	n/d	4,5%	5,0%
N Servicios sociales y de salud	1775	1749	1730	59.534	62.259	n/d	3,0%	2,8%
O Otras actividades de servicios comunitarios, sociales y personales	9	30	49	n/d	n/d	n/d		
Total	29090	28838	26671			n/d		
Total de las secciones coincidentes	19.856	19.993		451.791	444.023		4,4%	4,5%

1 No incluye a los trabajadores de ANCAP.

2 Los puestos de trabajo del año 2000 de la sección E (EAE) corresponden al año 2001.

Fuente: Encuesta de Innovación IE-PNUD y EAE del INE.

el tamaño de la empresa subcontratada era (según la consideración del encuestado) pequeña o mediana.²⁵

La proporción de empresas que hace uso de la subcontratación para llevar adelante sus actividades es reveladora del potencial empleador en forma indirecta que poseen estos ámbitos dinámicos. Ello es visible tanto por la cantidad de subcontrataciones como por el hecho de que son en su mayoría estables, y que las que implican subdivisión de los procesos relacionan a las empresas encuestadas con otras firmas pequeñas y medianas. Lo anterior sugiere, pues,

que muchas de las empresas encuestadas están conectadas con otras a través de la contratación de actividades complementarias.

En suma, de los datos examinados en la presente sección puede observarse que, a pesar de que en términos de exportaciones de bienes las empresas de la encuesta IE-PNUD son responsables de alrededor del 40% de lo que vende el conjunto de la economía al resto del mundo, en términos de ocupación directa tienen una significación mucho menos relevante, aunque existen indicios del potencial empleador indirecto de estas empresas.

²⁵ La propensión hacia la subcontratación de las empresas de la encuesta parece ser un rasgo distintivo de estas firmas, pues, como señala Luis Macadar, «Varias evidencias muestran que la subcontratación o tercerización que contribuye a subdividir los procesos, posibilitando mayores economías de escala y de especialización, se ven acompañados de mayores riesgos. Se comprueba una acentuada desconfianza de los productores en cuanto a la capacidad de las pequeñas empresas

4. El conjunto de entidades encuestadas: tres tipos de agendas de investigación

Como se indicó, la encuesta entrevistó a jefes o directores de 86 entidades, en su mayoría (57%) pertenecientes a la UdelaR, y, aunque casi todas son de carácter público o cuasipúblico, se encontraron algunas pertenecientes a asociaciones gremiales. Nueve entidades integran la demanda, todas ellas del ámbito de servicios ambientales, mientras que el resto pertenece a la oferta. Las primeras son demandantes de bienes de infraestructura pública, saneamiento y deposición de residuos, y de servicios relacionados con el cumplimiento de las normas ambientales. Debe señalarse, no obstante, que algunas de estas últimas entidades también declararon llevar adelante actividades de I+D, lo cual caracteriza principalmente a las entidades de la oferta. Existe además una concentración de entidades de I+D en el ámbito de la biotecnología (80%), ya que dicha actividad se caracteriza por estar fuertemente vinculada al sector académico. Finalmente, el total de profesionales y técnicos que trabajan en las entidades encuestadas suma 1737 individuos.

Dentro del conjunto de las entidades se distinguieron tres grupos, según el modo en que establecen su agenda de investigación:²⁶ a) entidades que hacen investigación en función de los objetivos de las instituciones a las que pertenecen; b) entidades cuya agenda de investigación está guiada por la generación de conocimientos en sí mismos, y c) entidades que investigan para resolver problemas del sector productivo, las cuales se subdividen a su vez en las que se vinculan directamente al sector productivo y las que investigan y ponen sus resultados a disponibilidad de la «demanda» (gráfica 3).

Entidades que investigan para su actividad principal

Un primer grupo lo constituyen las entidades que llevan adelante actividades de I+D internas y/o externas, cuyos resultados –los conocimientos generados– son aplicados para

dar cumplimiento a los cometidos institucionales de las organizaciones a las que pertenecen. Las entidades comprendidas en este grupo son laboratorios, divisiones o departamentos pertenecientes a organismos o empresas públicos, a organismos cuasipúblicos o a asociaciones gremiales privadas.²⁷

En cuanto a los resultados, la mayor parte declara haber obtenido nuevos productos, procesos y mejoras en la organización. Muchas han publicado sus resultados y es común que hayan obtenido un prototipo o planta piloto. El grado de apropiabilidad de los conocimientos que han generado es por tanto bastante elevado, y su grado de codificación depende del soporte físico en que se incorpore y de su complejidad. En términos del esquema que se presenta en la diagrama 1, estas entidades tienden a ubicarse en los cuadrantes de la derecha.

Entidades cuya investigación está guiada por la generación y difusión de conocimientos

El segundo grupo de entidades (pertenecientes principalmente a la UdelaR y el IIBCE) se caracteriza por llevar adelante tareas de investigación con el objetivo de generar conocimientos y darles la mayor difusión y publicidad posible. Ello no quita que la mayor parte de las entidades tenga relaciones –directas o indirectas– estables con el sector productivo, generalmente como subproductos de sus actividades de investigación.

De todos modos, la primordial motivación hacia la investigación está influida por las preferencias de los investigadores, el sesgo hacia la investigación en temas de ciencia fundamental,²⁸ la información que cada uno de los investigadores obtiene en el ámbito académico (por ejemplo, en congresos internacionales), así como por las tendencias del financiamiento –principalmente de fuente internacional– y las perspectivas de publicar en las revistas internacionales. El resultado de las actividades que llevan adelante estas entidades (con alto grado de codificación y bajo nivel de apropiabilidad) se ubica fundamentalmente en el cuadrante

para garantizar calidad, puntualidad y precios en el abastecimiento de materias primas y productos semiterminados» (1997, «Mercosur: inversión y complementación productiva. Apuntes para su promoción», notas realizadas dentro del marco de las actividades de la sección uruguaya del Fondo Consultivo Económico-Social del Mercosur).

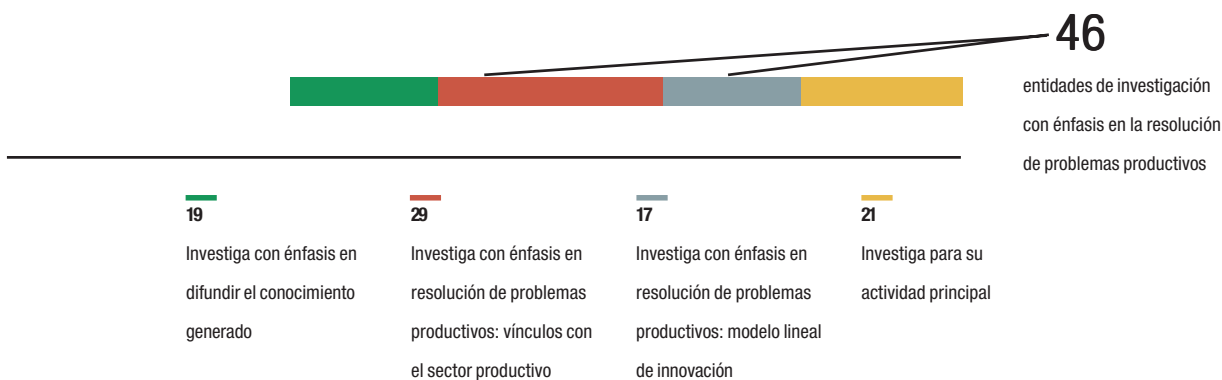
26 Para realizar dicha clasificación se utilizaron las siguientes variables: estructura de financiamiento de las actividades de I+D; relaciones con agentes del SNI y su objeto; importancia de diferentes medios para obtener conocimientos; obstáculos para transformar los resultados de la investigación en innovaciones de bienes y servicios (pregunta abierta).

27 Por ejemplo, el Laboratorio de Inmunogenética de la Asociación Rural del Uruguay, el Departamento de Gestión Ambiental de UTE, el Departamento de Higiene y Servicios de la Intendencia Municipal de Colonia o el Laboratorio Biológico de Policía Técnica del Ministerio del Interior.

28 Algunos jefes de laboratorios o directores de departamentos de estas entidades declararon que la formación impartida por el Pedeciba tiene mucho que ver en el sesgo mencionado.

Gráfica 3

Las entidades en función de sus agendas de investigación (en cantidad de entidades)



Fuente: Encuesta de Innovación IE-PNUD.

superior izquierdo del esquema que se presenta en la diagrama 1.

Entidades cuya investigación pone el acento en la resolución de problemas productivos

Finalmente, un tercer grupo lo constituyen las entidades cuya investigación hace hincapié en la resolución de problemas productivos, tengan o no una vinculación directa con el sector productivo.²⁹

Todas las entidades realizan actividades de I+D cuyos resultados permanecen dentro de ellas, se difunden a través de publicaciones y también son transferidos al sector productivo. El grado de apropiabilidad y codificación de los conocimientos generados es diverso, por lo cual se ubican en varios cuadrantes del esquema de la diagrama 1.

A su vez, esas entidades se agrupan en dos conjuntos, según si establecen o no vínculos directos con el sector productivo:

Las agendas de investigación toman en cuenta las demandas o necesidades del sector productivo

Siete entidades (la mayor parte de la UdelaR) establecen vínculos de tipo unilateral con el sector productivo, básicamente de consultoría. Ello no impide que en esa relación se vuel-

quen los resultados de I+D, o que esos servicios sean subproductos de dichas actividades, pues todas las entidades de este subconjunto realizan I+D interna. Tienen además acuerdos de cooperación de I+D con otras universidades y/o empresas extranjeras y con otros agentes nacionales no productivos.

El conocimiento que se genera y transmite a través de los convenios permanece en las empresas y es de tipo *know how* y *expertise* (cuadrante inferior izquierdo en la diagrama 1), y el que se genera dentro de las entidades y en cooperación con otras universidades y entidades se plasma en publicaciones (cuadrante superior izquierdo en la diagrama 1). Por lo general, estas entidades declaran que los convenios no son un medio importante para obtener conocimientos, y ninguna utiliza el mecanismo de la patente (u otro tipo de derecho de propiedad) para proteger la apropiación económica de su generación cognitiva.

En tanto, 22 entidades (UdelaR, INIA, MGAP, IIBCE) mantienen vínculos bilaterales con el sector productivo –en el sentido de que se relacionan con él principalmente para realizar I+D en cooperación y/o diseño de productos y procesos– y en algunos casos también realizan ensayos y asistencia técnica. La forma de constitución de la agenda de investigación es diversa: en algunos casos se parte de la demanda de innovación de una em-

²⁹ Las entidades comprendidas en este grupo son laboratorios, divisiones o departamentos universitarios (principalmente la UdelaR), institutos públicos de investigación (IIBCE), organismos cuasipúblicos (INIA, LATU), ministerios (MGAP, Ministerio de Salud Pública [MSP]) y mutualistas (Asociación Española Primera de Socorros Mutuos).

presa particular y se investiga lo que ello requiera; en otros casos se detectan problemas en el sector productivo y se buscan los socios productivos para llevar adelante la investigación conjunta; en otros, finalmente, se determinan los temas a investigar en forma conjunta entre las entidades y las empresas.

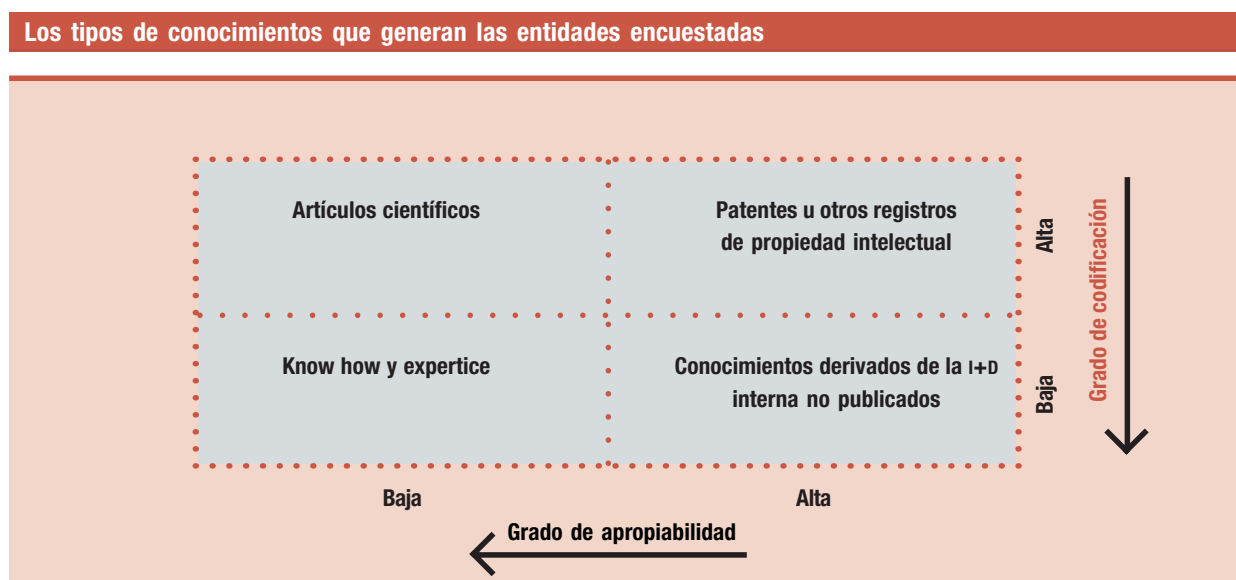
Se observa que en este tipo de relacionamiento entre entidades y empresas el recurso a la utilización de derechos de propiedad del conocimiento es mayor. En algunos casos, el conocimiento generado puede ser apropiado en exclusividad por la empresa – la que puede optar por patentarlo o no– o bien puede ser compartido entre la entidad y la empresa. Si se obtiene una patente u otro derecho de propiedad, la apropiación del conocimiento es alta y la codificación también; en cambio, si el conocimiento queda dentro de la empresa, su apropiación es alta, mientras que la codificación es, muchas veces, baja.

Las agendas de investigación se constituyen sobre la base de la aplicación de un modelo lineal de transferencias de conocimientos. Se identificaron 17 entidades que pertenecen a este grupo. Existen diversos grados de natu-

raleza del conocimiento generado (grado de codificación) y de estrategias de apropiación del conocimiento. En algunos casos, los departamentos de investigación generan el conocimiento y se aseguran la apropiación de sus resultados a través de un derecho de propiedad (una patente, una certificación vegetal, un derecho de autor) obtenido por el organismo al que pertenecen, por lo que su apropiación y codificación son altos (cuadrante superior derecho de la diagrama 1). En otros casos, los resultados de las investigaciones se ponen a disposición de la «demanda» en forma de publicaciones científicas, por lo que la apropiación es baja y la codificación, alta.

Los tres grupos de entidades identificados pueden clasificarse tomando como base el nivel de calificación de sus miembros, investigadores y trabajadores. La cantidad mayor de altos niveles de calificación se encuentra en el tercer grupo de entidades, es decir, aquellas que investigan con el fin de resolver problemas productivos (gráfica 4). Las entidades que llevan adelante actividades de I+D para dar cumplimiento a los cometidos institucionales de las organizaciones a las que pertenecen, presentan (en promedio) un nivel de calificación de sus integrantes más bajo, tanto si

Diagrama 1



Fuente: Esquema adaptado a partir de OCDE (2000).

se repara en la proporción de profesionales en el total de profesionales y técnicos, como en la proporción de posgraduados entre los profesionales. Finalmente, en el segundo grupo de entidades, aquel que investiga fundamentalmente con el fin de difundir el conocimiento generado, el nivel de calificación de sus integrantes se ubica por encima de la media, pero por debajo del tercer grupo.

En suma, de las entidades identificadas de los ámbitos seleccionados para este informe, se constató que el grupo mayor está constituido por centros que investigan para resolver problemas productivos del país. A su vez, las integrantes de este grupo emplean en promedio mayor cantidad de profesionales mejor calificados que las de los otros grupos, y cerca de 50% (22 entidades) tiene vínculos bilaterales con el sector productivo.

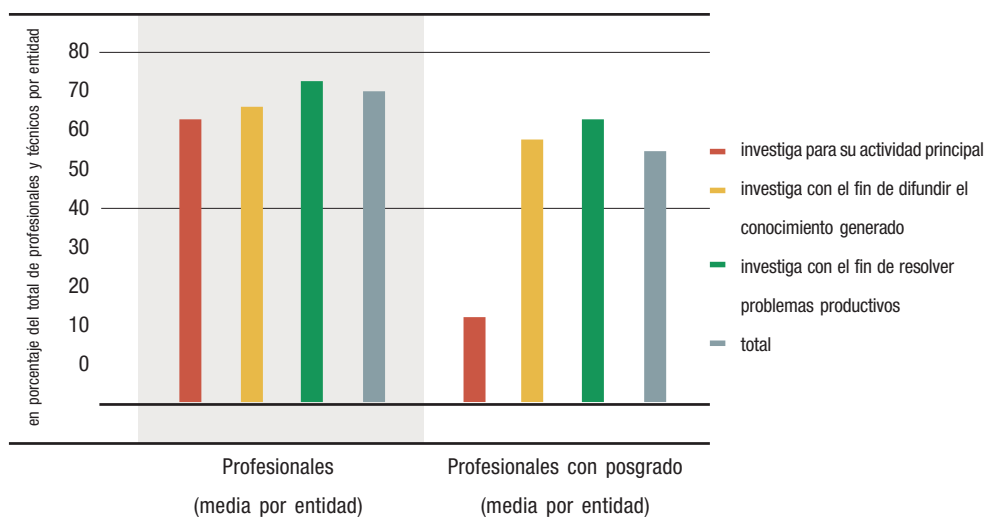
A partir de los análisis realizados en los tres apartados anteriores, se dispone de la información necesaria para contestar a la primera interrogante planteada en la introducción de este capítulo. Las principales constataciones son las siguientes: se sabe que los ámbitos seleccionados para este informe permean la estructura económica del país, pero no se distribuyen homogéneamente so-

bre el territorio nacional; en el conjunto de entidades encuestadas, se encontró que el grupo con mayor número de centros y que emplea en promedio más cantidad de profesionales calificados está constituido por entidades que investigan para resolver problemas productivos del país; se constató, además, que las empresas de la oferta son bastante diferentes de las de la demanda, en términos de tamaño, composición de la plantilla de personal y ventas al exterior. Las empresas de la encuesta –en su mayor parte demandantes– son las responsables del 40% de las exportaciones de bienes del conjunto de la economía, mientras que en términos de ocupación se contabilizaron alrededor de 29.000 personas que trabajan en empresas y entidades de los ámbitos seleccionados. En el capítulo IV se retoman con más detalle estos hallazgos para fundamentar las políticas de innovación y aprendizaje que se proponen.

La conclusión que se extrae de todos esos análisis es que existe efectivamente en el país una *masa crítica* de empresas y entidades relacionadas con actividades intensivas en conocimientos. Esto contesta la primera pregunta planteada en este capítulo, sobre la dimensión económica y territorial que tiene

Gráfica 4

Calificación del personal de las entidades



Fuente: Encuesta de Innovación IE-PNUD.

en Uruguay el conjunto de agentes de los ámbitos seleccionados.

5. Las empresas de la oferta intensiva en conocimiento y su demanda: disociación en y el aprendizaje

La segunda pregunta rectora de este capítulo plantea la necesidad de indagar acerca de la capacidad que poseen las empresas de la oferta y de la demanda de los ámbitos seleccionados para captar las oportunidades tecnológicas existentes y transformarlas en tecnologías específicas a ellas y, al mismo tiempo, ser difusoras de progreso técnico al resto de la economía. Como ya se argumentó, el relacionamiento deseado entre los agentes de sectores tecnológicamente dinámicos y el resto de la economía tiene características particulares, pues un desarrollo simultáneo de proveedores y usuarios de bienes y servicios intensivos en conocimientos, y su interacción continua y articulada, estimulan la actividad innovadora y originan una suerte de círculo virtuoso para el cambio tecnológico. Ese círculo virtuoso se denomina aquí *proceso de innovación endógena*.

Ya se sabe, por la información sistematizada en el apartado 2 de este capítulo, que las empresas y entidades de la oferta intensiva en conocimientos se relacionan con las de la demanda, configurando una suerte de entramado productivo en el cual agentes con oportunidades tecnológicas «maduras» se interrelacionan con otros en los que el cambio técnico presenta mayores oportunidades. Del apartado 3 también se sabe que las empresas de la oferta y de la demanda poseen características económicas bien diferentes. Las que aún no se han analizado son las características de los procesos de innovación y aprendizaje de esas empresas. Los análisis estadísticos y econométricos realizados en las siguientes secciones abordan esos aspectos.

Para realizar los análisis mencionados de las empresas de la oferta y de la demanda se utilizó la información recolectada a través de la encuesta IE-PNUD. Se construyeron indicadores que miden el comportamiento de las

firmas en los cuatro planos de propensión hacia el aprendizaje y la innovación ya mencionados: *capacidad de innovación, tecnologías de gestión, capacitación y estilo de vinculación*. Se recuerda que, debido al carácter sistémico del proceso de innovación tecnológica, los tres primeros planos y su grado de interacción son determinantes para captar las oportunidades tecnológicas existentes y transformarlas en tecnologías específicas a las firmas. El eje que vincula las empresas individuales con su entorno productivo e institucional se expresa a partir del cuarto plano.

Como se muestra en las siguientes secciones, no se identificaron grupos virtuosos de empresas en los ámbitos estudiados; en otras palabras, no se encontró ningún grupo de firmas en las cuales los cuatro planos de indicadores estuvieran asociados positivamente. Ello da cuenta de la *inexistencia* de líderes tecnológicos entre las firmas estudiadas. No obstante, dentro de las empresas de la oferta se hallaron dos grupos homogéneos, con características específicas en sus comportamientos tecnológicos y particularidades respecto a sus rasgos económicos, así como en relación con el papel que desempeñan las entidades de I+D en sus procesos de innovación y aprendizaje. Por otro lado, se encontró que las empresas demandantes de bienes y servicios intensivos en conocimientos conforman un grupo de usuarias exigentes e interrelacionadas con los agentes del SNI, características que varían en función del ámbito de que se trate.

Dos modalidades de comportamiento tecnológico de las empresas de la oferta: autocentrado y sinérgico

Con el propósito de constituir grupos de empresas homogéneos, se realizó un *análisis estadístico de cluster*³⁰ tomando en cuenta las variables incluidas en los planos de capacidad innovadora, capacitación y tecnologías de gestión. Dicho análisis dio como resultado el agrupamiento de las empresas de la oferta en dos conjuntos, diferenciados según sus modalidades de aprendizaje e innovación (cuadro 16).

30 Dicha metodología permite clasificar objetos (en este caso, empresas) según su «proximidad» en cuanto a las distintas variables incluidas en el análisis. El objetivo del *análisis de cluster* es identificar grupos homogéneos, sin que sea necesario determinar a priori la cantidad de grupos a formar.

En primer lugar, puede observarse que casi todas las empresas de los dos grupos constituidos realizan actividades de I+D internas, lo que confirma los criterios utilizados para seleccionarlas.

El grupo minoritario reúne 41 empresas con características muy definidas en cuanto a su comportamiento tecnológico. En comparación con las del otro grupo, éstas realizan en promedio más actividades de I+D internas, más empresas asignan más profesionales con dedicación exclusiva (respecto a aquéllos con dedicación parcial) a esas actividades, y en la plantilla de personal los profesionales representan un porcentaje más importante. Tienen en promedio más actividades de compra de bienes de capital, y

más de la mitad de estas empresas adquieren *software* extranjero, mientras que las empresas que conforman el segundo grupo compran, en su mayoría, *software* nacional. En cuanto a los resultados de sus actividades de innovación, las empresas del primer grupo se distinguen porque los nuevos productos pesan más en el total de sus ventas totales, y también porque más empresas consideran sus innovaciones novedosas en el mercado internacional. También tienen mejores valores promedio en el plano de la capacitación. Finalmente, en el plano de las tecnologías de gestión, son empresas que disponen en su mayoría de los mejores mecanismos para transformar los conocimientos tácitos en específicos a la organización.

Recuadro 3

Relaciones usuario-productor y flujos de conocimiento en el ámbito de bienes y servicios ambientales

El ámbito de bienes y servicios ambientales comprende una amplia gama de actividades, entre los diversos subsectores que lo integran, e incluso dentro de ellos existe una importante disparidad en cuanto a la innovación tecnológica y la intensidad en la utilización de conocimientos. Entre las empresas y entidades se observa un fuerte entramado de vínculos. Predominan entre ellas las relaciones bilaterales (con frecuencia se desarrollan conjuntamente actividades de I+D), y algunas, incluso, pertenecen a un mismo conglomerado territorial.

Es un ámbito sumamente heterogéneo, tanto por el tamaño de las empresas que lo conforman (tanto de la demanda como de la oferta) como por la naturaleza e intensidad de las actividades de innovación que llevan a cabo. Asimismo, son empresas muy jóvenes —en particular las oferentes de estos bienes y servicios—, lo que repercute en el grado de desarrollo de sus actividades de innova-

ción. De todas formas, el ámbito ha desplegado una relativamente amplia red de interrelaciones, tanto entre las empresas (existen fuertes vínculos de subcontratación) como con las entidades que lo integran. Cabe resaltar, asimismo, que en este ámbito el Estado tiene una participación relevante (tanto los gobiernos locales como centrales), sea como regulador en los temas ambientales o como demandante de servicios, particularmente de infraestructura y de consultoría. Este ámbito se distingue, además, por la relativamente importante participación de las entidades de investigación (fundamentalmente las relacionadas con la UdelaR), que representan un núcleo fundamental de generación de conocimientos, principalmente orientados a la resolución de problemas concretos de índole ambiental.

Fuente: Encuesta de Innovación IE-PNUD

Cuadro 16

Valores medios de los indicadores de los planos* de innovación y aprendizaje de los dos grupos de empresas de la oferta			
	RANGO DE VARIACIÓN	EMPRESAS SINÉRGICAS	EMPRESAS AUTOCENTRADAS
Cantidad de empresas		85	41
1. Plano de capacidades de innovación			
Realizó actividades de I+D interna	1 - 0	0,79	0,90
Alcance de las actividades de I+D interna	1 - 4	1,55	2,02
Alcance de las actividades de I+D externa	1 - 4	0,80	0,63
Realiza I+D externa cuyo principal país de origen es Uruguay o del Mercosur	1 - 0	0,31	0,27
Realiza I+D externa cuyo principal país de origen es del resto del mundo	1 - 0	0,13	0,07
Posee más profesionales con dedicación exclusiva que parcial	1 - 0	0,16	0,29
Porcentaje de profesionales en el total de ocupados 2002	%	34,80	46,59
Porcentaje de técnicos en el total de ocupados 2002	%	18,97	17,13
Porcentaje de operarios calificados en el total de ocupados 2002	%	20,97	14,35
Compra de bienes de capital cuyo principal país de origen es del resto del mundo	1 - 0	0,32	0,73
Compra de bienes de capital cuyo principal país de origen es Uruguay	1 - 0	0,32	0,10
Compra de software cuyo principal país de origen es Uruguay	1 - 0	0,51	0,27
Compra de software cuyo principal país de origen es del resto del mundo	1 - 0	0,04	0,56
Peso de los productos nuevos en la facturación de 2002	%	33,52	37,68
Obtuvo certificación de producto o servicio	1 - 0	0,28	0,22
Obtuvo certificación de proceso	1 - 0	0,24	0,20
Solicitó y/u obtuvo patentes	1 - 0	0,18	0,32
Innovación novedosa para el mercado local	1 - 0	0,76	0,78
Innovación novedosa para el mercado internacional	1 - 0	0,08	0,27
2. Plano de capacitación			
Porcentaje de trabajadores en capacitación	%	57,50	69,22
Cantidad de áreas en las que se realizaron actividades de capacitación para innovación	1 - 4	1,81	2,34
3. Plano de tecnologías de gestión			
Porcentaje de trabajadores en célula de trabajo o equipo	%	56,26	81,59
Porcentaje de trabajadores cuyas tareas se han enriquecido	%	50,01	59,88
Existencia de acuerdos laborales	1 - 0	0,26	0,46
Existencia de mecanismos para recibir sugerencias de trabajadores	1 - 0	0,82	1,00
Mecanismo de reuniones formales y periódicas (grupos de mejora)	1 - 0	0,32	0,80
Grupos de mejora integrados por mandos superiores, medios, profesionales y trabajadores	1 - 0	0,13	0,56
Grupos de mejora que funcionan en todas las áreas	1 - 0	0,02	0,54
4. Plano de estilos de vinculación			
Densidad de las relaciones con el SNI (en % sobre total de posibilidades)	%	8,46	6,72
Densidad de relacionamiento con universidades, laboratorios y centros tecnológicos	%	13,87	10,47
Densidad de relacionamiento con sector productivo	%	11,82	10,61
Densidad de relaciones unilaterales con SNI	%	13,03	9,93
Densidad de relaciones bilaterales con SNI	%	6,74	6,95
Asociación con entidades de investigación uruguayas	1 - 0	0,39	0,37
Asociación con entidades de investigación regionales o internacionales	1 - 0	0,27	0,24
Acuerdos de cooperación para el desarrollo conjunto de una tecnología	1 - 0	0,31	0,41
Importancia alta o muy alta para obtener nuevos conocimientos:			
de socios de negocios que comparten conocimientos no estratégicos	1 - 0	0,32	0,54
de socios de negocios con alianza estratégica para I+D	1 - 0	0,46	0,54
de clientes o proveedores especializados	1 - 0	0,82	0,98

* Ver recuadro 2, p. 204. Fuente: Encuesta de Innovación IE-PNUD.

Todas las características mencionadas apuntan a empresas con fuertes capacidades internas para llevar adelante procesos de aprendizaje e innovación.

No obstante, si bien el cuarto plano –estilos de vinculación– no se consideró para conformar los grupos, puede observarse en el cuadro 16 que los indicadores de vinculación –con excepción del de relaciones bilaterales– muestran que el grupo mayoritario de 85 empresas posee un grado de vinculación con el entorno productivo y el resto del SNI más intenso. Ello da cuenta de un grupo de empresas con mayor capacidad para beneficiarse de la sinergia y las externalidades del ambiente que las rodea, así como de difundir el progreso técnico, aunque con menores capacidades internas de innovación y aprendizaje.

Por lo tanto, es posible concluir que, aun cuando puedan existir casos aislados virtuosos, se comprobó que no existe ningún *grupo de empresas virtuoso*, es decir, que combine las cuatro dimensiones analizadas en su comportamiento innovador. Se encontraron modelos híbridos caracterizados de la siguiente manera: un grupo de firmas que posee una modalidad de innovación y aprendizaje *autocentrada*, en la que es estratégico el desarrollo de las capacidades internas a la firma. Esta categoría agrupa sólo a un tercio del total de firmas encuestadas y, en términos generales, presenta relativamente mejores resultados en sus actividades innovadoras, si bien la diferencia con el segundo grupo no es muy significativa. Este último se caracteriza por tener una modalidad de innovación en la cual el desarrollo de la *sinergia* con el entorno –o, si se quiere, con el SNI al que pertenece– es

Recuadro 4

Relaciones usuario-productor y flujos de conocimiento en el ámbito de la biotecnología

Se encuestó a 34 empresas pertenecientes a la oferta (ampliada), 42 de la demanda (ampliada) y 68 entidades de I+D. Las empresas y entidades de la oferta se dividieron en cuatro subgrupos: biotecnología vegetal, mejoramiento genético animal, servicios y productos veterinarios y médicos, y de aplicación industrial. Una parte importante de las empresas de la demanda pertenece a la industria y los servicios. La característica central del ámbito de biotecnología es la importante vinculación bilateral entre las entidades de investigación y las empresas productoras de bienes y servicios biotecnológicos, por un lado, y entre las primeras y las demandantes, por otro. Tanto para las productoras como para las usuarias, la densidad de esos vínculos supera la que tienen con otros agentes del sector productivo, mientras que las entidades entablan relaciones de cooperación en I+D más in-

tensas con otras entidades de investigación que con agentes del sector productivo. Se constató, además, que muy pocas empresas productoras de bienes y servicios biotecnológicos declararon estar relacionadas –con el fin de innovar– entre ellas, o con usuarios de los bienes y servicios que producen. Esto último muestra que en este ámbito no se generan relaciones usuario-productor entre empresas biotecnológicas y las usuarias de sus bienes y servicios.

Se halló, además, que el área de servicios y productos veterinarios y médicos es la que parece estar mejor conformada en el sentido de la innovación y el aprendizaje, dada la cantidad relativa de empresas y entidades existentes y sus capacidades para desarrollar los procesos mencionados.

Fuente: Encuesta de Innovación IE-PNUD

Recuadro 5

Relaciones usuario-productor y flujos de conocimiento en el ámbito de software y servicios informáticos

Se encuestó a 38 firmas de la oferta (ampliada) de *software* y servicios informáticos, 90 empresas usuarias (demanda ampliada) y tres entidades de I+D. El ámbito tiene la particularidad de contener dos núcleos de empresas productoras, ligadas a través de redes de conocimientos organizadas jerárquicamente. Las actividades de mayor complejidad (I+D y diseño de productos) se realizan entre las empresas núcleo y las ubicadas en el primer o segundo nivel, mientras que otro tipo de ligazones para realizar actividades como asistencia técnica se dan en niveles más alejados de la empresa nucleadora. Se encuestó también a cinco empresas de Internet y transmisión de datos nucleadas, relacionadas entre sí para diseñar productos u obtener información. Las 18 firmas restantes, pertenecientes a los tres segmentos (desarrolladoras, Internet y transmisión de datos, consultoras) no pertenecen a ningún núcleo.

En cuanto a la demanda, se incluyó a los clientes nombrados por las empresas oferentes del ámbito y empresas de los otros ámbitos que innovan con *software* nacional. Pertenecen al sector financiero privado, empresas de la industria manufacturera, básicamente de las ramas alimenticia y química, y empresas de servicios de distribución y de salud. Casi todas las firmas de la oferta declaran que los clientes son una fuente muy importante para obtener nuevos conocimientos, rasgo éste que las distingue de las firmas encuestadas de los otros ámbitos. Ello es coherente con la importancia de las relaciones usuario-productor y las características de la demanda local, tales como su grado de exigencia y su intensidad en el uso de las tecnologías de la información.

Fuente: Encuesta de Innovación IE-PNUD

fundamental. Así, las actividades de I+D externas que se llevan a cabo son relativamente más intensas en este grupo que en el primero, pero las capacidades internas a la firma para la innovación no son tan fuertes.

Si bien se reconoce que existe heterogeneidad en los ámbitos estudiados, se verifican algunos rasgos comportamentales y organizacionales comunes de las empresas que los constituyen, al desarrollar patrones similares de innovación y aprendizaje. La mitad de las empresas de *software* y servicios informáticos y más de 60% de las de servicios de ingeniería de procesos pertenecen al grupo de innovación autocentrada, mientras que los restantes ámbitos (biotecnología, ambiental y farmacéutico) tienen mayor representación dentro del grupo de innovación sinérgica. Se

puede afirmar, por tanto, que estos últimos ámbitos poseen un claro sesgo hacia el comportamiento catalogado como sinérgico, mientras que el ámbito de servicios de ingeniería posee un sesgo hacia el comportamiento innovador autocentrado.

Desde una perspectiva diferente, casi la mitad de las empresas de comportamiento innovador autocentrado pertenece al ámbito del *software* y servicios informáticos (cuadro 17). Esto es especialmente importante debido a la débil representación que tuvieron las empresas de ingeniería de procesos en la encuesta. De todas formas, no puede afirmarse que las empresas oferentes de bienes y servicios de *software* y servicios informáticos pesen de modo de generar un sesgo hacia ninguno de los comportamientos in-

Recuadro 6

Relaciones de usuario productor y flujos de conocimiento en el ámbito farmacéutico

La oferta está constituida por 15 laboratorios farmacéuticos, cinco laboratorios de análisis, un proveedor de equipo y material, 11 entidades de investigación y el LATU. En cuanto a la demanda, no fue posible identificar a los interlocutores apropiados de los distintos canales de venta (farmacias, mutualistas, droguerías y gobierno), por lo que se decidió no incorporarla.

Las relaciones identificadas pueden clasificarse en tres grandes tipos. En el primero se encuentran las relaciones de subcontratación. Del total de laboratorios analizados, más de 75% declaró que realiza la subcontratación de una o varias fases del proceso productivo. No obstante, este vínculo refleja, simplemente, una transacción de bienes, y no representa flujos de conocimiento entre las empresas encuestadas.

Un segundo tipo de relaciones son aquellas dirigidas a la obtención de conocimientos mediante la asistencia técnica, la realización de ensayos e incluso, en algunos casos, la solicitud de asesoramiento. Este tipo de relaciones se verifica entre los laboratorios farmacéuticos y

los proveedores extranjeros de materias primas (principalmente solicitud de información), el LATU y algunos laboratorios de análisis y proveedores nacionales. Sin embargo, las actividades que sirven de nexo tienen carácter unidireccional y no implican el emprendimiento de proyectos conjuntos ni de actividades de cooperación que puedan potenciar el aprendizaje de los conocimientos de ambas partes.

Finalmente, el último tipo de relaciones identificado se refiere a las actividades vinculadas a la I+D. Algunos laboratorios realizan I+D en cooperación con entidades de investigación de la UdelaR y el IIBCE, pero son un pequeño grupo selecto. Cabe señalar que, si bien la mayor parte de los laboratorios considerados declaró realizar actividades de I+D interna (73%), sólo 46% realiza I+D externa. Además, la mayor parte de esta actividad se concentra en el desarrollo de productos sobre la base de principios o moléculas existentes.

Fuente: Encuesta de Innovación IE-PNUD

Cuadro 17

Distribución de las empresas de cada grupo de innovación en los ámbitos

GRUPOS	SOFTWARE	BIOTECNOLOGÍA	SERVICIOS EMPRESARIALES DE INGENIERÍA	AMBIENTAL	FARMACÉUTICA	TOTAL
Empresas de innovación autocentrada	46%	12%	12%	22%	7%	100%
Empresas de innovación sinérgica	24%	28%	4%	29%	15%	100%

Fuente: Encuesta de Innovación IE-PNUD.

novadores hallados. Por otro lado, tampoco existe ningún patrón de pertenencia a uno u otro grupo de innovación entre las empresas nucleadas y no nucleadas.³¹

¿Qué factores se asocian con uno u otro grupo de empresas intensivas en conocimiento?

Se procedió a la estimación de modelos econométricos (de tipo *logit*) que identifican los factores que están asociados a la probabilidad de que una empresa pertenezca a uno u otro grupo.³² En el recuadro 7 se describen todas las variables consideradas.

En el grupo de *innovación autocentrada* se encontró que los factores que se pueden asociar a este grupo son los siguientes:

Variables que se asocian positivamente:

1. juventud de la empresa (el año de fundación promedio es 1986);
2. facturación de la empresa mayor de 5 millones de dólares (ésta es la variable más importante);
3. fuentes de información que utiliza (amplitud).

Variables que se asocian negativamente:

4. intensidad o densidad de las relaciones con el SNI;
5. cantidad de entidades de I+D en el ámbito.

En el grupo de *innovación sinérgica* estos factores inciden, por lo tanto, con el signo contrario. Así, las variables que se asocian positivamente son:

1. antigüedad de la empresa (el año de fundación promedio es 1978);
2. cantidad de entidades de I+D en el ámbito;
3. intensidad o densidad de las relaciones con el SNI.

Recuadro 7

Variables consideradas en el modelo de probabilidad logit

Las variables que se tomaron en cuenta para estudiar su asociación con el comportamiento innovador de las empresas se agrupan de la siguiente manera:

Variables propias de las empresas:

Tamaño de la firma en términos de ocupación y de facturación, año de fundación, participación del capital extranjero, porcentaje de ventas dirigidas al mercado interno (discriminadas según si se dirigen al sector agropecuario, a la industria, al sector servicios, al consumo final o al sector público), porcentaje de exportaciones sobre el total de ventas, variación de la ocupación (total y del personal altamente calificado) y de las ventas en los períodos 1991-1998 y 1999-2003, y grado de concentración de sus proveedores.

Variables de estilos de vinculación:

Fuentes de información para la innovación, tipos de agentes relacionados del SNI,

densidad (y objeto) de las relaciones con el SNI, estabilidad de los vínculos con los cinco agentes más importantes de SNI, acuerdos de cooperación, obtención de nuevos conocimientos a través de relaciones con agentes, participación en redes formales.

Variables propias del ámbito que integran:

Cantidad de entidades de I+D, cantidad de entidades demandantes de bienes y servicios, alcance de las actividades de I+D internas y externas de dichas entidades, porcentaje de entidades con resultados novedosos en publicaciones en el total del ámbito, porcentaje medio de profesionales y técnicos y de profesionales con posgrado en el total de profesionales de las entidades del ámbito, y porcentaje de entidades con resultados novedosos (distintos de publicaciones).

31 Véase el recuadro 5 y la ficha del ámbito de *software* y servicios informáticos en el apartado 6 de este capítulo.

32 Modelo *logit*: Probabilidad de pertenecer al grupo de empresas autocentras = $(\text{Sí/No}) = \frac{e^X}{1 + e^X}$

donde X = - 0.0305736* (antigüedad) + 1.107808* (facturación mayor a 5 mill. US\$) + 0.3536* (fuentes de información) - 0.01616* (cantidad de entidades de I+D en el ámbito) - 0.9916* (densidad de relacionamiento con SNI).

Las variables que se asocian negativamente son:

4. utilización de las fuentes de información;
5. facturación de la empresa mayor de 5 millones de dólares.

En suma, las empresas jóvenes y más grandes en términos de facturación, que además utilizan una amplia gama de fuentes para obtener información, tienen mayor probabilidad de pertenecer al grupo de innovación autocentrada. Por el contrario, si se trata de empresas relativamente más antiguas, con alta intensidad en la interacción con el resto de las empresas y entidades de su ámbito, y si en éste existe un número importante de entidades de I+D, es más probable que pertenezcan al grupo de firmas de innovación sinérgica.

El tamaño de empresa, entonces, opera aquí de una forma particular si se lo compara con los hallazgos de la encuesta de Dinacyt-INE analizada en el capítulo anterior. En este último caso se había comprobado que las de mayor tamaño eran las que tenían más probabilidad de llevar adelante actividades de innovación, tanto internas como externas. En el caso de la encuesta de IE-PNUD, se comprueba que las empresas de la oferta más grandes (en términos de facturación) son las que poseen mayor capacidad innovadora interna. El otro grupo de empresas, de firmas más pequeñas, compensa sus menores capacidades internas con sus vinculaciones con agentes del SNI. Lo anterior permite plantear la hipótesis de que el factor tamaño de la empresa, en presencia de redes de conocimientos, deja de ser tan relevante para la innovación en los sectores intensivos en conocimiento estudiados.

Por último, se comprobó que las variables indicativas de ventas dirigidas al mercado exterior no resultaron ser significativas, lo cual no es sorprendente, por cuanto estas empresas no son mayormente exportadoras, al contrario de lo que sucede con las empresas que constituyen la demanda. Es decir, los productos y servicios que producen estas empresas intensivas en conocimiento y sus proveedores especializados son utilizados internamente en la economía (sea por otros sectores productivos, por el Estado o, en menor medida, por los hogares) (véase el cuadro 8). Tampoco está asociado con el diferente comportamiento tecnológico de cada

grupo el desempeño de las empresas durante el período 1999-2003. Cabe recordar que una característica distintiva de estas empresas de la oferta era la de haber experimentado incrementos en sus ventas y en el personal ocupado durante esos años (gráfica 1).

Las empresas demandantes: clientes exigentes e interrelacionados con otros agentes del SNI

Entre las empresas de la demanda no fue posible hallar grupos de empresas homogéneos que tuvieran algún significado con respecto a la interrogante planteada en este apartado. Por ello, se decidió estudiarlas como un solo conjunto para analizar los planos de innovación y aprendizaje. En primer lugar, se observa que la gran mayoría (76%) realiza actividades de I+D internas, lo cual, como se señaló, es propio del modo como se eligieron estas firmas.

En cuanto a la asociación entre los cuatro planos (cuadro 18), tampoco aquí existe un grupo de empresas virtuosas en su capacidad para desarrollar procesos de innovación y aprendizaje. En los planos de *capacitación y tecnologías de gestión* los valores de los indicadores de las empresas de la demanda se ubican entre los dos grupos identificados de la oferta: se capacita intensamente al personal de las empresas y existen mecanismos apropiados para que el conocimiento fluya dentro de la organización. No obstante, en los planos de *capacidades de innovación y estilos de vinculación* existen diferencias con respecto a la oferta, con significación para lo que se pretende analizar.

En el plano de las *capacidades de innovación* existe, por un lado, una considerable menor proporción de profesionales en la plantilla de las demandantes con respecto a las oferentes (ese porcentaje se ubica en 16% contra 35 y 47% en el caso de las empresas sinérgicas y autocentradas respectivamente), y también es muy inferior el peso de los nuevos productos en la facturación (21% contra 33 y 38% respectivamente). Además, para realizar las actividades de I+D internas se recurre menos a profesionales exclusivamente dedicados a esas tareas, y también se solicitaron

Cuadro 18

Valores medios de los indicadores de los planos* de innovación y aprendizaje de las empresas de la demanda		
	RANGO DE VARIACIÓN	VALOR
1. Plano de capacidades de innovación		
Realizó actividades de I+D interna	1 - 0	0,76
Alcance de las actividades de I+D interna	1 - 4	1,8
Alcance de las actividades de I+D externa	1 - 4	1
Realiza I+D externa cuyo principal país de origen es Uruguay o del Mercosur	1 - 0	0,42
Realiza I+D externa cuyo principal país de origen es del resto del mundo	1 - 0	0,17
Posee más profesionales con dedicación exclusiva que parcial	1 - 0	0,09
Porcentaje de profesionales en el total de ocupados 2002	%	15,6
Porcentaje de técnicos en el total de ocupados 2002	%	11,4
Porcentaje de operarios calificados en el total de ocupados 2002	%	38,7
Compra de bienes de capital cuyo principal país de origen es del resto del mundo	1 - 0	0,55
Compra de bienes de capital cuyo principal país de origen es Uruguay	1 - 0	0,27
Compra de software cuyo principal país de origen es Uruguay	1 - 0	0,58
Compra de software cuyo principal país de origen es del resto del mundo	1 - 0	0,19
Peso de los productos nuevos en la facturación de 2002	%	20,7
Obtuvo certificación de producto o servicio	1 - 0	0,39
Obtuvo certificación de proceso	1 - 0	0,45
Solicitó y/u obtuvo patentes	1 - 0	0,1
Innovación novedosa para el mercado local	1 - 0	0,65
Innovación novedosa para el mercado internacional	1 - 0	0,15
2. Plano de capacitación		
Porcentaje de trabajadores en capacitación	%	54,1
Cantidad de áreas en las que se realizaron actividades de capacitación para innovación	1 - 4	2,3
3. Plano de tecnologías de gestión		
Porcentaje de trabajadores en célula de trabajo o equipo	%	64,2
Porcentaje de trabajadores cuyas tareas se han enriquecido	%	53,8
Existencia de acuerdos laborales	1 - 0	0,50
Existencia de mecanismos para recibir sugerencias de trabajadores	1 - 0	0,85
Mecanismo de reuniones formales y periódicas (grupos de mejora)	1 - 0	0,53
Grupos de mejora integrados por mandos superiores, medios, profesionales y trabajadores	1 - 0	0,31
Grupos de mejora que funcionan en todas las áreas	1 - 0	0,35
4. Plano de estilos de vinculación		
Densidad de las relaciones con el SNI (en % sobre el total de posibilidades)	%	8,02
Densidad de relacionamiento con universidades, laboratorios y centros tecnológicos	%	12,78
Densidad de relacionamiento con sector productivo	%	13,95
Densidad de relaciones unilaterales con SNI	%	12,91
Densidad de relaciones bilaterales con SNI	%	7,92
Asociación con entidades de investigación uruguayas	1 - 0	0,34
Asociación con entidades de investigación regionales o internacionales	1 - 0	0,22
Acuerdos de cooperación para el desarrollo conjunto de una tecnología	1 - 0	0,27
Importancia alta o muy alta para obtener nuevos conocimientos:		
de socios de negocios que comparten conocimientos no estratégicos	1 - 0	0,35
de socios de negocios con alianza estratégica para I+D	1 - 0	0,42
de clientes o proveedores especializados	1 - 0	0,98

* Ver recuadro 2, p. 204. Fuente: Encuesta de Innovación IE-PNUD.

y/u obtuvieron menos patentes. Pero, por otro lado, es significativamente mayor la cantidad de estas empresas que han obtenido certificación de sus procesos productivos (45%), en contraste con las oferentes, que sólo lo hicieron entre 20% y 24%, según el grupo de innovación. También fue mayor el número de empresas que obtuvieron certificaciones de producto o servicio (39% contra 28% y 22%). Además, la I+D externa es más frecuente entre estas empresas que en las de la oferta. Los valores de los indicadores de *capacidad de innovación* de las empresas demandantes sugieren que en éstas predomina un tipo de innovación (básicamente la que tiene por resultado las certificaciones) menos compleja que la que se lleva adelante en las de la oferta. Por otro lado, al disponer de menos profesionales en la plantilla de personal, se recurre más a la I+D externa.

En cuanto a los *estilos de vinculación*, se observa que la densidad de las relaciones bilaterales es mayor en la demanda que en el grupo de empresas sinérgicas de la oferta, y también lo es la densidad de relaciones con el sector productivo. Los valores de los otros indicadores de densidad de relacionamiento se ubican entre los dos grupos de la oferta, aunque más cerca de los valores de las sinérgicas que de los de las autocentradas. La ubicación relativa de los valores de los indicadores de vinculación con agentes del SNI revela que las empresas demandantes están bien relacionadas con el medio que las rodea.

Por otro lado, del apartado 3 de este capítulo se sabe que las empresas catalogadas como demandantes realizan la mayor parte de las exportaciones, las cuales representan a su vez un porcentaje importante del total de las exportaciones del país. Durante el año 2002, dichas empresas mostraron una fortaleza competitiva que las distinguió del resto de la economía, ya que sus ventas al exterior se redujeron menos que las ventas promedio de la economía. Esas empresas exportadoras de bienes son básicamente grandes firmas agroindustriales, en promedio más antiguas que las de la oferta; se ubican en su mayor parte en el tramo superior

de facturación y casi la mitad de ellas ocupan a más de 100 trabajadores.

En suma, las características más sobresalientes de las empresas de la demanda son las siguientes: realizan actividades de innovación menos complejas que las de la oferta, se vinculan en general más intensamente con los agentes del SNI, al mismo tiempo que invierten en capacitar al personal e implementan mecanismos para que los conocimientos se intercambien dentro de la empresa. Por otro lado, predominan en este grupo las grandes empresas exportadoras, pertenecientes a los sectores tradicionales agroindustriales de la economía uruguaya. En los términos de los que se ocupa este apartado, son por lo tanto empresas expuestas al acicate de la competencia internacional, que realizan dentro de las firmas actividades de innovación relativamente simples y se interrelacionan con otros agentes del SNI para llevar adelante tareas más complejas, como la I+D, el diseño de productos y/o procesos o el cambio organizacional.³³ Puede entonces catalogarse a este grupo de empresas encuestadas como usuarias locales exigentes e interrelacionadas con el medio.

No obstante, como puede comprobarse en las fichas descriptivas de cada uno los ámbitos en el siguiente apartado, ese papel de las firmas demandantes varía de ámbito a ámbito. El de *software* y servicios informáticos tiene la característica distintiva de penetrar todos los sectores de la economía, y cada vez más el *software* nacional es considerado una solución para las empresas del país. El ámbito de biotecnología también posee la característica de una demanda que pertenece a muchos sectores de la economía, aunque el grado de ubicuidad es menor que el de *software*. Además, dicha demanda se configura en la actualidad como más potencial que real. En el ámbito de bienes y servicios ambientales, la demanda del sector público se constituye como muy relevante, y la evolución de la demanda —pública y privada— depende en buena medida de las regulaciones ambientales y del control de su efectivo cumplimiento. En cuanto al ámbito de servicios empresariales de ingeniería, los nexos usuario-productor son muy im-

33 Actividades que dan lugar a vinculaciones bilaterales.

Recuadro 8

Relaciones usuario-productor y flujos de conocimiento en el ámbito de servicios empresariales de ingeniería

La oferta está compuesta por 2 certificadoras y capacitadoras en sistemas de gestión y calidad nacionales (LATU sistemas y UNIT), 6 consultoras en servicios de ingeniería y 33 empresas demandantes de servicios empresariales de ingeniería (SEI). El ámbito de SEI presenta características particulares respecto de los otros ámbitos analizados, ya que las relaciones de compra-venta de servicios generan necesariamente flujos de conocimientos bilaterales, comúnmente bajo la forma de asesorías en cambio organizacional. Las empresas de la oferta basan sus fuentes de conocimientos internas en la alta participación de profesionales en la plantilla de personal, la importancia que otorgan a la capacitación y el autoestudio para la actualización de conocimientos, y la forma de organizar el trabajo a fin de establecer mecanismos para transformar los cono-

cimientos individuales y tácitos en colectivos y codificados para la organización. Sus fuentes de conocimientos externas se limitan a las de otras empresas consultoras nacionales y a las certificadoras y capacitadoras en sistemas de gestión y calidad. Un rasgo singular del conjunto de empresas de la demanda de SEI es la poca participación de empresas agroindustriales (sólo hay 6 en un total de 33), las que dominan la demanda de todos los ámbitos tomada en su conjunto. Al analizar los rasgos característicos de las firmas pertenecientes a la demanda de los SEI, es posible comprobar la importancia de la certificación de sus procesos (60% de las empresas tiene una) y, en menor medida, de los productos (30% de las firmas).

Fuente: Encuesta de Innovación IE-PNUD

portantes. Esto responde al hecho de que las empresas demandantes contratan a las oferentes para realizar cambios en su organización interna, de modo de estimular la generación de procesos innovadores. Finalmente, en el ámbito de farmacéutica no se estudió la demanda.

La conclusión que surge de los diversos análisis realizados en este apartado es que no se encontraron grupos de *empresas de la oferta ni de la demanda de los bienes y servicios intensivos en conocimiento que combinen las cuatro dimensiones de aprendizaje e innovación analizadas, y que, por lo tanto, puedan constituirse en actores líderes de procesos de innovación endógena en la economía uruguaya*. Este hallazgo coincide con lo que señalan Novick et al. (2001), acerca de que los modelos híbridos o mixtos de tramas productivas son los que

predominan en los países de América Latina. En otras palabras, si bien se encontraron usuarios y productores de los ámbitos intensivos en conocimientos con «presencia» en la economía, no se pudo comprobar que estén dadas las condiciones para un avance por un sendero evolutivo más complejo, a través del «aprendizaje por la interacción» entre ambos tipos de agentes.

De este modo se dan por contestadas las dos preguntas planteadas en la introducción de este capítulo. En el siguiente apartado se detallan las características de los ámbitos intensivos en conocimientos analizados para este informe. Finalmente, en el capítulo IV, se sintetizan los hallazgos encontrados en el trabajo empírico y se plantean las acciones de política productiva y tecnológica que surgen de él.

6. Los cinco ámbitos intensivos en conocimiento: relaciones usuario-productor y flujos de conocimientos

Uno de los aspectos más relevantes a analizar a partir de la encuesta IE-PNUD surge de la forma de vinculación que existe entre las propias empresas de cada ámbito, y entre ellas y el resto del SNI. Como fue mencionado, los estilos de vinculación determinan la forma, la intensidad y el contenido de los flujos de conocimientos, los cuales constituyen el factor de expansión y afirmación de la innovación tecnológica en toda la economía.

Conviene recordar que un ámbito está conformado por: a) las empresas productoras de bienes y servicios del ámbito; b) las empresas y entidades usuarias o demandantes de esos bienes y servicios; c) las firmas proveedoras de bienes y servicios especializados de las firmas productoras; y d) las entidades en las cuales se realiza la investigación relacionada. En los ámbitos seleccionados (servicios e industria ambiental, *software* y servicios informáticos, servicios empresariales de ingeniería, farmacéutica y biotecnología), la encuesta de innovación del IE-PNUD indagó, tanto sobre las capacidades innovadoras internas de los agentes detectados, como sobre el tipo de vinculación entre ellos. También se obtuvo información sobre las relaciones entre esos agentes y los institutos de educación y formación, las agencias de financiamiento de la I+D e innovación, empresas y entidades del exterior, organismos de la administración pública (locales y nacionales) y organizaciones sociales.

Se observa en los apartados siguientes que los cinco ámbitos analizados tienen características que los distinguen en cuanto a sus capacidades de innovación y aprendizaje, las relaciones entre los productores y usuarios de innovaciones y los flujos de conocimientos que se establecen entre los agentes involucrados. No obstante, existen importantes similitudes entre las empresas encuestadas en cuanto a los obstáculos que perciben para innovar y sus fuentes de financiamiento de la innovación. La principal restricción mencionada por las empresas encuestadas para reali-

zar actividades de innovación se refiere al reducido tamaño del mercado. Las falencias de las políticas públicas y la dificultad de acceso al financiamiento son los factores de siguiente mayor importancia, sin que se observen diferencias significativas entre los diferentes ámbitos. Resulta además de la mayor importancia el hecho de que cerca del 75% de las empresas encuestadas haya declarado que la fuente mayor de financiamiento de sus actividades de innovación son los fondos propios, también sin mayores diferencias entre los ámbitos.

Se detallan las características de cada uno de los ámbitos estudiados especialmente para este informe, y se especifica concretamente el modo como se identificaron los diversos agentes de los ámbitos, sus capacidades de innovación y sus relaciones con los agentes del SNI.

Ámbito de bienes y servicios ambientales

Caracterización general del ámbito

El ambiental es uno de los ámbitos identificados como capaces de inducir a la renovación de las oportunidades de avance técnico, por cuanto cumple dos propiedades centrales en EIC: las actividades económicas que lo comprenden se organizan alrededor de una tecnología genérica (factible de ser utilizada en muchos sectores de la economía y en diferentes actividades) y son potencialmente proveedoras de externalidades para el resto de la economía.

En esta subsección se intentará dar un panorama general del ámbito, recurriendo a las conceptualizaciones más aceptadas internacionalmente e intentado dimensionar sus actividades. Pero el propósito principal de esta sección es la presentación del resultado del trabajo de campo realizado, cuyo objetivo a su vez fue la configuración del ámbito ambiental, la comprensión de sus interrelaciones, de su capacidad para la innovación y de las actividades de innovación que se llevan a cabo, así como el desempeño de las empresas en el mercado.

Hasta la actualidad no existe una definición cabal de cuáles son las actividades y bie-

nes y servicios producidos por este ámbito. Tampoco es sencillo encontrar criterios internacionalmente aceptados para su clasificación. Parte de las dificultades para la definición y clasificación del sector proviene del hecho de que los bienes y servicios que abarca tienen un carácter de uso dual o multiuso.

Entre los acuerdos de la Organización Mundial de Comercio (OMC) de noviembre de 2001, se estableció el compromiso de reducir o eliminar las barreras arancelarias y no arancelarias a los bienes y servicios ambientales. Ello ha motivado un aumento de la preocupación por la definición precisa de los bienes y servicios que son comprendidos por este beneficio. Hasta el momento, las propuestas consideradas en el debate han sido la de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y la de Grupo Asia Pacífico de Cooperación Económica (APEC).

La OCDE (2001) definió la industria y los servicios ambientales como «las actividades que producen bienes y servicios para evaluar, prevenir, limitar o corregir los daños ambientales que se ocasionen al agua, la atmósfera y el suelo, así como los problemas relacionados con los desechos, el ruido y los ecosistemas. Se consideran también parte de la industria ambiental las tecnologías, los procesos, los productos y los servicios menos contaminantes que disminuyen los riesgos para el medio ambiente y reducen al mínimo la contaminación y el uso de recursos».

Como se puede apreciar, la definición es amplia y puede incluir variedad de actividades. Sin ánimo de presentar un listado exhaustivo, se presenta a continuación, a modo de ejemplo, una enumeración de actividades consideradas como servicios ambientales.

Los servicios ambientales más tradicionales incluyen: servicios de infraestructura pública de agua potable, tratamiento de aguas residuales y gestión de desechos y servicios de infraestructura, principalmente aquellos servicios relacionados con la ordenación de los recursos hídricos y la gestión de desechos (diseño técnico del equipo para el abastecimiento de tratamiento de agua potable; diseño de equipo para manejar, almacenar y transportar los desechos líquidos, sólidos y peli-

grosos; diseño, administración y funcionamiento de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales; administración y mantenimiento de sistemas de agua potable; recogida, tratamiento y eliminación de los desechos sólidos; recuperación y reutilización de los desechos).

En segundo lugar se encuentra una serie de servicios, menos tradicionales, relacionados con el cumplimiento de la gestión ambiental y de saneamiento ambiental y medidas correctivas, así como servicios de saneamiento y medidas correctivas (actividades para la limpieza de lugares o zonas; respuesta de emergencia a accidentes concretos; evaluación y diseño de medidas correctivas). Estos servicios los suelen prestar empresas de mediano tamaño especializadas, o empresas que además se desempeñan en otros segmentos de actividad y mercado.

Por último, se pueden citar algunos servicios considerados como de próxima generación. Son aquellos destinados a ayudar a las empresas a reducir la contaminación, como parte del proceso encaminado a lograr un aprovechamiento eficiente de los recursos, una alta productividad y una mayor competitividad, que no está impulsado únicamente por normas o reglamentos. Entre este tipo de servicios de próxima generación también se encuentran los servicios de lucha contra la contaminación ambiental (diseño técnico, instalación y gestión del funcionamiento del equipo y los sistemas de reducción y control de la polución; sistemas de prevención de la contaminación-tecnologías limpias) y los servicios de apoyo (por ejemplo, ensayos ambientales de laboratorio, servicios de estudio y vigilancia *in situ*, servicios jurídicos, servicios de consultores, auditoría, investigación y desarrollo y gestión estratégica del medio ambiente).

Al igual que en otros tantos países, dado el carácter incipiente de estas actividades, no existe en Uruguay una cuantificación de la participación del sector en la generación del producto nacional, ni tampoco en el comercio del país. A su vez, este tema ha sido objeto de muy pocos estudios a escala nacional. Los únicos estudios de referencia son algunos relevamientos efectuados para agencias internacionales de financiamiento, o breves

menciones en documentos oficiales.³⁴ No obstante, a partir de esos estudios es posible identificar algunos rasgos generales del sector, tales como el carácter incipiente de los emprendimientos, la consiguiente juventud de las empresas, y la carencia de un marco legal y de un contexto institucional que los promueva y sirva de referencia para su desarrollo.

Es preciso mencionar que, en el caso de la oferta, dichos estudios hablan de la pequeñez de las empresas involucradas (Santen, 2002) y otros reducen la oferta de servicios a aquellos brindados por consultoras relacionadas con la certificación ambiental, la capacitación y el asesoramiento para la mejora de la gestión ambiental, dejando de lado una serie de otros servicios y bienes (Barrenechea, 2002). En este estudio se opta por una definición más amplia de las actividades de producción de servicios y bienes ambientales, de acuerdo con las definiciones y clasificaciones internacionalmente más aceptadas.

Identificación de los agentes del ámbito

Para detectar a las empresas y entidades del ámbito se utilizaron los antecedentes nacionales mencionados para conformar una primera lista. Ésta quedó constituida por empresas y entidades que en este informe se denominan *oferta*, a las cuales se entrevistó para que proporcionaran nombres de otras empresas y entidades de la oferta, así como de clientes que habían tenido un papel activo como usuarios de sus productos y/o servicios. Posteriormente, durante la propia realización de la encuesta, se detectaron y agregaron al marco muestral otras empresas referidas por el encuestado.³⁵

Las empresas y entidades de la oferta

Se identificaron en el ámbito ambiental seis subsectores con actividades económicas diferenciadas. Entre ellos, e incluso dentro de ellos, existe una gran heterogeneidad en cuanto a la innovación tecnológica y la intensidad en la utilización de conocimientos.

Brevemente, estos sectores se pueden caracterizar como:

1. Sector dedicado a deposición final de residuos sólidos contaminantes, asesoramiento en la gestión y operación de residuos,

capacitación. Éstos pueden ser residuos especiales, residuos hospitalarios, industriales o domiciliarios.

2. Sector de consultoría en el área de medio ambiente. Sus actividades son: evaluación de impacto ambiental, capacitación, control ambiental, monitoreo, auditorías ambientales, gestión ambiental, estudios específicos.
3. Sector de obras de ingeniería ambiental que incluyen, entre otros servicios, los relacionados con el ambiente: plantas de tratamiento y depuración de aguas, obras de saneamiento, redes de agua, control de la contaminación.
4. Sector de producción orgánica.
5. Sector de optimización del uso de recursos naturales: energías renovables y agua.
6. Sector de clasificación y reciclaje de materiales usados (plástico, vidrios, chapas, etc.).

En total, las empresas y entidades identificadas como oferentes de estos bienes y servicios sumaron 74.

Se detectaron los siguientes agentes: 20 entidades de I+D, casi todas en la UdelaR (6 en la Facultad de Ingeniería, y también en Agronomía, Ciencias y Química), y una en el INIA-Tacuarembó; 17 empresas consultoras; 6 entidades de certificación; 4 empresas de obras de ingeniería ambiental; 4 empresas que se ocupan de la deposición y gestión de residuos y aguas contaminadas; 8 recicladoras-clasificadoras; 5 empresas vinculadas a energías renovables.

Se detectaron también, pero no se entrevistaron, tres proveedores especializados de empresas de ingeniería ambiental, dos laboratorios de ensayos y cinco entidades de apoyo a la innovación (Centro de estudios alternativos [CEADU], Centro de Estudios Uruguayo de Tecnologías Alternativas (CEUTA), Parque Tecnológico e Industrial del Cerro, Polo Tecnológico de Pando-Facultad de Química y FUNDASOL³⁶).

Las empresas y entidades de la demanda

Se pueden distinguir los siguientes grupos de empresas y entidades demandantes (65 detectadas en total):

1. demandantes de bienes y servicios de infraestructura pública (saneamiento y de-

³⁴ Entre los escasos antecedentes nacionales que realizan menciones sobre el tema, cabe mencionar Santen (2002), Lalanne et al. (2003) y Barrenechea (2002).

³⁵ Que contestaba a la solicitud: «Nombre los cinco agentes del SNI más importantes con los que se relacionó para innovar».

³⁶ Asociación civil sin fines de lucro integrada por cinco instituciones pertenecientes al sector social de la economía: Central Cooperativa de Granos (CCG), Central Lanera Uruguaya (CLU); Comisión Nacional de Fomento Rural (CNFR); Federación de Cooperativas de Producción del Uruguay (FCPU) y Manos del Uruguay.

- posición de residuos), básicamente administración local (intendencias);
2. demandantes de servicios de gestión de desechos: esta actividad la lleva adelante una diversidad amplia de empresas, desde industrias hasta comercios, empresas forestales, hoteles, etc.;
 3. demandantes de bienes y servicios para el tratamiento de aguas residuales, en su mayoría empresas industriales;
 4. demandantes de bienes y servicios para la optimización del uso de recursos naturales;
 5. demandantes de materiales reciclados (materiales plásticos, vidrios, materiales orgánicos, etc.);
 6. demandantes de servicios relacionados con la gestión de la legislación ambiental: organismos del sector público nacional y local.

Se detectaron y entrevistaron 9 entidades de la demanda: los departamentos de gestión ambiental de la Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas (UTE) y de la Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland (ANCAP), las divisiones de limpieza y saneamiento de las intendencias de Montevideo, Colonia y Maldonado, y la Unidad de Cambio Climático de la Dirección Nacional de Medio Ambiente (Dinama) del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MvOTMA). Se detectaron 56 empresas de la demanda (se entrevistó a 31). Del total de encuestadas para este ámbito, 21 pertenecen a las cadenas de valor agroindustrial.

Breve caracterización de las empresas del ámbito (de la oferta y de la demanda)

Se trata de empresas que en su mayoría facturan menos de 5 millones de dólares (valorados en el 2002). Sólo 36% de ellas facturan un monto superior. Estas últimas, en su mayoría, emplean a 100 trabajadores o más. Las empresas con menos de 20 empleados representan el 40% de las empresas entrevistadas.

El destino de su producción es claramente diferenciado entre oferta y demanda. Las empresas que pertenecen a la oferta dirigen su

producción principalmente al mercado local (más de 70% en 2002), en tanto que las de la demanda exportan casi 70% de su producción (el dato también corresponde al 2002).

En la mitad de las empresas el personal tiene carácter de permanente; no obstante, se observa una mayor presencia de personal temporario entre las empresas de la demanda. La calificación de los trabajadores es claramente superior en las empresas de la oferta.

Más de la mitad de las empresas de la oferta de este ámbito fueron creadas posteriormente a los años noventa. La juventud de estas firmas se liga al carácter incipiente de estas actividades en Uruguay y en el mundo, y, consecuentemente, de las regulaciones y marcos legales de referencia que las promueven. Las empresas que constituyen la demanda son más antiguas: casi 30% fueron creadas antes de los sesenta, y sólo 32% luego de los noventa.

Asimismo, se pudo comprobar que son predominantemente de capitales nacionales, y que sólo 12% pertenece totalmente a capitales extranjeros. La situación es diferente entre las empresas de la oferta y de la demanda; las primeras son casi totalmente nacionales (93% de ellas); en cambio, aproximadamente 30% de las demandantes son de origen 100% extranjero, si bien más de la mitad pertenecen completamente a capitales nacionales.

Prácticamente todas estas empresas también declaran haber incrementado sus ventas en el período de alto crecimiento de la economía uruguaya. No obstante, la mitad de ellas sufrieron las consecuencias de la grave crisis por la que atravesó la economía entre 1999 y 2003. Paralelamente, variaron su nivel de ocupación de acuerdo con las circunstancias económicas prevaletentes. Así, casi 65% de las empresas aumentaron su personal entre 1991 y 1998, y alrededor de 40% lo redujeron entre 1999 y 2003. No obstante, cabe resaltar que una buena parte de estas firmas (41%) acrecentaron sus ventas a pesar de la crisis que comenzó en 1999 y, por lo tanto, promovieron contrataciones de personal (32%). Cabe destacar que se pudo comprobar diferencias entre las empresas de la oferta y de la demanda en cuanto a la demanda de trabajadores y el desempeño de sus ventas. Las empresas oferentes incrementaron la demanda de

trabajadores, tanto en los períodos previos como durante la recesión económica, y, adicionalmente, el crecimiento de sus ventas en tiempos de crisis fue superior.

El mapa de relaciones usuario-productor y flujos de conocimientos

El diagrama 2 resulta útil para visualizar cómo se componen el ámbito y su entorno inmediato, así como las relaciones que se establecen, sean éstas de compraventa o de intercambio de conocimientos o información. Se presentan esquemáticamente los agentes y las interacciones entre las empresas del ámbito de bienes y servicios ambientales, y las entidades y organizaciones del entorno que influyen sobre la actividad y el desarrollo de la innovación. Dentro de la oferta (ampliada) y la demanda (ampliada) se consideran tanto las entidades como las empresas que la integran. Así, dentro de la demanda es posible encontrar a las administraciones públicas, la administración municipal, etc.

Las flechas del esquema reflejan los flujos de bienes y servicios (efectivizados en transacciones de compraventa), al igual que los flujos de conocimientos e influencias (bidireccionales, en su mayoría) asociadas con el contexto institucional y social.

Los tipos de vinculaciones entre las empresas

La encuesta de innovación indagó, particularmente, sobre el tipo de vinculación que las empresas establecen con el resto de las empresas y entidades. Se comprobó que todas las empresas han establecido vínculos con el resto del SNI, si bien la intensidad de las relaciones no es muy alta. En las relaciones establecidas predominan los agentes nacionales, lo cual es un indicador de mayor endogenidad, no ya referida a la empresa, sino al país.

En primer lugar, se identificaron múltiples lazos informales. En particular, en un gran número de casos se encontró que firmas independientes de diversas áreas comparten el mismo *staff* de ingenieros. A su vez, se hallaron vínculos informales entre algunas empresas consultoras y los diversos centros de investigación y enseñanza pertenecientes a distintas universidades y centros académicos, así como relaciones que se encuentran en un

límite impreciso entre lo formal e informal, entre empresas y áreas particulares del sector académico. Ejemplos de esto son un grupo de tres empresas que conforman un *pool* para ofrecer tecnologías de biodiesel, una red de dos empresas metalúrgicas, el ejército nacional, el sindicato de trabajadores metalúrgicos, un instituto de la Facultad de Ingeniería (UdelaR) y la gerencia de Comercialización de Ingenios Propios de Obras Sanitarias del Estado (OSE), que intervinieron para diseñar, producir y vender las unidades potabilizadoras autónomas (UPA), o la conjunción de una empresa metalúrgica, una consultora y dos institutos de la Facultad de Ingeniería (UdelaR) que colaboraron para diseñar, producir y vender en China una planta de quema de cáscara de arroz.

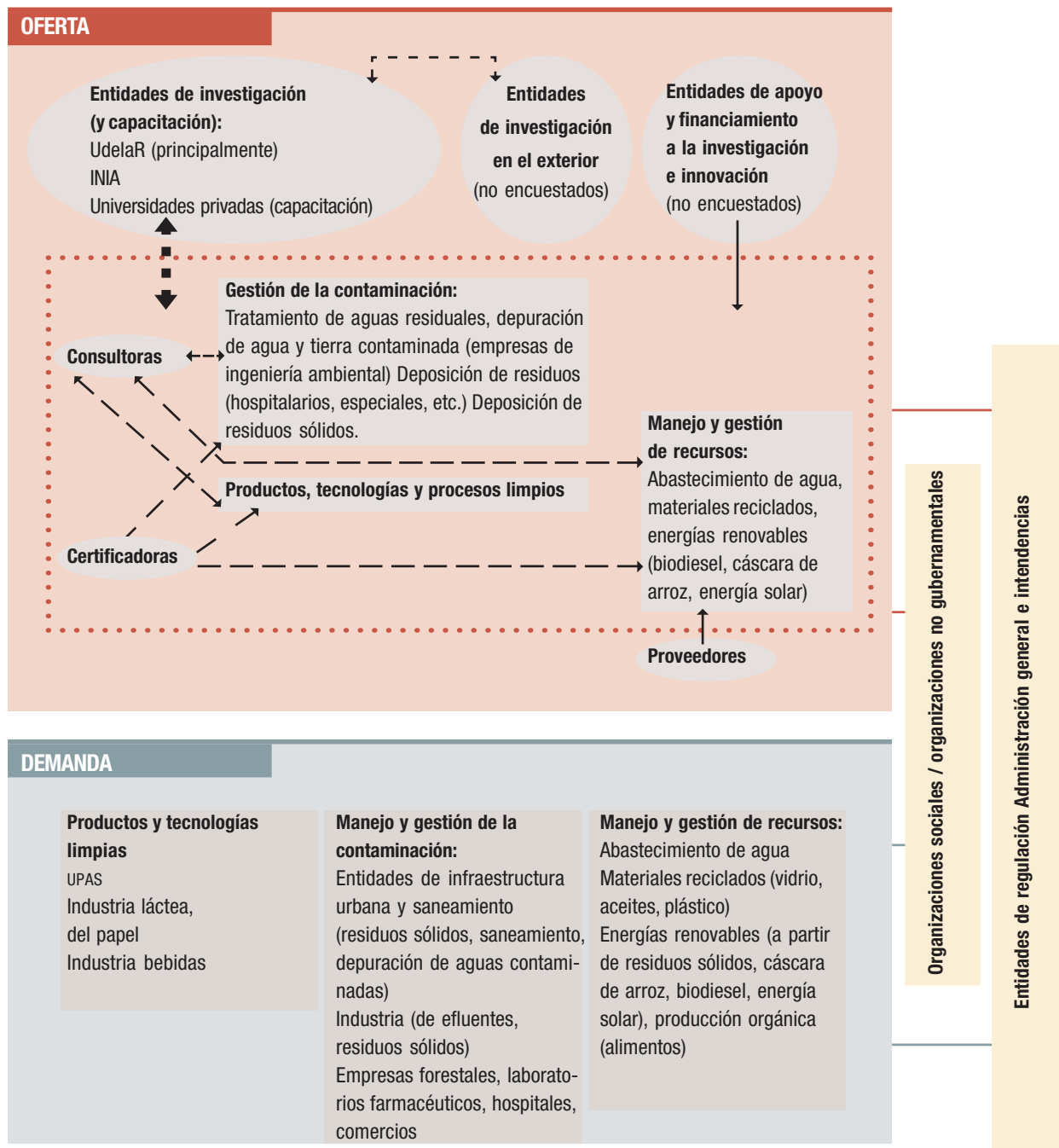
Por otra parte, se encontraron núcleos más formales de empresas agrupadas con el fin de compartir, en algunos casos, la provisión de insumos (en particular las empresas recicladoras del plástico) o, en otros, el lugar común de desarrollo de sus actividades (es el caso del Parque Tecnológico e Industrial del Cerro o el Polo Tecnológico de Pando). Otro punto de encuentro de las empresas recicladoras lo constituye su participación en Cempre (Compromiso Empresarial para el Reciclaje), mientras que los productores orgánicos tienen una asociación denominada Movimiento Uruguay Orgánico, y un grupo de pymes ambientales conformaron un Núcleo Empresarial Sectorial (NES) de los promovidos por Propymes.

Resultaron poco importantes los indicadores que muestran la existencia de acuerdos formales para el desarrollo de tecnología. No obstante, fueron altos todos los que evalúan la integración y participación en redes de conocimiento, el propósito de su participación y las expectativas sobre la evolución de ésta. Ello indicaría que, si bien no existen acuerdos formales entre los agentes, sí podrían existir acuerdos más informales, a los cuales se les asigna relevancia estratégica en el desempeño de las actividades de innovación conjuntas.

Por último, en cuanto a los indicadores que reflejan los medios para obtener conocimientos, los valores más altos se observaron

Diagrama 2

Relaciones usuario-productor y flujos de conocimientos en el ámbito de bienes y servicios ambientales
(139 agentes detectados)



Fuente: Encuesta de innovación IE-PNUD.

en los indicadores de importancia de los medios internos a la empresa (lo cual indica un alto grado de endogenidad en el proceso de acumulación de conocimientos para la innovación), e importancia alta o muy alta en el vínculo con clientes o proveedores especializados.

Papel de las entidades de investigación en la generación de conocimientos y la transferencia de tecnología

En el estudio antes citado de Santen (2002), se expresa que una de las debilidades del sector de empresas que contribuyen a la preservación del medio ambiente es la carencia de un sector académico que apoye e impulse las actividades de innovación que se llevan a cabo en las empresas. No obstante, a través del trabajo de campo realizado para este informe se pudo comprobar la existencia de una masa crítica de entidades de investigación, las cuales se analizan a continuación.

Las entidades académicas y no académicas de investigación son la mayor parte de las entidades relevadas y constituyen, a su vez, la totalidad de las entidades integrantes de la oferta. En ellas se desarrolla investigación básica y aplicada, con el principal objetivo de resolver problemas productivos. Sin duda, los diversos departamentos vinculados a la UdelaR cumplen un papel importante en la generación de conocimientos y cuentan incluso con redes vinculantes con el exterior. De esta forma se actualizan y nutren del nuevo conocimiento generado en universidades extranjeras u otras instituciones académicas o vinculadas con la academia. Ofrecen conocimientos para solucionar problemas ambientales en el área de residuos sólidos y líquidos; para producir biodiesel o energías ecológicas o, más en general, renovables; para encontrar soluciones a la deposición final de la cáscara de arroz y la viruta de madera; para la producción orgánica; para la generación de productos biodegradables; y para la optimización de los recursos naturales.

El número de actividades de I+D llevadas adelante es muy superior al de las empresas oferentes del ámbito. Asimismo se comprueba un alto grado de novedad en los resultados de las actividades innovadoras, tanto

en la esfera local como internacional. Como era de esperar, este tipo de entidades presenta un nivel de calificación muy alto entre sus trabajadores, lo cual se refleja en la proporción de profesionales entre el conjunto de profesionales y técnicos (más de 80%), así como en la presencia un número considerable (casi 40%) de profesionales con posgrados (la mitad de ellos con nivel de doctorado o posdoctorado).

Los vínculos que generan transferencia de conocimientos se producen con las empresas oferentes, principalmente las correspondientes al área de consultoría. Con el resto de las empresas, y más aún con las empresas demandantes (sector público y otras empresas privadas), los vínculos no incluyen la transferencia de conocimientos. Cabe resaltar que estas entidades de investigación recurren, para la financiación de sus actividades de innovación, tanto a sus propios recursos presupuestales como a fondos concursables (estas dos primeras fuentes pueden identificarse como *autofinanciamiento*), que representan algo más de 50% de los fondos, y a convenios o acuerdos con empresas del sector productivo o el sector público.

Todas las entidades de este tipo reconocen haber tenido alguna vinculación con los agentes del sector productivo. La densidad del relacionamiento, si bien no es alta, es mayor que la que expresa el sector de la oferta de las empresas del ámbito. En particular, se destaca la presencia de un porcentaje mayor de relaciones de tipo bilateral, donde los flujos de conocimiento no tienen una única dirección (con el sentido oferente-demandante). Por otra parte, la cantidad de relaciones estables es muy superior que en el caso de las empresas.

Papel del sector público dentro del ámbito

El sector público puede incidir en el desarrollo del ámbito a través de la demanda directa de bienes y servicios ambientales, a partir del establecimiento de reglamentaciones para la prevención y reparación de la contaminación, y a través del establecimiento de incentivos (subvenciones o impuestos) a las empresas con el mismo objetivo.

En primer lugar, se encontró que varias empresas del sector público, tanto nacional

37 Conforman un conjunto de instrumentos que suponen una forma alternativa de incidir en el comportamiento ambiental de los agentes, y en muchos casos la cooperación público-privada (Chidiak, 2002). A través de los acuerdos voluntarios, las empresas se comprometen a alcanzar determinados objetivos ambientales, más allá de lo requerido por las leyes ambientales. Poseen ventajas en términos de flexibilidad, ya que pueden completar o aun sustituir a leyes o regulaciones (instrumentos tradicionales) y amortiguan el impacto económico en el corto plazo. Dentro de los instrumentos de promoción, se encuentran las campañas de difusión de información sobre tecnologías de producción más limpias, la promoción del uso de auditorías ambientales, de sistemas de sellos o etiquetado ambiental y de certificación de los sistemas de gestión ambiental, si bien estos instrumentos son catalogados como no económicos (la promoción de sello verde, por ejemplo, origina una expectativa de mayores participaciones en el mercado o la posibilidad de aplicar un sobreprecio respecto de productos análogos que no poseen esa certificación).

38 Los instrumentos económicos aspiran al control de la polución a través de los incentivos de mercado en función de que éstos ofrecen una vía más flexible, dinámica y más *costo-efectiva* de control que las regulaciones tradicionales. La clave del beneficio del uso de estos instrumentos es que permiten alcanzar una meta establecida de contaminación a menores costos que las regulaciones tradicionales. Entre este tipo de medidas cabe mencionar: las tasas, los impuestos directos, los impuestos indirectos, los derechos de emisión comercializables y los estímulos financieros como reembolsos, créditos o subsidios, así como la negociación coasiana. Estas medidas, que promueven la internalización de los costos externos de contaminación en el costo de producción, lo hacen hasta la equiparación del costo marginal de la reducción de la contaminación con el costo marginal del daño ambiental (Pearce y Turner, 1990).

como departamental, constituyen parte importante de la demanda de bienes y servicios ambientales. En su mayor parte, son demandantes de servicios de infraestructura pública (como, por ejemplo, saneamiento), aunque también demandan servicios relacionados con la gestión de desechos de tipo domiciliario e industrial, y otros servicios y bienes vinculados a la optimización en el uso de los recursos naturales (principalmente, energías renovables). Por su parte, los organismos estatales relacionados con la temática ambiental constituyen también una demanda particular de servicios ambientales.

Con relación al segundo aspecto señalado, debe recordarse que el objetivo de cualquier regulación ambiental es alcanzar el nivel de contaminación socialmente óptimo, y la necesidad de la regulación parte del supuesto de que las soluciones de mercado no conducen a soluciones óptimas de las externalidades. Habitualmente, la política ambiental se basa en dos alternativas: limitar o hacer desaparecer la renta de los productores contaminadores regulando los niveles de contaminación tolerables, y captar la renta mediante instrumentos de política económica (de política fiscal) para desincentivarla y canalizarla hacia la reparación del daño.

Vinculadas a la primera de las alternativas planteadas se pueden encontrar las medidas de regulación directa, los acuerdos voluntarios y políticas de promoción. La regulación directa (medidas de *command and control*) refiere a la implementación de marcos regulatorios con estándares de contaminación tolerados. Es ésta la modalidad regulatoria que se encuentra en la legislación ambiental en Uruguay. Prácticamente no existe legislación que promueva la realización de acuerdos voluntarios³⁷ o instrumentos de fomento, ni la fijación de impuestos, tasas o subsidios a la contaminación.³⁸ Estas modalidades tienen la facultad de promover, en mayor medida que la modalidad regulatoria, los cambios tecnológicos para la adopción de tecnologías más limpias, así como las innovaciones de producto y la sustitución de materiales e insumos. Se puede afirmar, por tanto, que en Uruguay la legislación ambiental basada en la regulación directa no está fundamentalmente concebida para, a la vez de

propender el cuidado del ambiente mediante medidas de control *ex post*, impulsar las innovaciones ambientales de tipo preventivo.

El rol de las organizaciones no gubernamentales

Las organizaciones no gubernamentales tienen un papel muy importante en el desarrollo de la temática ambiental en el país. En particular, han tenido un rol relevante en la promoción de la conservación ambiental, en la investigación, educación, promoción y divulgación de la temática. Además, no debe desconocerse su papel en las actividades de producción orgánica o ecológica, en buena parte llevada adelante por cooperativas de producción.

Las actividades innovadoras de las empresas que conforman el ámbito

Antes de realizar el análisis del perfil innovador del ámbito ambiental, cabe preguntarse acerca de las actividades de innovación que han llevado adelante las empresas que lo conforman, los objetivos que han perseguido y los obstáculos que han enfrentado a la hora de encarar dichos emprendimientos. Para ello se recurrirá a la información relevada en la encuesta de innovación IE-PNUD que se realizó a propósito de este estudio.

Las actividades de innovación que han llevado a cabo las empresas de este ámbito pueden clasificarse en actividades de I+D, actividades de ingeniería, diseño y gestión, y, por otra parte, adquisición de bienes de capital y *software*. Como indicadores de resultados de las actividades emprendidas hay que referirse a las certificaciones de productos y procesos, la obtención de patentes y el éxito logrado en el mercado (tanto local como internacional) de los nuevos productos obtenidos gracias a estas innovaciones.

Sobre la realización de actividades de I+D, puede decirse que 80% de las empresas encuestadas han llevado a cabo este tipo de actividad en los últimos cinco años. En términos generales, se encontró que las empresas de la oferta son las que organizaron y llevaron a cabo mayor cantidad de actividades endógenas (por ejemplo, actividades de I+D), en tanto que las empresas de la demanda son las que han emprendido las de tipo exógeno.

Resulta relevante conocer cuán endógenas a la firma son estas actividades, por lo cual se interrogó sobre si las actividades de I+D fueron internas a la empresa o realizadas externamente. Se comprobó que la mayoría de las empresas (75%) habían emprendido actividades de I+D internas, en tanto que menos de la mitad habían llevado a cabo estas actividades en forma externa a la empresa. Como era de esperarse, la proporción de empresas de la oferta que realizaron actividades de esta índole es mayor que en las de la demanda; entre las primeras, el porcentaje de las que realizaron I+D se eleva a casi 85%. Sobre el tipo de actividades de I+D, es claro que entre las empresas oferentes de bienes y servicios ambientales las principales actividades refieren a I+D interna orientada a producto, mientras que en las empresas de la demanda las principales actividades son de I+D orientada a proceso.

La gran mayoría de las compras de bienes de capital de las empresas que conforman la demanda se han realizado fuera del país, mientras que, en el caso de la oferta, tienen mayor representación los bienes de capital incorporados de origen nacional. En el caso del *software* incorporado, tanto en las empresas de la demanda como de la oferta, el principal origen es nacional.

Las actividades de innovación de las empresas se financian principalmente (casi en un 70%) con fondos propios de las empresas. En un segundo lugar, muy alejado del porcentaje de autofinanciamiento, las empresas recurren a fondos públicos o cuasipúblicos para financiar sus actividades innovadoras (menos de 10%).

Resulta particularmente relevante conocer si las empresas del ámbito llevaron a cabo innovaciones de índole ambiental. El resultado fue algo sorprendente, ya que muy pocas empresas (menos de 20%) contestaron afirmativamente esta pregunta.

En cuanto a los resultados obtenidos relacionados con las actividades innovadoras, se observó que las innovaciones realizadas resultaron novedosas a escala nacional; casi 70% de los entrevistados estuvieron de acuerdo en ello. El buen resultado en el ámbito local también se pudo observar en el peso de

los nuevos productos en el mercado nacional (casi 30%). Las ventas de nuevos productos tienen un menor peso en la facturación de las exportaciones. Se comprueba que los buenos resultados en el mercado externo son más importantes en el caso de las empresas demandantes de bienes y servicios ambientales. La obtención de certificaciones, tanto de proceso como de producto, también ha sido más relevante para el grupo de firmas demandantes; la diferencia con las empresas oferentes es particularmente significativa en el caso de las certificaciones de proceso. Algo similar ocurre con la obtención de patentes. Menos de 15% de las empresas del sector han obtenido patentes en el período considerado; el porcentaje es levemente superior para las empresas de la demanda.

En cuanto a los objetivos perseguidos en las actividades de innovación, todas las empresas citaron como principales los objetivos de mercado, y en segundo lugar objetivos asociados con la mejora de la calidad (en particular la de los productos).³⁹ En cuanto a los objetivos de mercado, las innovaciones estaban orientadas a la ampliación del mercado actual y, en segundo término, a la apertura de nuevos mercados. Por su parte, los objetivos asociados con los productos estaban más relacionados con la apertura de nuevas líneas y la introducción de productos ambientalmente amigables (esto era así particularmente entre las empresas de la oferta). Entre los objetivos asociados con la producción, el más importante resultó ser el de mejorar la gestión ambiental, tanto en el caso de las empresas de la oferta como de la demanda. Los objetivos ligados a la reducción de los costos fueron los menos importantes. Por último, los objetivos asociados con el aprovechamiento de las oportunidades fueron especialmente importantes en el caso de los oferentes; en este caso, se perseguía principalmente el aprovechamiento de los conocimientos científico-tecnológicos, y en segundo lugar el cumplimiento de las normas y regulaciones.

Finalmente, vale la pena indagar sobre los obstáculos o incentivos que enfrentaron estas empresas a la hora de emprender sus actividades innovadoras, lo cual pudo haber desestimulado o bien motivado dichas acti-

39 Se preguntaba también sobre mejoras de la calidad en las condiciones de trabajo y en la disminución del impacto ambiental.

vidades. Por otra parte, la información acerca de los motivos y de los obstáculos que han encontrado para la innovación da información muy valiosa para la formulación de las políticas públicas. En cuanto a este punto cabe resaltar, en primer lugar, que las empresas de la demanda entrevistadas encontraron en promedio menores obstáculos para la innovación que las oferentes. No obstante, cabe recordar que las primeras son las que emprendieron menos actividades endógenas (por ejemplo, actividades de I+D) y más actividades de tipo exógeno (por ejemplo, compra de bienes de capital).

Entre los principales obstáculos mencionados entre las oferentes se encuentran las falencias de las políticas públicas y las dificultades de financiamiento. La primera de las razones fue esgrimida sólo por las empresas de la oferta, pero la segunda también resultó un factor obstaculizador para las empresas de la demanda. El tamaño del mercado fue el primer factor limitante en importancia para las empresas demandantes y el segundo para las oferentes. También se mencionaron el poco desarrollo de los institutos de ciencia y tecnología, la estructura de mercado y los altos costos de capacitación, como obstáculos para la innovación del conjunto de empresas oferentes. El período de retorno de la inversión también fue mencionado por las empresas demandantes.

En cuanto a las motivaciones que impulsaron a estas empresas a encarar innovaciones de tipo ambiental, todas ellas señalaron su sensibilización con la temática, descartando que tales innovaciones se debieran a exigencias de las reglamentaciones, del financiamiento o de los clientes del exterior, a requisitos para la obtención de subsidios o certificaciones, o bien al objetivo de mejorar su imagen.

En suma, el ámbito productor de bienes y servicios ambientales está conformado por una amplia variedad de empresas con actividades productivas también muy diversas. Ello lo hace sumamente heterogéneo, tanto por el tamaño de las empresas que lo conforman (tanto de la demanda como de la oferta) como por la naturaleza e intensidad de las actividades de innovación que llevan a cabo. Asimismo, son empresas muy jóvenes —en particu-

lar las oferentes de estos bienes y servicios—, lo que repercute en el grado de desarrollo de sus actividades de innovación. De todas formas, el ámbito ha desplegado una relativamente amplia red de interrelaciones, tanto entre las empresas (existen fuertes vínculos de subcontratación) como con las entidades que lo integran. Cabe resaltar, asimismo, que en este ámbito el Estado tiene una participación relevante (tanto los gobiernos locales como centrales), sea como regulador en los temas ambientales o como demandante de servicios, particularmente de infraestructura y de consultoría. Este ámbito se distingue, además, por la relativamente importante participación de las entidades de investigación (fundamentalmente las relacionadas con la UdelaR), que representan un núcleo fundamental de generación de conocimientos, principalmente orientados a la resolución de problemas concretos de índole ambiental.

Ámbito de software y servicios informáticos

Las tecnologías de la información (TI) se integran básicamente por tres familias de innovaciones: las de la microelectrónica, las telecomunicaciones y la informática. El sector de *software* es uno de los segmentos de estas tecnologías (Stolovich, 2003).

La elaboración de *software* es una actividad relacionada con la codificación del conocimiento y la información, cuyos *inputs* y *outputs* propiamente dichos son virtualmente inmateriales (Torrizi, 1998, citado en López, 2003). Según la forma en que se proveen, los *outputs* pueden considerarse *productos* (de naturaleza intangible, dado que el valor relevante es la creación intelectual y no el soporte físico) o *servicios*. Según el grado de estandarización, los productos suelen dividirse en dos grandes grupos: las soluciones a medida y los productos de mercado masivo. La principal diferencia consiste en que las soluciones a medida exigen algún grado de personalización o adaptación a los requerimientos específicos de la organización que las adopta, mientras que los productos de mercado masivo comprenden aquellos que pueden ser utilizados prácticamente sin cambios por cualquier usuario. Los

servicios, por su parte, incluyen actividades de diverso tipo: consultoría, capacitación, instalación y mantenimiento de productos de *software*, diseño de páginas web, migraciones de sistemas, etc. Se incluye también en este subgrupo la subcontratación (*outsourcing*) de ciertas etapas de la producción de *software*. En general se acepta que las actividades a tercerizar han de ser aquellas que no son centrales en el negocio (*core activities*).

La elaboración de productos de *software* (en particular, los de mayor grado de estandarización) se caracteriza por que la mayor parte de los costos de producción son fijos y hundidos, asociados al diseño y la codificación de los programas o sistemas; una vez completado el proceso de desarrollo, el costo de replicación del producto es marginal. Dicha estructura de costos implica la presencia de rendimientos crecientes a escala, lo cual favorecería una estructura de mercado altamente concentrada. Tal tendencia a la concentración tiende a acentuarse por la presencia de las llamadas *externalidades de red* (Katz y Shapiro, 1985, 1992, citados en López, 2003), es decir, la característica de que el consumidor encuentra más provechoso adquirir un producto cuanto más generalizado esté su consumo. No obstante, esas eventuales barreras a la entrada estarían relativizadas por las características en cuanto a oportunidades tecnológicas del sector de *software* y servicios informáticos. Al ser un sector en constante evolución, se crean oportunidades para que nuevas firmas se posicionen en nichos o mercados específicos, a la vez que no se requiere de grandes inversiones en capital físico, sino especialmente en recursos humanos calificados.

En contraste, en el segmento de servicios, los costos marginales de las firmas son elevados; cabe citar como ejemplo, que el desarrollo a medida para un cliente puede sólo limitadamente ser usado para otro. No obstante, ciertos desarrollos a medida pueden dar lugar a un producto relativamente estandarizado que pueda colocarse a otros usuarios, reduciendo así los costos variables de producción. Dadas estas características, el subsector de servicios de *software* tiende a presentar una estructura de mercado menos concentrada, ya que las barreras a la entrada son menores.

Por lo anterior, los factores de competitividad en el mercado de servicios y en el de productos difieren, aunque existe cierta similitud entre los de los servicios y los productos de menor grado de estandarización. Dentro del mercado de productos de venta masiva, el factor clave es el número de licencias vendidas, dado que la interacción entre proveedores y usuarios no existe o es mínima, por lo que juegan como factor las externalidades de red. En los mercados de este tipo, normalmente existen grandes barreras a la entrada. En cambio, en el mercado de soluciones empresariales las barreras a la entrada y el nivel de concentración son menores. En estos mercados, donde cobran una importancia clave el contacto fluido del usuario con el proveedor y la retroalimentación permanente, las firmas locales pueden tener ventajas comparativas frente a las extranjeras, por ofrecer mayor flexibilidad, conocimiento del idioma, leyes o contactos personales.

En el mercado de servicios, los factores de competitividad están dados por la reputación, la calidad (tanto en el servicio de desarrollo como en el mantenimiento *ex post* de la instalación) y la posibilidad de ofrecer soluciones complejas, en el caso de grandes clientes. En general, el mercado de productos complejos⁴⁰ está dominado por grandes firmas multinacionales, mientras que las firmas locales compiten en el segmento de proyectos de menor complejidad, donde juegan a su favor los menores costos, los contactos personales o la mayor flexibilidad, de manera similar al mercado de productos de menor grado de estandarización (López, 2003).

En suma, el tamaño del mercado tiene una importancia mayor en el segmento de productos estandarizados, dados los retornos crecientes a escala, mientras que la relación usuario-proveedor constituye uno de los factores fundamentales en el segmento de servicios y de soluciones empresariales. En este último caso, cobran especial importancia ciertas características de la demanda local, tales como su grado de exigencia y su intensidad en el uso de las tecnologías de la información.

Con respecto al régimen de protección de derechos de autor, cabe destacar que, aunque la mayor parte del *software* producido está

40 La complejidad puede deberse a la especialización del *software*, que requiere de técnicos especializados o la gran escala necesaria para su desarrollo.

protegido por derechos de autor o por patentes, existen programas que se distribuyen en forma gratuita. Dentro de esta categoría se destaca el *software open source*, cuya característica particular es que se distribuye con libertad para acceder y modificar el código fuente de sus programas o sistemas. La particularidad de este tipo de *software* es que el proceso de innovación se da a través del aprendizaje colectivo, por la interacción de los distintos usuarios. El desarrollo del *software open source* plantea una serie de temas de política pública, en el área de la legislación de la propiedad intelectual y en otras como la política de compras del Estado. Al respecto, existen ejemplos de naciones que han establecido por ley la obligación de comprar *software open source*, y solamente *software* propietario si no existe ningún producto *open source* disponible para el fin que se persigue.⁴¹

La influencia de la defensa de los derechos de propiedad intelectual sobre las posibilidades de maduración del sector de *software* en los países en desarrollo sería limitada y no afectaría en gran medida la operativa del sector, dado que en dichos países la mayor parte del *software* producido son servicios o desarrollos a medida. No obstante, como se señala en López (2003), una excesiva protección dificulta el aprendizaje y la realización de actividades de ingeniería reversa, contribuyendo a fortalecer las barreras a la entrada al segmento de productos estandarizados. Por otra parte, la expansión del *software* de tipo *open source* podría abrir más espacio para generar nuevos desarrollos, a la vez que abaratar dichos procesos.

La industria de TI en Uruguay: breve reseña

En Uruguay, la industria de TI ha crecido sostenidamente durante la década de los noventa; en 1989 el sector facturaba cerca de US\$ 8 millones, para pasar a casi 300 millones en 2002. Aún más significativo fue el crecimiento de las exportaciones, que durante el mismo período pasaron de US\$ 250.000 a cifras superiores a los 80 millones de dólares.⁴² El segmento que más contribuye a la generación de ingresos por exportaciones es el de las empresas *desarrolladoras de software*—aproximadamente el 70% de las exportaciones de la industria entre los años 2002-2002 fue rea-

lizado por estas empresas—.⁴³ Le sigue el segmento de *consultoría y servicios* (con cerca de 30%), mientras que los segmentos *Internet y hardware y comercialización* sólo marginalmente realizan exportaciones (Lescano y Stolovich, 2004).

Existen aproximadamente 450 firmas en la industria de TI, de las cuales alrededor de 250 se dedican al desarrollo de *software*. De éstas, 170 están asociadas a la Cámara Uruguaya de Tecnologías de la Información (CUTI), con la siguiente distribución por tamaño: 70 emplean entre 1 y 4 personas, 66 tienen entre 5 y 20 empleados y el resto emplea a más de 20 personas. De los informes⁴⁴ realizados por la CUTI, a partir de relevamientos periódicos a una muestra de algo más de 100 empresas, se extraen a continuación algunas de las principales características del sector de las tecnologías de la información en Uruguay.

Características de la oferta local

- *Estructura de las ventas.* En el 2002, la venta de productos y licencias de *software* representó algo menos de 20% de las ventas totales del sector, y los servicios de consultoría y *outsourcing* alrededor de 13%. El resto está constituido por la venta de *hardware* e insumos y la venta de servicios técnicos, de datos, etc. Entre 42 y 49% del *software* (productos y licencias) que se comercializa internamente corresponde a éste, y específicamente dentro de los productos de *software*, éste representa más del 60% del total de las ventas.
- *Grado de concentración.* En general, el sector presenta un elevado grado de concentración, más o menos agudizado según el segmento que se analice. En el segmento de empresas desarrolladoras de *software*, las primeras doce empresas captan casi el 70% de los ingresos del segmento, mientras que unas 33 empresas medianas (con facturación entre 200.000 y 1 millón de dólares) representan un 25% de la facturación del subsector. Esta estructura se encuentra ligada a las características del mercado de productos ya señaladas. Por un lado, el desarrollo de herramientas para desarrolladores y paquetes relativamente estan-

41 Un ejemplo lo constituye el estado de Rio Grande do Sul, en Brasil. En Argentina se han presentado proyectos similares (López, 2003).

42 Las exportaciones son consideradas en un sentido amplio e incluyen: exportaciones de «productos», venta de derechos por el uso de programas, subcontratación desde el exterior, consultorías en el exterior e ingresos de filiales instaladas en el exterior.

43 Las actividades de TI que se realizan en Uruguay suelen clasificarse en los siguientes segmentos: a) desarrollo de *software*; b) consultoría y servicios informáticos; c) servicios de Internet y transmisión de datos, y d) comercialización de *hardware* y *software*. Es frecuente que las empresas combinen dos o más actividades, como desarrollo y consultoría, venta de *software* y de *hardware*, etc., tanto por la naturaleza tecnológica de la actividad como en respuesta a estrategias comerciales de las empresas. En la clasificación anterior se considera la actividad principal de la empresa.

44 Stolovich (2003) y Lescano y Stolovich (2004).

darizados exige tamaños compatibles con las economías de escala, mientras que los productos de menor nivel de estandarización o soluciones empresariales son compatibles con tamaños más reducidos.

En el segmento de consultoría y servicios, la estructura se encuentra polarizada entre unas siete empresas grandes que concentran algo más del 60% de los ingresos (probablemente compitiendo en el mercado de servicios de mayor nivel de complejidad) y unas 1.600 microempresas que representan cerca del 30% de los ingresos, y que estarían compitiendo en el segmento de proyectos menos complejos, haciendo pesar otros factores tales como menores costos o contactos personales. En tanto, en el segmento de Internet y datos, el grado de concentración es sumamente elevado, ya que la primera empresa (la estatal Antel Data) concentra el 66% de los ingresos. Finalmente, el segmento de comercialización de *hardware* y *software*, las siete primeras empresas –representantes de grandes empresas multinacionales y distribuidores mayoristas– concentran algo más del 60% de la facturación.

- *Propensión exportadora y tipos de exportaciones.* Dada la escala de las empresas uruguayas, el *software* exportado se concentra en soluciones y productos de menor nivel de estandarización y no en productos masivos, aunque hay excepciones. Es así que la mayor fuente de ingresos por exportaciones proviene de los servicios: el rubro consultorías, realizadas tanto por las empresas del propio segmento como por empresas desarrolladoras junto con la venta de sus productos, representó entre 35 y 45% de las exportaciones entre los años 2000 y 2002, mientras que las subcontrataciones fueron entre 14 y 20% en el mismo período. En tanto, las ventas de derechos por el uso de programas (licencias) captan cerca del 30%, y la exportación de productos, menos del 10%. En el 2002, el coeficiente de exportaciones sobre ventas, excluyendo el sector de comercialización de *hardware* y *software* (predominantemente importador), se situó en 37%, dentro del cual se destacan los rubros

consultoría (68%), *outsourcing* (45%) y desarrollo de *software* (43%).

- *Personal.* En el año 2002 el personal ocupado en el sector de *software* y servicios informáticos era de algo más de 7000 personas, de las cuales unas 1600 constituían empresas unipersonales que brindaban servicios y consultoría. El 65% de los ocupados eran de alta calificación (profesionales y directivos), y cerca de 30% del empleo total correspondía a ingenieros, analistas y programadores.⁴⁵

Programas y fondos de apoyo al desarrollo del sector

El Programa de Apoyo al Sector de Software-pass (proyecto BID-FOMIN CUTI) apunta a consolidar el desarrollo de las empresas tanto desde el punto de vista tecnológico como de gestión y mercadeo internacional. Este Programa, de tres años de duración, tiene un presupuesto de US\$ 1.620.000, de los cuales el 55% son aportados por el BID. El pass convocó a las empresas de *software* para que presentaran proyectos de asistencia técnica en calidad en la producción de *software*, mejora de la gestión empresarial y *marketing* internacional. Simultáneamente, se están presentando proyectos de internacionalización, que incluyen diversas variantes posibles para que las empresas accedan más fácilmente a terceros mercados: estudios de mercado, *marketing*, participación en ferias, misiones comerciales, ayuda para la asociación o para la instalación en otros mercados, etc.

No existen aún en Uruguay instrumentos financieros adecuados para la creación y desarrollo de empresas de *software*. En general, las actividades intensivas en conocimientos utilizan formas como el capital de riesgo para financiarse. Éste es una inversión directa en empresas privadas, típicamente aportada por administradores de fondos profesionales, quienes asumen un interés activo en los negocios del emprendimiento. Es generalmente usado en casos en que un banco no está dispuesto a financiar a empresas con alto potencial por falta de garantías tangibles, y sirve para financiar el crecimiento de la empresa sin aumentar la dependencia en crédito bancario. Según Edelman et al. (2002), la

45 Este último porcentaje es superior en el segmento de desarrolladoras, donde alcanza a 50%.

ausencia de capital de riesgo provoca en las empresas de *software* uruguayo enormes efectos negativos. Como mínimo limita el potencial de crecimiento de las empresas, que terminan abdicando de sus posibilidades de expansión.

La inexistencia de oportunidades de capital de riesgo en Uruguay responde a diversas causas.⁴⁶ El mercado financiero uruguayo está dominado por la presencia del sector bancario, y estas instituciones son prácticamente las únicas entidades que actúan en la intermediación entre demanda y oferta de recursos financieros. Otros agentes importantes, pero con objetivos muy específicos son los fondos de inversión y las administradoras de fondos de ahorro provisional (AFAP), que básicamente operan con instrumentos financieros existentes. La única institución que formalmente opera como una entidad suministradora de capital de riesgo es la Corporación Nacional para el Desarrollo (CND), que es una persona pública no estatal con facultades para crear empresas y aportar capital para su funcionamiento, o asociarse con agentes privados, participando con capital de riesgo en el financiamiento de empresas. El foco de atención de la CND ha estado en empresas y proyectos de tamaño medio a grande para la escala de la economía uruguaya, concentrada en la producción y venta de bienes de consumo o materias primas, preferiblemente con un perfil exportador.

En Uruguay no abundan los inversores individuales dispuestos a posicionarse en la «industria del conocimiento». Las principales limitaciones están constituidas por problemas de información y capacidad del inversor de evaluar apropiadamente el riesgo de actividades fuertemente vinculadas a la innovación y el desarrollo de tecnologías. En este sentido, hay una clara tendencia de los inversores en capital de riesgo individuales a posicionarse en sectores relativamente maduros, cuya rentabilidad es más fácil de predecir. Las instituciones con facultades específicas para hacer inversiones en capital de riesgo tienen recursos escasos para este fin, mientras que los inversores individuales prefieren sectores más tradicionales, con rentabilidades más conocidas por su madurez, o por estar invo-

lucrados en negocios familiares. El desarrollo de la oferta de capitales de riesgo en Uruguay requiere la presencia de otros inversores institucionales, además de la CND. Los candidatos naturales para ello son los bancos y las AFAP, pero limitaciones regulatorias impiden su presencia como activos suministradores de recursos de capital de riesgo.

No obstante, a partir de marzo de 2005 empieza una nueva iniciativa destinada a proveer de capital de riesgo a pequeñas y medianas empresas uruguayas que aspiren a convertirse en multinacionales: Uruguay Venture Capital. El monto total del fondo asciende a 10 millones de dólares provenientes del Fondo Multilateral de Inversiones, brazo inversor del BID, y de los socios de Prosperitas Capital Partners.

También se sabe de otra fuente⁴⁷ que en el 2002 hubo un intento frustrado de crear el primer fondo de capital de riesgo para pymes, conjuntamente entre la CND y Pegasus Venture Capital. A comienzos del 2004 se realizó el lanzamiento en Uruguay de Summa Funding Corporation, una firma estadounidense que contaría con el apoyo de capitales suizos y locales, que se propone un fondo de capital de riesgo orientado a captar, fundamentalmente, empresas de la industria del *software*.

Incubadoras de empresas y parques tecnológicos

- *Ingenio* es una incubadora de empresas tecnológicas creada a partir de un proyecto conjunto del LATU y la Universidad ORT, con el apoyo financiero del BID por un período de tres años (2002-2004). Promueve la transformación de ideas/proyectos en nuevos negocios en el sector de las TIC mediante un mecanismo de incubación que disminuye el riesgo inherente a las etapas iniciales de creación de empresas. Actualmente están siendo incubados 30 proyectos.
- *Zonamérica Business & Technology Park*. En los últimos años esta zona franca se ha venido desarrollando como una plataforma de negocios y tecnología de alcance internacional. Ofrece instalaciones, infraestructura y servicios de alta calidad, incluyendo tecnología de comunicación de última generación, a empresas internacio-

46 Los próximos párrafos se basan en el trabajo monográfico *Un sistema de innovación biotecnológico para el sector agropecuario uruguayo*, de Irene González Cuadrado y Carolina Villalba Medero, Facultad de Ciencias Económicas y de Administración (UdelaR), abril 2005. Las autoras citan a su vez los siguientes documentos: M. Aldabalde (1998): *Capital de riesgo en Uruguay*, documento elaborado en el marco del Proyecto de Capital de Riesgo del IDRC; J. De Brun (2002): *La industria de capital de riesgo en Uruguay: situación y perspectivas*, Documento de Trabajo nº 13, Universidad ORT; y en una entrevista efectuada el 22 de noviembre de 2004 a Rodolfo Oppenheimer (socio de Prosperitas Capital Partners SRL) en Radio El Espectador.

47 A partir de Bértola et al., 2004.

nales que operan en las áreas de logística, servicios financieros, biotecnología, informática y tecnología, *call centers*, consultoría y comercio en general. Zonamérica es utilizada por las más importantes empresas nacionales de *software*, y ha sido seleccionada como base de operaciones para la región por la multinacional india Tata Consulting o la irlandesa Trintech.

Relación academia-industria

Si bien se estima necesaria, tanto desde la Universidad como desde el sector empresarial, «una fuerte interacción entre ambos sectores, como vehículo para mejorar la calidad, calificación técnica y el conocimiento de sus miembros» (UdelaR-CUTI, 2003), esos vínculos aún no se han desarrollado poderosamente,⁴⁸ aunque las universidades ya cumplen un rol de formadoras de recursos humanos calificados y reciben de la industria las necesidades de actualización profesional. Por su lado, la industria aporta proyectos para estudiantes, colabora con los docentes en el desarrollo de esos proyectos y proporciona plazas para pasantías estudiantiles y fuentes de trabajo para los egresados, así como aporta a la academia su visión particular, fruto de la actividad empresarial y del continuo contacto con los requerimientos de los usuarios, tanto en el plano local como internacional.

No obstante, existen ciertas actividades que configuran antecedentes promisorios de una mayor interacción del tipo señalado en el párrafo anterior (UdelaR-CUTI, 2003):

- en el marco del último InfoUY CLEI (2002),⁴⁹ la organización de talleres para el estudio de las relaciones entre los diversos actores de la sociedad (academia, industria, gobierno) respecto a las tecnologías de la información;
- la formación del Centro de Postgrados y Actualización Profesional (CPAP), en el ámbito del Instituto de Computación (InCo) de la UdelaR;
- el asesoramiento técnico del InCo a la CUTI en lo referente al proyecto BID-FOMIN CUTI;
- la participación de la industria y de los egresados en los Talleres de Tecnologías

de la Información creados en el marco del llamamiento realizado por el Consejo de la Facultad de Ingeniería (UdelaR) a un debate nacional de diagnóstico y propuestas en temas de interés nacional relacionados con la ingeniería (en cuyas conclusiones figuran algunos de los elementos planteados en este proyecto);

- la formación y constitución del Centro Académico Industrial de Tecnologías de la Información (CAITI), a partir de una iniciativa del Comité Nacional para la Sociedad de la Información, en reunión de agosto del 2001. Su objetivo es promover el trabajo conjunto entre empresas locales de *software* y la academia, con el propósito de generar un ámbito de colaboración que conduzca a un desarrollo sustentable del sector *software*. El CAITI tiene capacidad para identificar y promover proyectos académico-empresariales, con el fin de posicionar la industria en el mercado nacional e internacional.⁵⁰

A esas iniciativas han de agregarse, desde el año 2004, la instalación del Centro de Ensayos de Software (CES), desarrollado y gestionado por la CUTI y el InCo de la UdelaR, y el laboratorio de evaluación de *software* NET Solution Center, inaugurado por Zonamérica Business & Technology Park, Microsoft Uruguay y ARTECH –con el apoyo de Hewlett Packard–. Este último laboratorio está a su vez asociado al programa de laboratorios asociados del CES.

Características de la demanda nacional

Como se señaló, las relaciones de retroalimentación usuario-productor constituyen un aspecto fundamental para posibilitar un proceso innovador endógeno en el ámbito del *software*. En ese sentido, una investigación realizada recientemente (Edelman et al., 2002) señala que, en la consolidación de la mayoría de las empresas de *software*,⁵¹ la presencia de un gran cliente (o «padrino») tuvo una importancia fundamental. Dicho cliente cumplió la función de oficiar de *banco de prueba* de los desarrollos iniciales, compartir riesgos, enseñar las particularidades del sector o del pro-

48 Según los dichos de un experto en *software*, esto se debe a que «todavía se ven como mundos diferentes, con sus propias reglas y valores, y hay escasa motivación para entender las del otro y ser capaz de trabajar en conjunto». Ahora bien, agrega el experto, «aún no está del todo claro el papel que deberían cumplir la academia o los recursos humanos de I+D para dinamizar la innovación o el modo de combinar el aporte académico que no conoce del negocio con el de los especialistas en el área del negocio».

49 El Centro Latinoamericano de Estudios en Informática (CLEI) es una institución que reúne a más de 60 universidades y centros de investigación latinoamericanos en informática. El InfoUY es el Congreso Uruguayo de Informática. En el año 2002 se decidió reunir el Congreso Uruguayo de Informática y el del CLEI.

50 Hasta el momento se han constituido once grupos académicos de tres universidades (dos del Universitario Autónomo del Sur, siete de la UdelaR y dos de la ORT).

51 El estudio se realizó sobre la base de entrevistas a 20 empresas clave del sector.

ceso para el cual se desarrolla el producto o servicio, así como también de servir como vía de expansión hacia mercados externos, especialmente si se trata de una empresa multinacional. En el mismo informe se señala como limitante la escasez en el mercado local de empresas grandes con uso intensivo de las tecnologías de la información, las que puedan oficiar de *banco de prueba* y de aprendizaje para el desarrollo del sector de *software* nacional.

Al respecto, en Brum (2000) se señala al sector financiero privado, las pymes y algunas empresas internacionales como los principales ámbitos en los cuales se corrió el riesgo de contratar desarrollos locales de tecnologías de la información que posibilitaron el desarrollo de sector. Asimismo, se afirma que el desarrollo de soluciones para empresas internacionales posibilitó la creación de alianzas estratégicas entre proveedores locales de *software* y clientes internacionales para la adopción de los productos locales en otros mercados, contribuyendo a su difusión. El mismo autor destaca a los sectores agropecuario y de telecomunicaciones como *no actores* en el proceso de desarrollo de empresas locales de tecnologías de la información. Con respecto a este último, señala particularmente que la forma de gestión y los mecanismos formales para definir las inversiones de las empresas estatales, basados en la aversión al riesgo, habrían resultado en que la principal empresa de telecomunicaciones se convirtiera en un *no actor* del desarrollo tecnológico local, lo que contrasta con la presencia del sector de telecomunicaciones como actor tecnológico principal en el escenario mundial.⁵²

A su vez, se ha señalado que, aunque las empresas y organismos estatales tienen un tamaño y una complejidad que los hacen potenciales grandes clientes de las empresas de *software*, es frecuente que los procesos de compra del Estado limiten la participación de empresas uruguayas, especialmente de las pequeñas, lo cual obstaculiza la participación del Estado como agente potenciador del desarrollo local de *software*.⁵³ Estas limitaciones normalmente se generan al establecerse obligaciones muchas veces económicas (por ejemplo, capitales de las empresas oferentes) o de participación en el mercado (por ejem-

plo, haber vendido su producto en varias grandes organizaciones). Otro tipo de práctica que perjudica a las empresas nacionales es el llamado a productos complejos o de gran porte con poco tiempo para la presentación, con lo cual impide a las empresas pequeñas prepararse adecuadamente.

No obstante, el limitado papel del Estado como *motor* del desarrollo tecnológico de la industria se estaría dando principalmente con respecto al segmento de empresas desarrolladoras de *software*. Efectivamente, al analizar la estructura de la demanda interna (en montos de ventas) hacia los distintos segmentos del sector, se observa que la mayor parte de la demanda hacia las empresas desarrolladoras proviene de las pymes, las grandes empresas y la banca privada, mientras que el Estado ocupa un papel de mucho menor relevancia. Sin embargo, éste es el principal demandante del segmento de consultoría y servicios y del de comercialización de *hardware* y *software*, y el segundo del segmento de Internet y transmisión de datos (en el que la demanda principal proviene de las grandes empresas), con más de la tercera parte de la demanda interna hacia el primero y cerca de la cuarta parte de la demanda hacia el segundo y el tercero.

La proporción de las ventas destinadas al sector público mostró una tendencia descendente en el período comprendido entre 1998 y 2001, que pasó de 29% a 17%, con un pico de 31% en 1999. En general, las ventas se destinaron principalmente a las empresas públicas (representaron entre 60% y 70% de las ventas al sector público), con la excepción del año 2000, en que el gobierno central fue el principal destinatario de los productos y servicios de *software*.⁵⁴

La regulación del ámbito: leyes de derechos de autor e incentivos fiscales

En Uruguay, la ley 9.739 de propiedad intelectual (aprobada en 1937) establece la protección del derecho de autor de «toda creación literaria, científica o artística», con lo que también abarca a los programas y sistemas informáticos. No obstante, en enero de 2003 se sancionó la ley 17.616, que incluye a texto expreso los programas informáticos dentro

52 La falta de impulso desde el sector de telecomunicaciones también es señalada en Edelman et al. (2002).

53 Ello se señala en Edelman et al. (2002) y en Brum (2000).

54 Datos del INE incluidos en Comisión Social Consultiva de la UdelaR (2004).

de las creaciones intelectuales protegidas. De acuerdo con la nueva ley, el creador de un programa informático tiene el derecho exclusivo de autorizar su reproducción, distribución, transformación y comunicación al público.

Entre las medidas de impulso al sector se encuentran las exoneraciones fiscales contenidas en la declaración de interés nacional a la producción de *software* (1999), en el decreto sobre competitividad de productos de *software*, que establece la exoneración del impuesto a las rentas de la industria y el comercio (IRIC) para las rentas derivadas de la actividad de producción de soportes lógicos, con vigencia desde el 1° de enero de 2001 hasta el 31 de diciembre de 2004, y la inclusión de las actividades del sector en la nómina de exportaciones de servicios a efectos de la liquidación del impuesto al valor agregado (IVA). Dichos beneficios impositivos pueden en principio considerarse una política anticipatoria,⁵⁵ en el sentido de que tenderían a acelerar procesos de desarrollo de sectores considerados estratégicos. No obstante, habría que evaluar si contribuyeron a generar un proceso de desarrollo de carácter autosustentable, es decir, si generaron un cambio cualitativo en el sector que lo volvió competitivo en relación con otros países y que, por tanto, finalmente no necesitará de los beneficios iniciales que le dieron impulso.⁵⁶

Identificación de los agentes del ámbito

La encuesta IE-PNUD incluyó a empresas desarrolladoras, de consultoría y servicios, y de Internet y transmisión de datos, por lo que este ámbito se denomina *de software y servicios de informática*. La elección se justifica porque en estos segmentos es donde básicamente se produce la innovación nacional; el segmento excluido se constituye por la comercialización de productos importados.

La muestra de la encuesta IE-PNUD se confeccionó de la siguiente manera: en primer lugar, se tomó de la muestra realizada por la CUTI a las empresas de los segmentos seleccionados pertenecientes a los estratos de más de un millón de dólares de facturación anual. Paralelamente, a través de entrevistas con informantes calificados, se identificaron las em-

presas que forman *núcleos* (que desarrollan en su entorno una red con socios y clientes de la cual son parte fundamental), a las que se les solicitó que mencionaran a sus socios estratégicos (con los que comparten conocimiento para el desarrollo de sus actividades de innovación) y a los clientes que significaron desafíos por las características de su demanda. Estas preguntas se repitieron a las empresas nombradas por las anteriores, en el intento de recoger el conjunto de empresas que forman distintas tramas dentro del ámbito. Con el mismo mecanismo se identificaron también entidades ligadas con las empresas seleccionadas.

Además de los clientes que fueron nombrados por las empresas entrevistadas, se incorporaron al conjunto de empresas que forman la demanda de *software* y servicios informáticos aquellas empresas encuestadas de otros ámbitos que declararon haber efectuado innovación en la compra de *software* de origen nacional.

El ámbito quedó conformado por 51 empresas y entidades (se encuestaron 41) que componen la oferta (ampliada) de *software* y servicios informáticos, 96 empresas usuarias (se encuestaron 90) (demanda ampliada) y tres entidades que forman parte del SNI. Las empresas de la oferta incluidas en la muestra de la encuesta de innovación IE-PNUD representaban el 72% de la facturación total de la industria en el 2002, excluyendo el segmento de comercialización de *hardware* y *software*, y el 85% de las exportaciones totales. La cobertura de la muestra es del 62% del empleo total de los tres segmentos incluidos, excluyendo las unipersonales.⁵⁷

Mapa de las relaciones usuario-productor y flujos de conocimientos

Un aspecto central a investigar es el tipo de vinculaciones que existen entre las empresas de la oferta, su relación con sus usuarios, y también con el resto del SNI. A través de las entrevistas a informantes calificados y la encuesta de innovación aplicada, se intentó identificar los vínculos, tanto formales como informales, entre las empresas productoras del ámbito, sus proveedores especializados y sus clientes, así como con las entidades públicas

⁵⁵ Término utilizado por Edelman et al. (2002).

⁵⁶ En términos de Edelman et al. (2002), las políticas anticipatorias exitosas tienen que tener la propiedad de ser autocancelables.

⁵⁷ Según datos proporcionados especialmente para este informe por la CUTI.

Recuadro 9

Centro de Ensayos de Software

El Centro de Ensayos de Software es una institución surgida a partir del acercamiento entre los sectores académicos e industriales vinculados al sector *software*. Elementos catalizadores de ese proceso han sido el programa CPAP,^I que actúa como generador de conciencias en el plano profesional, y el Programa de Desarrollo Empresarial de la Industria del Software,^{II} que favorece la visualización de necesidades y carencias en el ámbito empresarial.

De ellos y de una serie de encuentros multisectoriales realizados fundamentalmente en el año 2002^{III,IV} nació un fuerte impulso de colaboración entre la industria y la universidad, colaboración que se entiende imprescindible para el desarrollo sustentable de la industria, así como para el mantenimiento de la actividad educativa y de investigación en niveles crecientes de calidad.

Como consecuencia de la globalización y de las fuertes inversiones para el desarrollo del sector *software* que se están realizando en Argentina y Brasil, es previsible un incremento sustancial de la oferta de productos provenientes de otros países. Las empresas uruguayas, pequeñas en recursos humanos y financieros, sin instrumentos adecuados que promuevan y faciliten la inversión en tecnología, ni subsidios o exoneraciones impositivas importantes, deben prepararse para enfrentar una creciente competencia tanto en el ámbito local como internacional.

La mejora de la calidad de sus productos, el fortalecimiento de la capacidad de innovación, la instrumentación

de mecanismos que permitan anticipar los cambios tecnológicos y la capacitación de los recursos humanos son factores clave para enfrentar con éxito estos desafíos.

En este contexto, el Instituto de Computación (INCO) de la Facultad de Ingeniería (UDelAR) y la Cámara Uruguaya de Tecnologías de la Información (CUTI) entendieron necesario contar a escala nacional con una serie de instrumentos que permitan a la industria mantenerse y mejorar su competitividad, así como fortalecer su capacidad de generar productos de alta calidad.

La primera actividad innovadora fue la creación del Centro de Ensayos de Software (CES), con la misión de brindar servicios en tres áreas fundamentales:

- verificación de *software*;
- laboratorio de ensayos de *software* en plataformas diversas;
- observatorio tecnológico.

El CES se constituyó como el primer centro regional —uno de los pocos en el mundo— que en forma independiente brinda servicios de verificación de *software* y pruebas de desempeño.

Se innova además en el modelo de vinculación entre la industria y la academia en el Uruguay, ya que el CES (organización de derecho privado sin fines de lucro) está constituido como un consorcio entre la Fundación Julio Ricaldoni de la Facultad de Ingeniería (UDelAR) y la Cámara Uruguaya de Tecnologías de la Información (CUTI) y es gestionado por un consejo de direc-

I Centro de Posgrados y Actualización Profesional, <http://www.fing.edu.uy/inco/cpap/>.

II Cámara Uruguaya de Tecnologías de la Información; Proyecto BID-FOMIN CUTI.

III Talleres multidisciplinares realizados en la Facultad de Ingeniería (UdelAR), en busca de mecanismos para enfrentar la crisis económica.

IV InfoUy Clei 2002, foro-taller sobre «Vinculación académico-industrial en TI»; <http://www.fing.edu.uy/infoyclai2002/ftvai/actividades.html>.

ción integrado en partes iguales por representantes de ambas organizaciones, más un miembro elegido de común acuerdo por ambas partes.

La misión del CES es:

- brindar servicios para evaluar la calidad de los productos, garantizando que este resultado cerciora la satisfacción del producto con sus especificaciones;
- instrumentar prácticas que aseguren la rigurosidad en los servicios;
- anticipar cambios tecnológicos ofreciendo servicios e información sobre las tecnologías de última generación;
- construir un pulmón de innovación en el área de las TIC participando en el desarrollo tecnológico.

El CES aspira a ser visto como:

- un símbolo de calidad en *software*;
- una marca que significa que el producto cumple a cabalidad con sus especificaciones;
- una garantía de resultado objetivo, basada en pruebas reales;
- seguridad absoluta para el comprador y el productor;
- un referente para la industria en tecnologías, tendencias y resultados; y de esta manera apoyar los productos uruguayos con elementos objetivos de calidad, que permitan mejorar las condiciones de competitividad en el ámbito nacional e internacional.

El CES permitirá, además, que las empresas públicas y privadas puedan verificar el funcionamiento de los productos de *software* antes de concretar sus com-

pras, lo que contribuirá a mejorar la calidad de los productos adquiridos y evitar sorpresas posteriores.

Cuenta con elementos claros que le proporcionan legitimidad para realizar las actividades encomendadas: por su conformación es un organismo con independencia real de proveedores y fabricantes; su componente académico se identifica con la alta especialización técnica requerida para realizar estas actividades, y provee la investigación y el desarrollo necesarios para darle calidad y continuidad.

Actualmente el Centro de Ensayos de Software tiene sus instalaciones en el edificio de la Facultad de Ingeniería (UDELAR) y se están instalando las oficinas comerciales fuera del recinto universitario. Recientemente se ha finalizado el primer trabajo de ensayo de plataformas y se encuentran en fase de planificación varios contratos para la verificación de *software* a fabricantes nacionales y convenios con empresas del Estado.

Es importante consignar que este emprendimiento no habría sido posible sin el apoyo económico del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), la Unión Europea, la Universidad de la República y la Cámara Uruguaya de Tecnologías de la Información.

En la página web del CES (www.ces.com.uy) hay información detallada sobre las actividades que esta organización está en condiciones de realizar.

Jorge Abin

Integrante del Consejo Directivo del CES

y privadas. Dichos vínculos se encuentran sistematizados en el diagrama 3.

Dentro de la oferta, se pudieron identificar dos *núcleos* de empresas productoras que generan nuevas herramientas de desarrollo de *software*, y un tercero en el segmento de Internet y transmisión de datos. Las empresas de los primeros dos núcleos forman alianzas con otras desarrolladoras, con las que comparten conocimiento estratégico, así como el vinculado a estrategias comerciales con el fin de lograr la inserción en un determinado mercado o cliente. El flujo de conocimiento estratégico es utilizado para el propio mejoramiento de la herramienta y para su utilización por las empresas desarrolladoras vinculadas a cada núcleo en la elaboración de productos y soluciones a mercados verticales u horizontales. A su vez, esas desarrolladoras de primer nivel tienen vínculos con otras empresas ubicadas en un segundo nivel, y éstas con firmas de tercer nivel. Puede observarse en el diagrama 3 que el objeto principal de la relación entre las empresas *núcleo* y las empresas vinculadas en un primer nivel es el desarrollo de actividades de I+D, lo cual refleja el carácter bilateral de dichos vínculos. En un segundo o tercer nivel se detectan otros vínculos, como diseño o provisión de asistencia técnica, éste último de carácter esencialmente unilateral. Por su lado, en el segmento de Internet y transmisión de datos una empresa nuclea a otras tres, con lazos de información y diseño de productos entre ellas.

Asimismo, se identificaron otras empresas desarrolladoras no vinculadas a los núcleos mencionados, así como también empresas consultoras y de Internet y datos cuya vinculación con las desarrolladoras es escasa o, en los casos en que existe, se da en el marco del intercambio de información o conocimiento no estratégico.

Asimismo, buena parte de las empresas productoras (en su mayoría del segmento de las desarrolladoras) manifiesta tener vínculos con el sector académico (por lo general, para capacitación y ensayos). También estas productoras declararon relacionarse con proveedores extranjeros pertenecientes a multinacionales (para información y asistencia) y con

consultores nacionales (para asistencia y cambio organizacional). Existe también un número importante de empresas que se han contactado con diversos programas de promoción de ciencia, tecnología e innovación (para financiamiento de sus actividades de innovación).⁵⁸ Debe observarse que en este ámbito no se encuestó a proveedores especializados de bienes y servicios, por lo que la oferta quedó conformada por empresas productoras y entidades.

En cuanto a la demanda, los clientes nombrados por las empresas oferentes del ámbito pertenecen principalmente al sector financiero privado (banca, tarjetas de crédito, seguros, AFAP), algunas empresas de la industria manufacturera, básicamente de las ramas alimenticia y química, y empresas de servicios de distribución y de salud. Como fue mencionado, a ellos se adicionaron empresas de los otros ámbitos seleccionados que declararon haber innovado en *software* nacional. De esta manera, al conjunto de la demanda del ámbito se agregaron empresas de servicios agrícolas, madereras y empresas de servicios de ingeniería. Casi todas las empresas de la oferta declaran que los clientes son una fuente muy importante para obtener nuevos conocimientos, rasgo éste que las distingue de las firmas encuestadas de los otros ámbitos. Ello es coherente con lo afirmado sobre la importancia de las relaciones usuario-productor y las características de la demanda local, tales como su grado de exigencia y su intensidad en el uso de las tecnologías de la información.

En suma, el ámbito estudiado tiene la particularidad de contener dos núcleos de empresas productoras (en los cuales se encuestó a 17 desarrolladoras de *software*) ligadas a través de redes de conocimientos organizadas jerárquicamente. Las actividades de mayor complejidad (I+D y diseño) se realizan entre las empresas núcleo y las ubicadas en primer o segundo nivel, mientras que otro tipo de ligazones para realizar actividades como asistencia técnica se dan en niveles más alejados de la empresa nucleadora. Se encuestó también a tres empresas de Internet y transmisión de datos nucleadas, en las que los vínculos tienen por objeto el diseño de productos y la información, mien-

58 Son mencionados los programas PDT (véase Anexo II, capítulo II) y PASS.

tras que las 18 firmas restantes –de los tres segmentos– no pertenecen a ningún núcleo.

En casi todas las empresas de la oferta se realiza I+D interna, mientras que 50% de las empresas nucleadas contestaron que realizan además I+D externa; en las no nucleadas dicha actividad es irrelevante. No obstante, el grupo de las 20 empresas nucleadas no se distingue por una alta densidad de relaciones con los agentes del SNI, pues el indicador vale cerca de 7%, muy cercano al promedio de las empresas autocentradas (6,7%). Sólo la densidad de relaciones bilaterales es relativamente alta: 10%, contra 6,7% en las empresas sinérgicas y 6,9% en las autocentradas. Esos valores de los indicadores de densidad de relacionamiento indican que las firmas nucleadas no necesariamente se vinculan con agentes del SNI, aunque sí mantienen ligazones de I+D y diseño con otras del mismo segmento de actividad.

Las entidades académicas y su vinculación con el sector empresarial

Se identificaron y encuestaron solamente tres entidades académicas de investigación que mantienen un grado de vinculación medianamente relevante con las empresas del ámbito: dos departamentos de la UdelaR y uno de una universidad privada. En ellos se desarrolla investigación básica y aplicada, así como asesoramiento a agentes del sector productivo en soluciones específicas. Los vínculos con las empresas oferentes del ámbito se dan a través de convenios con el sector productivo, proyectos de investigación orientados al sector productivo financiados por programas de promoción de ciencia y tecnología, y asistencia técnica para soluciones puntuales. Asimismo, existen proyectos para desarrollar investigaciones o servicios conjuntos de I+D enfocados a aplicaciones en el ámbito empresarial, así como la creación de un centro de ensayos de *software* para mejorar los niveles de calidad de los desarrollos y apoyar el uso de tecnologías y plataformas complejas.

Como era esperable, el alcance de las actividades de I+D llevadas adelante es alto y superior al de las empresas del ámbito. Además, las entidades han logrado resultados novedosos de las actividades innovadoras, tanto en el plano nacional como internacional.

Asimismo, presentan un nivel de calificación relativamente alto y una proporción considerable de profesionales con posgrados.

La densidad del relacionamiento con otros agentes del SNI, aunque baja, es superior a la observada en las empresas de la oferta del ámbito. En particular, se destaca la mayor densidad de relaciones de tipo bilateral (I+D, diseño), especialmente con el sector productivo.

Rasgos generales de las firmas encuestadas de la oferta y demanda

Algo más de la mitad de las firmas que componen la oferta comenzaron sus actividades durante la década de los noventa, mientras que casi la cuarta parte lo hizo durante los ochenta, por lo que se puede afirmar que se trata de firmas *jóvenes*. En contraste, las empresas usuarias presentan mayor antigüedad: casi la tercera parte comenzó sus actividades antes de la década del sesenta.

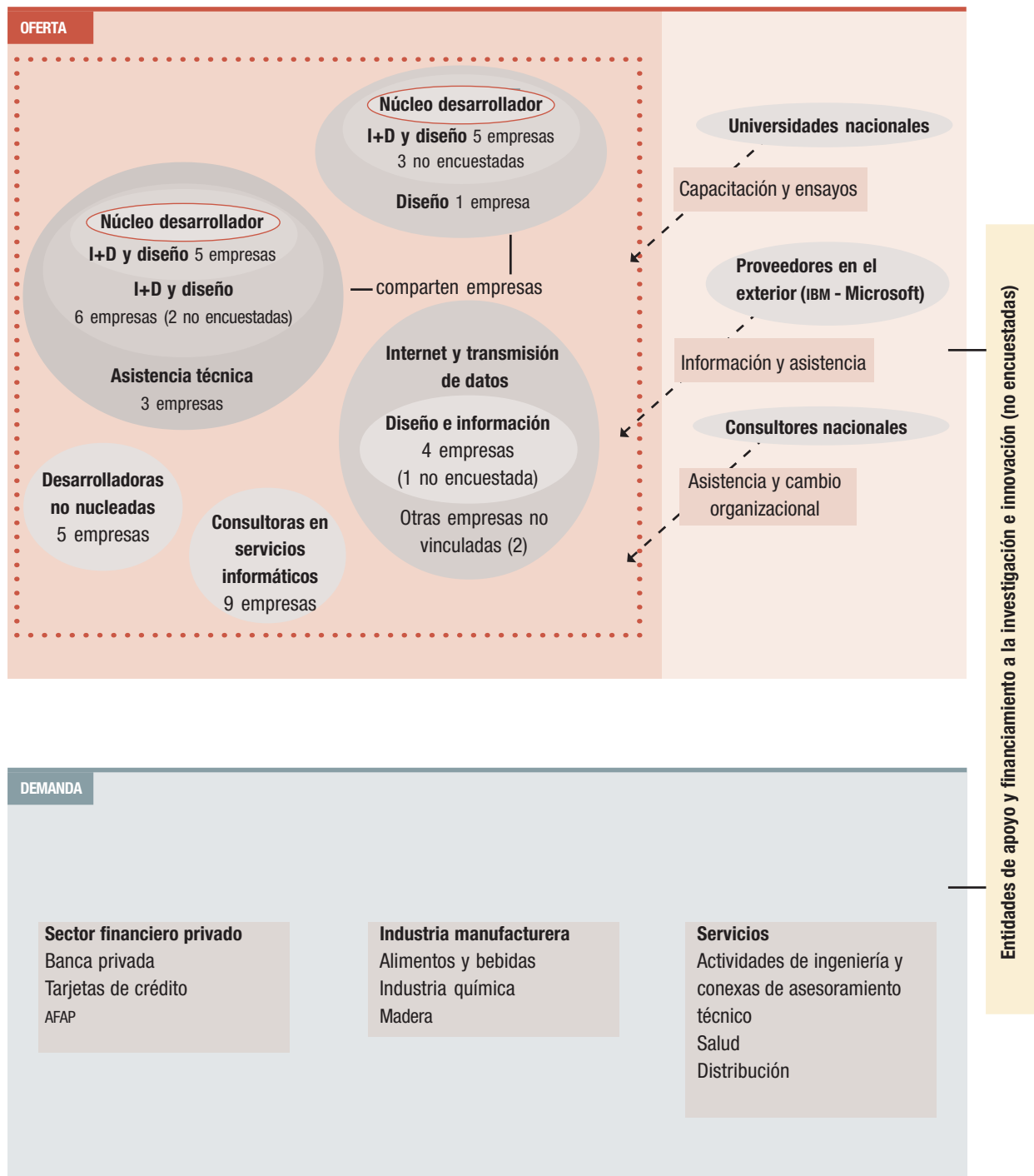
Entre las empresas de la oferta se diferencian claramente las compuestas enteramente por capital nacional (algo más del 70%) y las firmas extranjeras (23%); solamente dos combinan la presencia de ambos tipos de capitales. Del lado de la demanda, la presencia de capital extranjero es algo mayor, aunque aproximadamente la mitad de las empresas se componen en su totalidad de capitales nacionales.

En promedio, las firmas de la oferta ocupaban entre 55 y 67 personas entre 1998 y 2002, mientras que las empresas usuarias presentaban un tamaño mayor, que se ubicaba en cerca de 200 ocupados. La mitad de las empresas de la oferta podrían considerarse pymes, en tanto se ubican en el tramo de 20 a 99 personas ocupadas, con una facturación de entre 180.000 y 5 millones de dólares anuales.

En cuanto a la calificación de los ocupados, las empresas oferentes se caracterizan por presentar un elevado porcentaje de profesionales y técnicos en comparación con las usuarias. En las primeras, los profesionales y técnicos representaban en promedio entre 70 y 75% de la ocupación entre 1998 y 2002, mientras que en las segundas el porcentaje se situaba entre 30 y 36% (cuadro 19). Ambos subgrupos de empresas declararon en su gran mayoría (70-80%) que su demanda de profesionales aumentó durante el período 1991-1998, mien-

Diagrama 3

Relaciones usuario-productor y flujos de conocimientos en el ámbito de software y servicios informáticos (141 agentes detectados)



Nota: Las flechas continuas representan intercambio de bienes y servicios; las flechas discontinuas, intercambio de información y conocimiento; las flechas unidireccionales representan intercambios unilaterales y las flechas bidireccionales, intercambios bilaterales.

Fuente: Encuesta de innovación IE-PNUD.

tras que la mitad señaló que, además, su demanda de profesionales continuó aumentando en el período de crisis (1999–2002).

En cuanto al desempeño económico de las firmas del ámbito, casi todas ellas (tanto las oferentes como las demandantes) declararon un aumento de sus ventas en el período de crecimiento económico (1991–1998), mientras que más del 80% también registró un aumento de la ocupación en el mismo período. Lo destacable es que, aun en el período de crisis (1999–2003), dos tercios de las firmas de la oferta declararon que sus ventas continuaron aumentando, mientras que lo mismo sucedió con la ocupación. Dicho porcentaje es menor entre las firmas usuarias (40%–38%).

La propensión exportadora de las firmas de la oferta creció durante la crisis económica: el coeficiente medio de exportaciones sobre ventas evolucionó de 24% en 1998 a 34% en el 2002, mientras que entre las empresas usuarias dicho coeficiente prácticamente se mantuvo estable (23%–24%).

Las ventas de las empresas oferentes se dirigen en su gran mayoría al sector servicios (59%), y una parte nada despreciable al sector público (28%), porcentaje mucho más elevado que en las empresas de la demanda. Por otro lado, es escasa la incidencia del sector agropecuario y del consumo final como demandantes.

Las actividades de innovación que realizan las empresas de la oferta y demanda

Casi todas las empresas de la oferta realizaron en los últimos años actividades de I+D y de capacitación. Asimismo, cerca de las tres cuartas partes de las oferentes adquirieron en los últimos años tecnología incorporada en bie-

nes de capital o realizaron actividades de mejoramiento de la gestión de la producción. Resultó de menor importancia relativa la innovación asociada a la utilización de capacidades profesionales y técnicas externas a la empresa y la realización de actividades de ingeniería y diseño industrial.

El comportamiento del grupo de las empresas demandantes fue relativamente similar al de las empresas oferentes. Se destaca que en este grupo casi todas las empresas incorporaron bienes de capital, mientras que fue más frecuente la innovación en gestión y en ingeniería y diseño, y algo menos frecuente la realización de actividades de I+D, a pesar de ser realizada por un significativo porcentaje de firmas. Las actividades de I+D interna fueron más frecuentes entre las empresas oferentes, y las de I+D externa, entre las usuarias.

El grado de alcance de las actividades innovadoras es elevado, por cuanto más de 70% del total de las empresas realizaron actividades de innovación en las cuatro áreas consideradas (producto, proceso, organización y comercialización) (cuadro 20).

Las innovaciones constituyeron para la mayoría de las empresas estrategias que apuntaron a la ampliación de sus actividades o a la mejora de la calidad de sus productos. En ese sentido, los objetivos más mencionados refieren a mejorar la calidad de los productos y a ampliar el mercado actual o abrir nuevos mercados, tanto para las empresas oferentes como para las demandantes. Por el contrario, las respuestas asociadas a estrategias defensivas como *conservar el mercado actual* o *reemplazar productos obsoletos* fueron mencionadas por una proporción mucho menor de empresas,

Cuadro 19

Porcentaje medio de profesionales y profesionales técnicos		
	OFERTA	DEMANDA
Porcentaje de profesionales, 1998	46,6	19,6
Porcentaje de profesionales, 2002	54,9	21,8
Porcentaje de profesionales y técnicos en el total de ocupados [1998]	74,5	30,5
Porcentaje de profesionales y técnicos en el total de ocupados [2002]	69,4	36,1

Fuente: Encuesta IE-PNUD.

aunque no despreciable en el caso de la oferta. Esto último estaría relacionado con la alta velocidad del proceso de creación, difusión y obsolescencia de las innovaciones en el sector productor de *software* y servicios informáticos, especialmente en comparación con los sectores «maduros» de la economía, a los cuales pertenecen en buena parte de las empresas usuarias.

Por otra parte, los objetivos asociados a la diversificación de la oferta de productos o servicios, tales como la apertura de nuevas líneas, fueron mencionados por cerca de la tercera parte de las empresas, tanto de la oferta como de la demanda. Asimismo, los objetivos asociados a la producción y a la reducción de costos no fueron relevantes entre las empresas de la oferta, pero los mencionaron cerca de la mitad de las empresas usuarias. Entre ellos destacan los objetivos de reducción de costos laborales, flexibilización de la producción y mejoramiento de la gestión ambiental. Cabe resaltar que los objetivos relacionados con el aprovechamiento de oportunidades relacionadas con políticas públicas fueron señalados por una proporción muy escasa de firmas, tanto oferentes como demandantes.

Finalmente, la principal restricción mencionada por las empresas para realizar actividades de innovación se refiere al reducido tamaño del mercado. Las falencias de las políticas públicas y la dificultad de acceso al financiamiento son los factores de siguiente

mayor importancia, sin diferencias significativas entre empresas oferentes y demandantes. Este último obstáculo es coherente con el hecho de que 76% de las empresas declaró en la encuesta que la principal fuente de financiamiento de las actividades de innovación que realiza son fondos propios.

En suma, el ámbito de *software* y servicios informáticos tiene la particularidad de contener dos núcleos de empresas productoras, ligadas a través de redes de conocimientos organizadas jerárquicamente. Las actividades de mayor complejidad (I+D y diseño de productos) se realizan entre las empresas núcleo y las ubicadas en el primer o segundo nivel, mientras que otro tipo de ligazones para realizar actividades como asistencia técnica se dan en niveles más alejados de la empresa nucleadora. Se encuestó también a tres empresas de Internet y transmisión de datos nucleadas, relacionadas entre sí para diseñar productos u obtener información. Las 18 firmas restantes, pertenecientes a los tres segmentos (desarrolladoras, Internet y transmisión de datos, consultoras) no pertenecen a ningún núcleo.

Si bien se considera necesaria, tanto desde del lado de la Universidad como del de los empresarios, una fuerte interacción entre ambos, como vehículo para mejorar la calidad, la calificación técnica y el conocimiento de sus miembros, esos vínculos aún no se han desarrollado fuertemente, aunque las universidades ya desempeñan un papel de formadoras

Cuadro 20

Actividades de innovación		
TIPO DE INNOVACIÓN	OFERTA	DEMANDA
Realizó actividades de I+D interna	92,1	80,0
Realizó actividades de I+D externa	47,4	56,7
Realizó compra de bienes de capital	73,7	92,2
Realizó compra de <i>software</i>	84,2	100,0
Realizó transferencia de tecnología y consultoría	65,8	76,7
Realizó ingeniería y diseño industrial	50,0	61,1
Realizó innovación en gestión	76,3	88,9
Realizó capacitación	97,4	91,1

Fuente: Encuesta IE-PNUD.

de recursos humanos calificados. Se identificaron y encuestaron tres entidades académicas de investigación que mantienen un grado de vinculación medianamente relevante con las empresas del ámbito –dos departamentos de la UdelaR y uno de la universidad privada ORT–. En ellos se realiza investigación básica y aplicada, así como asesoramiento a agentes del sector productivo en soluciones específicas.

Casi todas las empresas de la oferta declaran que los clientes son una fuente muy importante para obtener nuevos conocimientos, rasgo que distingue a estas empresas del resto encuestado de los otros ámbitos. Se sabe que el sector financiero privado, las pymes y algunas empresas internacionales corrieron el riesgo de contratar desarrollos locales de tecnologías de la información que posibilitaron el desarrollo de las empresas productoras locales. Se destaca además a los sectores agropecuario y de telecomunicaciones como «no actores» en el proceso de desarrollo de estas empresas. Con respecto a esto último, se señala particularmente que la forma de gestión y los mecanismos formales para definir las inversiones de las empresas estatales, basados en la aversión al riesgo, habrían resultado en que la principal empresa de telecomunicaciones se convirtiera en un «no actor» del desarrollo tecnológico local, lo que contrasta con la presencia del sector de telecomunicaciones como actor tecnológico principal en el mundo. La demanda encuestada incluyó a los clientes nombrados por las empresas oferentes del ámbito y empresas de los otros ámbitos que innovan con *software* nacional. Pertenecen al sector financiero privado (banca, tarjetas de crédito, seguros, AFAP), empresas de la industria manufacturera, básicamente de las ramas alimenticia y química, y empresas de servicios de distribución y de salud. En total se consideraron 90 empresas usuarias.

Ámbito de servicios empresariales de ingeniería

Dentro del sector servicios se ha generado una amplia diversidad de ramas, que cumplen diferentes funciones en el proceso innovador de la economía en su conjunto. Ha surgido un gran número de servicios empre-

sariales intensivos en conocimiento (SEIC), con un rol crecientemente dinámico en las EIC mediante actividades originales e innovadoras. Algunos de ellos son similares a las industrias de alta tecnología, en relación con los montos invertidos en I+D o la intensidad tecnológica (Howells, 2000).

Estos servicios no sólo han incrementado su capacidad para generar y facilitar innovaciones en otros sectores, a través del nexo usuario-proveedor, sino que han comenzado a ocupar un lugar de cooperadores en dicho proceso, vinculándose en forma más directa con la innovación. Así, los SEIC se transforman en proveedores de:

- productos: conocimientos expresados a través de objetos e instrumentos con especificaciones precisas;
- insumos: servicios creados a partir de ese conocimiento que servirán a los clientes para generar su propio conocimiento;
- funciones: aplicación del conocimiento a funciones específicas que externalizan los clientes.

De este modo, es posible identificar tres grandes grupos de SEIC:

1. servicios que actúan como fuentes propias de innovación, tales como I+D o servicios de diseño;
2. servicios encargados de transferir conocimiento a otros agentes innovadores de la economía, entre ellos las consultoras o agentes de capacitación;
3. servicios que buscan integrar y coordinar diferentes tipos de conocimientos para el aprovechamiento de oportunidades, entre los que se destacan los servicios de ingeniería. Éstos se denominan servicios empresariales de ingeniería.

Al participar activamente del proceso de innovación, estos servicios se caracterizan por presentar elevados niveles de calificación de sus trabajadores, con gran capacidad de aprendizaje a lo largo de su vida laboral. En los países desarrollados, los principales SEIC han actuado como dinamizadores del empleo, atrayendo un importante número de trabajadores calificados desde los sectores industriales (Tether et al., 2002).

A pesar de la importancia que reviste contar con un análisis específico del sector, son pocos los estudios que abordan el tema, y en su mayoría se aplican a países desarrollados.⁵⁹ Si bien plantean un marco teórico de referencia para el análisis de los SEIC, tales trabajos no permiten caracterizar el alcance que éstos tienen en países como Uruguay, dada la naturaleza reciente de este tipo de servicios. Esta situación conduce a la carencia de indicadores o parámetros de referencia para analizar la evolución del ámbito en estudio —servicios empresariales de ingeniería (SEI)—, incluido en aquel más amplio.

Identificación de los agentes del ámbito

Al no existir antecedentes para identificar los agentes del ámbito, se debió partir de entrevistas a informantes calificados. Se entrevistó a las dos certificadoras y capacitadoras en sistemas de gestión y calidad nacionales (LATU Sistemas y UNIT) y a informantes conocedores de las empresas en territorio nacional involucradas en procesos de mejoramiento de la calidad de productos y procesos. Se obtuvieron de ese modo referencias de las empresas de SEI (siete consultoras) más reputadas del medio, y de las empresas usuarias en las cuales ha sido relevante la incorporación de esas innovaciones. Para finalizar el trabajo de preidentificación de las empresas a encuestar, se mantuvieron entrevistas con las consultoras mencionadas para que proporcionaran nombres de clientes que habían tenido un rol activo como usuarios. Posteriormente, durante la propia realización de la encuesta, se detectaron y agregaron al marco muestral otras empresas (todas ellas resultaron ser de la demanda) referidas por el encuestado.⁶⁰ Como resultado, el ámbito quedó conformado por 50 empresas, de las cuales 9 son oferentes de servicios y las restantes 41 (se encuestó a 33) corresponden a empresas demandantes de esos servicios.

A continuación se presentan las características de la oferta y demanda, así como un esquema que resume las principales relaciones que existen en el ámbito sobre la base de la encuesta IE-PNUD.

Las empresas de la oferta

La oferta está compuesta por dos certificadoras y capacitadoras en sistemas de gestión y calidad nacionales (LATU Sistemas y UNIT) y seis consultoras en servicios de ingeniería. Estas últimas empresas son las que se denominan SEI. Según los resultados de la encuesta IE-PNUD, muy pocas SEI realizan actividades de I+D; sus fuentes de conocimientos internos residen principalmente en la alta participación de profesionales en la plantilla de personal, la importancia que otorgan a la capacitación y el autoestudio para la actualización de conocimientos, y la forma de organizar el trabajo de modo de establecer mecanismos para transformar los conocimientos individuales y tácitos en colectivos y codificados en la organización (lo que se suele denominar *gestión del conocimiento*). Por lo general, ofrecen una gama amplia de servicios, desde los necesarios para obtener las certificaciones de producto, procesos y gestión ambiental, hasta los que conducen a la empresa usuaria a cambiar su estrategia competitiva, transformando la organización de la producción y del trabajo.

Las firmas de la oferta han sido fundadas, en su gran mayoría, a partir de la década del noventa. Estas empresas pertenecen en su mayor parte a capitales nacionales (75%) y presentan una muy baja propensión exportadora.

Al analizar conjuntamente la evolución de los niveles de ocupación con la calificación del personal ocupado, es posible deducir que las firmas oferentes han mantenido una tendencia progresiva de profesionalización de su plantilla de trabajadores, ajustando la participación de personal no calificado. A su vez, es preciso considerar que las firmas oferentes de los SEI se caracterizan por ser en su mayor parte pymes. Más del 60% de las firmas no superó los 180 mil dólares de ventas en el año 2002, y el 50% cuenta en su plantilla con menos de 20 trabajadores.

De acuerdo con los resultados de la encuesta IE-PNUD, en promedio las empresas de SEI destinan un 51% del valor de sus ventas al sector servicios (entre las cuales el sector público es un cliente importante), seguido en importancia por las ventas a la industria.

59 El trabajo presentado por Tether et al. en el 2002 analiza los datos provenientes de la Encuesta de Innovación de la Comunidad Europea (CIS-2), de modo de cuantificar la incidencia del sector en las distintas economías europeas. A su vez, se presenta en dicho trabajo una breve revisión de estudios anteriores para los mismos países.

60 Así por ejemplo, una empresa de equipamiento electrónico nombrada durante la preidentificación dijo relacionarse para innovar con una metalúrgica, que fue entonces encuestada, y a su vez declaró que se vinculaba con un fabricante de pinturas industriales también para innovar; o un productor de químicos dijo estar ligado con un laboratorio de ensayos para innovar, que a su vez se vinculaba con una empresa de ingeniería ambiental y una importadora de equipos dentro del marco de sus actividades de innovación. Durante el transcurso de la encuesta se armaron así algunas redes horizontales entre las firmas, en las cuales el objetivo del vínculo es la innovación.

Las entidades de la oferta

Durante el trabajo de preidentificación se detectaron dos entidades que investigan sobre temas relacionados con el ámbito: un instituto de la UdelaR (Facultad de Ingeniería) –que investiga sobre *performance* y calidad para resolver problemas de empresas y también control industrial– y el sindicato de trabajadores metalúrgicos –que investiga sobre cultura del trabajo para introducir en metalúrgicas.

Tres universidades privadas (Universidad de Montevideo, Universidad Católica y ORT) fueron nombradas por las empresas encuestadas para la realización de actividades de capacitación. Éstas no fueron encuestadas.

Las empresas de la demanda

Un rasgo singular del conjunto de empresas de la demanda de SEI es la poca participación de empresas agroindustriales (sólo hay seis en un total de 33), las que dominan la demanda de todos los ámbitos tomada en su conjunto. En este ámbito particular la demanda está compuesta por diversidad de actividades económicas,⁶¹ ninguna de las cuales prevalece. Sin embargo, no puede extraerse ninguna conclusión general de la poca demanda de SEI de las empresas agroindustriales, dadas las características no aleatorias con que fueron elegidas las empresas a encuestar.

Se observa que la edad de las firmas de la demanda es variada: el año de fundación va desde antes de la década de los sesenta hasta los años recientes. Cerca del 70% de las firmas pertenecen a capitales nacionales, mientras que casi 20% presentan capitales de origen 100% extranjero. Las demandantes son, además, en su mayoría medianas o grandes empresas. Del conjunto seleccionado, cerca del 35% emplea entre 20 y 99 trabajadores, mientras que otro 35% ocupa a más de 100. A su vez, estas últimas presentan niveles de facturación superiores a los 5 millones de dólares para el año 2002. En cuanto al nivel de calificación, las firmas presentan baja participación de personal calificado (18% de profesionales) en sus plantillas. Entre técnicos y profesionales los promedios por empresas son de aproximadamente un cuarto del total de puestos de trabajo, porcentaje que no ha variado significativamente en los últimos años.

Las actividades de subcontratación a terceros son muy relevantes: las realiza cerca del 90% de las firmas. No obstante, para la amplia mayoría la subcontratación se concentra en servicios y consultoría (más del 90% de las firmas demandantes realizan esta actividad), y sólo 50% realiza también subcontrataciones de partes de sus procesos productivos.

Como característica común a estas firmas es posible identificar la *performance* que han tenido en los últimos años. Más del 90% de las empresas encuestadas declararon haber aumentado las ventas durante el período 1991–1998, mientras que 64% las redujo en los años de crisis, 1999–2003. A su vez, las firmas demandantes del ámbito en estudio exportan cerca del 30% de su facturación, un poco menos que la media de las demandantes (35%).

Mapa de relaciones usuario–productor y flujos de conocimientos

Los vínculos que las empresas desarrollan con el resto de los agentes que conforman el sistema de innovación del ámbito serán elementos clave a la hora analizar la forma en que se genera y circula el conocimiento entre las empresas y dentro de ellas, propiciando o no la innovación. En el diagrama 4 se esquematizan esos vínculos.

El ámbito de SEI presenta características particulares respecto de los otros ámbitos analizados, ya que las relaciones de compraventa de servicios generan necesariamente flujos de conocimientos bilaterales, generalmente bajo la forma de asesorías en cambio organizacional (esto explica las flechas de doble trazado en el diagrama 4). En efecto, entre las empresas entrevistadas existen vínculos bidireccionales cuyo principal objeto es la realización de actividades de capacitación y asesoría en cambio organizacional. Esto responde al hecho de que las empresas demandantes contratan a las oferentes para realizar cambios en su organización interna, de modo de estimular la generación de procesos innovadores. Las fuentes de conocimientos externas de las consultoras se limitan a otras empresas consultoras nacionales y a las certificadoras y capacitadoras en sistemas de gestión y calidad. Esto último explica por qué esas

61 Metalúrgicas, productos químicos, equipamiento electrónico, construcción, transportes, logística, servicios dentales, emergencias médicas, provisión de gas, *shoppings*, publicidad, importadoras de equipamiento especializado, etc.

empresas de la oferta se encuentran entre las catalogadas como autocentradas.

Al analizar los medios que utilizan las empresas para obtener información y conocimiento, se manifiesta, una vez más, la importancia de los vínculos usuario-proveedor en el ámbito. Los clientes y proveedores especializados son fuentes de conocimientos relevantes tanto para las firmas de la oferta como de la demanda. Resultan asimismo relevantes, principalmente para la oferta, las fuentes basadas en otros consultores.

Si se clasifican las relaciones según sean unilaterales (la solicitud de información, financiamiento, capacitación, ensayos y asistencia técnica) o bilaterales (asesoría en cambio organizacional, diseño de producto, I+D), se observa la preponderancia de las relaciones unilaterales que desarrollan las empresas encuestadas. No obstante, cerca del 50% de las de la demanda declara mantener relaciones bilaterales con proveedores o consultores, lo que refleja el desarrollo de los vínculos entre las empresas estudiadas.

Las actividades de innovación

Con el objetivo de analizar la *performance* que han mostrado las empresas del ámbito en la realización de las actividades de innovación, se analiza a continuación una serie de indicadores sobre el tipo y el alcance de la innovación que han realizado las empresas del ámbito. Es importante recordar que los SEI se enfocan en la generación de nuevos conocimientos, tanto para uso propio como para uso de las empresas demandantes de dichos servicios, y el vínculo proveedor-usuario es un elemento determinante del proceso de innovación. Por tal motivo, el análisis de los procesos de innovación y aprendizaje será realizado conjuntamente para las empresas pertenecientes a la oferta y a la demanda.

Las empresas del ámbito de SEI presentan un alto porcentaje de realización de actividades de I+D. No obstante, existen diferencias importantes entre las empresas demandantes –para las cuales estas actividades son de mayor relevancia– y las oferentes. En este sentido se observa que un 75% de las empresas de la demanda realiza actividades de I+D internas a la firma, actividad

que solamente fue realizada por el 38% de las oferentes.

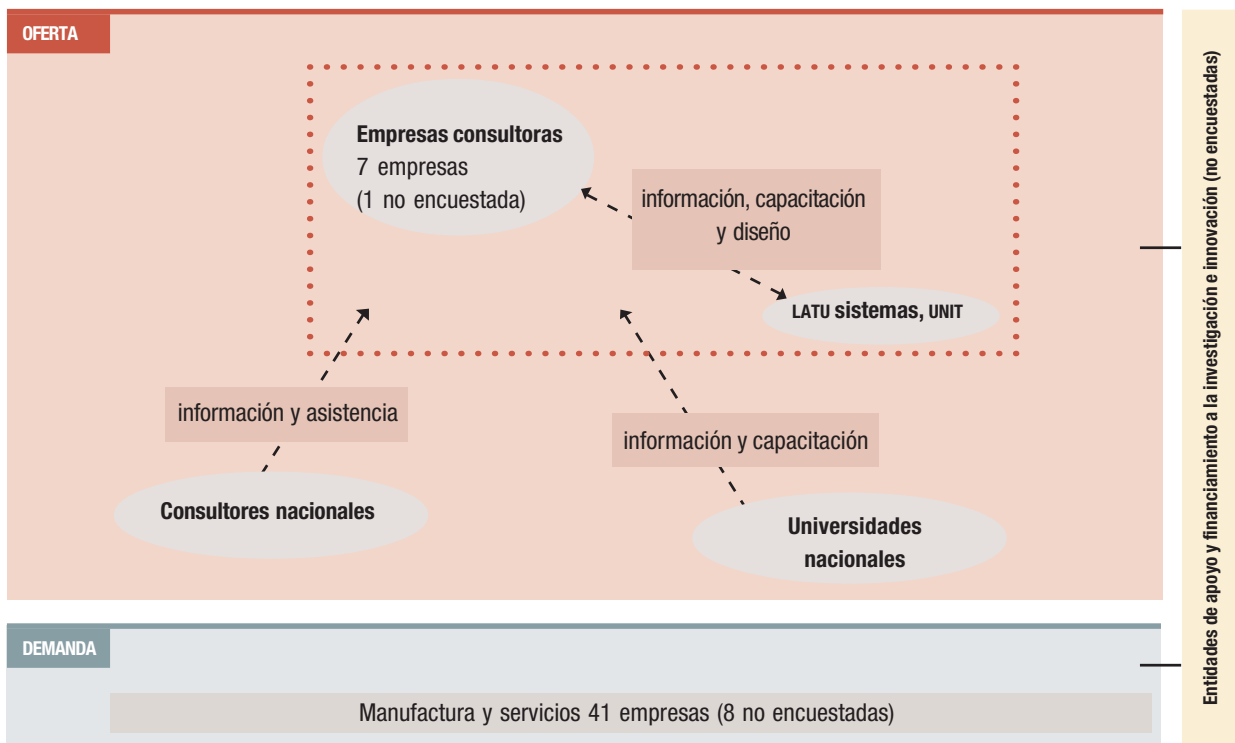
Entre las actividades innovadoras realizadas por las firmas oferentes, se destacan por su importancia la capacitación y la incorporación de tecnología a través de la compra de bienes de capital (75% de las firmas). Las actividades de transferencia de tecnología, innovación en gestión y compra de *software* resultaron levemente menores (fueron realizadas por el 62% de las empresas encuestadas). La actuación de las empresas demandantes resultó superior en todas las áreas de innovación consideradas. No obstante, es fundamental el papel que en ellas han desempeñado las actividades de ingeniería y diseño industrial. Se observa que más del 80% de estas empresas ha realizado actividades de ingeniería, la que se revela así como una de las principales actividades de innovación realizadas, junto con la innovación en gestión.

Sin duda, una de las principales fuentes internas de conocimiento de las empresas de este ámbito tiene estrecha vinculación con la capacitación del personal. Las empresas oferentes de SEI presentan, en promedio, 80% de sus trabajadores en actividades de capacitación. Esto se vincula con el hecho de que uno de los rasgos centrales de las nuevas ramas innovadoras de servicios es el alto nivel de calificación y capacitación permanente de los trabajadores, ya que allí reside su principal fortaleza. Esta actividad también es de gran importancia para las empresas de la demanda, aunque el promedio de trabajadores en capacitación es menor. La relevancia que esta actividad tiene para las empresas del ámbito queda en evidencia al observar que para el 75% de ellas la capacitación forma parte del plan estratégico.

Las empresas han obtenido resultados positivos con la realización de actividades de innovación, ya que cerca de 75% de las de la oferta han obtenido certificaciones de producto o servicio, lo que las sitúa muy por encima de la media de las empresas encuestadas (40%), mientras que sólo un 33% de las de la demanda presentan esta certificación. En relación con las certificaciones de procesos, el porcentaje de empresas oferentes que obtuvieron dichas certificaciones es nulo, en tanto el 65% de las empresas de la demanda

Diagrama 4

Relaciones usuario-productor y flujos de conocimientos en el ámbito de servicios empresariales de ingeniería
(74 agentes detectados)



Nota: Las flechas continuas representan flujos de bienes y servicios; las flechas discontinuas, intercambio de información y conocimiento; las flechas unidireccionales representan intercambios unilaterales y las flechas bidireccionales, intercambios bilaterales.

Fuente: Encuesta de innovación IE-PNUD.

declara haberlas obtenido. Por otro lado, la mayor parte de éstas últimas declara que se ha relacionado con consultores del SNI, muchas veces nacionales, para realizar asesorías en cambio organizacional.

Las innovaciones resultan novedosas para el mercado local en un alto porcentaje de las empresas del ámbito, el cual disminuye marcadamente para las innovaciones novedosas en el plano internacional. Finalmente, en términos de facturación, si bien los nuevos productos muestran una importancia mayor en las empresas de la oferta que en las demandantes, su peso se encuentra, en ambos casos, por debajo del promedio de las empresas encuestadas.

En cuanto a las tecnologías de gestión, se observa un alto porcentaje de trabajadores que se desempeñan en equipos, tanto para la

oferta (61% en promedio) como para la demanda (68%). Sin embargo, sólo 27% de los trabajadores de la oferta (en promedio) enriquecieron sus tareas, porcentaje que se duplica para las empresas demandantes. Igual situación se observa en el alcance de las funciones técnicas que cumplen los supervisores, que es muy relevante en la demanda y poco en la oferta.

Tanto las empresas oferentes como las demandantes muestran escasos acuerdos laborales, y la inclusión de adicionales en las remuneraciones no parece ser práctica común en el ámbito. No obstante, las empresas otorgan gran importancia a la participación de sus trabajadores, y existen mecanismos para recibir sugerencias en el 100% de las empresas de la oferta y en el 90% de las de la demanda. En

más del 60% de los casos, los mecanismos son de tipo formal, a través de *grupos de mejora*.

De esta manera, es posible concluir que las tecnologías de gestión implementadas en las empresas del ámbito han alcanzado buenos niveles de desarrollo, principalmente en las demandantes. Los mecanismos de participación, al igual que los procesos de organización del trabajo, facilitan la generación de procesos de innovación dentro las empresas, mediante el estímulo a la circulación de conocimientos. No obstante, en la mayoría de los casos las relaciones laborales no han acompañado la evolución en la organización del trabajo, lo cual genera un efecto contrario sobre el estímulo a la innovación.

Entre los objetivos que buscan las empresas mediante las actividades de innovación se destacan los objetivos de mercado, declarados por más del 80% de las empresas del ámbito. Dentro de éstos, las actividades se enfocan principalmente en la ampliación de los mercados. Resulta asimismo importante la mejora de la calidad de los productos.

La creación de nuevas líneas de productos es un objetivo relevante para las empresas oferentes (más del 50%), un resultado esperable dada la naturaleza de la actividad: ofrecer soluciones innovadoras a las empresas demandantes. Otro resultado previsible es la importancia asignada a la modificación de los procesos de producción (como la flexibilización de la producción), declarada por más del 50% de las empresas de la demanda. Para éstas también tiene importancia la reducción de costos.

Los factores que las distintas empresas identifican como obstáculos a la realización de actividades innovadoras no son importantes para las empresas demandantes, de las cuales solamente el 45% señala el tamaño reducido del mercado, mientras que apenas un 30% alude al período de retorno de la innovación. Por otro lado, las empresas oferentes encuentran mayores limitaciones a la realización de estas actividades principalmente en el tamaño del mercado o las falencias en las políticas públicas (75%) y la dificultad que tienen para acceder a financiamiento (63%). El hecho de que la demanda esté conformada por grandes empresas y la oferta por em-

presas pequeñas se encuentra en línea con estos resultados. También se observa que las empresas hacen uso importante del autofinanciamiento de sus actividades de innovación; particularmente para la demanda, es muy escaso el contacto con agentes financiadores (banca comercial, financiamiento público).

En suma, el ámbito de SEI presenta características particulares respecto de los otros ámbitos analizados, ya que las relaciones de compraventa de servicios generan flujos de conocimientos bilaterales, generalmente bajo la forma de asesorías en cambio organizacional. Muy pocas empresas de la oferta de SEI realizan actividades de I+D; sus fuentes de conocimientos internas residen principalmente en la alta participación de profesionales en la plantilla de personal, la importancia que otorgan a la capacitación y el autoestudio para la actualización de conocimientos, y la forma de organizar el trabajo a fin de establecer mecanismos para transformar los conocimientos individuales y tácitos en colectivos y codificados para la organización. Sus fuentes de conocimientos externas se limitan a las de otras empresas consultoras nacionales y a las certificadoras y capacitadoras en sistemas de gestión y calidad. Esto explica por qué esas empresas de la oferta se encuentran entre las catalogadas como autocentradas. Al analizar los rasgos característicos de las firmas pertenecientes a la demanda de los SEI, es posible comprobar la importancia de la certificación de sus procesos (65% de las empresas tiene una) y, en menor medida, de los productos (30% de las firmas). Además, la mayor parte declara que se ha relacionado con consultores del SNI, muchas veces nacionales, para realizar asesorías en cambio organizacional. Resalta, además, la poca participación de empresas agroindustriales (sólo hay seis en un total de 33), las que dominan la demanda de todos los ámbitos tomada en su conjunto.

Ámbito de farmacéutica

El ámbito de farmacéutica engloba dos etapas de I+D y tres productivas. Las primeras consisten en el desarrollo de nuevos principios o fármacos y el desarrollo de nuevas

formas farmacéuticas o medicamentos. Por su parte, las etapas productivas son: producción industrial de fármacos (farmoquímica y extracción de plantas medicinales), producción industrial de medicamentos y comercialización de medicamentos. La industria farmoquímica se basa en la síntesis de nuevos fármacos o su identificación a partir de productos naturales, y la industria farmacéutica se ocupa de la producción del medicamento basándose en estos fármacos.

Los medicamentos pueden definirse como una forma farmacéutica (inyectable, comprimido, etc.) constituida por uno o varios principios activos, que ha sido aprobada por las autoridades sanitarias correspondientes, para su comercialización. Dentro de los medicamentos de uso humano⁶² se distinguen los medicamentos éticos, que incluyen aquellos comercializados con receta médica profesional, y los medicamentos no éticos u OTC (*over the counter*), que son en general de venta libre. Dos especialidades farmacéuticas son consideradas bioequivalentes cuando contienen el mismo principio activo en igual dosis y formulación y, a su vez, producen el mismo efecto clínico terapéutico.

Las especialidades farmacéuticas pueden clasificarse en cuatro grandes grupos:

- *Medicamentos originales o innovadores.* Medicamentos registrados y comercializados por un laboratorio innovador, el cual realizó los esfuerzos de I+D necesarios para su obtención. En la actualidad se encuentran amparados por patentes, que durante su tiempo de vigencia otorgan a los laboratorios el monopolio de la comercialización.
- *Licencias.* Medicamentos originales fabricados, mediante una licencia, por laboratorios que no poseen la patente.
- *Copias o similares.* Medicamentos originales, fabricados y comercializados por laboratorios distintos de aquellos que los descubrieron y comercializaron inicialmente, cuando la patente no existe o ya expiró. En estos productos no se ha probado la bioequivalencia con el medicamento original.
- *Medicamentos genéricos.* Especialidades con la misma forma farmacéutica e igual composición cualitativa o cuantitativa en sus-

tancias medicinales que otra especialidad de referencia, la cual cuenta con un perfil de eficacia y seguridad establecido por su continuo uso clínico. Es decir, son medicamentos bioequivalentes de otro cuya patente ya ha expirado.

Breve reseña sobre la industria farmacéutica uruguaya

Existen en Uruguay estudios sobre el sector farmacéutico, su inserción regional e internacional y la participación del sector en la inversión extranjera, entre otros,⁶³ que se tomaron en cuenta para la caracterización general del ámbito y como antecedentes útiles para la preparación del trabajo de campo realizado a propósito de este informe. Las estadísticas que se presentan a continuación fueron extraídas de un trabajo de la Cámara de Industrias del Uruguay sobre la industria farmacéutica en el país (2000).

El sector farmacéutico nacional se compone de unos 83 laboratorios,⁶⁴ los cuales pueden clasificarse en tres grandes grupos:⁶⁵

- *Laboratorios con plantas industriales en el país.* Son aquellos que en su totalidad pertenecen a capitales nacionales o binacionales. En su mayoría fueron fundados en los años cincuenta, en pleno proceso de sustitución de importaciones. Dentro de este grupo hay aproximadamente 30 laboratorios que en general, aparte de las líneas propias, tienen representaciones de empresas internacionales.
- *Laboratorios nacionales que cuentan únicamente con representaciones.* Representan a otros laboratorios de origen regional o multinacional. Al no contar con plantas de producción propias, importan los productos que ofrecen en el mercado.
- *Filiales de multinacionales sin producción.* Son filiales de empresas multinacionales que se instalan en el país, pero no producen: sólo importan las especialidades desde sus casas matrices.

Esta estructura es resultado de la evolución del sector durante las últimas décadas. La industria farmacéutica de la región surgió en el marco del proceso de sustitución de importaciones, con la participación temprana

62 La producción del sector farmacéutico se divide en productos de uso humano (90%) y productos de uso veterinario (restante 10%). Laens et al. (1999).

63 Se destacan los siguientes estudios: Laens et al. (1999), CIU (2000), UdelaR-Facultad de Química (2004) y Bittencourt (2004).

64 Los laboratorios se organizan en dos asociaciones: Asociación de Laboratorios Nacionales (ALN), que agrupa a aquellos laboratorios nacionales o binacionales, y la Cámara de Especialidades Farmacéuticas y Afines (CEFA), que nuclea a las empresas de carácter multinacional.

65 Cabe precisar que en Uruguay es habitual llamar *laboratorios* a las industrias farmacéuticas.

de laboratorios de países desarrollados. La oferta se compuso, desde sus inicios, con numerosas filiales que importaban los principios activos desde sus casas matrices, y algunas empresas locales que trabajaban a partir de materias primas importadas.

Entre fines de los años ochenta y mediados los noventa, la situación macroeconómica determinó un cambio en la estrategia de las empresas transnacionales. La creciente apertura de los mercados y la necesidad de inversiones en tecnología, sumadas al reducido mercado local, llevaron a la relocalización de las plantas productivas en la región. Las empresas transnacionales cerraron su producción en el mercado local y pasaron a convertirse exclusivamente en filiales importadoras de los mercados vecinos (Argentina y Brasil).

Gran parte de las instalaciones abandonadas fueron adquiridas por el primer grupo de laboratorios, lo cual les permitió ampliar su presencia tanto en la plaza interna como internacional. El proceso fue acompañado de una importante inversión en equipamiento y personal capacitado para implantar buenas prácticas de manufactura que permitieran producir con estándares de calidad apropiados.

El valor bruto de producción (VBP) total del sector alcanzó aproximadamente los 200 millones de dólares promedio anuales entre 1988 y 1996, lo que representa cerca de 3% del VBP industrial. La producción interna fue de 60% de la oferta en el mercado interno entre 1999 y 1996. La importación de medicamentos, que completa la oferta interna, se realiza principalmente desde países europeos y Estados Unidos. La carencia de un mercado desarrollado de farmoquímicos deriva en una fuerte utilización de materias primas importadas (87%) y, por consiguiente, acentúa la dependencia del exterior de los laboratorios nacionales.

El sector farmacéutico empleaba en el año 2000 a más de dos mil trabajadores con alto nivel educativo en comparación con el resto de la industria (mientras que la industria nacional alcanzaba en promedio 8,9 años de escolaridad, en la farmacéutica el promedio era de 12,3 años). El nivel de calificación del

sector se vincula a las remuneraciones, ampliamente superiores a las de otros sectores industriales (la remuneración promedio es más del doble de la remuneración promedio para la industria agregada), y a la mayor incorporación de valor a través de la innovación, a fin de aumentar la calidad de los productos y procesos y desarrollar formas farmacéuticas.

Uruguay tiene un elevado nivel de consumo de medicamentos, que alcanzó valores cercanos a los 346 millones de dólares de ventas en 1999. La producción nacional encuentra, por tanto, su principal destino en el mercado local. Los canales de salida de la producción del sector farmacéutico son farmacias, mutualistas, droguerías y gobierno, y las droguerías y mutualistas acumulan más de 60% de la demanda.

La evolución de los precios de los medicamentos se encuentra marcada por dos aspectos fundamentales. En primer lugar, la concentración de demanda en las mutualistas ha permitido que éstas obtengan precios sensiblemente menores que el resto de los canales. En segundo lugar, ha existido una importante diferenciación de precios entre productos importados y nacionales, fenómeno generado en parte por las características de la legislación de patentes hasta el año 2001.

Las exportaciones del sector se encuentran en el orden del 12% de su producción total, lo que refleja la clara orientación de las empresas hacia el mercado interno. Los principales destinos de exportación de medicamentos son los países de la región, y los montos exportados son marginales para la economía en su conjunto.

La industria nacional es todavía débil y está muy fragmentada en pequeñas empresas, la mayoría de las cuales no están aún adaptadas a las nuevas condiciones del comercio internacional, incluido el de la región, y siguen orientadas a competir entre ellas por el relativamente pequeño pero apetecible mercado nacional, que comparten con las transnacionales. Los laboratorios nacionales no han desarrollado formas asociativas para salir a ocupar organizadamente otros mercados regionales que pueden llegar a ser más importantes que el nacional. Aparentemente

el sector no ha logrado hasta ahora compatibilizar la competencia en el mercado local con la asociación para el mercado regional (UdelaR, Facultad de Química, 2004).

Por su lado, la interacción entre la industria farmacéutica y la academia en Uruguay es todavía escasa y poco articulada, y no se configura en proyectos de mediano plazo (con algunas excepciones). Uno de los espacios que despierta cierto interés, porque podría permitir el lanzamiento de productos nuevos con costos de I+D menores a los de medicamentos de síntesis o de los desarrollos biotecnológicos de nuevas drogas, es el de fitoterápicos (Bittencourt, 2004).

Desde el lado de la UdelaR y otras entidades de generación de conocimiento se ha producido en los últimos años un importante cambio de actitud en relación con las necesidades de la producción industrial. Según expresa el decano de la Facultad de Química, Dr. A. Nieto (UdelaR, Facultad de Química, 2004):

[L]a oferta de la Facultad de Química no es sólo de elaboración teórica sino un compromiso bien práctico y tangible de aportar conocimiento y trabajo para generar valor en ese sector. Esto lo hemos venido haciendo desde hace muchos años mediante asesoramientos específicos a la industria, pero ahora hemos dado un salto importante hacia adelante mediante la creación del Polo Tecnológico. Esta iniciativa ya ha comenzado a desarrollar emprendimientos conjuntos con las empresas de la industria farmacéutica (entre otras) para desarrollar nuevos productos o procesos, u optimizar los ya existentes, a los efectos de ayudarlas a añadir valor a su producción, incrementando su competitividad. Más aún, en algunos de los cuatro subsectores identificados como relevantes (fitoterápicos y plantas medicinales, medicamentos genéricos, dispositivos diagnósticos, nutracéuticos) estamos colaborando también a crear eslabones de la cadena de valor que son necesarios para estos fines por inexistentes en el país. Como ejemplo podemos decir que en el Polo Tecnológico se incubó un emprendimiento dedicado a la producción industrial de materias primas para fitoterápicos que, una vez que se consolidó, se instaló como empresa en el Parque Tecnológico Industrial del Cerro de la Intendencia Municipal de Montevideo. Otro ejemplo es una planta de síntesis de farmoquímicos de gran relevancia para la producción de medica-

mentos genéricos (entre otros), que está en construcción en el Polo Tecnológico.

Según las conclusiones de Bittencourt (2004), la evolución a mediano plazo de la industria farmacéutica uruguaya depende de un conjunto de factores complejo, pero presentaría posibilidades interesantes de expansión si se produjeran cambios favorables en los siguientes espacios:

- Reforma del sistema nacional de salud, que involucre un sistema de información de resultados terapéuticos y una unidad de farmacovigilancia con mayor acción de control en el cumplimiento de las normas técnicas y de calidad de productos y procesos.
- Apertura de los mercados regionales, en particular de Brasil, con acceso en similares condiciones a los laboratorios radicados en ese país.
- Coordinación de esfuerzos entre laboratorios e instituciones de investigación para el lanzamiento de nuevos productos o formas farmacéuticas nuevas de drogas ya conocidas.
- Desarrollo de la producción local de farmoquímicos en algunas áreas especializadas. Este desarrollo requeriría, para alcanzar una escala suficiente, la conexión con experiencias exportadoras que a su vez puedan potenciarse mediante la demostración de trazabilidad en el origen de sus insumos.

Para ello, concluye Bittencourt, el país dispone de algunas empresas con conocimientos amplios de sus mercados y plantas actualizadas, además de capacidades interesantes en su sistema de ciencia y tecnología. Existen, sin embargo, importantes dificultades de escala y de coordinación.

Regulaciones del ámbito: ley de patentes

La legislación sobre patentes para el sector farmacéutico encuentra sus inicios en 1941, cuando se estableció que las composiciones medicinales y los productos químicos no son invenciones patentables, aunque sí lo son los procedimientos nuevos empleados en su fabricación. De esta forma, las empresas se encontraron habilitadas para patentar sus pro-

Recuadro 10

Polo Tecnológico (Facultad de Química, Udelar)

La Facultad de Química (FQ) desarrolla desde el año 2000 un programa para promover la innovación en dos sectores industriales fuertemente relacionados con ella: la industria farmacéutica y la alimentaria. Al mismo tiempo provee asistencia tecnológica y servicios medioambientales y analíticos que, en forma transversal, sirven a todas las industrias, sobre la base de sus competencias científicas.

La *investigación científica* de la FQ genera el 20% de los artículos publicados desde Uruguay en revistas indexadas en el Science Citation Index, con una asignación del 3% del presupuesto de la Universidad de la República (Udelar). Además, realizando esas investigaciones, cada año obtienen su título de doctor en la FQ entre 5 y 10 investigadores. Actualmente el 57% de los profesores de la FQ tienen título de doctorado. Las investigaciones que se llevan a cabo no sólo generan artículos científicos de libre difusión internacional, sino también nuevos investigadores autónomos (doctorados) que son el principal producto apropiable por el país y cuyo destino natural sería dedicarse a la investigación en las empresas innovadoras. Como esa demanda laboral casi no existe hoy en Uruguay, los nuevos investigadores formados trabajan en el sector público o deben emigrar.

La *investigación tecnológica* de la FQ genera más del 40% de todas las patentes registradas por la Udelar, y tiene un fuerte compromiso con la provisión de servicios a la industria farmacéutica (44%),

la alimentaria (10%) y el sector salud, tanto público como privado (25%). Un indicador de la seriedad con que se realiza esta actividad es que la Unidad de Gestión Tecnológica de la FQ ha sido la primera en la Udelar en obtener de UNIT las certificaciones de sus sistemas de calidad y gestión ambiental (ISO 9000 e ISO 14.000).

El *Polo Tecnológico con sede en Pando* se diseñó sobre estas fortalezas, con el objeto de facilitar la innovación y, más específicamente, la investigación y el desarrollo (I+D) en las industrias farmacéutica y alimentaria. Para este fin el Polo acuerda con las empresas interesadas la creación de consorcios Polo-empresa, en los que el Polo aporta investigadores y su equipamiento científico-tecnológico y la empresa sus profesionales y los gastos de funcionamiento. El Polo y la empresa generan conjuntamente el plan de negocios del consorcio, que apunta a optimizar procesos, generar nuevos productos, capacitar y mantener al día al personal de la empresa, así como a proveer todo tipo de servicios tecnológicos (asesoramiento en patentes, vigilancia tecnológica y de comercio internacional, análisis químicos de alta tecnología, etc.) que requiera la empresa. Ambas partes supervisan el desarrollo de ese plan de negocios y de cada actividad de innovación incluida en él, y acuerdan la distribución de los beneficios de esas actividades en proporción al valor del aporte de cada uno. En resumen, se intenta sustituir la investigación a través de un contrato de compraventa (lo más frecuente

hasta ahora) por una basada en riesgos y beneficios compartidos entre el Polo y la empresa, facilitándole a esta última la integración permanente de la I+D a su estrategia de negocios.

Para permitir una gestión ágil de estas actividades con la industria, se utilizan los servicios de Fundaquim, que está asociada a la UdelaR-FQ por un convenio de junio de 1998, y que rige su funcionamiento en el derecho privado bajo control de gestión y contable de la FQ.

En el *área farmacéutica* del Polo se invierte en las cuatro ramas del medicamento identificadas por el conjunto de actores del sector como escenarios posibles de desarrollo:^V genéricos, fitoterápicos, dispositivos diagnósticos y nutracéuticos. Los temas concretos de investigación en cada área surgen de las demandas específicas de las empresas que trabajan con el Polo. En el ámbito de los *genéricos*, el Polo posee la única planta de farmoquímicos (materias primas para producir medicamentos genéricos) del Uruguay, que se gestiona en el marco de un consorcio con una empresa nacional. Aprovechando tanto la investigación básica como el desarrollo tecnológico en el Polo, se completa la cadena de la química fina desde la escala laboratorio, pasando por la escala piloto y terminando en la producción en la planta de farmoquímicos con alto valor agregado. En *fitoterápicos* el Polo promueve, junto con Fundasol y con apoyo de GTZ, la integración de la cadena productiva desde el productor agrícola, pasando por la industria de los extractos y aceites esenciales, hasta la industria farmacéutica o cosmética. Aquí también se integran otros actores

del sistema de innovación nacional, como el INIA, que ha seleccionado plantas medicinales y diseñado buenas prácticas para su cultivo, y el LATU, que aporta sus capacidades complementarias de la infraestructura y los recursos humanos del Polo. En *dispositivos diagnósticos* se desarrolla una plataforma tecnológica que se aplicará para satisfacer la demanda de nuevos productos de una empresa farmacéutica. Además se hacen innovaciones basadas en tecnologías para diagnóstico que se dominan en el Polo, como son los ensayos de ELISA y aglutinación de partículas de látex. Por último, en *nutracéuticos* se está desarrollando el proceso de obtención de un extracto con propiedades edulcorantes naturales, así como procesos de aislamiento y purificación de proteínas de origen animal con alto valor agregado para uso alimentario.

El PNUD ha dado apoyo firme y continuado a este esfuerzo de diseño y construcción del Polo Tecnológico que fue decisivo para el inicio del proyecto «Desarrollo tecnológico en sectores clave de la economía uruguaya», que ejecuta la UdelaR con la Comisión Europea, la que aportará al Polo dos millones de euros en tres años.

Alberto Nieto

Decano de la Facultad de Química de la UdelaR

V «Escenarios posibles de desarrollo del sector farmacéutico de producción nacional», Facultad de Química, Universidad de la República, Montevideo, marzo 2005.

cedimientos pero no sus productos, y se aceptó la creación de medicamentos similares a los ya existentes pero obtenidos por procedimientos diferentes.

La posibilidad de crear medicamentos con menores costos de I+D permitió el surgimiento y la permanencia de un conjunto de laboratorios de origen nacional en el mercado de medicamentos. No obstante, hacia fines de la década de los ochenta, las presiones de las empresas multinacionales para establecer una ley que protegiera los derechos sobre los productos innovadores pusieron en debate la antigua ley de patentes, durante casi una década.

Finalmente, se reforzó el sistema legal de protección de la propiedad intelectual con la aprobación de una nueva ley de marcas en 1998 y una de patentes en 1999.⁶⁶ La nueva ley reconoce los derechos de los autores a la obtención de patentes sobre productos o procedimientos nuevos, en todos los campos de la tecnología. Sin embargo, establece situaciones especiales en las cuales la Dirección Nacional de Propiedad Industrial, e incluso el Poder Ejecutivo, pueden obligar al propietario a otorgar una licencia a otros laboratorios.⁶⁷

Para la industria farmacéutica la ley de patentes comenzó a regir en el año 2001, y su repercusión sobre la producción nacional de medicamentos genéricos puede llegar a ser importante. En efecto, estos medicamentos exigen una actividad de I+D de bajo costo, que puede caracterizarse como de adaptación y validación tecnológica, y la nueva ley de patentes puede operar como un motivador fundamental para que algunas empresas del sector comiencen a plantearse un incremento de inversiones en I+D dentro de sus estrategias de negocios. Esto se debe a que dicha ley limita la posibilidad de copiar medicamentos basados en moléculas patentadas, estrategia que siempre utilizaron empresas del medio cuando la copia nacional no estaba impedida por ley. Además, según reza un documento de la UdelaR (Facultad de Química, 2004), bajo el nuevo régimen existe un incentivo para reorientar las estrategias de los laboratorios farmacéuticos hacia un incremento en las actividades de

I+D, con vistas al desarrollo de medicamentos genéricos, así como de sustancias naturales, productos nutracéuticos y productos biotecnológicos para el área de diagnóstico.

En realidad, es difícil prever las consecuencias del nuevo régimen sobre las capacidades de innovación de las empresas. Según un estudio de la ONUDI (2002), no se puede pronosticar su resultado, pues las pruebas empíricas escasean, los procesos son complejos y los efectos son fundamentalmente específicos de un contexto dado. En efecto, dice el documento, la protección de derechos de propiedad intelectual (DPI) ha desempeñado un papel ambiguo en el desarrollo tecnológico e industrial. Muchos de los países industrializados de hoy se apoyaron en DPI laxos para promover el desarrollo tecnológico de sus empresas, y sólo adoptaron normas más estrictas cuando llegaron a la igualdad tecnológica con los líderes. Los «tigres» más dinámicos de Asia oriental desde el punto de vista tecnológico utilizaron la copia y la ingeniería inversa durante largos períodos para promover las empresas locales, y sólo recientemente adoptaron DPI más rigurosos.

Si bien —sigue el trabajo de ONUDI— la implementación de DPI más estrictos genera nuevas oportunidades pues estimula la innovación, el aprendizaje y la voluntad de asumir riesgos, también eleva el costo de las importaciones de tecnología (debido al incremento de los derechos de licencia y de los precios de los productos, a la necesidad de contar con conocimientos más avanzados para administrar el nuevo régimen, y al mayor margen para prácticas monopolísticas de los titulares de DPI) y limita la capacidad para desarrollar una ingeniería inversa y aprender de las tecnologías extranjeras —estas últimas, actividades de las que los países recientemente industrializados obtuvieron gran provecho, como antes lo habían hecho muchos países industrializados.

El documento termina la sección sobre el tema de los derechos de propiedad intelectual con la siguiente puntualización:

Todos los miembros de la OMC que son signatarios de ADPIC han convenido en reformar sus regímenes de derechos de propiedad intelectual para 2004 a

66 Dicha ley está en armonía con el Acuerdo sobre derechos de propiedad intelectual relacionado con el comercio (ADPIC) resultante de la Ronda Uruguay de Negociaciones Multilaterales —más conocido por la sigla en inglés TRIPS—, firmado por Uruguay en 1994.

67 Las situaciones especiales incluyen: falta de explotación de la licencia otorgada durante un período determinado, razones de interés público, desarrollo de prácticas anticompetitivas por el propietario.

más tardar. Aunque todavía están por verse los posibles beneficios de esta protección universal, por el momento esta reforma es un trago amargo para la industria y los consumidores nacionales [...] El reto consistirá en ayudar a los países en desarrollo a elaborar políticas e instrumentos que estén en consonancia con su posición de seguidores de tecnologías, en las que exista un equilibrio entre las cuestiones relativas al dominio privado y las consideraciones de acceso, eficiencia y distribución. El hacerlo dirigirá la atención hacia la elaboración de políticas de competencia, reglamentación de los precios y subvenciones orientadas a fines concretos y hacia otros mecanismos de transferencia que atenúen los posibles efectos negativos de unos derechos de propiedad industrial más estrictos. Por último, puede que sea necesario concebir métodos alternativos para fomentar la innovación local con objeto de adaptarse a necesidades particulares, como la protección y la compensación por el uso de conocimientos autóctonos en algunas sociedades (ONUDI, 2002).

Identificación de los agentes del ámbito

La identificación de las empresas a encuestar se realizó, como en los otros ámbitos, utilizando la metodología de bola de nieve. Se mantuvieron en primer lugar entrevistas con informantes calificados, los que propusieron una lista de laboratorios en los cuales se realiza I+D. Luego se entrevistó a directores técnicos o jefes de los departamentos de desarrollo de esos laboratorios, los cuales nombraron a su vez otras empresas de la industria farmacéutica que realizan I+D, y también firmas suministradoras de bienes y servicios especializados cuyo papel es relevante en la innovación de los laboratorios farmacéuticos. En el transcurso de la encuesta se agregaron otros nombres de empresas, entidades de investigación y el Laboratorio Tecnológico de Uruguay (LATU), referidos por las personas encuestadas.

De esa manera se conformó una muestra total de 23 laboratorios (de un universo de aproximadamente 30 con plantas productivas en nuestro país), ocho empresas suministradoras de bienes y servicios especializados (cinco laboratorios de análisis y tres proveedoras de equipos y material especializado), 11 entidades de investigación relacionada con la farmacéutica (de un universo más amplio no identificado) y el LATU. De ese total, con-

testaron la encuesta de innovación IE-PNUD 15 laboratorios farmacéuticos, cinco laboratorios de análisis, un proveedor de equipo y material, 11 entidades de investigación y el LATU. Esas firmas y entidades conforman la oferta identificada y encuestada del ámbito. En cuanto a la demanda, no fue posible identificar a los interlocutores apropiados de los distintos canales de venta (farmacias, mutualistas, droguerías y gobierno), por lo que se decidió no incorporarla.

Mapa de relaciones usuario-productor y flujos de conocimientos

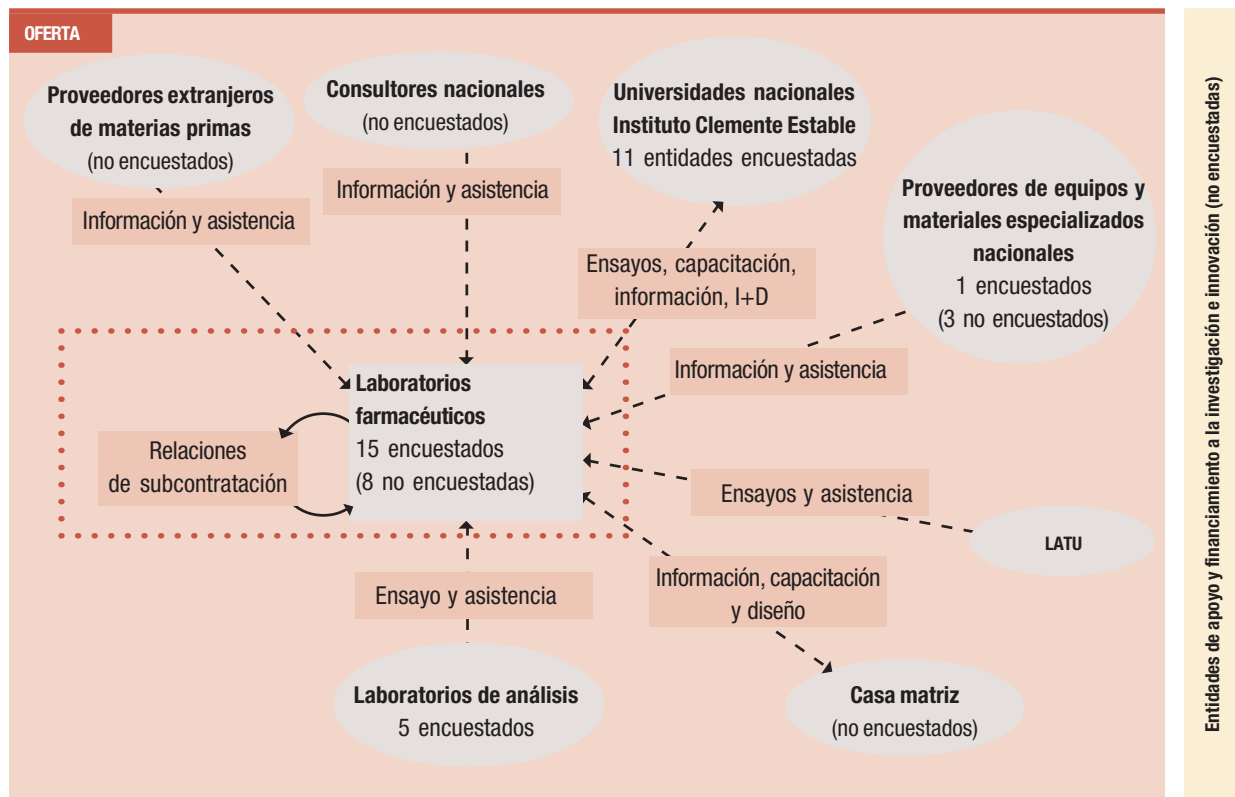
Del relevamiento de los datos de la encuesta IE-PNUD se obtuvo información sobre las capacidades desarrolladas por las empresas para adaptar y generar los nuevos conocimientos. Por otro lado, a partir de las relaciones declaradas por ellas, fue posible identificar los principales agentes que conforman el mapa de los flujos de conocimientos. El esquema que se presenta a continuación permite sintetizar los principales vínculos identificados en el sector.

Del diagrama 5 se puede deducir que los laboratorios desarrollan vínculos con varios agentes, tanto del ámbito nacional como extranjeros. A su vez, las relaciones identificadas pueden clasificarse en tres grandes grupos. En el primero se encuentran las relaciones dentro del conjunto de laboratorios seleccionados: relaciones de subcontratación. Del total de laboratorios analizados, más del 75% declaró que realiza la subcontratación de una o varias fases del proceso productivo.

Los laboratorios que se ven excedidos en su capacidad, o desean concentrarse en el desarrollo o producción de determinados productos, discontinúan parte de la producción de algunos medicamentos y la encargan a otros laboratorios que cuentan con la capacidad y el conocimiento necesarios para realizar la actividad. De esta forma, parte del proceso productivo, y en algunos casos todo el proceso, la realizan otros laboratorios en relación de subcontratación. No obstante, este vínculo refleja simplemente una transacción de bienes, y no representa flujos de conocimiento entre las empresas.

Diagrama 5

Relaciones usuario-productor y flujos de conocimiento en el ámbito de farmacéutica (53 agentes detectados)



Nota: Las flechas continuas representan flujos de bienes y servicios; las flechas discontinuas, intercambio de información y conocimiento; las flechas unidireccionales representan intercambios unilaterales y las flechas bidireccionales, intercambios bilaterales.

Fuente: Encuesta de innovación IE-PNUD.

Un segundo tipo de relaciones son las referidas a la obtención de conocimientos mediante la asistencia técnica, la realización de ensayos e incluso, en algunos casos, la solicitud de asesoramiento en cambio organizacional. Este tipo de relaciones se verifica entre los laboratorios farmacéuticos y los proveedores extranjeros de materias primas (principalmente solicitud de información), el LATU, los laboratorios de análisis y proveedores nacionales de materiales y equipo especializado.

En el caso de los agentes nacionales, los vínculos son importantes y con frecuencia los flujos de conocimiento se establecen en ambas direcciones. Sin embargo, las actividades que sirven de nexo tienen carácter unidireccional y no implican el emprendimiento

de proyectos conjuntos o de actividades de cooperación que puedan potenciar el aprendizaje de los conocimientos de ambas partes.

Finalmente, el último tipo de relaciones identificadas se refiere a las actividades vinculadas a la I+D y diseño. Cinco empresas se vinculan con sus casas matrices para diseño de productos y procesos, información y capacitación, y otras también realizan I+D en cooperación con entidades de investigación de la UdelaR y el IIBCE, pero son un pequeño grupo selecto. Cabe señalar que, si bien la mayor parte de los laboratorios considerados declaró realizar actividades de I+D interna (73%), sólo 46% realiza I+D externa. Además, la mayor parte de esta actividad se concentra en el desarrollo de productos sobre la base

de principios o moléculas existentes. Las actividades de investigación para la obtención de nuevas moléculas son aún incipientes en nuestro país.

Características de los laboratorios farmacéuticos encuestados

Los quince laboratorios seleccionados para el estudio del ámbito farmacéutico mantienen las características generales mencionadas en la primera parte del estudio para el conjunto del sector. Tomando el año de fundación de los establecimientos, es posible verificar que la mitad de las empresas consideradas son anteriores a la década del sesenta, asociadas con el proceso de sustitución de importaciones, mientras que la mitad restante se origina principalmente entre los años ochenta y noventa.

Al examinar el origen del capital, y en concordancia con la información obtenida del trabajo de la CIU, la participación de capital extranjero resulta poco relevante a la hora de analizar las empresas de la encuesta, ya que cerca del 80% de la muestra son empresas de capital nacional.

Con relación a las ventas del ámbito, se observa un crecimiento generalizado durante la década de los noventa y comportamientos dispares para los últimos cinco años. Mientras que un 95% de la muestra declara un crecimiento en sus ventas en el período comprendido entre 1991 y 1998, solamente 36% mantuvo la tendencia entre 1999 y 2003. Este último dato diferencia a los laboratorios farmacéuticos de las empresas de la oferta tomadas en su conjunto, pues 52% de éstas aumentó sus ventas en el período de crisis.

A su vez, debe considerarse que las empresas farmacéuticas encuestadas presentan un perfil marcadamente orientado al mercado interno, aunque menor que el promedio general de la industria farmacéutica. En efecto, en promedio exportan 20% de su facturación, cuando el promedio de toda la industria es 12%.

Se comprueba asimismo la importancia de las ventas a empresas de otros sectores, principalmente del sector servicios (incluido el Estado), seguidas por las ventas a la industria. Las ventas a empresas del propio sector ocu-

pan una baja proporción. Por otro lado, las compras realizadas, con relación al grado de concentración, presentan una alta diversificación. Solamente 27% se concentra en un grupo pequeño de proveedores, mientras que el restante 73% presenta un alto nivel de diversificación en las compras.

En términos de organización de la producción, 90% de las empresas afirma haber realizado procesos de subcontratación de servicios y consultoría, mientras que más del 80% declara subcontratar etapas del proceso productivo. Como fue señalado, las relaciones de subcontratación presentan, en su mayoría, un carácter estable, y se realizan con medianas y grandes empresas. A su vez, se observa que la estrategia seguida por las empresas se basó en la diversificación de productos, según lo declarado en más del 70% de los casos.

En cuanto a la evolución de los niveles de ocupación, como es de esperarse, se observa un comportamiento similar a la evolución de las ventas. No obstante, los ajustes en el nivel de ocupación han sido menores, amortiguando los cambios bruscos de las ventas. En este sentido, mientras 95% de las empresas declara un aumento en las ventas en los noventa, sólo el 70% aumentó su nivel de ocupación. Por otro lado, la caída en las ventas verificada en un 40% de empresas para el último período considerado se vincula con una caída de la ocupación en sólo 27% de ellas.

El análisis de la variación en los niveles de ocupación permite deducir que los costos laborales no son la principal variable de ajuste de las empresas consideradas, si bien es un factor importante. En este sentido, la media en el nivel de ocupación de la muestra, durante todo el período de análisis, se mantuvo en el entorno de los 62 empleados. Es preciso señalar que la proporción de personal calificado (profesionales y técnicos) se encuentra entre 50 y 100% para gran parte de las empresas, porcentaje constante en el período comprendido entre 1998 y 2003.

Las actividades de innovación de las empresas del ámbito

De las 21 empresas que conformaron la muestra de empresas farmacéuticas y suministradoras de bienes y servicios especializados del

ámbito, todas declararon haber realizado al menos una actividad de innovación en los últimos años. Ello confirma el carácter innovador del ámbito en estudio y distingue a estas empresas del resto de la manufactura.⁶⁸ Las actividades llevadas a cabo se vinculan principalmente a I+D interna, compra de bienes de capital, compra de *software* y capacitación.

No obstante, es posible identificar como debilidad relevante la dedicación, predominantemente parcial, de los profesionales a las actividades de I+D, la cual es un factor clave, tanto para la generación de conocimientos, como para la interpretación y adaptación de los flujos de conocimientos externos a las empresas. Además, se constata que la proporción de profesionales en la plantilla de trabajadores es en promedio de 22%, muy por debajo del promedio de las empresas sinérgicas de la oferta (35%).⁶⁹ En general, todos los indicadores de capacidad innovadora de estas empresas se ubican por debajo del de las empresas sinérgicas, y por lo tanto muy por debajo del de las autocentradas, lo que da cuenta de un grupo de empresas de la oferta con menores capacidades de innovación.

Los objetivos perseguidos por las actividades de innovación se relacionan principalmente con la ampliación del mercado o apertura de nuevos mercados (70% de las empresas), la mejora en la calidad de los productos existentes (93%), así como la creación de otros productos (67%) y el aprovechamiento de oportunidades vinculadas tanto a la existencia de nuevos productos y conocimientos como al cumplimiento de las regulaciones vigentes (73%).

Finalmente, como principales obstáculos al desarrollo de actividades de innovación, las empresas seleccionadas señalaron tanto la estructura como el tamaño reducido del mercado, seguidos por el acceso al financiamiento, falencias en las políticas públicas y el escaso desarrollo de instituciones de ciencia y tecnología. El obstáculo de la falta de fuentes de financiamiento para la innovación es coherente con el hecho de que, en promedio, 77% de los fondos utilizados para realizar actividades de innovación provienen del auto-financiamiento de las empresas.

Se observa que los resultados obtenidos como consecuencia de sus actividades innovadoras han sido positivos, pero muy inferiores al promedio de la oferta: el peso de los nuevos productos en la facturación del 2002 se estima en 23% (contra 38% de la oferta en su conjunto). No obstante, la gran mayoría de las empresas no ha obtenido certificaciones de producto y/o proceso, ni ha solicitado u obtenido patentes recientemente. Además, casi todas consideran que sus innovaciones son de carácter local, y casi ninguna declara que también internacionalmente han sido una novedad.

Con respecto a la densidad de relaciones con agentes del SNI, las empresas del ámbito tienen indicadores muy cercanos al promedio de los de las empresas catalogadas como sinérgicas, aunque son más intensas las relaciones con las universidades y otros centros de investigación (16% contra 14% respectivamente) y las relaciones bilaterales (8% contra 7%).

Por otro lado, 86% de las empresas afirma que es muy importante la relación con clientes y/o proveedores especializados para obtener conocimiento, pero una parte mínima considera importante la asociación para negocios con entidades de investigación a fin de lograr esos flujos de conocimientos. A su vez, señalan que los principales medios de obtención de conocimientos son internos a la empresa, mediante estudios propios o a través de los empleados.

Las relaciones que desarrollan las empresas del ámbito pueden catalogarse como conexiones mixtas, en el sentido de que la mayor parte de los laboratorios mantiene relaciones tanto con los agentes públicos como con los privados que conforman el SNI. La intensidad de dichas relaciones varía de firma a firma, y en ningún caso resulta de significación. Adicionalmente, las relaciones identificadas con el sistema son en su mayoría de carácter no estable.

En síntesis, las empresas analizadas han generado una extensa red de relaciones con otros agentes del SNI, aunque de poca intensidad. Si bien el espectro de agentes es amplio y se encuentra conformado por actores públicos y privados, los vínculos creados se caracterizan por su no estabilidad y unila-

68 Como ha de recordarse, en el capítulo II se realizó un análisis de la encuesta Dinacyt-INE y se obtuvo como resultado que sólo 33% de las empresas manufactureras había realizado al menos una actividad de innovación en el período de referencia (1998-2000).

69 Véase el cuadro 17 de este capítulo

teralidad. No obstante, existe una fuerte predominancia de los agentes nacionales en los vínculos principales y, más aún, sólo se perciben como relaciones fuertes aquellas desarrolladas con los centros de investigación universitarios o las derivadas del contacto con clientes o proveedores especializados.

Las entidades de investigación y su vínculo con las empresas del ámbito

Con el objeto de analizar el papel desarrollado por las entidades, tanto en la generación como en la transmisión de conocimiento dentro del ámbito farmacéutico, se estudiaron los vínculos entre once entidades identificadas por las firmas encuestadas. Cabe señalar que se sabe de la existencia de un número más amplio de entidades de investigación relacionadas con el ámbito farmacéutico, pero no fue posible registrarlas porque varias empresas se limitaron a mencionar su relación con dicha entidad pero identificándola genéricamente como perteneciente a la UdelaR, la Facultad de Química, Ciencias o Medicina.

En primer lugar, es preciso destacar que nueve de las once entidades identificadas pertenecen a laboratorios universitarios, lo que confirma el rol de la UdelaR en el ámbito en cuestión. Así, no resulta sorprendente observar que todas estas entidades realizan actividades de I+D, tanto internas como externas, lo cual contrasta con los resultados observados para los laboratorios farmacéuticos. Si bien el alcance de las actividades internas es ampliamente superior al de las actividades de I+D externas, estas últimas son básicamente endógenas al sistema, y se realizan en cooperación con agentes nacionales o pertenecientes al Mercosur.

Las entidades analizadas presentan un alto nivel de vinculación con empresas públicas y privadas, no obstante lo cual dicha relación no resulta relevante para la obtención de conocimientos. En este sentido, como principales fuentes de nuevos conocimientos se identifica a los centros tecnológicos, los laboratorios e Internet. Con relación al financiamiento, se registra un alto componente de autofinanciación, seguido por financiamiento proveniente de la red produc-

tiva. Esta última fuente de recursos es más importante en éste que en los demás ámbitos. Ello se vincula al hecho de que la amplia mayoría de las entidades estudiadas declara que el principal objeto de sus actividades de investigación es la resolución de problemas productivos. No obstante, cabe señalar que dichas entidades presentan un importante nivel de resultados en términos de publicaciones, tanto en el medio nacional como internacional.

En suma, las empresas del ámbito farmacéutico desarrollan bastante más actividades de innovación que el promedio de la industria manufacturera –según se desprende de la comparación entre la encuesta de Dinacyt-INE y la del IE-PNUD–, pero son menos innovadoras que el resto de las empresas de la oferta de los ámbitos estudiados especialmente para este informe. Con respecto a la densidad de relaciones con agentes del SNI, las empresas del ámbito tienen indicadores muy cercanos al promedio de aquellas catalogadas como sinérgicas. Si bien el espectro de agentes es amplio y se encuentra conformado por actores públicos y privados, los vínculos creados se caracterizan por su inestabilidad y unilateralidad. No obstante, existe una fuerte predominancia de los agentes nacionales en los vínculos principales; más aún, sólo se perciben como relaciones fuertes aquellas desarrolladas con los centros de investigación universitarios o las derivadas del contacto con clientes o proveedores especializados.

Ámbito de biotecnología

La biotecnología se define como un conjunto de técnicas que usan o transforman el material de organismos vivos para desarrollar nuevos productos, servicios y procesos y generar nuevos conocimientos, de diversos sectores de la economía (salud, farmacéutica, agricultura, industria y servicios ambientales, tecnología de alimentos, ingeniería, tratamiento de madera, papel, textiles, etc.). Comprende la biotecnología clásica o convencional, que explota a los organismos existentes en la naturaleza con propósitos tecnológicos, y la biotecnología mo-

terna –resultado de los avances en el conocimiento de las bases moleculares de los procesos biológicos–, que se apoya en el uso de la información genética e incluye la modificación genética de los organismos vivos de acuerdo con diversas necesidades tecnológicas.

Las biotecnologías actuales presentan un cambio radical con relación a las anteriores. Los descubrimientos fundamentales del ADN recombinante y el acceso a la información completa de genomas abren nuevas direcciones a la investigación y revitalizan las tecnologías más tradicionales. La base científica de las innovaciones biotecnológicas cubre un amplio rango de disciplinas, tanto de la ciencia básica como de la aplicada: microbiología, bioquímica, cultivos de células y fermentaciones, biología molecular, ingeniería genética, inmunología, virología, biología celular y cultivo de tejidos.

La explotación de las capacidades científicas para la generación de tecnologías no es un proceso simple ni directo. En verdad, la resolución de problemas difíciles como los asociados a esa explotación exige que se articulen los esfuerzos en términos interinstitucionales, favoreciendo el trabajo en red de los diferentes agentes en juego. En función de ello, la base del conocimiento biotecnológico genera un nuevo rol para las instituciones científicas, muy importante para el desarrollo de las tecnologías. La intensidad de la cooperación universidad–empresa es esencial y un rasgo singular y distintivo de la biotecnología.

Un trabajo titulado *European Biotechnology Innovation Systems*⁷⁰ propone un marco de referencia que esquematiza el funcionamiento de un *sistema de innovación en biotecnología* (SIB) a través de cuatro redes, relacionadas con: conocimientos y habilidades, industria y oferta, demanda y aceptabilidad social, y desarrollo financiero e industrial, así como los vínculos entre ellas (vease la diagrama 1). El objetivo del trabajo es establecer cuáles son los determinantes principales de los SIB en Europa. Para ello, efectúa un estudio de casos a partir del cual analiza el desarrollo de la biotecnología en Austria, Francia, Alemania, Grecia, Irlanda, Holanda, España y el Reino Unido, centrándose en tres subsectores: biofarmacéutico, agroalimentario y equipamiento especializado.

Los resultados obtenidos dan cuenta de grandes diferencias en los patrones de innovación entre los ocho países. Algunas de estas diferencias responden a las especificidades de los sistemas de innovación en materia de políticas públicas, relacionamiento interfirmas, sistema financiero, sistema de educación y capacitación, y sistema de investigación y desarrollo. No obstante, el determinante clave de la innovación identificado por el trabajo es la demanda, la naturaleza del mercado y las actitudes públicas hacia aplicaciones de biotecnología. En este sentido, los autores hacen fuerte hincapié en el papel crucial que desempeñan, principalmente en la agrobiotecnología, la demanda y la aceptabilidad pública de las aplicaciones de biotecnología.

En las siguientes subsecciones se exponen las características particulares de lo que aquí se denomina *ámbito de biotecnología*. Éste sigue bastante de cerca el marco de referencia propuesto por el trabajo de Sussex recién mencionado. Para ello, en primer lugar, se reseña la información disponible sobre sus actores en Uruguay y, en segundo lugar, se sistematiza y analiza la información obtenida a través de la encuesta IE–PNUD, con el objeto de conformar el mapa de las relaciones usuario–productor y los flujos de conocimientos del ámbito en estudio.

Breve reseña de las empresas y entidades relacionadas con la biotecnología

Un primer trabajo sobre biotecnología en Uruguay⁷¹ consistió en un relevamiento de la situación de tres empresas relacionadas con la biotecnología: Laboratorio Santa Elena, Semillas Santa Rosa y Vinos Finos Carrau. Estas empresas tienen en común la necesidad de generación propia de I+D, la fuerte apuesta a la capacitación del personal, la dificultad para acceder a financiamiento externo –dada la inexistencia de mecanismos de capital de riesgo en Uruguay– y la alta valoración de la vinculación con instituciones de I+D.

Un segundo antecedente, que se constituye en el insumo directo principal de este informe, es el documento preparado por la Unidad de Biotecnología del INIA (2001).⁷² El objetivo de ese trabajo fue identificar la-

70 Final report, SPRU, University of Sussex, 2001.

71 Michele Snoeck, Judith Sutz y Andrea Vigorito (1994), «Políticas y estrategias gerenciales de empresas agro biotecnológicas en el Uruguay», en W. Jaffé (ed.): *21 Estudios de casos de empresas biotecnológicas*, IICA, San José de Costa Rica.

72 INIA (2001): *La biotecnología en Uruguay*, documento preparado por la Unidad de Biotecnología del INIA como parte de una consultoría realizada para la Reunión Especializada de Ciencia y Tecnología (Recyt–Dinacyt). También se utilizó información proveniente del Programa de Prospectiva Tecnológica Uruguay 2015, Informe final (mayo 2002), *Biotecnología en el sistema agroalimentario*, realizado por Daniel Pagliano, Maximiliano Mazzolla y Mateo Ferriolo, ONUDI, Presidencia de la República, INIA.

laboratorios de investigación en entidades públicas, semipúblicas y empresas privadas cuyas actividades están relacionadas con la biotecnología. Se incluyeron las actividades de investigación básica y aplicada a áreas de la agropecuaria, medicina, industria y preservación del medio ambiente, así como la provisión de bienes y servicios que incorporan conocimientos biotecnológicos. Del conjunto de laboratorios relevados, se sistematizaron luego las principales líneas de investigación, los servicios que brindan y los productos que proveen, los recursos humanos especializados que emplean y la infraestructura y el equipamiento de que disponen.⁷³

Se encontraron cuatro polos de desarrollo de la biotecnología en Uruguay. Los laboratorios que se dedican a la biotecnología vegetal se encuentran en el INIA, la facultad de Agronomía y empresas privadas. En lo que respecta a la biotecnología animal, las actividades se centralizan en la Facultad de Veterinaria, el Instituto Rubino del MGAP y algunas empresas privadas. Las Facultades de Química e Ingeniería de la UdelaR concentran las áreas de bioprocesos y estudios enzimáticos de aplicación industrial. En el campo de la medicina humana se han constatado importantes avances en las áreas de diagnóstico molecular y producción de reactivos de diagnóstico de enfermedades. Las entidades que lideran estos emprendimientos son las facultades de Medicina, Química y Ciencias, a través de sus cátedras e institutos especializados, y el IIBCE. Además, existen algunos desarrollos en el área farmacéutica con empresas privadas que utilizan el mecanismo de convenios con la UdelaR para la elaboración de productos biotecnológicos de alto valor agregado.

Como conclusión de su trabajo, el INIA constata las fortalezas y debilidades del desarrollo de la biotecnología en el país. Las fortalezas consisten, en primer lugar, en un desarrollo significativo de grupos dedicados a la investigación, con una cantidad considerable de investigadores que trabajan en 81 laboratorios, una importante producción científica, capacidad para formar posgrados y relación con el sector productivo.

Una segunda fortaleza es la existencia de equipos de última generación. En los últimos años se instalaron cinco secuenciadores automáticos, tres dedicados al área médica (Ministerio de Salud Pública, Asociación Española y Ministerio del Interior), uno en la Facultad de Ciencias y el último en la Unidad de Biotecnología del INIA.⁷⁴ Además, la infraestructura edilicia mejoró con la construcción del nuevo edificio de la Facultad de Ciencias y la renovación del IIBCE. El MGAP también modernizó algunos de sus laboratorios y la Facultad de Agronomía de la UdelaR inauguró recientemente su nuevo laboratorio de Biotecnología.

Con respecto a las debilidades, el trabajo afirma que el desarrollo de la biotecnología en el país ha sido desordenado. Existen hoy diferentes polos de desarrollo biotecnológico que han obedecido a la inquietud de diferentes grupos, pero éstos no han seguido un programa estratégico ni siquiera dentro de cada sector. Además, no hay coordinación entre las actividades nacionales e internacionales. Por otro lado, la falta de vías de transferencia de estas tecnologías desde los laboratorios a los empresarios y al consumidor final genera un círculo cerrado que no permite al sector productivo conocer los beneficios, con la consiguiente ausencia de demanda, lo que se proyecta en la falta de incentivo para el desarrollo de las propias biotecnologías. Finalmente, la creciente importancia del surgimiento de la biotecnología moderna no se ha visto reflejada en demandas del sector productivo.

En suma, existe una capacidad relativamente importante de investigación biotecnológica en el país, en términos de cantidad de laboratorios de investigación, recursos humanos capacitados, infraestructura y equipamiento. No obstante, los resultados de esas actividades, aunque potencialmente útiles para la modernización del sector productivo, no se han plasmado aún en forma general en aplicaciones concretas en la economía.

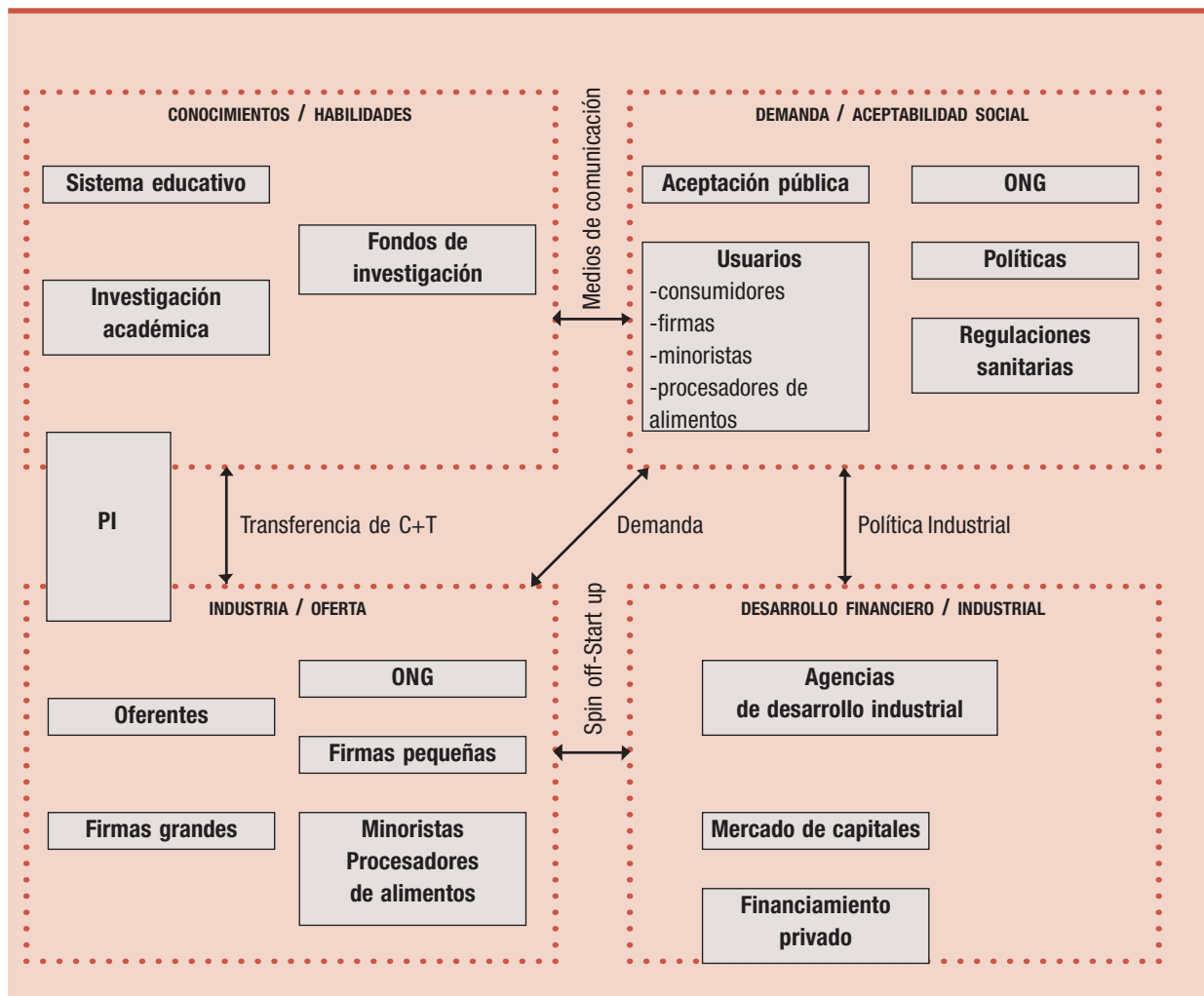
Los resultados hallados por el antecedente mencionado fueron el punto de partida del trabajo de campo realizado para este informe. En la siguiente sección se sistematiza la información obtenida a partir de la encuesta IE-PNUD.

73 Dicho estudio, a su vez, se basó en dos trabajos recientes: un relevamiento en el área de las agrobiotecnologías promovido por el Procrisur (*Estrategias en biotecnología agropecuaria para el Cono Sur*, coordinado por M. Carneiro, 2001) en el que se encuestó a 14 laboratorios del ámbito público y privado, y un relevamiento de los laboratorios que trabajan en el área de biomedicina y biotecnología (un total de 65 grupos): *Investigación y desarrollo en biología médica y biotecnología*, mayo 2001, en el marco del Programa Pasteur Mercosur.

74 Es de destacar que actualmente en Brasil se ha instalado cerca de un centenar de equipos automáticos de secuenciación, lo que sitúa al país como primera nación en América Latina en el desarrollo de la genómica, seguido por Colombia. En este sentido Uruguay experimenta un relativo atraso en biotecnología en relación con los países del Mercosur y el resto del mundo en general. Aunque el indicador de cantidad de equipos no es del todo satisfactorio pues lo que verdaderamente importa es el grado de utilización de esos equipos y su difusión en el sistema. Así por ejemplo, el Núcleo de Servicios de Alta Tecnología (N-SAT) creado en la Facultad de Ciencias con apoyo del Programa Conicyt-BID permite potenciar el uso del equipamiento adquirido, facilitar su acceso a todos los sectores interesados, rentabilizar al máximo las inversiones realizadas y así facilitar futuros emprendimientos nacionales y universitarios.

Diagrama 6

El Sistema de innovación biotecnológico



Las cuatro redes de un SIB:

- *Conocimientos/habilidades.* Incluye tanto la inversión pública en el sector de investigación como en formación de los recursos humanos para investigar e intervenir en los procesos de innovación; incluye también los instrumentos para promover la transferencia de ciencia y tecnología (C+T) y los regímenes de propiedad intelectual (PI) para los resultados de la investigación; por último, incluye las políticas de difusión de la ciencia a la sociedad.
- *Oferta e industria.* La transferencia de C+T se ve favorecida por la creación de empresas pequeñas de base académica, que actúan como importantes difusores.
- *Desarrollo financiero e industrial.* Incluye instrumentos de promoción para la creación de empresas *spin offs* provenientes de las

universidades y de *start ups*, para la creación de vínculos entre la investigación académica e industrial, para la adquisición de tecnología por empresas de todos los tamaños. Se destaca la baja tendencia al financiamiento de las firmas biotecnológicas en la modalidad de capital de riesgo.

- *Demanda y aceptabilidad social.* En agrobiotecnología, el mercado se caracteriza por estrechos vínculos entre productores, distribuidores y consumidores finales (la cadena alimenticia). La demanda se ve negativamente afectada por una combinación de oposición pública hacia los organismos genéticamente modificados, cobertura de los medios y respuesta de fabricantes y minoristas concentrados, lo que determina una menor actividad innovadora de las firmas.

Fuente: Basado en diagrama de Sussex (2001).

Identificación de los agentes del ámbito

Las empresas y entidades de I+D de la oferta se identificaron a partir de la lista relevada por el trabajo del INIA (2001), la que fue actualizada a través de entrevistas a informantes calificados. Fueron identificadas 32 empresas biotecnológicas, a partir de las cuales se detectaron 11 proveedores de bienes y servicios especializados, lo que suma un total de 43 empresas de la oferta. Por otro lado, se identificaron 71 entidades de I+D, básicamente a partir de la lista del INIA, a la que se agregaron otras entidades referenciadas por las primeras. De todos estos agentes, se encuestó a 34 empresas y a 68 entidades de la oferta.

Las empresas de la demanda fueron detectadas a través de tres fuentes: entrevistas a informantes de la oferta (en las cuales se les preguntaba qué agentes residentes en territorio nacional eran usuarios, efectivos o potenciales, de sus productos y servicios), la plantilla de expertos que asistieron a los ejercicios de prospectiva tecnológica de biotecnología en el sistema agroalimentario organizados por la Presidencia de la República (ONUDI, 2002) y el trabajo del INIA (2001). Posteriormente, durante la realización de la encuesta, se detectaron otras empresas de este grupo referidas por el encuestado,⁷⁵ que permitieron progresar algunas veces en la cadena de valor y otras en relaciones horizontales (los encadenamientos se seguían hasta llegar a dos niveles después de la empresa propiamente demandante de biotecnología).⁷⁶

Se detectaron 79 empresas (se entrevistó a 42)⁷⁷ demandantes (efectivas o potenciales) de los productos y servicios generados por la oferta. Una parte importante de estas empresas pertenece a las cadenas de valor agroindustrial (avícolas, bodegas, cerveceras, cítrcolas, curtiembres, forestales, laneras, frigoríficos, frutícolas, lácteas, molinos arroceros y harineros y pesqueras) o a los servicios (comercio de semillas, hospitales, laboratorios farmacéuticos y cosméticos, mutualistas).⁷⁸ Los hospitales y mutualistas se identificaron al ser nombrados por las entidades de I+D encuestadas; sin embargo, no se incluyeron en la encuesta debido a la dificultad de encontrar el interlocutor válido para contestar a una encuesta de esta índole. Esto

se transformó en una verdadera debilidad del estudio de este ámbito, dado que justamente los resultados de la encuesta realizada revelan, como se verá más adelante, que son justamente las empresas biotecnológicas de la salud las más potentes en innovación y aprendizaje.

Mapa de relaciones usuario-productor y flujos de conocimientos

En el diagrama 7 se esquematiza el mapa de relaciones usuario-productor y flujos de conocimientos que pudo extraerse de la información proporcionada por la encuesta de innovación IE-PNUD.

En el centro del diagrama figuran las empresas productoras biotecnológicas, las cuales venden sus bienes y servicios a las empresas de la demanda y realizan actividades de innovación a partir de fuentes de conocimientos internas y externas. Estas últimas fuentes provienen de otras empresas de la oferta (aquí denominadas *proveedores de bienes y servicios especializados*) y de las entidades de I+D, también pertenecientes a la oferta. A su vez, algunas entidades de I+D se relacionan con las empresas de la demanda para brindarles servicios y/o llevar adelante proyectos de I+D en cooperación. En los párrafos siguientes se describen las características de los agentes que componen los grupos y se analizan las modalidades de vinculación entre ellos.

Las empresas de la oferta

Prácticamente la totalidad (94%) de las 32 empresas de la oferta son pymes (menos de 5 millones de dólares de facturación y menos de 100 empleados), y más de la mitad ocupa a menos de 20 empleados. Son firmas relativamente nuevas, pero con experiencia en el mercado (56% fueron fundadas a partir de los años ochenta), y en su mayor parte de capital nacional (82% no tiene ninguna participación de capital extranjero). Cerca de 60% subcontrata a terceros alguna etapa de su proceso productivo, y su mercado principal es el interno (55% de ellas no exporta). En promedio tienen una plantilla con alta proporción de profesionales sobre el total de ocupados (34%). Finalmente, 60% de estas empresas aumentó sus ventas durante el período de crisis 1999-2003, lo que denota

75 Que contestaba a la solicitud: «Nombre los cinco agentes del SNI más importantes con los que se relacionó para innovar».

76 Así por ejemplo se incluyó una empresa forestal que planta árboles clonados por laboratorios nacionales, un aserradero que procesa esa madera, una carpintería que fabrica casas prefabricadas de ese tipo de madera y una empresa que diseña, fabrica y vende muebles de esa madera también. Otro ejemplo lo constituye una cítrcola que demanda biotecnología vegetal y la comercializadora internacional de ésta, o un molino harinero y una panificadora. También se detectaron relaciones horizontales entre las empresas: por ejemplo, un molino arrocerero originalmente nombrado por informantes de la oferta se refirió a su vez, al ser encuestado, a otro molino con el que se relaciona para innovar. En el caso de los seis frigoríficos encuestados, éstos fueron el resultado de referencias de los dos tipos anteriores. Se identificaron originalmente dos frigoríficos, uno de los cuales fue referido por un productor ganadero que realiza mejoramiento genético y otro por una entidad de la UdelaR que realiza biotecnología ambiental; los cuatro frigoríficos restantes fueron mencionados por los primeros. Las tres empresas lácteas encuestadas son un caso similar al de la carne.

77 La mayor parte de las empresas detectadas y no entrevistadas fueron referenciadas en el transcurso de la encuesta, pero no hubo tiempo suficiente para someterlas a su vez al cuestionario.

78 Se identificaron cuatro empresas de venta de semillas, dos de las cuales rechazaron ser encuestadas, y seis laboratorios farmacéuticos, dos de los cuales también rechazaron la encuesta.

Recuadro 11

Instalación de un Instituto Pasteur de proyección regional en Montevideo

El 11 de diciembre de 2004 se colocó la piedra fundamental del Instituto Pasteur de Montevideo. Esta propuesta se inscribe en la vinculación entre el Instituto Pasteur de París y la región, iniciada en el 2001, que condujo a la implementación del Programa AMSUD-Pasteur (www.pasteur.fcien.edu.uy). Participan hoy en el AMSUD-Pasteur 49 instituciones académicas de Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay y sus actividades se centran en: formación de recursos humanos de alto nivel (cursos avanzados en los países de la región y participación de estudiantes latinoamericanos en los cursos del Instituto Pasteur); proyectos de investigación en colaboración en dengue y fiebres hemorrágicas, enfermedad de Chagas y tuberculosis; actividades de apoyo al control microbiológico; finalmente, apoyo al desarrollo de las biotecnologías. Esta iniciativa ha contado con el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, la UNESCO, el Banco Interamericano de Desarrollo, la Oficina Regional de Cooperación Francesa con sede en Santiago de Chile, la Embajada de Francia en Uruguay y el Instituto Pasteur de París.

En ese contexto, la dirección del Instituto Pasteur solicitó en el 2003 un estudio a científicos del Instituto y de América Latina sobre la oportunidad y la factibilidad de instalar en la región un centro vinculado a la Red Internacional de Institutos Pasteur, que apoye la fuerte vinculación establecida. A partir del análisis del documento presentado, la Dirección del Instituto resolvió, en diciembre del 2003, apoyar la creación de un

nuevo instituto en el Cono Sur de América Latina, instalado en Uruguay. Comenzó entonces una etapa de fluidos contactos entre autoridades de Uruguay y de Francia, con el objetivo de apoyar la realización de la propuesta, y a mediados del 2004 se completó un estudio de factibilidad que incluyó los aspectos científicos, técnicos, arquitectónicos, jurídicos y presupuestales.

Se ha concebido crear una institución de muy alta flexibilidad, capaz de adaptarse a los progresos continuos de la ciencia, definida por criterios de excelencia científica, vocación de constituirse en un laboratorio de nivel internacional y de proyección regional. Se ha propuesto que opere sobre la base de equipos científicos que en su mayoría tengan carácter no permanente (grupos a cinco años), seleccionados por convocatorias abiertas regulares que posibiliten e incentiven la participación de científicos y equipos de los diferentes países de la región y favorezcan la instalación de científicos latinoamericanos residentes transitoriamente en el hemisferio norte. Ese tipo de estructura debería permitir que la vocación regional pueda concretarse a través del acrisolamiento de experiencias y capacidades de los grupos y personas que coincidan temporalmente en la institución y de los vínculos que así se establezcan. Ello debería contribuir progresivamente a tejer una densa y fluida red regional.

La institución estará dotada de plataformas tecnológicas de última generación, que apoyen investigaciones y estudios en el área de la biomédica (en par-

ricular estructuradas en núcleos de equipamientos y facilidades en boterío, biología molecular y celular, proteómica y bioquímica analítica, biología estructural, bioinformática) a disposición de investigadores nacionales y de la región, así como al servicio de empresas e instituciones no académicas.

Desde el punto de vista científico, el perfil inicial definido se centrará en temáticas de envejecimiento, enfermedades degenerativas y cáncer, complementando los objetivos del Programa AMSUD-Pasteur, que se orienta esencialmente hacia enfermedades transmisibles. El perfilamiento científico más preciso se establecerá a través de un programa de encuentros y consultas con asesores de alto nivel de la región, de centros de relevancia internacional y del Instituto Pasteur de París. Al mismo tiempo, el Instituto Pasteur de Montevideo tendrá una firme vocación de apertura y estímulo a las aplicaciones, transferencias y valorización de los resultados de las investigaciones, lo cual implicará una fuerte política de vinculación con el sector industrial y empresarial regional.

Asimismo, se ha puesto particular énfasis en que esta nueva institución sea un centro de formación de alto nivel, que articule y complemente esfuerzos con programas nacionales y regionales, tanto a partir de la organización regular de cursos avanzados como por la acogida de estudiantes y jóvenes investigadores.

Se ha acordado la estructuración de la iniciativa bajo la forma de una fundación, actualmente en proceso de creación. El Parlamento uruguayo, con la unanimidad de los integrantes del Senado y de la Cámara de Diputados, votó una ley referida al Instituto Pasteur de Montevideo, en la que se esta-

bleció el alto interés del país en él y se asumieron compromisos presupuestales para asegurar su creación y funcionamiento. Debe destacarse el importante apoyo que le dio el gobierno francés a esta propuesta, que llevó a un acuerdo sobre la reconversión de la deuda uruguayo con Francia que se concretará en un aporte para la construcción y equipamiento del nuevo Instituto.

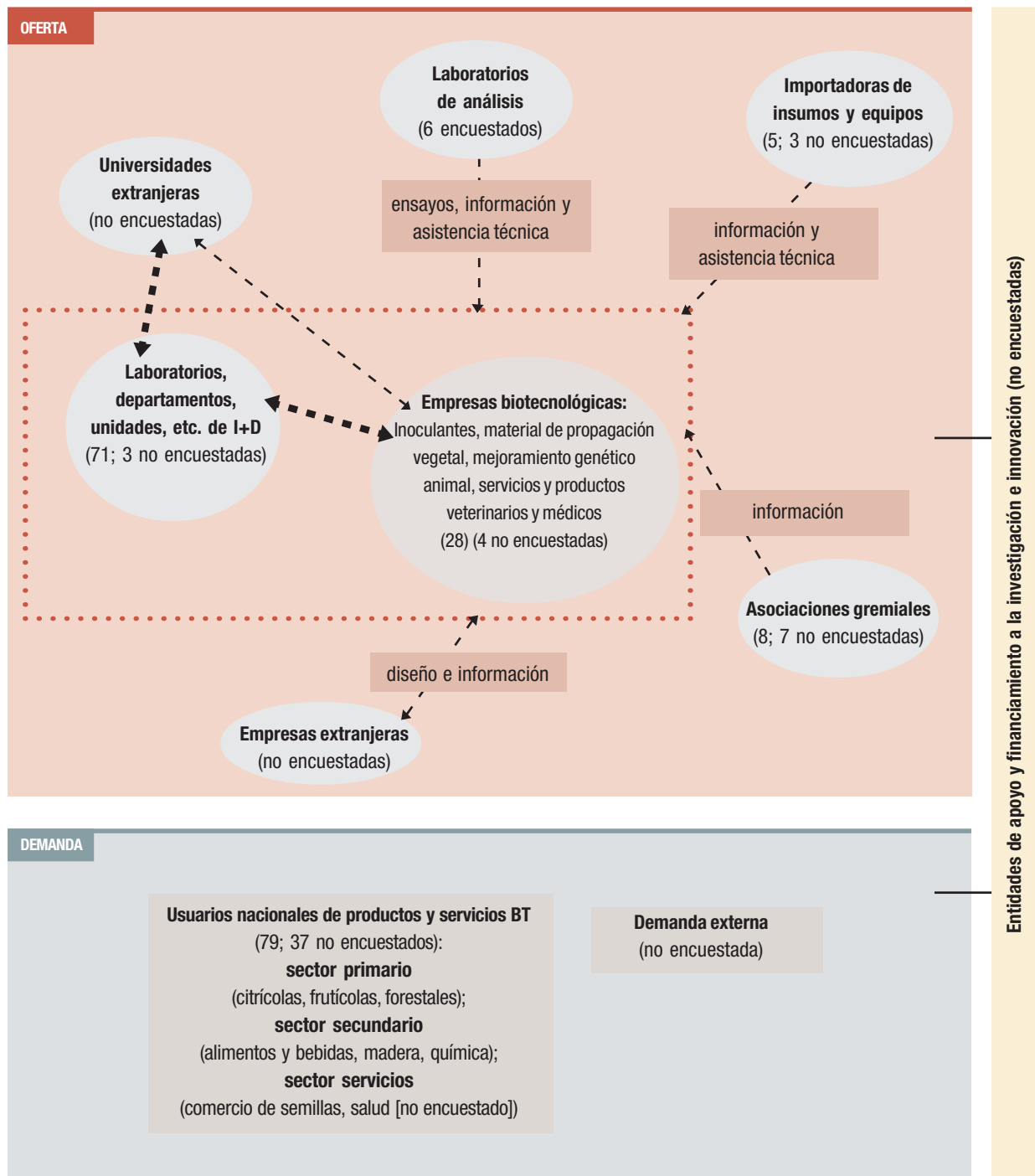
Esta iniciativa implica interesantes desafíos y explora nuevos caminos de vinculación Norte-Sur y Sur-Sur. Se espera que pueda contribuir eficazmente a los esfuerzos de integración regional, complementando propuestas y actividades de numerosos actores e instituciones que han orientado su vocación por este rumbo.

Ricardo Ehrlich

Presidente del Consejo de Administración
del Instituto Pasteur de Montevideo

Diagrama 7

Relaciones usuario productor y flujos de conocimientos en el ámbito de la biotecnología.
(202 agentes detectados)



Nota: Las flechas continuas representan intercambio de bienes y servicios; las flechas discontinuas, intercambio de información y conocimiento; las flechas unidireccionales representan intercambios unilaterales y las flechas bidireccionales, intercambios bilaterales.

Fuente: Encuesta de innovación IE-PNUD.

posiciones competitivas en sus respectivos mercados.

La mayoría de las empresas realiza I+D interna y un número menor lleva adelante I+D externa, preferiblemente con agentes nacionales o del Mercosur. No es común que hayan solicitado u obtenido algún derecho sobre la propiedad intelectual, ni tampoco que hayan certificado los productos o procesos. No obstante, el peso de los nuevos productos en la facturación del año 2002 es relativamente alto (en promedio un 30%), lo que da cuenta de otras formas de apropiación de los conocimientos. La mayor parte de las empresas considera que desarrolla innovaciones para el mercado local, y muy pocas declaran que han innovado con respecto al mercado internacional. Para 65% de estas empresas la utilización de fondos propios es la principal fuente de financiamiento de las actividades de innovación.

Por otro lado, la mayoría declara que el objetivo de sus innovaciones tecnológicas es ampliar el mercado actual o crear nuevos mercados, mejorar la calidad de sus productos y aprovechar las oportunidades existentes. En el otro extremo se ubica una minoría que apuntó a objetivos asociados a la producción (reducción de costos y otros). En cuanto a los obstáculos para innovar, la mayor parte los encuentra sobre todo en el tamaño reducido del mercado, y luego en la estructura de éste, en la dificultad de acceso a financiamiento, en el escaso desarrollo de las entidades de ciencia y tecnología y en las falencias de las políticas públicas.

Finalmente, un rasgo distintivo de todos los ámbitos estudiados es la alta densidad de relaciones con universidades, laboratorios y centros tecnológicos (20%, contra 14% de las empresas de tipo sinérgico y 11% de las autocentradas, ambos grupos analizados en el apartado 5 de este capítulo). En general, los indicadores de vinculación con el SNI son todos más altos que los de las empresas sinérgicas,⁷⁹ lo que denota que estas firmas del ámbito de biotecnología tienen mayor relación que las de los otros ámbitos con los agentes del SNI, particularmente con las entidades de investigación. Se observa, además, que muy pocas empresas productoras de bie-

nes y servicios biotecnológicos declararon estar relacionadas entre sí para innovar. No obstante, mantienen lazos más comúnmente con firmas pertenecientes al grupo que se ha denominado de *proveedores de bienes y servicios especializados* (generalmente de tipo unilateral), y también con empresas extranjeras (más bien de tipo bilateral). Además, varias han presentado y financiado proyectos de investigación a través de los fondos del PDT gestionados por la Dinacyt. Por último, pocas empresas declararon que para innovar se relacionaban con empresas o entidades usuarias de los bienes y servicios que producen. Todas estas modalidades de vinculación están esquematizadas en el diagrama 7.

Las entidades de la oferta

De las 68 entidades encuestadas que realizan investigación en biotecnología, 43 pertenecen a la UdelaR (facultades de Ciencias, Medicina, Química, Veterinaria, Agronomía), 9 al IIBCE, 3 al INIA y el resto a otras instituciones (MGAP, Ministerio del Interior, Ministerio de Salud Pública, Asociación Rural del Uruguay, Instituto Nacional de Semillas, Asociación Española de Socorros Mutuos). En dichas entidades trabajan 1157 profesionales y técnicos, de los cuales 771 son profesionales.⁸⁰ De estos últimos, los más altos niveles de calificación se encuentran en la UdelaR, que concentra la mayor parte de los doctores y de los que obtuvieron un título de posdoctorado (véase cuadro 20).

Retomando la clasificación realizada en el apartado 3 de este capítulo, en función del modo como las entidades establecen sus agendas de investigación,⁸¹ se puede comprobar en el siguiente cuadro que la mayor parte de las entidades detectadas investiga con el fin de resolver problemas productivos (39 entidades), y pertenece a la UdelaR.

Todas las entidades encuestadas contestaron que realizan actividades de I+D internas, y una parte importante realiza I+D externa, principalmente con otros laboratorios nacionales o del Mercosur. También la densidad de las relaciones bilaterales con el sector productivo (para realizar I+D en cooperación) es de 13% sobre el total de posibilidades, lo que es relativamente alto considerando que es un

79 Densidad de relacionamiento con el SNI: 9,3% contra 8,5% en las empresas sinérgicas; densidad de relaciones unilaterales con el SNI: 14% contra 13%; densidad de relaciones bilaterales con el SNI: 8% contra 7%.

80 Dadas las preguntas formuladas en la encuesta, no se puede afirmar que todos esos profesionales y técnicos trabajen efectivamente en biotecnología, sino que las entidades detectadas que realizan investigaciones en biotecnología ocupan a esa cantidad de empleados con esas calificaciones.

81 Cabe recordar que dicha clasificación se realizó en función de la siguiente información proporcionada por la encuesta IE-PNUD: estructura de financiamiento de actividades de I+D, relaciones con agentes del SNI y su objeto, importancia de los diferentes medios para obtener conocimientos, y obstáculos para transformar los resultados de la investigación en innovaciones de bienes y servicios (esta última, pregunta abierta).

Recuadro 12

Un caso de empresa biotecnológica: Laboratorios Clausen

Laboratorios Clausen es una empresa farmacéutica nacional, fundada a principios del siglo XX, con una larga trayectoria en el Uruguay. Desde la década del noventa ha incorporado productos biológicos y biotecnológicos, lo que le ha permitido incorporar una verdadera línea de alta tecnología en áreas tales como oncología, hematología, hemoterapia, inmunología, fertilidad y reproducción, trasplante y vacunas. Durante estos años ha desarrollado otros importantes proyectos conjuntamente con la Universidad de la República.

Control de calidad

En 1996 la Universidad de la República y la empresa firmaron un convenio mediante el cual el Laboratorio de Inmunobiología de la Facultad de Medicina realiza el control de calidad de los productos biotecnológicos de Laboratorios Clausen, efectuando las mediciones de actividad biológica y pureza de los productos y comparándolas con los estándares internacionales.

Desarrollo de una nueva molécula

Los antecedentes de colaboración e intercambio entre Clausen y la Universidad de la República permitieron encarar un proyecto de investigación enteramente nacional. Éste consistió, en una primera etapa, en desarrollar el proyecto «Diseño y construcción de un sistema de expresión de Trombopoyetina Recombinante Humana en células de mamífero, con actividad biológica demostrada», que fue llevado a cabo por un equipo de investigadores de la Facultad de Medicina mediante diversas técnicas biotecnológicas y de ingeniería genética. El proyecto fue financiado enteramente por Laboratorios Clausen mediante un crédito de Conicyt-Fintec-BID.

A principios del año 2000 se obtuvo un cultivo celular productor de la molécula *trombopoyetina recombinante humana*, con actividad biológica comprobada. Este resultado fue declarado exitoso por el Conicyt, tras ser evaluado por expertos internacionales. El resultado obtenido es la primera molécula biotecnológica desarrollada enteramente en Uruguay.

Fuente: INIA, 2001.

indicador muy exigente. No obstante, la mayoría de las entidades contesta que la vinculación con otros laboratorios es un medio muy importante para obtener conocimientos, mientras que una minoría considera que también lo es la relación con las empresas.

Muy pocas entidades han solicitado y/u obtenido derechos de propiedad intelectual sobre los resultados de sus investigaciones, y menos aún han certificado sus productos y/o procesos, mientras que la mayoría realiza publicaciones. En promedio, las entidades financian sus actividades de investigación en función de la siguiente estructura: 50% fondos presupuestales y concursables, 18% a través de convenios con el sector productivo, 14% por cooperación internacional, 17% con fondos del sector

público (incluye gobierno central y organismos descentralizados, empresas públicas, intendencias, instituciones semipúblicas).

Una clasificación de las empresas y entidades de la oferta

Se clasificaron las 32 empresas y las 68 entidades de I+D de la oferta en cuatro grupos, en función de su área de aplicación (biotecnología vegetal, mejoramiento genético animal, servicios y productos veterinarios y médicos, biotecnología de aplicación industrial), y un último grupo conformado por las empresas *proveedoras de bienes y servicios especializados*. Dentro de cada grupo se aplicó el *análisis estadístico de cluster* para analizar si existen conjuntos de firmas virtuosos, en los que coexisten altos indicadores en los cuatro pla-

Cuadro 21

Cantidad de profesionales en función de su calificación y origen institucional					
TOTAL DE PROFESIONALES Y TÉCNICOS	TOTAL DE PROFESIONALES	PROFESIONALES CON GRADO	PROFESIONALES CON MAESTRÍA	PROFESIONALES CON DOCTORADO	PROFESIONALES CON POSDOCTORADO
1157	771	427	161	158	25
UdelaR	493	240	103	130	20
IIBCE	28	10	7	7	4
INIA	32	9	10	12	1
Otros	218	168	41	9	0

Fuente: Encuesta IE-PNUD.

Cuadro 22

Cantidad de entidades en función de la composición de su agenda de investigación				
CANTIDAD DE ENTIDADES	INVESTIGA PARA SU ACTIVIDAD PRINCIPAL	INVESTIGA PARA RESOLVER PROBLEMAS PRODUCTIVOS	INVESTIGA PARA DIFUNDIR EL CONOCIMIENTO GENERADO	TOTAL
UdelaR	1	28	14	43
IIBCE		5	4	9
INIA		3		3
Otros	10	3		13
Total	11	39	18	68

Fuente: Encuesta IE-PNUD.

nos de innovación y aprendizaje (capacidad innovadora, capacitación, tecnologías de gestión y estilos de vinculación).

1. *Empresas y entidades que se dedican a la biotecnología vegetal.* Se encuentran en el INIA (Las Brujas), la UdelaR (facultades de Agronomía, Ciencias, Química, Ingeniería), el IIBCE, el MGAP, el INASE y ocho empresas privadas (tres de inoculantes, cuatro de micropropagación de plantas y una productora agrícola que realiza micropropagación para uso propio).

En tres de las ocho empresas encuestadas (una de inoculantes y dos de micropropagación) existen altos indicadores en los tres primeros planos de aprendizaje e innovación, y los lazos (cuarto plano) con entidades de I+D—de la UdelaR, el INIA y el MGAP—son bilaterales (de diseño de producto y/o I+D). Las otras empresas, que poseen menores capacidades de innovación y aprendizaje internas, también tienen en general relaciones bilate-

rales con las entidades nombradas. Además, para el conjunto de las firmas existen vinculaciones horizontales con los *proveedores de bienes y servicios especializados* y asociaciones gremiales, aunque en general el vínculo es de tipo unilateral (solicitud de información, ensayos, etc.).

En la producción de inoculantes microbianos para fijar nitrógeno atmosférico se destaca un módulo de articulación funcional público-privada. En él cada grupo de agentes juega un papel esencial para lograr el objetivo de impulsar la aplicación de la tecnología. La UdelaR (facultades de Agronomía e Ingeniería) realiza investigación básica y aplicada sobre inoculantes, como también la hace el Laboratorio de Ecología Microbiana del IIBCE; el MGAP (Laboratorio de Microbiología de Suelos y Control de Inoculantes) diseña los desarrollos tecnológicos, difunde la tecnología y realiza la posterior

Recuadro 13

Los resultados de una investigación en la Facultad de Ciencias: kit MeDeA

*Trazabilidad molecular de las especies componentes de alimentos manufacturados derivados de la carne**

Este producto permite determinar trazas de especies animales en alimentos manufacturados derivados de la carne. Posibilita la identificación del origen de especie específico de los componentes cárnicos utilizados para su elaboración.

El servicio implementado—económico, rápido, muy sensible y exacto— en la actualidad detecta inequívocamente cualquiera de las siguientes especies: pollo, caballo, oveja, cerdo y vaca. Específicamente, se ha estudiado y determinado la composición especie-específica de salchichas, patés y productos para animales, entre otros alimentos comunes. El método

ha sido validado mediante la secuenciación nucleotídica automatizada de los productos de amplificación obtenidos. Se encuentra disponible en formato tipo *kit*, lo que posibilita su utilización por cualquier laboratorio que cuente con infraestructura básica en biología molecular.

El *kit* MeDeA permite la certificación de producto y constituye una herramienta preventiva contra el mal de la vaca loca.

Sección Bioquímica y Biología Molecular,
Departamento de Biología Celular y Molecular,
Instituto de Biología, Facultad de Ciencias,
UdelaR.

* Solicitud de Patente de Invención ante la DNPI N° 27530 (5/xi/2002).

certificación de calidad; finalmente el INIA valida la tecnología en sus campos experimentales. Las empresas industriales de inoculantes han de desarrollar los productos derivados de esas tecnologías y someterse posteriormente a los controles de calidad realizados por el MGAP.

Las tres empresas productoras de inoculantes identificadas son pymes relativamente antiguas (una de ellas fue fundada en los años cincuenta, mientras que las otras dos lo fueron entre fines de la década de los setenta y principios de los ochenta) y primordialmente de capital nacional. Asimismo, tienen una alta participación de profesionales sobre el total de ocupados (cerca de 30%). No obstante, sólo una de ellas (la que pertenece al grupo de mejores indicadores de innovación y aprendizaje) declaró poseer lazos estables para innovar con agentes del SNI (con la UdelaR y un laboratorio de análisis privado). Esto deja planteada una interrogante sobre cómo afecta el funcionamiento del módulo arriba

mencionado la innovación de las firmas, o al menos sobre la percepción que ellas tienen de dicha articulación con el sector público.

En cuanto a las empresas de micropropagación vegetal, la demanda de material de propagación vegetal de alta calidad genético-sanitaria impulsó el surgimiento de varias empresas del sector privado capaces de producir dicho material mediante técnicas de saneamiento y micropropagación *in vitro*. Se detectaron cinco empresas que han desarrollado casi exclusivamente las técnicas de micropropagación en materiales de propagación agámica: papa, frutilla, ajo y frutales. Todas declaran poseer lazos bilaterales con laboratorios del INIA y de la UdelaR.

2. *Mejoramiento genético animal.* Las actividades se encuentran centralizadas en la Facultad de Veterinaria, el Instituto Rubino (Dilave) del MGAP y nueve (se entrevistó a seis) empresas privadas (tres productores agropecuarios que realizan mejoramiento genético animal y tres empresas de servicios

de biotecnología en reproducción animal). También participan el INIA, el Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL), la Asociación Rural del Uruguay (ARU) y el Instituto de Mejoramiento Lechero.

Sólo una de las empresas de este grupo posee fuertes capacidades de innovación y aprendizaje en los tres planos mencionados (es una empresa que brinda servicios genéticos en reproducción animal), y mantiene lazos con la UdelaR y con universidades y empresas del primer mundo. Se trata de una pyme fundada a fines de los ochenta, que exporta 60% de sus ventas, y cuya plantilla de personal está constituida por 64% de profesionales. El resto de las firmas, con menores indicadores de innovación y aprendizaje internos, mantiene igualmente relaciones bilaterales –que implican fuentes de conocimientos externos– con el INIA y la UdelaR, sus compradores (los frigoríficos en el caso de los productores ganaderos), y con otros laboratorios privados (es el caso de las empresas de servicios de genética animal).

3. *Servicios y productos veterinarios y médicos.* Se detectaron 12 empresas (y se entrevistó a 10) y 28 entidades. Entre estas últimas, las que lideran estos emprendimientos son: las facultades de Medicina, Química y Ciencias, a través de sus cátedras e institutos especializados, y el IIBCE. También participan laboratorios especializados del Ministerio de Salud Pública (MSP) y una fundación público-privada establecida entre la UdelaR y un laboratorio farmacéutico. Entre las empresas encuestadas se encuentran laboratorios que producen y venden fármacos y vacunas de uso veterinario, de uso humano y *kits* de diagnósticos; también las hay que realizan los propios servicios de diagnóstico o proveen los insumos para ellos.

En esta área, la mitad de las diez empresas tiene altos indicadores en los tres planos de aprendizaje e innovación y posee vinculaciones con gran cantidad de entidades de la UdelaR y el IIBCE. Cuatro de estas firmas pertenecen al área de diagnósticos y la quinta es un tradicional laboratorio de productos veterinarios que hoy está realizando también innovaciones en medicina humana. No obs-

tante, las características económicas de estas pymes con muy alta participación de profesionales (60% en promedio) son variadas. Dos firmas no exportadoras vieron estancadas sus ventas durante el período de crisis entre 1999 y 2003, mientras que otras dos que exportan aumentaron su facturación en esos años, y la última se creó en el 2001, o sea que no pudo saberse su evolución.

En el grupo de menores capacidades de innovación y aprendizaje se encuentran tres empresas productoras de vacunas, con alta propensión exportadora y cuyas ventas aumentaron durante la crisis. Pertenecen también a este grupo dos laboratorios de fármacos de uso humano (uno de los cuales es una empresa grande) que no exportan, pero igualmente aumentaron sus ventas durante los años 1999–2003.

En suma, es esta área la que parece estar mejor conformada en el sentido de la innovación y el aprendizaje, dada la cantidad relativa de empresas y entidades existentes y sus capacidades para desarrollar los procesos mencionados.

4. *Área de aplicación industrial y agroindustrial.* No se detectaron empresas privadas en esta área. La investigación y su aplicación están concentradas en las facultades de Ingeniería, Química, Agronomía y Ciencias (UdelaR) y el IIBCE. Existe asimismo una fundación público-privada entre la UdelaR y una empresa agroindustrial.

5. *Empresas proveedoras de bienes y servicios especializados.* Se identificaron 11 empresas (se entrevistó a ocho), nombradas en la encuesta por las productoras de bienes y servicios biotecnológicos como agentes del SNI muy importantes con las que se relacionaron dentro del marco del desarrollo de sus actividades de innovación. En este grupo existen empresas de diverso tipo: importadoras de material y equipos para laboratorios, droguerías, laboratorios de análisis y de productos agroveterinarios. De este grupo sólo un laboratorio de análisis posee fuertes capacidades de innovación y aprendizaje en los tres planos mencionados, y mantiene lazos con la UdelaR y con sus clientes para innovar. Ha presentado y financiado además un proyecto de innovación en el PDT.

Las empresas de la demanda

A diferencia de las oferentes, cerca de 42% de las 42 empresas de la demanda son grandes (más de 100 empleados y facturación por encima de los 5 millones de dólares), y 95% factura dentro de los dos tramos superiores; además, casi la mitad ocupa a más de 100 empleados. Son firmas relativamente antiguas (70% fueron fundadas antes de los años ochenta) y de capital nacional (57%). La mayor parte de estas empresas son exportadoras (73%), y cerca de 50% realiza en el exterior más de la mitad de su facturación. Además, destinan en promedio 36% de sus ventas al sector servicios (2% al sector público), 24% a la industria y 22% al consumo final. Finalmente, la proporción de profesionales en la plantilla de empleados es baja (14%) con relación a la oferta y 42% de estas empresas aumentó sus ventas durante el período de crisis 1999-2003.

Al igual que las empresas de la oferta, la mayoría de las demandantes realiza I+D interna y un menor número lleva adelante I+D externa, preferentemente con agentes nacionales o del Mercosur. Es mucho más común certificar los procesos de producción y/o los productos que en las empresas de la oferta, pero la solicitud y/u obtención de derechos de propiedad intelectual no es habitual entre estas firmas, mientras que el peso de los nuevos productos en la facturación del año 2002 es bajo (19%) si se lo compara con la oferta. Además, la mayor parte de las empresas considera que desarrolló innovaciones novedosas para el mercado local, y casi ninguna declara haber innovado con respecto al mercado internacional.

Por otra parte, la mayoría de las empresas declara que el objetivo de sus innovaciones tecnológicas es ampliar el mercado actual o crear nuevos mercados y mejorar la calidad de sus productos. Un número menor hizo innovaciones con el objetivo de reducir costos o aprovechar oportunidades, y casi ninguna realizó actividades de innovación para disminuir el impacto ambiental o introducir productos ambientalmente sanos. En cuanto a los obstáculos para la innovación, la mayor parte considera que son consecuencia de las dificultades para acceder a financiamiento;

bastante más lejos se ubican el reducido tamaño del mercado y la facilidad de imitación por terceros.

Al igual que las empresas de la oferta del ámbito, estas firmas se relacionan más intensamente que el promedio de la demanda con universidades, laboratorios y centros tecnológicos (17% contra 13%). Dichos vínculos son por lo general de tipo bilateral (I+D y diseño de producto). No obstante, con respecto a los otros indicadores de vinculación con agentes del SNI, los valores son muy cercanos a la media de la demanda. Ello da cuenta de un rasgo distintivo de estas usuarias de bienes y servicios biotecnológicos: sus lazos con entidades de I+D. Además, muchas de estas firmas han presentado proyectos de innovación para ser financiados por los fondos del PDT.

Entidades de apoyo a la innovación e investigación

Es de reciente creación en Uruguay el Polo Tecnológico de Pando, vinculado a los ámbitos farmacéutico, biotecnológico y ambiental y promovido por la Facultad de Química. En la Facultad de Ciencias, por su lado, se están implantando diversas acciones con el objetivo de valorizar la investigación que se lleva a cabo allí: incubación de empresas de base tecnológica vinculadas al ámbito de biotecnología y ambiental, promoción y apoyo para la obtención de patentes de resultados de investigaciones, y asociación con un laboratorio farmacéutico para realizar el control de calidad de principios activos obtenidos por biotecnología y de los productos farmacéuticos terminados que se elaboren con ellos. En Zona América se instaló en 2004 Biotec Plaza S.A., un parque tecnológico destinado a brindar servicios a empresas biotecnológicas.

Además, las entidades de I+D y empresas del ámbito nombraron a las siguientes entidades de apoyo a su investigación e innovación: Asociación de Semilleristas de Papa (Ansepa), Asociación de Cultivadores de Arroz (ACA), Escuela de Enología, Instituto Nacional de Vitivinicultura (Inavi), Asociación Uruguaya pro Siembra Directa (Ausid), Mesa de Trigo, Mesa de Cebada, Sociedad de Apicultores, Junta Nacional de la Granja (Junagra), Asociación de Viveristas, Asociación Rural del Uruguay (ARU), Sociedad de Cria-

dores de Holando, Sociedad Criadores de Corriedale, Sociedad de Criadores de Merino, Central Lanera, SUL y Escuela Agraria. Estas entidades no fueron encuestadas, pues habría que haber previsto un tercer tipo de formulario. Sí fueron encuestados los laboratorios de algunas de estas entidades que realizan I+D (como la ARU o el SUL), pero no las entidades en sí mismas.

Tampoco fueron encuestadas las entidades que brindan apoyo financiero a la innovación y la investigación (como la Dinacyt a través del PDT o la CSIC de la UdelaR) u otras instituciones financieras con posibilidades de crear instrumentos financieros (como el capital de riesgo) adecuados para la generación y el desarrollo de emprendimientos intensivos en conocimiento, como los de biotecnología. Al igual que para el ámbito de *software* y servicios informáticos, en el pasado hubo algunos intentos de crear en Uruguay sociedades de capital de riesgo, sin éxito, y actualmente existen dos iniciativas, aunque más bien volcadas hacia las empresas de *software*.

Del LATU se encuestó a las gerencias de análisis y ensayos y tecnológica. Vale decir que muchas empresas del ámbito declararon que se relacionaban con esta institución dentro del marco de sus actividades de innovación. No obstante, el objeto de este relacionamiento es la mayoría de las veces para ensayos, asistencia técnica o capacitación, y muy pocas veces para I+D o diseño de producto.

Aceptación social de las aplicaciones de la biotecnología

Se debe considerar al público en general como un participante activo en la dinámica de desarrollo de la biotecnología. La percepción pública acerca de los riesgos y beneficios asociados con las aplicaciones comerciales específicas es un elemento esencial para su éxito. Recuérdese que el mencionado trabajo de Sussex hace hincapié en el papel crucial que desempeñan, principalmente en la agrobiotecnología, la demanda y la aceptabilidad pública de las aplicaciones de biotecnología. Estos constituyen factores fundamentales, y en los países europeos actúan como fuertes

inhibidores de la actividad innovadora, sobre todo de las firmas agrobiotecnológicas.

En Uruguay no se han realizado encuestas de opinión para medir la aceptación social de los desarrollos biotecnológicos,⁸² pero la estrategia llevada adelante, por ejemplo, por la ACA con relación al arroz transgénico es un indicativo de la visión negativa que tiene el público de los productos elaborados con base en esa tecnología. En efecto, ha establecido que se siga investigando sobre variedades transgénicas pero que éstas no se liberen al mercado, porque hoy saben que hay consumidores que las rechazan.⁸³

Para este informe no se llevó adelante una encuesta de opinión, ni se mantuvieron entrevistas con objeto de sondear la opinión de los uruguayos al respecto. Es un tema muy relevante que queda pendiente.

Regulaciones del ámbito

En cuanto a incentivos fiscales para el desarrollo del ámbito, existe uno específico para la I+D desde 1987, que prevé exoneraciones para «proyectos de I+D, en particular en biotecnología», en aquellos casos en que dichos proyectos sean aprobados por la Unidad Asesora de Promoción Industrial del MIEM o por la Dinacyt (ley 15.903, artículo 444). Desde su implementación, muy pocos proyectos se han acogido a dicho beneficio. En 1994 se exoneró también a los proyectos biotecnológicos de los tributos que normalmente gravan la importación de bienes de capital (ley 16.46, artículo 61).

En materia de regulaciones de nivel internacional cabe mencionar la ley 16.671 del 13 de diciembre de 1994, que aprobó el acuerdo sobre derechos de propiedad intelectual relacionado con el comercio (ADPIC) resultante de la Ronda Uruguay de Negociaciones Multilaterales. El país forma parte también de la Unión Internacional para la Protección de los Obtenedores Vegetales (UPOV). Por otro lado, en los últimos años se ha reforzado el sistema legal de protección de la propiedad intelectual mediante la aprobación de una ley de semillas en 1997 y de una de patentes en 1999. Las dos tienen relación con las creaciones biotecnológicas.

82 En Europa existen instrumentos específicamente diseñados para monitorear la percepción social en torno a los productos y desarrollos en temas de biotecnología. En América Latina se ha llevado adelante también este tipo de encuestas de opinión, pero sin la misma regularidad.

83 Ha de aclararse que actualmente hay productores que están plantando en Uruguay variedades de arroz genéticamente mejoradas por procedimientos convencionales. Y, entre ellos, hay quienes certifican arroz orgánico. En el caso de la certificación de arroz orgánico, al igual que en la producción de carne, lo que se certifica es un proceso productivo que le asegura al consumidor el no uso de determinados productos o insumos. (Se evita utilizar productos que provengan de la síntesis química, como por ejemplo, herbicidas, plaguicidas, fertilizantes provenientes de síntesis química como urea, fosfato de amonio, superfosfato, hiperfos, etc. El único fertilizante fosfatado autorizado es el hiperfosfato, que es roca fosfórica molida. También está totalmente prohibido el uso de anabólicos de crecimiento, hormonas, transgénicos, antibióticos –para la alimentación– y muy restringidos para el tratamiento de animales enfermos.)

Recuadro 14

Un caso de demanda de biotecnología vegetal

La diversidad de la demanda de productos y servicios biotecnológicos pudo verificarse después del trabajo de campo, a través de la información recolectada por la encuesta de innovación IE-PNUD. En efecto, a partir de esa fuente se supo que en promedio las empresas clasificadas aquí como oferentes destinaron, en los años 1998, 2000 y 2002, 85% de sus ventas al mercado interno. Y del total de la facturación, 32% fue vendido al sector servicios (9% al sector público), 23% al sector agropecuario, 19% a la industria, 10% al consumo final y 16% a la propia rama. Un caso de demanda de biotecnología vegetal

La propagación clonal de árboles elite de *Eucalyptus* está siendo utilizada por dos empresas forestales nacionales, COFUSA y FOSA, con el fin de mejorar y homogeneizar sus plantaciones. Estas empresas no cuentan con laboratorios propios, por lo que realizan la micropropagación de estos árboles mediante convenios específicos con laboratorios nacionales, como la Unidad de Biotecnología del INIA, o con laboratorios extranjeros.

En el caso de FOSA, filial de Shell Forestry Limited,* el trabajo de clonación se realiza en Europa. En Uruguay se efectúan programas de cruzamientos y obtención de híbridos, que luego de su evalua-

ción se envían a Inglaterra para su micropropagación. Posteriormente son reenviados al Uruguay para la formación de parcelas de evaluación de crecimiento y de rendimiento de madera. Además de los trabajos de cruzamiento, en Inglaterra se han generado árboles modificados genéticamente, como *Eucalyptus grandis* con tolerancia a glifosato y con características mejoradas de la madera. Dichos árboles fueron enviados al Uruguay para la realización de ensayos de campo, los cuales se llevaron a cabo cumpliendo las medidas de bioseguridad necesarias y con la correspondiente autorización del MGAP. Estos ensayos han sido destruidos debido al vencimiento del plazo de experimentación permitido (dos años) y a que la empresa Shell Forestry Limited ha discontinuado esta línea de investigación en Inglaterra.

Actualmente FOSA tiene un convenio con el INIA por el cual la tecnología desarrollada en el Reino Unido se ha transferido completamente a la unidad de Biotecnología del Instituto.

* Nota de actualización: En el año 2003, FOSA (madera para celulosa) fue vendida a Botnia por la Shell, pero mantiene los vínculos con el INIA. COFUSA produce para celulosa y madera serrada y sigue siendo de capitales enteramente nacionales.

Fuente: INIA, 2001.

En armonía con el ADPIC —más conocido por la sigla en inglés, TRIPS—, la ley de patentes aprobada en 1999 prevé que «son patentables las invenciones nuevas de productos o de procedimientos, que supongan una actividad inventiva y sean susceptibles de aplicación industrial» (artículo 8°). En cambio, el artículo 13 dispone que no se considerarán invenciones, entre otras, las siguientes: a) los descubrimientos; b) las plantas y los animales excepto los microorganismos,

y los procedimientos esencialmente biológicos para la producción de plantas o animales, con excepción de los procedimientos no biológicos o microbiológicos; y c) el material biológico y genético, como existe en la naturaleza». Asimismo, el artículo 14 prevé que «no son patentables: a) los métodos de diagnóstico, terapéuticos y quirúrgicos para el tratamiento de personas o animales; b) las invenciones contrarias al orden público, las buenas costumbres, la salud pú-

blica, la nutrición de la población, la seguridad o el medio ambiente».

Las excepciones al apartado *b* del artículo 13 de la ley son, según diversos ámbitos de la sociedad civil, un punto clave que permite en definitiva patentar variedades vegetales y farmacéuticas resultantes de la biotecnología o, en su caso, el procedimiento o las técnicas de ingeniería genética para producirlas. Por ejemplo, en la agricultura, si se altera genéticamente una semilla, se puede patentar el proceso y con ello se asegura que nadie pueda utilizarla. Esto está en conflicto con las disposiciones de la UPOV, a la que también adhiere Uruguay, que permiten que los agricultores conserven para sí (no para comercializar) semillas protegidas para zafas posteriores. No obstante, a partir de la ley de patentes deberán en este caso pagar regalías.

Para el caso de la obtención de vegetales, en 1997 el país actualizó la protección jurídica de cultivares a través del dictado de una nueva ley de semillas (ley 16.811) que creó el Instituto Nacional de Semillas (Inase). Ésta establece claramente que, para que un cultivar pueda ser sujeto a la protección, deberá ser nuevo, diferenciable, homogéneo, estable en sus características esenciales y recibir una denominación.

A pesar de esta actualización, la ley no se encuentra ajustada a la situación generada por los cultivares transgénicos, que cuestionan las definiciones actuales utilizadas para la determinación de su propiedad. Es el caso del concepto de *variedad esencialmente derivada*, que se refiere a la construcción de un transgénico a partir de una variedad ya existente. Aunque la UPOV introdujo el concepto de *variedad esencialmente derivada* en 1991, en la región sólo ha sido incorporado por Brasil y Bolivia (INIA, 2001).

En materia de biodiversidad, Uruguay aprobó el Convenio sobre Diversidad Biológica (ley 16.408 del 27/8/1993), suscrito el 5 de junio de 1992 en Río de Janeiro. Este convenio establece la necesidad de «regular, administrar o controlar los riesgos derivados de la utilización y la liberación de resultados biotecnológicos y que eventualmente tengan repercusiones ambientales adversas que puedan afectar la conservación y la utiliza-

ción sostenible de la diversidad biológica» (PNUMA, 1992). En agosto de 2000 se aprobó la creación de la Comisión de Evaluación de Riesgo de Vegetales Genéticamente Modificados, que sustituye a la anterior creada en 1995. La Comisión elabora las medidas de bioseguridad que se aplican en cada caso y realiza los informes en que recomienda a la DGSA si debe aceptar, condicionar o rechazar las solicitudes de introducción de esos materiales al país. Las medidas de supervisión y control se realizan conjuntamente por el Inase y la DGSA.

No obstante, existe una carencia en las áreas de aplicación de biotecnología moderna que involucren la transformación de microorganismos y también las actividades relacionadas con la medicina humana y veterinaria. Es fundamental que estos sectores estructuren medidas para garantizar el uso seguro de la biotecnología moderna, ya que involucran aspectos de bioseguridad en la parte de investigación, industria farmacéutica, industrias de procesamiento y en la medicina humana y veterinaria (INIA, 2001). En términos más generales, han de implantarse medidas para garantizar el uso seguro de la biotecnología moderna, en las cuales no solamente han de primar los aspectos científicos y tecnológicos, sino también los que tienen relación con la ética.

En síntesis, del ámbito de biotecnología se pudo saber que gran parte de las 32 empresas de la oferta son pymes, relativamente nuevas y en su mayor parte de capital nacional. En promedio tienen una plantilla con alta proporción de profesionales sobre el total de ocupados, y 60% de estas empresas aumentó sus ventas durante el período 1999-2003, lo que denota posiciones competitivas en sus respectivos mercados. La mayoría realiza I+D interna y un número menor lleva adelante I+D externa, sobre todo con agentes nacionales o del Mercosur. La mayor parte considera que desarrolla innovaciones novedosas para el mercado local, pero muy pocas declaran que han innovado con respecto al mercado internacional. Finalmente, un rasgo distintivo de estas empresas respecto al promedio de la oferta de todos los ámbitos es la alta densidad de vínculos bilaterales con uni-

versidades, laboratorios y centros tecnológicos, lo que revela una relación más intensa con esos agentes del SNI. Se observa, además, que muy pocas empresas productoras de bienes y servicios biotecnológicos declararon estar relacionadas entre sí, o con empresas o entidades usuarias de los bienes y servicios que producen, con el fin de innovar. Esto último muestra que en este ámbito no se generan relaciones usuario-productor entre empresas biotecnológicas y las usuarias de sus bienes y servicios.

De las 42 demandantes –potenciales o efectivas– de los productos y servicios del ámbito, una parte importante pertenece a la agroindustria y a los servicios. A diferencia de las oferentes, son empresas grandes, relativamente antiguas y con una baja proporción de profesionales en la plantilla de empleados. La mayor parte son exportadoras y muchas aumentaron sus ventas durante el período de crisis 1999-2003. Al igual que las empresas de la oferta, la mayoría de las demandantes realiza I+D interna y un menor número lleva adelante I+D externa, preferiblemente con agentes nacionales o del Mercosur. Al igual que las empresas de la oferta del ámbito, estas firmas se relacionan más intensamente que el promedio de la demanda con universidades, laboratorios y centros tecnológicos, y dichos vínculos son por lo general de tipo bilateral (I+D y diseño de producto). Ello da cuenta de un rasgo distintivo de estas usuarias de bienes y servicios biotecnológicos: sus lazos bilaterales con entidades de I+D.

De las 68 entidades detectadas que realizan investigación en biotecnología, todas contestaron que realizan actividades de I+D internas, y una parte importante realiza I+D externa, principalmente con otros laboratorios nacionales o del Mercosur. Un número importante de estas entidades (39) investiga con el fin de resolver problemas productivos. La densidad de las relaciones bilaterales con el sector productivo es relativamente alta. No obstante, la mayoría de las entida-

des contesta que la vinculación con otros laboratorios es un medio muy importante para obtener conocimientos, mientras que una minoría considera que también lo es la relación con las empresas. La importancia que tienen para las empresas de la oferta y de la demanda los lazos con las entidades de I+D para proveerse de conocimientos no es correspondida, pues, por las entidades. Estas últimas disponen de otras relaciones y redes de conocimientos con sus pares de mayor relevancia.

En conclusión, del antecedente mencionado (INIA, 2001) se sabe que existe en Uruguay una capacidad relativamente importante de investigación biotecnológica, en términos de cantidad de laboratorios de investigación, de recursos humanos capacitados, infraestructura y equipamiento. No obstante, el desarrollo de la biotecnología en el país ha sido desordenado; existen diferentes polos de desarrollo biotecnológico que han obedecido a la inquietud de diferentes grupos, pero éstos no han seguido un programa estratégico, ni siquiera dentro de cada sector. A partir del relevamiento efectuado en el presente informe, se agrega que la característica central del ámbito de biotecnología es la importante vinculación bilateral entre las entidades de investigación y las empresas productoras de bienes y servicios biotecnológicos, por un lado, y entre las primeras y las demandantes, por otro. Tanto para las productoras como para las usuarias la densidad de esos vínculos supera la que tienen con agentes del sector productivo, mientras que las entidades entablan relaciones de cooperación en I+D más intensas con otras entidades de investigación que con agentes del sector productivo. Se halló, además, que el área de servicios y productos veterinarios y médicos es la que parece estar mejor conformada en el sentido de la innovación y el aprendizaje, dada la cantidad relativa de empresas y entidades existentes y sus capacidades para desarrollar los procesos mencionados.

APÉNDICE METODOLÓGICO

METODOLOGÍA DE LA BOLA DE NIEVE

La conformación de las muestras de firmas y entidades de cada ámbito seleccionado se realizó mediante la metodología de *bola de nieve* o *snowball*. El muestreo mediante esta metodología es un método no probabilístico que se utiliza para poblaciones escondidas o de difícil localización, o para aquellas en las que no se dispone de un marco muestral, como es el caso de este trabajo. El método se basa en las referencias de individuos tomados inicialmente para generar individuos adicionales a incluir en la muestra. En el muestreo por bola de nieve se localizan los individuos *clave* y se les solicita que nombren a otros individuos que puedan ser candidatos a incluir en la muestra. El proceso continúa hasta que no son nombrados nuevos individuos, o bien los nuevos actores mencionados son marginales al grupo que se quiere estudiar. En términos sencillos, el muestreo por bola de nieve puede ser definido como una técnica para localizar individuos objeto de investigación. Un individuo provee el nombre de otro, que luego provee el nombre de un tercero, y así sucesivamente (Vogt, 1999).

[...] *snowball sampling*, uses a process of chain referral: when members of the target population are located, they are asked to provide names and addresses of other members of the target population, who are then contacted and asked to name others, and so on. A basic assumption of snowball sampling is that members of the target population often know each other. This technique has been used to create sampling frames and is sometimes associated with probability sampling, but most applications involve nonprobability methods of selection (Singleton y Straits, 1999:163).

El muestreo por bola de nieve forma parte del conjunto de metodologías *de rastreo* (*link-tracing*) (Spreen, 1992), que aprovechan las redes sociales de los individuos identificados inicialmente para proveer al investigador de un *set* expandido de contactos potenciales (Thomson, 1997). El proceso se basa en el supuesto de que existen vínculos entre el conjunto inicial de individuos y otros del universo objeto de estudio, lo que permite obtener el conjunto de la muestra a estudiar. El grado de éxito de encontrar a los individuos objeto de estudio dependerá de la selección inicial de los individuos que ofician de «puntos de partida».

La diferencia más importante entre la información obtenida mediante métodos convencionales y la obtenida mediante la utilización de redes (*network data*) es que la primera se focaliza en los individuos y sus atributos, mientras que la segunda lo hace en los individuos y sus relaciones. Ello implica que en este último caso los individuos no son muestreados de manera independiente, como en otro tipo de estudios tales como encuestas.

El método presenta ventajas para estudios que intentan acceder a poblaciones de difícil localización, que no quedan adecuadamente representadas a través del uso de *metodologías descendentes*, como las encuestas realizadas de manera tradicional (Snijders, 1992). La técnica de bola de nieve se encuentra entre las *metodologías ascendentes*, que pueden ser utilizadas para «llenar los huecos» en el conocimiento de una variedad de aspectos de esas poblaciones.

Entre las limitaciones del método, deben señalarse los posibles problemas de representatividad y de sesgo de selección. Como los individuos no son seleccionados aleatoria-

mente, sino que la selección depende de la elección subjetiva de los individuos localizados inicialmente, las muestras pueden ser sesgadas y en tal caso no permiten al investigador realizar generalizaciones (Griffiths et al., 1993). En segundo lugar, los individuos no conectados a ninguna de las redes que el investigador detecte (*isolates*) no son localizados mediante este método (Van Meter, 1990).

No obstante, el problema del sesgo de selección puede en parte solucionarse mediante la generación de una muestra «grande». Asimismo, también existen elementos que pueden dar pistas acerca del grado de representatividad de la muestra; por ejemplo, cuando el rastreo vuelve a los individuos ya incluidos en la muestra (es decir, se cierran círculos y no aparecen individuos nuevos).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GRIFFITHS, P., M. GOSSOP, B. POWIS y J. STRANGH, J. (1993): «Reaching hidden populations of drug users by privileged access interviewers: methodological and practical issues», *Addiction*, vol. 88, pp. 1617-1626.
- SINGLETON, R. A., y B. C. STRAITS (1999): *Approaches to Social research*, Nueva York: Oxford University Press.
- SPREEN, M. (1992): «Rare populations, hidden populations and link-tracing designs: what and why», *Bulletin Methodologie Sociologique*, vol. 36, pp. 34-58.
- SNIJDEERS, T. (1992): «Estimation on the basis of snowball samples: how to weight», *Bulletin Methodologie Sociologique*, vol. 36, pp. 59-70.
- THOMSON, S. (1997): *Adaptive sampling in behavioural surveys*, NIDA Research Monograph, pp. 296-319.
- VAN METER, K. (1990): *Methodological and Design Issues: Techniques for Assessing the Representatives of Snowball Samples*, NIDA Research Monograph, pp. 31-43.
- VOGT, W. P. (1999): *Dictionary of Statistics and Methodology: A Nontechnical Guide for the Social Sciences*, Londres: Sage.